

NAFEMS

Mit Stellenmarkt

Online-Magazin

Zeitschrift für numerische Simulationsmethoden und angrenzende Gebiete
FEM – CFD – MKS – VR / VIS – PROZESS – SDM



Sonderteil ab Seite 19:

www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

Großes Gewinnspiel:

Gewinnen Sie einen
Apple iPod Touch,
4G, 16 GB, schwarz

Machen Sie mit!
Mehr auf Seite 18.



Fachbeiträge in dieser Ausgabe:

Prozessspezifischer Benchmark eines kinematischen und FE basierten Drapieralgorithmus und deren Integration in die CAx-Prozesskette für FVK

Daimler / Univ. Stuttgart

Partikelbasierte Simulation magneto-rheologischer Flüssigkeiten für die Anwendung in Kupplungen
Fraunhofer IWM

Co-Simulation elektromechanischer Systeme am Beispiel eines wirbelstrominduzierten Linearaktors
ABB Forschungszentrum / Univ. Kassel

Aeroakustische Simulation mit CFD-Methoden
Ansys Germany

sowie Neuigkeiten, Stellenmarkt,
Veranstaltungskalender, Schulungen, ...

Alle bisherigen Ausgaben kostenlos
unter: www.nafems.org/magazin

Vortragsprogramm im Heft!



nwc²⁰¹³
NAFEMSWORLDCONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

Incorporating the 1st

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management



Über 250 internationale CAE-Fachvorträge

U. a. von ABB, Adam Opel, Airbus, Audi, BMW, Bombardier, Daimler, DLR, EADS, Faurecia, Ford, Goodyear, Hyundai, Jaguar Land Rover, Magna Steyr, Parker Hannifin, PSA Peugeot Citroen, Rolls-Royce, Samsung, Schneider Electric, Schindler Elevator, Siemens, Tata Steel Automotive, Toshiba, Volkswagen, Volvo, ...

Hochkarätige Keynote-Speaker

R. Sundermeier (Volkswagen)	H. Hasselblad (Volvo Cars)
S. Sirman (Tata Steel Automotive)	K. Ohtomi (Toshiba)
G. Steven (Univ. of Sydney)	F. Popielas (Dana Corp.)
J. Buffe (Thales Alenia Space)	

Wissensaustausch, Entwicklungen, Trends

Diskussionen, umfangreiche Hard-/Softwareausstellung, Schulungen, ...

Das Vortragsprogramm sowie weitere Informationen
und online-Anmeldung finden Sie unter:

www.nafems.org/congress

Trainingskurse – Quick-Info:

Kommunikation für Ingenieure, 24. April, Ulm
FEM-Einführung – 10. - 12. Juni, Salzburg
CFD-Einführung – 10. - 12. Juni, Salzburg
e-Learning-Kurse – siehe www.nafems.org/e-learning

Sponsoren dieser Ausgabe:



NAFEMS Magazin, eine Online-Information über Sicherheit und Zuverlässigkeit auf dem Gebiet der numerischen Simulation

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

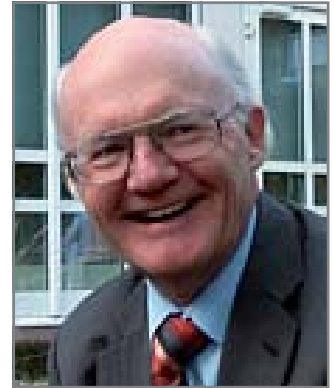
numerische Simulation ist heute ein Werkzeug, das aus vielen Bereichen der technischen Entwicklung und darüber hinaus nicht mehr wegzudenken ist. Der Einsatz sollte allerdings nicht unbedarft geschehen; man sollte sorgfältig überlegen, welche Anstrengungen zu unternehmen sind, damit die Berechnung am Ende erfolgreich ist und der Aufwand dem erwarteten Nutzen entspricht. Zunächst sollte man sich möglichst detailliert und realitätsnah Klarheit darüber verschaffen, was als Ergebnis gewünscht wird, welche Effekte dafür wichtig sind und welche wohl vernachlässigt werden können. Dazu müssen unbedingt die bislang vorliegenden Erfahrungen aus der Praxis berücksichtigt werden; auch Vorversuche oder Gedankenmodelle mit idealisierten Randbedingungen können hilfreich sein. Aufbauend auf diesen Überlegungen sollte dann ein Modell erstellt werden, das hinreichend genau die wesentlichen Eigenschaften abbildet und Unwesentliches ignoriert. Allerdings werden bei dieser Modellerstellung auch die vorhandenen Möglichkeiten der numerischen Übersetzung und damit gewonnene Erfahrungen eine Rolle spielen. Der eigentliche Kern besteht dann in der numerischen Formulierung des Modells und der Lösung des daraus resultierenden Systems. Dazu gehört in jedem Fall auch eine Konvergenzuntersuchung. Schließlich müssen die Ergebnisse dargestellt und verifiziert, möglichst sogar validiert werden. Nicht selten fallen die Ergebnisse allerdings unerwartet aus. Dann beginnt das intensive Nachdenken: Sollte das gewählte Modell doch nicht ganz die vorgesehenen Eigenschaften besitzen? Sind Aspekte vernachlässigt worden, die in der Realität von Bedeutung sind? Oder bildet das Modell die Realität schon korrekt ab, nur die anfängliche Vorstellungen über das Verhalten waren nicht ganz zutreffend? Abhängig von den Antworten auf diese Fragen muss eventuell das untersuchte Modell korrigiert werden.

Eine erfolgreiche numerische Simulation ist also wesentlich mehr als nur die Anwendung eines entsprechenden Programmsystems. Das demonstrieren auch die vier Fachbeiträge des vorliegenden Heftes. Aus dem umfangreichen Angebot von Vorträgen zur Regionalkonferenz, die im Mai 2012 in Bamberg stattfand, wurden zwei Arbeiten ausgewählt. Zum einen werden magnetorheologische Flüssigkeiten modelliert und die für Kupplungen relevanten Parameter so variiert, dass ein maximales Drehmoment erreicht wird. Zum anderen wird ein gekoppeltes elektromagnetisches und mechanisches Problem gelöst, um die Wirkung eines wirbelstrominduzierten Linearaktors zu beschreiben. Das Drapieren von Geweben über gekrümmten Flächen stellt eine Herausforderung für die Fertigung von Strukturen aus Faserverbundmaterial dar. Ein direkt zugesandter Beitrag befasst sich mit kinematischen und FE-basierten Verfahren zur Simulation dieses Prozesses. Ein Vortrag aus dem Seminar Schallentstehung und -ausbreitung in Festkörpern und Fluiden vom November 2012 gibt schließlich einen Überblick über Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen CFD-Methoden zur Simulation von Aero-akustischen Fragestellungen.

Ich wünsche mir, dass damit auch für Sie etwas Interessantes und Lehrreiches dabei ist.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Klaus Rohwer
Editor-in-Chief



*Prof. Dr.-Ing.
Klaus Rohwer*

Wir bedanken uns herzlich bei den Sponsoren, ohne deren Unterstützung
ein solches Magazin nicht realisierbar wäre:



Altair

www.altair.com



COMSOL

www.comsol.de



www.simulia.com/de



www.esi-group.com



www.intes.de



www.mscsoftware.com



www.simpack.com

Über NAFEMS

NAFEMS ist eine not-for-profit Organisation zur Förderung der sicheren und zuverlässigen Anwendung von Simulationsmethoden wie FEM und CFD.

1983 in Großbritannien gegründet, hat sich die Organisation längst in eine internationale Gesellschaft zur Förderung der rechnerischen Simulation entwickelt. Mit NAFEMS ist die neutrale und von Software- und Hardwareanbietern unabhängige Institution entstanden.

NAFEMS vertritt die Interessen der Anwender aus der Industrie, bindet Hochschulen und Forschungsinstitute in ihre Tätigkeit ein und hält Kontakt zu Systemanbietern.

Mitglieder des internationalen NAFEMS Councils

- C. Stavrinidis (Chairman), ESA, NL
- M. Zehn (Vice Chairman), (TU Berlin), D
- R. L. Dreisbach (The Boeing Company), USA
- D. Ellis, Idac Ltd., UK
- G. Miccoli, Imamoter, I
- M. Moatamedi (University of Narvik, N)
- S. Morrison, Lusas Ltd., UK
- P. Newton, GBE, UK
- M.-C. Oghly, Flowmaster, F
- A. Ptchelintsev, Nokia, FI
- A. Puri, Selex Sensors & Airborne Systems, UK
- J. Wood, Strathclyde University, UK

Die technischen Bereiche bei NAFEMS werden durch spezialisierte Arbeitsgruppen (Working Groups) koordiniert.

Die derzeitigen NAFEMS Working Groups sind:

- Analysis Management
- CAD CAE Integration
- Composites
- Computational Fluid Dynamics
- Computational Structural Mechanics
- Dynamics and Testing
- Education and Training
- Geotechnics
- High Performance Computing
- Multi Body Dynamics
- Multiphysics
- Optimierung
- Stochastics
- Simulation Data Management
- Technical Liaison Group
- Vendor Advisory Board

Um die Aktivitäten von NAFEMS in den verschiedenen geografischen Regionen zu vertreten, neutral zu leiten und die nationalen Belange innerhalb der NAFEMS zu vertreten, wurden sogenannte regionale Steering Committees (Lenkungsausschüsse) gebildet.

Die Mitglieder des NAFEMS Steering Committees für Deutschland, Österreich und Schweiz sind:

- Dr.-Ing. W. Dirschmid (CAE Consulting), Chair
- Dr.-Ing. A. Gill (Ansys Germany GmbH)
- Dr.-Ing. R. Helfrich (Intes GmbH)
- Dr.-Ing. M. Hoffmann (Altair Engineering GmbH)
- Dr.-Ing. C. Hühne (DLR)
- Dipl.-Ing. G. Müller (Consultant)
- Dr.-Ing. G. Müller (Cadfem International GmbH)
- Dipl.-Ing. W. Moretti (Schindler Elevator Ltd)
- Dipl.-Ing. F. A. Muggli (Sulzer Pumps)
- Dr.-Ing. E. Niederauer (Siemens PLM Software)
- Dipl.-Ing. F. Peeters (Dassault Systèmes BV)
- Dipl.-Ing. A. Pfaff (Consultant)
- Dr. A. Svobodnik (Konzept-X)
- Prof. Dr.-Ing. M. Zehn (TU Berlin/Femcos mbH)

Mitglied bei NAFEMS?

NAFEMS hat weltweit über **1.000 Mitgliedsunternehmen und -Institutionen**.

NAFEMS Mitglieder erhalten unter anderem:

- Benchmark (Internationales FEM-Magazin)
- Literatur
- Freie Seminarplätze
- Ermäßigungen für Trainingskurse, Kongresse und Literatur
- Zugriff auf passwortgeschützten Webbereich mit Kontaktmöglichkeiten und Informationen
- Kontakt zu über 1.000 Organisationen weltweit

Werden auch Sie Mitglied !

www.nafems.org/involved



Impressum

Editor-in-Chief

Prof. Dr. Klaus Rohwer,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V.

Redaktioneller Beirat

Gerhard Müller
Consultant, ehem. Siemens AG
Dr. Alfred Svobodnik
Konzept-X
Prof. Dr. Manfred Zehn
TU Berlin / Femcos mbH

Redaktion

Albert Roger Oswald
Tel. +49 (0) 80 51 - 96 74 - 3 22
roger.oswald@nafems.org

Gestaltung / Layout / Anzeigen

Werbos GbR
Osterham 23, D-83233 Bernau
Tel. +49 (0) 80 51 - 96 74 - 3 22
Fax +49 (0) 80 51 - 96 74 - 3 37
Mobil +49 (0) 176 - 217 984 01
e-mail: info@werbos.de
www.werbos.de

Bezugspreis / Aboservice

Kostenlos
Tel. +49 (0) 80 51 - 96 74 - 3 22
magazin@nafems.de

Anzeigenpreise

Preisliste vom 29.01.2013

Verteilung / Bezug

Per e-mail an NAFEMS Datenbasis
DACH und als Download über www.
nafems.org. Bezug durch Aufnahme
in den Verteiler.

Copyright © 2013, Werbos GbR.

Nachdruck – auch auszugsweise –, Vervielfältigung oder sonstige Verwertung ist nur mit schriftlicher Genehmigung unter ausdrücklicher Quellenangabe gestattet. Gekennzeichnete Artikel stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Datenträger sowie Fotos übernehmen wir keine Haftung. Alle Unterlagen, insbesondere Bilder, Zeichnungen, Prospekte etc. müssen frei von Rechten Dritter sein. Mit der Einsendung erteilt der Verfasser / die Firma automatisch die Genehmigung zum kostenlosen weiteren Abdruck in allen Publikationen von NAFEMS, wo auch das Urheberrecht für veröffentlichte Manuskripte bleibt. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

Alle Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Waren- bzw. Markenzeichen ihrer jeweiligen Hersteller.

Vorwort des Editor-in-Chief.....	2
Sponsoren	3
NAFEMS.....	4
Inhalt / Impressum.....	5
CFD Advisory Board / Europ. Multiphysics Conference	6
NAFEMS Training	
Schulungstermine	7
e-Learning Kurstermine.....	7
Werden Sie NAFEMS Trainer	7
Trainingskurs: Einführung in die praktische Anwendung der FEM.....	8
Trainingskurs: Introduction to CFD Analysis: Theory & Applications.....	9
Trainingskurs: Kommunikation für Ingenieure.....	10
NAFEMS World Congress / INT. SPDM Conference	
Einladung mit Agenda	11 - 29
Literatur	
Introducing e-library / Bestellvorgang.....	30
NAFEMS Literaturangebot: Contact Collection.....	31
NAFEMS Mitgliedschaft im Detail	33
Who knows? Gewinnspiel: Gewinnen Sie einen Ipad Touch 4G	34
Das Jobportal für Ingenieure: www.CAE-Stellenmarkt.de	35 - 37
Stellenanzeigen	
csi Verwaltungs GmbH.....	38
P+Z Engineering GmbH.....	39
Neuigkeiten	40 - 57
Veranstaltungskalender	58 - 59
Fachbeiträge:	
Multiphysik: Prozessspezifischer Benchmark eines kinematischen und FE basierten Drapieralgorithmus und deren Integration in die CAx-Prozesskette für FVK	60
D. Liebau, J. van Campen, T. Sommer-Dittrich (Daimler AG);	
P. Middendorf (Univ. Stuttgart)	
Elektromagnetische Felder: Partikelbasierte Simulation magneto-rheologischer Flüssigkeiten für die Anwendung in Kupplungen	72
H. Lager, C. Bierwisch, J. Peguiron, M. Moseler (Fraunhofer IWM)	
Co-Simulation: Co-Simulation elektromechanischer Systeme am Beispiel eines wirbelstrominduzierten Linearaktors	80
C. Simonidis, G. Stengel, (ABB Forschungszentrum Deutschland);	
R. Schmoll, B. Schweizer (Univ. Kassel)	
Strömungsberechnung - CFD: Aeroakustische Simulation mit CFD-Methoden	88
M. Oswald (ANSYS Germany GmbH)	
Rückmeldeformular	98 - 99
Werbeanzeigen	
Comsol Multiphysics	45
esocaet.....	49
ISKO Engineers	47
MSC Software	41
Virtuelles Fahrzeug ViF	43
CAE-Stellenmarkt.de.....	53
sags einfach	10
NAFEMS	33, 51, 55

Treffen im März

DACH CFD Advisory Board

Das letzte Treffen des deutschen NAFEMS CFD Advisory Boards hat am 18. März 2013 in Wiesbaden im Hotel Oranien stattgefunden und wurde von Gerhard Müller (ehemals Siemens) moderiert. Die Gruppe ist ein neutrales Forum zur Diskussion von CFD Belangen und eine unabhängige Plattform zur Implementierung unabhängiger Aktivitäten und Unterstützung des deutschen NAFEMS Lenkungsausschusses. Neben der Aktivitäten bei der Durchführung von Seminaren ist die Verbreitung der CFD-Anwendungen überhaupt und die bessere Versorgung von geschulten Benutzern, die in der Lage sind, die Möglichkeiten der vorhandenen Software auszuschöpfen, ein weiteres Ziel der Arbeit dieser Gruppe. Mitglieder sind Vertreter von Hochschulen und Softwarehäusern und auch Anwender, die verstärkt ihre Interessen in dieser Gruppe vertreten können sollen. Daher melden Sie sich bitte bei uns, wenn Sie Interesse an einer solchen Mitarbeit haben. Die Treffen der Gruppe finden entweder in Wiesbaden oder web-basiert statt. Bitte wenden Sie sich mit der folgenden E-Mail-Adresse an uns cab@nafems.de.

Rückblick

NAFEMS European Conference: Multiphysics Simulation 2012

In der realen Welt ist es nicht möglich, physikalische Effekte auszuschalten. In der Welt der numerischen Simulation hingegen, können kleine und wenig relevante Effekte häufig vernachlässigt werden, um ein hinreichend gutes Modell zu finden, das auch in vernünftiger Zeit berechnet werden kann. Jede Simulation ist letztendlich ein Kompromiss zwischen Genauigkeit und Berechenbarkeit.

Nun sind „hinreichend genau“ und „in vernünftiger Zeit“ sehr vage Begriffe. Durch die ständig steigende Leistungsfähigkeit der Computer und die wachsenden Anforderungen an Genauigkeit der Simulationsergebnisse, werden numerische Modelle immer realistischer und komplexer. Häufig müssen ganz unterschiedliche Arten von Simulationen, wie z.B. Strukturmechanik und Strömungsmechanik, zusammenkommen, um ein brauchbares Ergebnis zu liefern. Solche gekoppelte Simulationen werden oft unter dem Begriff Multiphysik zusammengefasst.

Die NAFEMS Multiphysics Working Group widmet sich dem Thema der gekoppelten Simulationen und hat am 16.-17. Oktober 2012 zum ersten Mal, zusammen mit Fraunhofer SCAI und der International Society for Multiphysics, eine Konferenz zu diesem Thema veranstaltet. Es wurde ein breites Spektrum an spannenden Anwendungen präsentiert, von der Simulation einer Milchpackung bis zu Lichtbögen in einem Schalter.

Die Keynote-Präsentationen wurden von Dr. Johan Tryding (Tetra Pak) und Prof. C. Soutis (University of Manchester) gehalten. Dr. Tryding hat eindrucksvoll gezeigt, dass strukturmechanische Berechnungen auch mit sehr komplexen Materialien – wie z.B. Papier – möglich sind. Auch im Vortrag von Prof. Soutis waren komplexe – wenn auch etwas teurere – Materialien im Fokus: Er hat sich mit Kompositmaterialien (oder Verbundwerkstoffen) im Flugzeugbau und deren Verhalten bei einer allfälligen Explosion auseinandergesetzt.

Ein immer wiederkehrendes Thema bei Multiphysiksimulationen ist die Kopplung verschiedener Codes. Mit der Ausnahme von mpCCI des Fraunhofer SCAI, gibt es keine standardisierten Schnittstellen für den Austausch von Daten zwischen verschiedenen Simulationstools. Stattdessen versuchen die meisten Softwareanbieter Komplettlösungen für Multiphysics anzubieten. Zusätzlich zu Ansys und Comsol, die schon lange Multiphysics auf die Fahne geschrieben haben, gibt es jetzt auch gekoppelte Lösungen von den meisten anderen Anbietern. So haben z.B. Siemens, Simulia und LSTC ihre Visionen für Multiphysiksimulationen vorgestellt. Die Möglichkeit gekoppelter Simulationen ausführen zu können, wird für die Simulationstools bald kein Alleinstellungsmerkmal mehr sein. Bei der Vielfalt der vorgestellten Themen ist es schwierig, eine Zusammenfassung zu schreiben. Ein Trend ist aber klar festzustellen: Komplexe gekoppelte Simulationen sind schon heute im Einsatz und werden immer Anspruchsvoller. Die Multiphysics Working Group hat somit eine interessante Aufgabe vor sich und wir sind sehr gespannt auf Multiphysics 2014.

Schulungstermine

Einführung in die praktische Anwendung der FEM

Wiesbaden, D

Inhalte und Infos auf Seite 8

<http://www.nafems.org/events/nafeems/2013/dach-fea3-2>

10. - 12. Juni 2013

Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

Wiesbaden, D

Inhalte und Infos auf Seite 9

http://www.nafems.org/events/nafeems/2013/cfd-11_12-2013

10. - 12. Juni 2013

Zahlreiche Short-Courses während des NAFEMS World Congresses

<http://www.nafems.org/congress>

9. - 12. Juni 2013

e-Learning Kurstermine

E-Learning ermöglicht schnelle, höchst effektive und kostengünstige Trainings. Hier werden Grundlagen vermittelt, die für die sichere und zuverlässige Anwendung kommerzieller Softwareprogramme wichtig sind.

Non-Linear Analysis

8. April 2013

Structural Optimization

16. April 2013

Basic FE Analysis (Basis für „Einführung in FEM“)

2. Mai 2013

Practical Modelling of Joints and Connections

9. Mai. 2013

Fatigue & Fracture Mechanics

siehe Web

Practical Introduction to CFD

siehe Web

Basic & Advanced Dynamic FE Analysis

siehe Web

Elements of Turbulence Modeling

siehe Web

Advanced Dynamic FE Analysis

siehe Web

Composite FE Analysis

siehe Web

Essentials of Fluid Mechanics for CFD

siehe Web

Basic Dynamic FE Analysis

siehe Web

www.nafems.org/e-learning

Werden Sie NAFEMS Trainer



NAFEMS Course Tutors Required

Due to an expansion in training activities at NAFEMS, we currently require additional tutors to work with our current team on presenting and running a number of NAFEMS FEA training courses.

A typical tutor will be well-experienced in FEA across a range of industrial sectors. The tutor will be able to draw on direct experience to relate to the training material and the way it is presented. The Tutor should have a background in teaching in either Industry or Academia. The right candidate will have a passion for FEA and have the ability to impart that to attendees.

Full details are available at www.nafems.org/tutors

NAFEMS wird das Kursangebot regional und international ausbauen und sucht Ingenieure aus Industrie und Hochschule, die gerne (nebenbei) als Referenten arbeiten möchten.

Auch im deutschsprachigen Raum möchten wir unsere Kursangebot ausbauen - wir freuen uns auf Sie.

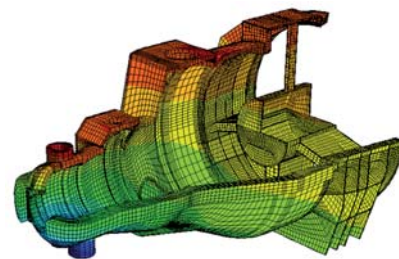
Bei Interesse senden Sie bitte eine e-mail an info@nafems.de

www.nafems.org/tutors

3-tägiger NAFEMS Trainingskurs FEM

Einführung in die praktische Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM)

10. - 12. Juni in Salzburg (Österreich) / auch als Inhouse-Kurs buchbar



Der Kurs vermittelt praxisorientiert und programmunabhängig die notwendigen Grundlagen für den erfolgreichen und effizienten Einsatz der Finite-Elemente-Methode. Nach Auffrischung von strukturellem Basiswissen, welches für das Verständnis und für die kompetente Auswertung von FE-Berechnungen unerlässlich ist, wird auf leicht verständliche Art erklärt, wie die FE-Programme arbeiten. Zahlreiche einfach gehaltene, anwendungsspezifische Beispiele aus der Industrie unterstützen die Diskussion um Voraussetzungen für adäquate Modellbildung und liefern wertvolle Tipps für die professionelle Darstellung und Interpretation der Ergebnisse.

Ingenieure und Konstrukteure, welche ihre Kenntnisse in Technischer Mechanik bzw. Festigkeitslehre aus der Studienzeit im Hinblick auf die Anwendung bei FE-Simulationen auffrischen und ausbauen möchten, sind besonders angesprochen. Der Kurs wird in einer Workshop-Atmosphäre durchgeführt, wodurch eine aktive Mitwirkung gefördert wird.

Inhalte

- Einführung, Grundbegriffe und Prinzipien
 - Freiheitsgrade / Lagerung / Freischneiden / Gleichgewichtsbetrachtung
 - Innere Kräfte / Beanspruchung / Schnittgrößen
 - Spannungszustände / Hauptspannungen
- Typische Beanspruchungsfälle
- Werkstoffparameter / Versagenshypothesen / Sicherheitsfaktor
- Wechsel- und Dauerfestigkeit, Ermüdung und Kerbwirkung

- Thermische Beanspruchung
- Spannungen und Verformungen in dünnwandigen Strukturen
- Stabilitätsprobleme: Knicken und Beulen
- Grundlagen der Elastodynamik / Schwingungen / Dynamische Beanspruchung
- Modellbildung als ingenieurmäßiger Prozess / Möglichkeiten und Grenzen der Vereinfachung
- Lineare und nichtlineare Problemstellungen
- Wie funktioniert FEM?
- Typische Finite-Elemente (1D, 2D und 3D) zur diskreten Beschreibung deformierbarer Körper
- Berücksichtigung von Symmetrien bei der Modellierung
- Modellierung von Materialverhalten / Evaluation von Versagenskriterien
- Dynamische FE-Berechnungen / Modale Analyse / Dämpfung / Transiente Schwingungen
- Thermische / thermo-mechanische Untersuchungen
- Beispiele für nichtlineare FE-Simulationen
- Voraussetzungen für effiziente FE-Modelle und zuverlässige Ergebnisse
- Optimale FE-Modelle dank gezielter Nutzung der Möglichkeiten von CAD-Software
- Tipps und Tricks für problemgerechte FE-Vernetzung
- Qualitätssicherung bei FE-Analysen / Ursachen möglicher Fehler bei der FE-Modellierung und Tipps für deren Erkennung
- Möglichkeiten zur Überprüfung der Ergebnisse
- Fallbeispiele / Workshop / Diskussion

Referent



Dr.-Ing. Wolfgang Senger

Herr Dr. Senger hat nach seinem Maschinenbau-Studium bei einem namhaften Softwareanbieter die Anwender von FE-Programmen beraten und Schulungen gegeben. Als Abteilungsleiter Berechnung und Simulation des Ingenieurdienstleisters Semcon Rhein-Main GmbH in Rüsselsheim ist er heute verantwortlich für anspruchsvolle Berechnungsprojekte in der Automobilbranche und in anderen Industrien. Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Lösung von Fragestellungen der technischen Mechanik mit der FE-Methode. Herr Dr. Senger kann auf Grund seiner langjährigen Berufserfahrung die Schulungsteilnehmern sowohl die Theorie der FE-Methode als auch den praktischen Einsatz näher bringen.

Kurssprache

Englisch / Deutsch, falls nur deutschsprachige Teilnehmer.

Inhouse-Kurs

Dieser Kurs wird auch als Inhouse-Kurs bei Ihnen vor Ort angeboten. Bitte fordern Sie nähere Informationen an - Rückmeldeformular auf der vorletzten Seite.

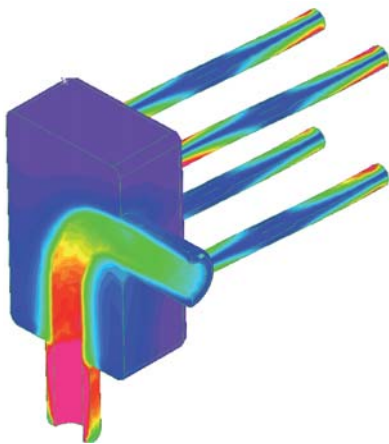
www.nafems.org/events/

3-tägiger NAFEMS Trainingskurs CFD

Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

10. - 12. Juni in Salzburg (Österreich) / auch als Inhouse-Kurs buchbar

Der Kurs vermittelt praxisorientiert und programmunabhängig die Grundlagen der numerischen Strömungsberechnung (CFD). Neben der Funktionsweise von Programmen, die anhand zahlreicher einfacher Beispiele erläutert wird, steht die Vermittlung des gesamten Lösungsprozesses im Vordergrund. Mit Hilfe von Beispielen wird der gesamte Prozess vom realen Bauteil über das Berechnungsmodell bis zur Interpretation der Ergebnisse gezeigt und auf mögliche Fehlerquellen hingewiesen. Der Kurs wird in einer Workshop-Atmosphäre durchgeführt, die die Teilnehmer zur Mitarbeit bzw. zum Einbringen eigener Fragestellungen einlädt.



Inhalte

- Einleitung / Übersicht
- Welche Gleichungen werden in einem CFD-Programm gelöst?
- Beschreibung der Finite-Volumen Methode zur Lösung der Gleichungen anhand von Beispielen, Darstellung von Problemen / Fehlerquellen beim Lösungsprozess

- Tipps und Hinweise zur CFD-Vernetzung
- Praktische Umsetzung: Vom realen Bauteil zum Simulationsmodell
 - Überlegungen vor der Simulation
 - Annahmen und Voraussetzungen
 - Randbedingungen
 - Gittergenerierung
 - Erläuterung der Probleme an einem Praxisbeispiel
- Qualität von CFD-Berechnungen
 - Überprüfung von CFD-Ergebnissen / Kontrollmöglichkeiten
 - Bewertung der Ergebnisse von CFD-Berechnungen
- Ausblick auf weitere Entwicklungen / Tendenzen in der CFD-Welt (FSI, Optimierung,...)
- Fallbeispiele / Workshop / Diskussionen

Kurssprache

Englisch / Deutsch, falls nur deutschsprachige Teilnehmer.

Inhouse-Kurs

Dieser Kurs wird auch als Inhouse-Kurs bei Ihnen vor Ort angeboten. Bitte fordern Sie nähere Informationen an - Rückmeldeformular auf der vorletzten Seite.

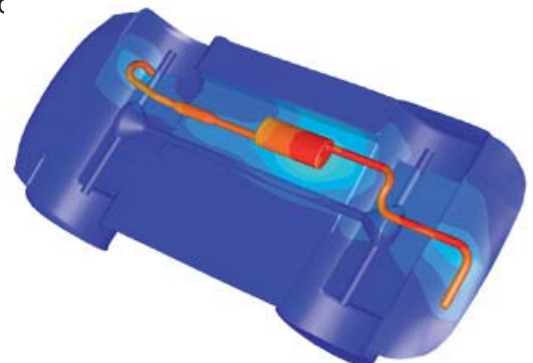
www.nafems.org/events/

Referent



Prof. Dr.-Ing. Gangolf Kohnen

Herr Kohnen hat über 25 Jahre Erfahrung mit CAE-Anwendungen mit Schwerpunkten auf dem Gebiet der Strömungsberechnung CFD in Lehre, Forschung und Industrie. Herr Kohnen leitet den Bereich Maschinenbau und Virtual Engineering an der Hochschule Baden-Württemberg Mosbach.



1-tägiger Trainingskurs

Kommunikation für Ingenieure

24. April 2013 in Ulm / auch als Inhouse-Kurs buchbar

„Mehrkosten in Millionenhöhe auf Grund von Kommunikationsproblemen während der Produktentwicklung.“

Diese, zugegeben sehr reißerisch dargestellte Erkenntnis möchte kaum ein Industrieunternehmen aus internen Studien erhalten. Und doch ist es nicht unwahrscheinlich - nur die jeweilige finanzielle Tragweite mag variieren.

Wir alle Kommunizieren – immer – und überall. Die Qualität entscheidet, ob die Kommunikation hilft oder eher schadet. Wenn Chef, Controller, Einkäufer oder selbst Kollegen aus anderen Fachabteilungen verstehen würden, was Entwickler ihnen erklären, könnten manche Probleme früher erkannt und damit ggf. immense Kosten gespart werden.

Die größten Kostenfaktoren sind (vgl. NIST- Study 03/1999)

- Mangelhafte Präsentation von Konstruktions- oder Berechnungsergebnissen
- Fehler, die aufgrund mangelhafter Kommunikation zu spät weitergegeben oder gemeldet werden
- Schleppende Behandlung von Änderungen
- Konflikte zwischen Fachabteilungen
- Schlechte Abstimmung

Das Seminar „Kommunikation für Ingenieure“ liefert einfache und wertvolle Werkzeuge und Hilfsmittel für eine erfolgreiche Kommunikation im technischen Umfeld und mit Nachbarabteilungen. Grundlagen der Kommunikation, des Konfliktmanagements und vor allem der Präsentation geben den TeilnehmerInnen Hilfsmittel für den täglichen Gebrauch.

Einfach und in der Sprache der TechnikerInnen vermittelt. Vorkenntnisse sind nicht erforderlich.

sags einfach e.U. Georg Schöpf
Dürnberg 15, 4100 Otensheim - Tel +43-660-5550359
www.sags-einfach.at - georg.schoepf@sags-einfach.at



Georg Schöpf

Mein Know-how – Ihr Vorteil

Als Trainer mit technischem Hintergrund, einer fundierten methodisch didaktischen Ausbildung und über 15 Jahre Praxiserfahrung in verschiedenen Industriebereichen vermittele ich Kommunikationskompetenz in der Sprache des Technikers.

Zielgruppe

Ingenieure in Konstruktion und Berechnung

Teilnahmegebühren

Kosten: 450,- Euro zzgl. ges. MwSt. je Teilnehmer (10 % Ermäßigung ab dem 2. Teilnehmer je Unternehmen). Der Preis beinhaltet Seminarkosten, Mittagessen, Pausengetränke und Seminarunterlagen.

Kurssprache

Deutsch

Inhouse-Kurs

Dieser Kurs wird auch als Inhouse-Kurs bei Ihnen vor Ort angeboten. Bitte fordern Sie nähere Informationen an.

Anmeldung

www.sags-einfach.at

sags einfach
Kommunikation ist unsere Leidenschaft



NAWE 2013

NAFEMS WORLD CONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the first

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

Preliminary Agenda & Invitation
www.nafems.org/congress



The International Association for the Engineering Modelling, Analysis and Simulation Community



NWC 2013

NAFEMS WORLD CONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

The NAFEMS World Congress 2013 will be held in Salzburg, Austria, on 9-12 June and will be the only independent, global conference that focuses entirely on simulation and its impact on industry.

This, the 14th NAFEMS Congress, will be held in conjunction with a new NAFEMS event – the 1st International SPDM (Simulation Process & Data Management) Conference. Speakers, delegates and exhibitors will have access to both events, which will run simultaneously over the three days, giving all those attending an outstanding opportunity to participate in two international conferences under one roof.

As the international association dedicated to engineering analysis and simulation, NAFEMS has gained respect as being the independent voice of the CAE community, representing over 1000 member organisations worldwide including prominent software vendors, global manufacturing industry, research and academic institutions and prominent software vendors. The NAFEMS World Congress brings these organisations together with the wider simulation community for an unmissable event in the simulation calendar.

The 2013 Congress will feature over 250 international presentations in 8 parallel tracks over 3 days, from those at the cutting-edge of analysis and simulation. As well as training courses on FEA and CFD and the dedicated SPDM Conference within the event, the Congress will feature an exhibition area with over 40 software and hardware vendors, numerous networking and social events, and will be the only international conference dedicated to the engineering modelling, simulation and analysis community.

If you only attend one conference this year, make sure it's NWC13.

Location

The Congress will be held at the Salzburg Congress, in the heart of Salzburg. Wolfgang Amadeus Mozart, the Salzburg Festival, the baroque old town, the spirit of the Sound of Music and numerous famous visitors and residents have all contributed to Salzburg's profile on the world stage. The city is, and always has been, a talismanic place for music lovers, romantics and connoisseurs.

Traditional aspects are accompanied by modern points of contrast, creating a fascinating combination in both the city's architecture and cultural offering.

Centrally located in mainland Europe, Salzburg is serviced by its own airport and is connected to Munich Airport by shuttle bus. The city can also be easily accessed by car and rail.

Keynote Speakers

Frank Popielas Dana Corporation, USA

Steven Sirman TATA Steel Automotive, UK

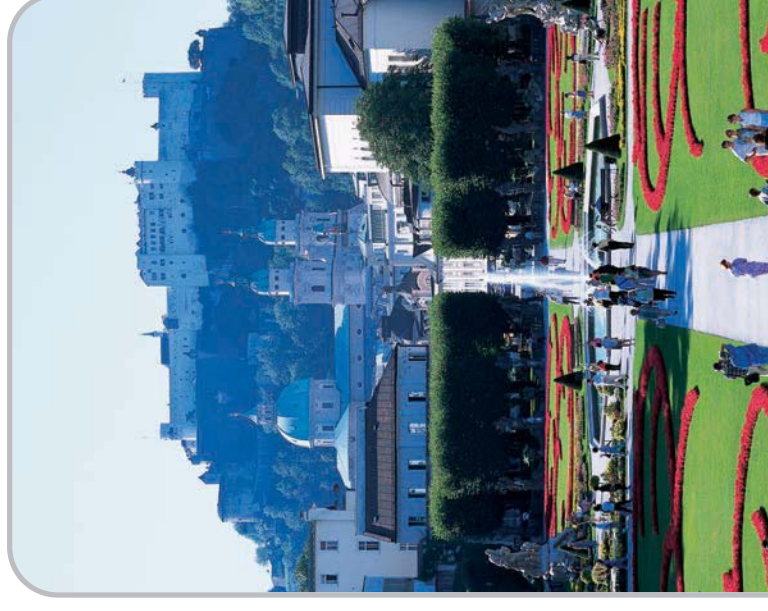
Jérôme Buffe Thales Alenia Space, France

Koichi Ohtom Toshiba, Japan

Ralph Sundermeier Volkswagen, Germany

Harald Hasselblad Volvo, Sweden

Grant Steven University of Sydney, Australia



A Conference Like No Other

In today's ever-changing climate, companies from a wide range of industries are increasing their focus in new solutions, technologies and process with the aim of reducing costs whilst producing innovative and efficient products. The Congress will showcase the most innovative and ground-breaking simulation in a truly impartial forum. Bringing the simulation community together to share their interests and experience, the Congress provides a neutral platform like no other. Within this forum, attendees have the opportunity to share and learn from the experiences of likeminded individuals who are utilising simulation technologies across a wide range of industries.

As the only event that truly showcases the most innovative use of simulation, the NAFEMS World Congress 2013 is undoubtedly an event not to be missed. Open to everyone, the Congress offers an unparalleled opportunity for attendees to ensure they are making best use of simulation technologies.

The International SPDM Conference

Over the past three years, NAFEMS has held a series of dedicated conferences on the topic of simulation data and process management in both Europe and North America. The popularity of these has been such that the 1st International SPDM Conference has been launched, and will run alongside the NAFEMS World Congress in 2013. Bringing together industrial users, technology experts, academics and software vendors alike, this ground-breaking event will allow all those with an interest to take part in the first truly independent, international forum dedicated to SPDM.

Two Conferences – One Package

All registered attendees will have access to both events. The tracks for the SPDM conference will be scheduled in such a way that delegates can also take part in the NWC keynote sessions without missing out, and similarly, NWC delegates can take part in the SPDM agenda as and when they please.



**Secure Your
Place Today
by Registering at
www.nafems.org/congress**



Sunday 9th June

09:30 Short Training Courses

Structural Optimization in FE Analysis

Composites FE Analysis

Fatigue & Fracture Mechanics in FE Analysis

Dynamic FE Analysis

Introduction to SPDM

Introduction to Business Value from Simulation Data Management -
NAFEMS White Paper

11:00 Exhibition set-up

15:00 Author & delegate registration

19:00 Exhibition Opening and Welcome Concert

Monday 10th June

08:30 Congress Opening

Keynote Speaker: Ralph Sundermaier, Volkswagen, Germany

Keynote Speaker: Frank Popielas - Dana Corporation, USA

session 1

10:55 - 12:45

- 1A CFD Multiphase
- 1B Composites
- 1C Multiphysics
- 1D Optimization Topology
- 1E Fatigue
- 1F Automation
- 1G High Performance Computing

SPDM Automotive

session 2

13:40 - 15:05

- 2A CFD Design Process
- 2B Materials Polymers
- 2C Multiphysics
- 2D Stochastics
- 2E Dynamics & Testing
- 2F Verification & Validation
- 2G High Performance Computing

SPDM Industry & Collaboration

Training Course - Non-linear FE Analysis

session 3

15:45 - 17:40

- 3A Fluid-Structure Interaction
- 3B Materials
- 3C CAD/CAE Integration
- 3D Stochastics
- 3E Contact
- 3F Multibody Systems
- 3G High Performance Computing

SPDM Vendor

Training Course - Practical CFD

18:20 NAFEMS TLG meeting

19:30 Optional Dinner

Tuesday 11th June

08:30 **Keynote Speaker:** Jérôme Buffe - Thales Alenia Space, France

Keynote Speaker: Koichi Ohtomi - Toshiba, Japan

Introduction to NAFEMS Professional Simulation Engineer Certification

session 4

10:55 - 12:40

- 4A CFD Applications
- 4B Composites
- 4C Multiphysics
- 4D Optimization Shape/Weight
- 4E Fatigue
- 4F Verification & Validation Dynamics
- 4G Methods

SPDM Aerospace

session 5

13:40 - 15:05

- 5A PSE - Professional Simulation Engineer
- 5B Composites
- 5C Multiphysics
- 5D Thermal
- 5E Fatigue Crack Growth
- 5F Verification & Validation CFD
- 5G High Performance Computing

SPDM Automotive

session 6

15:45 - 17:10

- 6A Fluid-Structure Interaction
- 6B Composites
- 6C Biomedicine
- 6D Optimization Multi-Objective
- 6E Fatigue Joints
- 6F Verification & Validation
- 6G Systems Simulation

SPDM Solutions

Training Course - FEA for Managers

session 7

17:40 - 18:45

- 7A CFD
- 7B NVH/Acoustics
- 7C Dynamics
- 7D Optimization Multi-Disciplinary
- 7E Analysis Management
- 7F Joints
- 7G Systems Simulation

SPDM Solutions

Wednesday 12th June

08:30 **Keynote Speaker:** Steven Sirman - Tata Steel Automotive, UK

Keynote Speaker: Harald Hasselblad - Volvo, Sweden

Keynote Speaker: Grant Steven - University of Sydney, Australia

session 8

10:55 - 12:40

- 8A CFD Optimization/Postprocessing
- 8B Materials
- 8C Emerging Issues
- 8D Optimization
- 8E Simulation Driven Design
- 8F Joints Welding
- 8G CAD/CAE Integration

SPDM 8

session 9

13:40 - 14:00

- 9A CFD Free Surface
- 9B Open Source
- 9C NAFEMS
- 9D Thermal
- 9E Dynamics
- 9F Joints Welding
- 9G Civil Engineering

SPDM - Research

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

...at a glance

Monday 10th June

SPDM - Automotive

SPDM - Industry & Collaboration

SPDM - Vendor

Tuesday 11th June

SPDM - Aerospace

SPDM - Automotive

SPDM - Solutions

SPDM - Solutions

Wednesday 12th June

SPDM - Open Discussion

SPDM - Research

Registration Opens & Exhibition Set up

Short Training Courses

08:30

Structural Optimization in FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

This short over-view course is a condensed version of the standard NAFEMS training course on the topic. The objective of this course is show you a broad overview of the range of FEA based tools available and what the methods and specializations of each encompass. Plentiful hints and tips will demonstrate powerful ways to use these methods. The goal is to achieve meaningful structural optimization in support of the most effective products.

09:30 -
11:00

Composite FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

Due to the nature of the composite the stress components can include many more terms than a conventional metallic material for example. Whatever the nature of the challenge, this objective of this course is to break down the composite analysis process into clearly defined steps, give an overview of the physics involved and show how to successfully implement practical solutions using Finite Element Analysis.

11:30 -
13:00

Fatigue & Fracture Mechanics in FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

The objective of this course is to break down the fatigue analysis process into clearly defined steps, give an overview of the physics involved and show how to successfully implement practical solutions using Finite Element Analysis.

14:00
15:30

Dynamic FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

Based on the highly successful Basic and Advanced Dynamic FE Analysis e-learning courses, this combined short course will examine the breaking down of the dynamic problem into clearly defined steps.

16:00 -
17:30

Introduction to SPDM

P. Bartholomew (MDAO Technologies, GBR); M. Norris (Infosys Ltd, GBR)

This session will provide an overview to the fundamentals of Simulation Data Management. It will serve equally well as a basic introduction to those that are new to the technology, and a refresher for those who already have an elementary understanding of the concepts. It will provide an excellent foundation for delegates intending to attend aspects of the SPDM conference.

16:00 -
17:30

Introduction to Business Value from Simulation Data Management - NAFEMS White Paper

M. Norris (Infosys Ltd, GBR); P. Bartholomew (MDAO Technologies, GBR)

There are many strategies that companies can deploy when looking to implement an SDM solution. The NAFEMS SDM Working Group has developed and published a White Paper which has the clear objective of helping engineers to understand and to communicate the business value of SDM to their organisation. This short training session will provide a summary of the White Paper and an interpretation of its key messages.

17:30 -
19:00

Exhibition Opening and Welcome Concert

19:00

Short Training Courses

As part of the NAFEMS World Congress 2013, attendees will have access to many training courses being held over the course of the congress. These courses will be taken by NAFEMS tutors, and cover topics as diverse as Non-Linear Analysis, FEA for Managers, Practical CFD and Elements of Turbulence Modelling.

Attendees must book their place on these courses in advance by registering at www.nafems.org/congress

Congress Opening

Keynote Speaker: Ralph Sundermaier, Volkswagen, Germany

Keynote Speaker: Frank Popielas - Dana Corporation, USA

BREAK			
10:00			
10:55			
1A CFD 1 - Multiphase	1B Composites 1	1C Multiphysics 1	1D Optimization 1 - Topology
Mixing Process by Gas Bubbling: An Example of Model Validation for Industrial Engineering * H. Rouch, O. Geoffroy (Inopio, FRA)	Development, Implementation and Demonstration of a Composite Tool Chain for Concurrent Engineering T. Wille, R. Hein, M. Horn, A. Kralle, M. Opitz (German Aerospace Center DLR, GER); N. Mayer, J. Proewe (GADS Innovation Works, GER); M. Calomfirescu (Cassidian, GER); J. Balvers (Eurocopter, GER); H. Aprmann (Premium Aerotec, GER)	Swelling of Deformed Polymers, A Case of Multiphysics M. Achenbach, R. Boschel, P. Klein (Parker Hannifin Manufacturing, GER)	CAE-Driven Design of an Aluminum Bus Body W. Na, J. Park, J. Moon, S. Lee (Hyundai Motor Group, KOR)
Prediction of the Windscreen Defrost Performance using CFD Techniques K. Sandhu (Jaguar Landrover, GBR)	Consistent Virtual CFRP Process Chain using a Modular CAE Interface M. Dix, S. Bickerton (BMW Group, GER); M. Tryfonidis (BETA CAE Systems, GRE); R. Hinterhölzl (Technical University of Munich, GER)	Simplified Numerical Analysis of Fuel Cell Stacks Using Image Processing Technique J. Kim, C. Yim (Hyundai Motor Group, KOR)	Fatigue Based Topology Optimization of Large and Flexible Multibody Dynamic Systems W. Witteveen (University of Applied Sciences Upper Austria, AUT); K. Puchner (Magna Powertrain, AUT); K. Sherif (Linz Center of Mechatronics, AUT)
Advances in Industrial Multiphase Flow Simulations F. Muggli, M. Haack, R. Waeger (Sulzer Pumps, SUI)	Analysis of Process Induced Shape Distortions and Stresses on an Integral Composite Flap C. Brauner, A.S. Hermann (Faserinstitut Bremen, GER); S. Bauer (Airbus, GER)	3D Multiphysics Finite Element Model of a Highly Nonlinear Glass Forming Process C. Janya-anurak, H. Birkhofer, T. Bernard (Fraunhofer IOSB, GER); Q. Ma (Heraeus Teneva, USA)	Topology Optimization By Coupling a Commercial FE Software and an External Mathematical Optimizer * C. Ballauf (Siemens, GER); L. Konzalik (Siemens PLM Software, USA)
Study of the Urea Decomposition in an Exhaust System J. Braun, T. Wolf, L. Mare-Hieber, (Eberspächer Exhaust Technology, GER)	Virtual Process Chain for an Integrated Assessment of High-Performance Composite Structures L. Käger, F. Henning, D. Magagnoli (Karlsruhe Institute of Technology, GER); A. Schön, P. Böhrer, (University of Stuttgart, GER); F. Fritz (German Institute of Textile Technology and Process Engineering Denkendorf, GER)	Modeling and Simulation of an Acrylic Acid Production Process M. Latifi, M. Lei, F. Lesage (University of Lorraine, FRA); S. Trefjak (Arkema CRDE Carling, FRA)	Design for Energy Efficiency: Structural Optimization Process for Mechanical Parts in Dynamic Systems C. Sander, M. Kellner, A. Albers (Karlsruhe Institute of Technologie, GER)
Digital Prototyping Methodology for Cyclonic Multiphase Flow Separation A. Kulkarni, M. Kulkarni, P. More (Eaton Technologies, IND); S. Showalter (Eaton Corporation, USA)	Finite Element Analysis of the Thermoforming Process of Thermoplastic Composite Parts * F. Pasout, M. Bruyneel (LMS Samtech, BEL); C. Brauner, M. Schulz, H. Haselbruch (University of Bremen, GER); H. Krieger, T. Gries (University of Aachen, GER); K. Jata (Ismans, FRA)	Wading Simulation – Challenges and Solutions P. Khapane, U. Ganeshwade (Jaguar Landrover, GBR)	Development of a Numerical Design Tool for Topological Optimization of High Pressure Compressor Rotors with Circumferential Blade Root Configuration * K. Elangovan, S. Shankar, S. Seenivas (Cambridge Institute Technology, IND)
12:40			
LUNCH			

spdm			
BREAK			
1E Fatigue 1 Accurate and Efficient Methods for Multiaxial Fatigue Analysis C. Geler, K. Holwimmer, H. Dambauer (Magna Powertrain, AUT)	1F Automation Best Demonstrated CAE Praxis Builds up by Tool Scripting * W. Moretti (Schindler Elevator, SUJ)	1G Emerging Issues 1 - HPC Computing Challenges for Today's Engineering Analysis - Is Cloud the Answer? A. Mosquera, Y. Khandnia, D. Hung (Applied Computing & Engineering, GBR); G. Georgiou (University of Liverpool, GBR)	SPDM 1 - Automotive SPDM 2.0 Evolution of Solutions and Potential Business Value M. Norris (Insys, GBR)
Cyclic Stress-Strain Behaviour of AE44 Cast Magnesium Alloy and its Impact on Durability CAE Processes Z. Lu, P.A. Blackmore (Jaguar Landrover, GBR)	Development of a Multidisciplinary Process Chain for the Preliminary Design of Aircraft Structures D. Schwinn, D. Kohlgrueber, K. Harbig, J. Scherer (German Aerospace Centre, GER)	The UberCloud HPC Experiment: Helping Bridge the Gap between Potential and Realized Benefits of High-Performance Cloud Computing for Engineering Simulation D. Nagy (BeyondCAE, USA); W. Gentzsch (Consultant, GER); B. Yenler (CostEdge, USA)	Simulation and Testing Data Management at Faurecia Automotive Seating * C. Lemaitre, M. Debroy (Faurecia Automotive Seating, FRA)
A New Frequency Request Method on Vibration Fatigue Analysis J. Koo (Hyundai Mobis, KOR)	Design Studies and Optimization of Functional Surfaces utilizing Open Source CFD J. Palluch, S. Weickgenannt, M. Sarach (Friedrichshagen Systems, GER); B. Leroy, A. Zimmer (ICON, GBR)	Towards A Seamless Access to HPC Resources for Users and Applications B. Depardon (SysFera, FRA); S. Kortas (EDF Snelices, FRA)	Introduction of Simulation Data Management in a Global Automotive Company * T. Pohl, U. Warnecke (Adam Opel, GER); Z. Petrovic (Siemens Industry Software, GER)
Fatigue Analysis of Polymer Components with Short Fiber Reinforcement S. Vervoort (Hoffinger Baldwin Messtechnik, GER)	Automatic Generation of FE Input Cards for Fastener Modeling C. Obertscheider, F. Westermann, M. Fleischmann, J. Noisternig (FAOC, AUT)	HPC in Structural Mechanics: Accommodating both Research and End-User Interest Inside an All-Purpose Software T. De Soza, N. Sellenet (EDF, FRA)	Continuous Integration of Simulation Data Management ** M. Hellmann (BMW Group, GER)
Prediction of Potential Durability Concern on the Truck Chassis ** M. Sam Paul (Ashok Leyland Technical Centre, IND)	Automation of Day-To-Day Analysis – By using Manual Python Scripting * R. Paßmann, M. Hermann, M. Holzner (SynOpt, GER)	High Performance Computing for Machining Simulations S. Usui, X. Man, S. Joyanti, L. Teo, T.D. Matusch (Third Wave Systems, USA)	Sources of Value in Simulation Data and Process Management N. Kondragunta, S. R. Shankar (Siemens PLM Software, USA)
LUNCH			

Day 1 Monday 10th June

Afternoon Sessions 13:40 - 17:40

13:40

2A CFD 2 - Design Process

Fast Electro-Thermal Calculation Method of Electrical Equipment Configuration Adapted to Business Stakes
O. Morin, C. Kilindjian, J.M. Carranhe, P. Leprieux (Schneider Electric, FRA)

Numerical Basis of CAD-Embedded Immersed Boundary CFD
A. Sobachkin, G. Durmuv (Mentor Graphics, RUS)

Application-Orientated Tools Based on Open-Source Solutions: New Potentialities for CFD Integration into the Design Process
U. Heck, M. Becker (DHQAE Tools, GER)

15:05

BREAK

15:45

3A Fluid-Structure Interaction 1

Robust and Efficient Simulation of Complex Fluid Structure Interaction Problems
V. Gravemeler, W.A. Wall (AdCo Engineering, GER)

Fluid-Structure Interaction Simulations of the Sandia 100m Wind Turbine Blade
D. Corson (Altair Engineering, USA)

Transient Simulation of Fluid-Structure Interaction in Radial Journal Bearings using a Multiphase Flow Model with Integrated Cavitation
M. Geller, C. Schenmann, N. Kluck (University of Applied Sciences and Arts Dortmund, GER)

Numerical Design and Analysis of Flexible Structures
E. Haug, P. de Kermel (ESI Group, FRA), R. Bouwman (ESI Group, GER), A. Michalski (SL Rasch, GER)

Information about NAFEMS Membership Opportunities and Tailored Options - NAFEMS Training Schedule

2B Materials 1 - Polymers

Numerical Modeling of Polymer Mounting by Using Fractional Differential Formulation
R. Herlein, S. Herold (Fraunhofer LBF, GER)

Material Characterization of Polymers **
V. Kumar Mannar (Eaton Technologies, IND); I. McCallister (Eaton, USA)

Using Combination of Mold Filling And Mechanical Finite Element Simulations For Prediction of Ejection Forces
A. Bokharev, D. Astbury (Autodesk, AUS)

Designing Plastic Components of Power Transmission for Washing Machines **
L. Bailestros (Mabe Technology and Projects, MEX)

3B Materials 2

Collaborative Development of Finite Element Models for Honeycomb Crash Test Barriers
P. Cullere, M.J. Guan Jie (ESI Group, CHN); T. Nozar (Mecas-ESI, CZE); C. Stender, T. Vu Van (Volkswagen, GER)

Determination of Material Properties for the Crash Calculation of Elastomers, Taking Into Account Large Tensile and Compressive Strains *
B. Kleuter, M. Bosseier (Parsolve, GER); G. Risy (Volkswagen, GER)

Data Quality of Materials Information used in Engineering Analysis Simulations
F.J. Moran (AWE, GER)

Finite Element Modelling of Tensile Behaviour of Splices in Glare
N. Bijl (Fokker Aerostructures, NED)

Management of Experimental and Simulation Data on a Single Platform *
H. Lobo (Materiality, USA)

2C Multiphysics 2

Multi-Client Co-Simulation of Electro-Magneto-Mechanically Actuated Three-Phase Medium-Voltage Reclosers
C. Simondis, O. Oraciun, V. Biagini, C. Reuber (ABB, GER); R. Scholl, B. Schweizer (University of Kassel, GER)

Simulation of Electrical Arcs and Industrial Plasmas – The Next Frontier for Multiphysics Simulations?
H. Nordborg (University of Applied Sciences Rapperswil, SUI)

The Aspect of Mesh Distortion in FEM Modeling of Coupled Electro-Mechanical Field
D. Marinkovic, M. Zehn (Technical University of Berlin, GER)

Multi-Physics Modelling of High Density IC Encapsulation
A. Megandthan, S. Bayyuk, K. Jain (ESI Group, USA); R. Bouwman (ESI Group, GER)

3C CAD/CAE Integration 1

Integrated Approach for Geometric and Functional Validation of Vehicle Concepts in Initial Automotive Development
J. Mayr (Magna Steyr Engineering, AUT); M. Plemmer, P. Rossbacher, M. Hitz (University of Technology Graz, AUT)

New Holistic Approaches for CAX-Based Conceptual Design
W. Pohl (Contact Software, GER); K. Rother, C. Löffl (University of Applied Sciences Munich, GER)

A Standard for Tool Independent Exchange of Simulation Models
T. Blochwitz (ITI, GER); M. Otter (German Aerospace Center DLR, GER); J. Åkesson (Mödelön, SWE); M. Arnold (University of Halle, GER); C. Cloué (Fraunhofer IIS EAS, GER); H. Elmquist, H. Olsson (Dassault Systèmes, SWE); M. Friedrich (Simpack, GER); A. Jürgens, J. Mause (GTronic, GER); D. Neumerkel (Damier, GER); A. Viel (LMS, FRA)

A Parametric and Modular Approach Towards the Simulation-Driven Seamless Design Process
H. Zimmer (SFE, GER)

MyTest: The Airbus Solution for Major Structural Test Measurements **
P. Chezzi, J. Lasvenes (Airbus Operations, FRA)

2D Stochastics 1

The Benefits of Parametric Simulation in Structural Mechanics **
P. Manne (Goodyear Innovation Center, LUX)

Stochastic Simulation of Aircraft Fuselage Assembly Considering Manufacturing Uncertainties
D. Vogl, S. Klosternann (EADS Innovation Works, GER)

Forward and Backward Uncertainty Quantification - Tools for Engineering Analysis
S. Poles (EnginSoft, ITA); I. Gianluca (University of Stanford/Cascade Technologies, USA); A. Bossanese (Cascade Technologies, USA)

Sensitivity Analysis of the Effect of Uncertainties in Large FE Models
E. Patelli, M. Broggi (University of Liverpool, GER)

3D Stochastics 2

A Simulation Framework for Robust Optimization Based on Metamodels
B. Rhein, M. Ruschitzka (University of Applied Sciences Cologne, GER); T. Clees (Fraunhofer SCAI, GER)

Stochastic Analysis and Design for Realistic Simulation
P. Koch, A. Van der Velden, S. Devanathan (Dassault Systèmes Simulia, USA)

Framework for the Management and Simulation of a Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation Optimization Method as Applied to a Centrifugal Pump Impeller *
B. Newill, B. Van der Heggen (Noasis Solutions, USA)

Open Discussion and Stochastics Challenge Problem moderated by
P. Koch (Dassault Systèmes Simulia, USA), NAFEMS SWG - Stochastics Working Group

17:40

END OF DAY 1

* subject to requested modifications ** subject to committee paper acceptance

2E Dynamics & Testing

A New Simulation Method for Virtual Design and Evaluation of Integrated Vehicle Safety Systems
P. Wimmer, A. Rieser (Virtual Vehicle Research Center, AUT); W. Sinz (University of Technology Graz, AUT)

Fine Blanking Process Effect on Recliner Flanges Strength Simulations
G. Delattre, J.M. Gachel (Faurecia, FRA), P.O. Bouchard (Cemef Mines ParisTech, FRA)

The Use of Frequency & Amplitude Dependent Bushings in Automobiles **
R. Rampalli, J. Liu (Alair Engineering, USA); E. Fischer (BMW, GER); H. Mercado-Orjugo (Honda Research, USA)

Study of Fast Dynamic Behaviour of Steel Web Cleat Connections
R. Ranbari, J.B. Davison, A. Tyas (University of Sheffield, GBR)

3E Contact

Highly Accurate Elastic Contact In Moving Structures
M. Klein, R. Hellrich (Innes, GER), A. Traub (Volkh Turbo, GER)

Influence of Contacts on the Internal Loads of a Landing Gear Finite-Element Assembly Model without Spherical Bearings (Pin-Socket Effect)
A. Monpetit, M. Henao (Bombardier Aerospace Montreal, CAN)

Implicit Contact Involving Feature Edges and Beams
H. Harkness, X. Meng, G. Ang, D. Cojocaru (Dassault Systèmes Simulia, USA)

Simulation of Hyperelastic Sealings
C. Gebhardt, N. Nagl (Cadtem, GER)

2F V+V 1

Verification of Finite Element Analysis Results by 3-Dimensional Image Correlation
C. Wehmann, B. Alber-Laukant, F. Rieg (University of Bayreuth, GER)

An Adaptation of Quality Function Deployment for Planning Structural Analysis in Product Design Environment
S. Mabasser (University of Brunel, GBR); S. Swolagannathan, T. Shashin (United Arab Emirates University, UAE); Systèmes Simulia, USA)

The Probabilistic Certificate of Correctness Metric for Early Stage Virtual Prototype Verification and Validation
A. Van der Velden, M. Kayupov, N. Horrig, D. Noehring (Dassault Systèmes Simulia, USA)

Development of an Integrated Approach for Evaluation of the Full Field Thermal Plots of Aero Gas Turbine Engines
S. Bhalerao, A.B. Borade (Jawaharlal Darda Institute of Engineering & Technology, IND); U. Chandrasekhar (Ministry of Defence, IND)

3F MBS 1

Torque Converter Damper Attenuation Performance using Multi-Body Systems Analysis
S. Biggs (Jaguar Landrover, GBR)

Multibody Dynamics as Multi-Disciplinary and Multi-Objective Design Tool for Transmissions
J. Zaischka, J. Beuse, T. El-Desoki, P. Kinler, C. Racher, J. Sornik (MSC Software, GER)

Virtual Testing in Support of Aircraft High Lift Devices and Landing Gear Design and for Validation Testing
S. Dufre, J. de Boer, Y. Lemmens (LMS International, BEL)

Optimization of a Coal Wagon Tippler Design using Multibody Dynamics Simulations and Optimization Routines *
S. Kumar, G. Mudgal, A. Chaudhuri (TimeTooth Technologies, IND), S. Dasgupta, A. Banerjee (TPE, IND)

Design and Analysis of Lightweight Transmission Mechanism for Sub-10 Gram Ornithopters
T. Rangaswamy, K. Karisiddappa, M. Suseendar (Government Engineering College, IND)

Design and Analysis of Torque Driven Planar Five Bar Closed Chain Mechanism for Ensuing Applications in Flapping Wing Micro Air Vehicles (MAV) *
S. Chitra, P. Mallar, J. Anupama (Er. Perumal College of Engineering, IND); M. Suseendar (Government College of Engineering, IND)

2G HPC 1

Accelerating Commercial FEA Software Through High-Performance Computing
V. Belsky, M. Belyi, M. Kim (Dassault Systèmes Simulia, USA)

The Challenges Connected with Simulating Large Implicit Problems on Shared Memory and Distributed Memory Platforms
G. S. Katsi (AWE, GBR)

Parallel Processing for Time-Dependent Heat Flow Problems
L. Margells, L. Evans, J. Buckell, T. Lowe, A. Wallwork, P.M. Mummeay (University of Manchester, GBR); W.E. Windas (Idaho National Laboratory, USA), P. Young (Simpleware Ltd., GBR)

Product Innovation using HPC Cloud
R. Kunjlu, V. Parameshwaran (Altair Engineering, USA)

3G HPC 2

Discussion Session:
HPC Birds of a Feather
moderated by
L. Margells
(University of Manchester, GBR),
NAFEMS HPC Working Group

SPDM 2 - Industry & Collaboration

Multifunction CFD Model Creation: A Step Towards Simulation Data Management (SDM)
D. Wellman (Jaguar Landrover, GBR)

Collaboration Strategy for Multidisciplinary Process in R&D Environment
D. Pinna (Ansaldo Energia, ITA), M. Properzi (Siemens, ITA)

Managing Simulation Data to Assess Dams’ Safety at Centre d’Expertise Hydraulique du Québec (GEHQ) *
L. Desgauldine, C. Simier (Le Groupe SimulTech, CAN); E. Auzelles (Centre d’Expertise Hydraulique du Québec, CAN); T. Lemhouzar (ANSTYS Germany, GER)

Standardization of CAE Data Management - Collaborative CAD/CAE Integration with CAE Services *
J. Boy (Prostep, GER), M. Krastel (cam engineering methods, GER)

SPDM 3 - Vendor

Using Simulation Process & Data Management to Massively Scale Simulation via Cloud Computing
L. Kilroy, D. Hegstrom (MSC Software, USA)

Managing CAE Data for Effective Decision Making in Product Development Process
J. Seybold, R. Sivaslova (Altair Engineering, GER)

A Framework for Simulation Process Management and Data Mining *
C. Schöne (GNS, GER), R. Iza-Teran, J. Garcke (Fraunhofer SCA, GER)

Executing Optimization Processes in the Extended Enterprise
H. Wenzel (Dassault Systèmes, GER), R. Parchem (Rolls-Royce, GER)

spdm

Training Courses

Non-linear FE Analysis

by T. Abbey (NAFEMS)

Many problems facing designers and engineers are nonlinear in nature. The response of a structure cannot be simply assessed using linear assumptions. Nonlinear behaviour can take many forms and can be bewildering to the newcomer. All physical systems in the real world are inherently nonlinear in nature. One of the most difficult tasks facing an engineer is to decide whether a nonlinear analysis is really needed and if so what degree of nonlinearity should be applied. This short-course will examine these issues, and look at the best ways of dealing with these problems.

Practical CFD

by K. Fouladi (InhoMec, USA)

This course offers the attendees the fundamental knowledge for using CFD in real life engineering applications. Through a simple and moderately technical approach, this course describes the steps in the CFD process and provides benefits and issues for using CFD analysis in understanding of complicated flow phenomena and its use in the design process.

Day 2 Tuesday 11th June

Morning/Afternoon Sessions 08:30 - 15:05

Keynote Speaker: Jérôme Buffe - Thales Alenia Space, France
Keynote Speaker: Koichi Ohtomi - Toshiba, Japan
Introduction to NAFEMS Professional Simulation Engineer Certification

	BREAK		
08:30			
09:00			
09:30			
10:00	BREAK		
10:55	4A CFD 3 - Applications	4B Composites 2	4C Multiphysics 3
	The Third Wave of CFD I. Weinhold (Mentor Graphics, GER); J. Parry (Mentor Graphics, GBR)	Using the Virtual Composite Platform to Realize a Natural Laminar Flow Wing Upper Cover made from Composite Material ** C. Hühne, E. Kappel, T. Bach, L. Heinrich, C. Ückert (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, GER)	System Simulation Based on FEA Behaviour Models C. Gebhardt, N. Nagl (Cadtem, GER)
	Multiphysics Solver Framework and Simulation Infrastructure for Complex Rheologies * S. Schmidt, D. Niedziela, K. Steiner, J. Zausch (Fraunhofer ITWM, GER)	Use Digital Image Correlation to Obtain Material Model Parameters for Composites H. Lobo, B. Croop (DatapointLabs, USA)	The Multiphysics (R)Evolution: Collaborative and (More) Realistic Simulation A. Kükchubosche, J. Heon, S. Muimule, S. Subbarayulu, (Dassault Systèmes Simulia, USA)
	Dynamic Simulation of Flight Test Maneuvers on the Diamond D-Jet L. Van Bovel (Diamond Aircraft Industries, CAN); D. M. Holman, R. Brionnaud, M. Garcia-Compuil (Next Limit Technologies, ESP)	Advances in the Progressive Damage Analysis of Composites M. Bruyneel, J. Delsenne, A. Goupil, P. Jetteur (LMS Sarteche, BEL)	Coupling Solvers for Solids, Fluids, Temperature and Electromagnetism in a Unified Simulation Environment T. Münz, N. Karajan, D. Lorenz (DYNAmore, GER); I. Colditchoury, P. L'Epitalier, F. Del Pin (LSTC, USA)
	Advances in Cooling Electronics with CFD D. Tatchell; J. Parry, I. Clark (Mentor Graphics, GBR)	Micromechanics and Fatigue Life Simulation of Random Fiber Reinforced Composites A. Joir, M. Hack (LMS International, BEL); S.V. Lomov, Y. Abdin, I. Verpoest (KU Leuven, BEL); W. Van Paepegem (Ghent University, BEL)	Co-Simulation under Hard-Real-Time Conditions N. Thek, M. Benedikt, J. Zehner (Virtual Vehicle Research Center, AUT); G. Stettinger (University of Klagenfurt, AUT)
	Effect of In-Cylinder Fluid Flows and NOx Emissions with Central-Squish-Lip in the Piston-Bowl of DI Diesel Engine: A CFD Prediction H. Reddy, S. Reddy (JNTUA College of Engineering, IND)	A Methodology for Reliability Analysis of Composite Structures V.M. Akula, D. Naehring (Dassault Systèmes Simulia, USA)	Electromagnetic-Thermal Coupling and Workflow Automation via Script J. Heydenreich (PhilonNet, GRE)
12:40	LUNCH		
13:40	5A PSE - Professional Simulation Engineer	5B Composites 3	5C Multiphysics 4
	A new certification scheme, relevant to simulation engineers at all stages in their career, is being launched by NAFEMS at the World Congress. Come along to this session to learn all about the scheme and how to apply.	Macroscale Modeling of Long-Fiber-Reinforced Composite Parts with Varying Material Properties for Robust Rib Optimization D. Trill, M.P. Marston, A. Albers (Karlsruher Institute of Technology, PEK, GER)	Discussion session: Future Trends and Challenges in Multiphysics Simulations moderated by H. Nordborg (University of Applied Sciences Rapperswil, SUI), NAFEMS Multiphysics Working Group
		Modeling Reinforced Plastics in System Level Simulations: Pedestrian Safety and Full Car Crash J. Seyfarth, R. Assaker (e-Stream Engineering, LUX); N. Ichinose (JSOL Corporation, JAP)	
		Design Optimization of a Composite Car Body A. Möncke, H. Karijisto (Compuengineering Inc., FIN); J. Väisänen (Aalto University, FIN); H. Santamäki (Metropolia University of Applied Sciences, FIN); M. Penttilä (EnginSoft S.p.a., ITA)	
		Global/Local Approach for Locally Buckled Composite Structures H. Vasmel (Fokker Aerostructures B.V., NED)	
15:05	BREAK		
			4D Optimization 2 - Shape/Weight
			Simultaneous Optimisation of Structure and Mounting Points: Application of a FEM Based Concept Optimisation Approach to Electric Vehicles ** T. Vietro, C. Ntchouzou (Technical University of Braunschweig, GER); A. Hillebrand (Volkswagen AG, GER)
			Structural Lightweight Design by Innovative Optimization Strategies M. Frit, M. Fischer (FEMod Studios, GER); K.U. Bletzinger (Technical University of Munich, GER)
			Applying Optimization Technology to Drive Design of a 100-meter Composite Wind Turbine Blade ** W. Dias (Altair Engineering, USA)
			Lightweight System Design through an Integral Consideration of Structural Optimization * M. Werner, F. Jurecka (FE-DESIGN GmbH, GER)
			Size Optimization of Commercial Truck Frame ** M. Som Paul (Ashok Leyland Technical Centre, IND)
			5D Thermal 1
			Liquid Metal Bearings for High Performance X-ray Tubes ** M. Heinke (Siemens AG, GER)
			Multi-Domain Analysis of the Complete Engine: the Ricardo Approach ** J. Brown, R. Sullivan, J. Mullineux (Ricardo, GBR)
			Study of the Cooling Performance of Refrigerated Truck Containers made of Recycled Composite and Assessment of Different Air Distribution Configurations by Coupling of Thermal and CFD Analysis J. Carreras, P. Sanchez (Abas, ESP); D. Domínguez, D. Lopez, J. Gonzalo (University of Leon, ESP)
			Conjugate Heat Transfer in Hypersonic Flows A.J. Meganathan, S.Zhang (ESI Group, USA); R. Bouwman (ESI Group, GER)

* subject to requested modifications

BREAK

4E Fatigue 2

Damage Analysis of Casting Materials Under Creep-Fatigue Load Conditions

F. Längler (BorgWarner Turbo Systems Engineering, GER); T. Mao, A. Scholz (Technical University of Darmstadt, GER)

Durability of Muffler with Dynamic and Heat Loading

S. Yoo, J. Park (Hyundai Motor Group, KOR)

Fatigue Life Design of Wind Turbine Components for Total Life

G. Willmerding, J. Höckh (Steinbeis Transferzentrum, GER); W. Ahrner (Avaltec, AUT)

Mould Stress and Fatigue Analysis with Injection Moulding Simulation

X. Jin, H. Zhong, J. Wang (Autodesk, USA)

Experimental Fatigue Life Evaluation of an Annular Combustor Casing of a Gas Turbine Engine and Correlation of Test Data with Numerical Analysis

N. Sarangi, P. Ramesh, U. Chandrasekhar (Gas Turbine Research Establishment, IND)

4F V+V 2 - Dynamics

When Is Enough, Enough? - An Investigation of The Finite Element Simulation of a Simple Tensile Test *

A.S. Duvall (AMEC, GBR)

Development of System Identification Technique for the Control of Structurally Flexible SMT Machines

S. Lee, S. Nam, Y. Han, S. Yoon (Samsung Technwin, KOR)

Nonlinear Dynamic of a TLP for Wind Turbines - Verification of Calculated Results

F. Adam, C. Steinke, F. Dahlhaus (TU Bergakademie Freiberg, GER); J. Großmann (Gicon, GER)

Experimental Modal Analysis and Damage Assessment of Skewed Railway Plate Grider Bridge

J.W. Kim (University of Semyung, KOR); J. Yang (University of Inha, KOR); M. Lee (University of Chung-Ang, KOR)

Calibration of Field Data and Simulation as an Optimization Task with Signals

T. Most, R. Niemeier, R. Schlegel, J. Will (Dynardo, GER)

5E Fatigue 3 - Crack Growth

Modelling for Measurement of Corrosion and Cracking

L. Wright, L. Crocker (National Physical Laboratory, GBR)

Development of a Solution Mapping Technique and Comparison with a Traditional Approach to Cracked Body Analysis

D. Duggan (Rolls-Royce, GBR)

Simulation of Complex 3D Non-Planar Crack Propagation using Robust Adaptive Re-Meshing and Radial Basis Functions

C. Timbrell, A. Maligno (ZenitechInternational Limited, GBR); D. Stevens (BLOS International, GBR)

The Influence of a Circumferential Crack upon the Dynamic Behaviour of a Rotating Shaft using FEA *

P. Shrivastava, S. Ku, A. Verma (Chhatrapati Shivaji Institute of Technology, IND)

4G Methods

The Analysis of the Turbo-Propeller Aviation Engines Blades by Finite Element Method *

V.P. Agapov (Moscow State University of Civil Engineering, RUSS)

Computer Aided Process Engineering in Ironmaking *

A. Smith, J. Riggs (Siemens Metals Technologies, GBR)

Addressing Integration Challenges in the Design of Complex Aerospace Systems

S.I. Briceño, D.N. Morris, O.J. Piron, B. Laughlin (Aerospace Systems Design Laboratory, USA)

Detailed Auto-Refinement of the Mesh of Structural Models for Small Deformation Analysis *

E. Kasirnakis (BETA CAE Systems, GRE)

Combining Mesh Refinement and XFEM for Fracture Mechanics Simulations: Contradiction or Strength?

C. Henard, M. Bynneel, J.P. Delsenne (LMS Samtech, BEL)

5G HPC 3

GPU Acceleration Benefits for Applied CAE

S. Posey (Nvidia, USA)

Real-Time Flow Computations using an Image Based Depth Sensor and GPU Acceleration

M. Mawson, G. Leaver, A. Revell (University of Manchester, GBR)

Better Performance for Simulations through use of High Speed RAM vs. Flash Memory *

B. Gollit, M. Schulman, S. Fulthem (ScaleMP, USA)

Tool-Supported Integration of Hardware Acceleration in Automotive CFD-Simulations

F. Ries, M. Ditz, A. Pädler, V. Felder (VWT, GER); S. Dreßler (Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin, GER); T. Söldenham (Fraunhofer SCAI, GER)

** subject to committee paper acceptance

BREAK

SPDM 4 - Aerospace

Engineering Value of Simulation Process and Data Management Applied to Aero-Engine Design

G. Harlin (Rolls-Royce, GBR)

Collaborative Engineering by Multi-Partner Distributed Simulation for Powerplant Thermal Integration

Y. Sommerer, Q.H. Nguyen (Airbus Operations, FRA); G. Dubourg (Siemens PLM Software, FRA)

Illustration Of Comprehensive Behavioural Digital Aircraft Enablement through Use Cases

O. Tabaste (MSC Software, FRA); P. Arbez, S. Grhon, T. Loudan, M. Thomas (Airbus, FRA)

High Lift System Virtual Testing

T. Ulmer, A. Jaymeen, P. Neuhaus (Airbus Operations, GER)

Turbofan Simulation Environment for Engine-Aircraft Coupling **

V. Makarov, S. Andreev, E. Pashkevich, J. Fedorchenko (Central Institute of Aviation Motors, RUSS)

SPDM 5 - Automotive

Three Years of SDM Deployment at PSA Peugeot Citroen *

S. Castellani (PSA Peugeot Citroen, FRA)

Integrated, Modular Management of CAE Information with the Ford Motor Company CAE PLM Solution **

U. Fox (Ford Motor Company, GER)

Experience Report on the Application of a Process and Data Management System for CAE at AUDI

M. Thiele, T. Landschaft, H. Müllerschön (DYNAmore, GER); S. Brack, R. Lujikx (AUDI, GER)

A Smart SDM-Solution for Automotive Suppliers *

G. Staub, A. Mohl (PDtec, GER)

Practical Modelling of Joints and Connections

by T. Abbey (NAFEMS)

Most structures involve some form of jointing or connection. Traditional fabricated structures have used many thousands of bolts and rivets to connect components together in a continuous manner, in the case of ships and aircraft the total can run into millions. The objective of this course is to review the various connections and joint technologies in use and give an overview of the physics involved and show how to successfully implement practical solutions.

Elements of Turbulence Modeling

by K. Fouladi (InfoMec, USA)

This course offers the attendees the practical knowledge for using turbulence modeling for complex engineering applications. Through a simple and moderately technical approach, this course describes why we need turbulence modeling and how these models represent turbulent flows. Various approaches and number of popular turbulence models will be discussed along with advantages and disadvantages of these models.

Day 2 Tuesday 11th June

Afternoon Sessions 15:45 - 18:45

6A Fluid-Structure Interaction 2	Streamlining Aerodynamic CFD Analyses M. Ratzel, T. Ludescher (Altair Engineering, USA)
Enhancements and Validation of FPM Fluid Structure Interaction Module Applied to Curtain Airbag Deployment A. Tramecon (ESI Group, FRA), J. Kuhnert (Fraunhofer ITWM, GER)	
Establishment of Friction Coefficient of Mixed Lubricated Contacts by Means of the Finite Element Analysis B. Lorenz, A. Albers (Karlsruhe Institute of Technology, GER)	
Simulation and Design of a Digital Micromirror Devcie (DMD) unsing CFD-ACE+ ** A. Roy, K. Jain (ESI Group, USA); R. Bouwman (ESI Group, GER)	

6B Composites 4	Finite Element Analysis of a Composite Catamaran C. Lequesne, M. Bruyneel (LMS Sorbtech, BEL); R. VanVlodorp (Aerofleet, BEL)
Discussion contribution: Designing Composites under 3-D Stresses: Lessons from The Second World-Wide Failure Exercise (WWFE-II) A. S. Kaddour (Qinetik, GBR)	
Open Discussion moderated by K. Rohwer (German Aerospace Center DLR, GER)	

6C Biomedicine	Simulation Method to Investigate the Bone-Screw Interface at Pedicle Screws in Vertebrae A. Nolte, A. Volf, H. Pothack, C. Müller (Codern GmbH, GER)
Evaluation of Two Total Knee Replacement Designs under Physiological Loading Conditions using Explicit Finite Element Analysis Y. Feng (Shanghai MicroPort Orthopedics, CHN); X. Liu (Dassault Systèmes Simulia, USA)	
Parameter Identification for the Hyper-Elastic Material Modelling of Constitutive Behaviour of the Female Breast's Soft Tissues Based on MRI Data, 3-D Surface Scanning and Finite Element Simulation S. Rath, M. Eder, A.Volf, L. Kovacs (Research Group CAPS, GER); J. Jelali (Technical University of Munich, GER)	
Implementation of Reactive Human Kinematics in a Numerical Human Body Model using Controlled Beam Elements as Muscle Element Substitutes A. Prügler, P. Huber, T. Seidl, A. Rieger (Virtual Vehicle Research and Test Center, AUT); W. Sinz, S. Kirschbichler (Vehicle Safety Institute, AUT)	

6D Optimization 3 -Multi-Objective	Multiobjective Optimization with Open Source Software M. Venturin, M. Margonari, S. Poles (EnginSoft SpA, ITA)
Analysis and Optimization of Robustness Relative to Manufacturing Tolerances of Circuit Breaker Components C. Budde (ABB, GER), S. Kotalainen (ABB, SUJ)	
Enabling Design Optimization for Realistic Simulation P. Koch, A. Van der Velden, D. Kokan, S. Devanathan, C. Yuan (Dassault Systemes Simulia, USA)	
Multi-Objective Optimization of Sheet Metal Forming using Ant Colony Algorithm E. Royo, M.J. Olivares, M.A. Bernad, F. Torres (University of Zaragoza, ESP); J.C. Cisneros (Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla, MEX)	

BREAK

7A CFD 4	Discussion session: Future Trends in CFD: • Technical Trends / Requirements / Role of CFD in the Development Process • ROI / Processes • Qualifications / Training / Quality Infrastructure / IT / Cloud • Open Source in CFD moderated by A. de Souza (Quesada Solutions, GBR) NAFEMS CFD Working Group, DACH CAB group
-----------------	--

7B NVH/Acoustics	Efficient Procedures for Handling Distributed Random Excitations in a Vibro-Acoustic Context * J. Coyette, B. Van den Nieuwenhof, G. Lelens (Free Field Technologies, BEL)
	Hybrid Durability & NVH Analyses of Engines E. Payer, A. Kalnz, K. Payer, H. Schaefer (evolution OSSP KG, AUT)
	Time Domain NVH Analysis Using the Explicit Code K. Hong, B. Kang (Hyundai Motor Group, KOR)

7C Dynamics 1	CAE Simulation of a Non-Standard Engine Bench Test R. Tesli (Piaggio, ITA)
	Dynamics of Rotors in Complex Structures R. Hellrich, N. Wagner (Intes, GER)
	Gyroscopic Effects on a Cantilever Rotor System – A Comparative Analysis H. Al-Khazali, H. Askari (University of Kingston, GBR)

7D Optimization 4 - Multi-Disciplinary	Optimisation in a Multidisciplinary Environment – A Turbomachinery Application K. Tzanidakis, V. Pachidis (Ghent University, GBR); R. d 'Ippolito, M. D'Auria (Noesis Solutions, BEL)
	Numerical Simulation for the Design of Automotive Multimedia Systems * U. Laudenschlager (Continental Automotive GmbH, GER)
	Simulation Based Method for Integrating Piezoelectric Vibration Control within Overall Engine Design Process F. Heinecke, T. Wille (German Aerospace Center DLR, GER)

18:45 END OF DAY 2

19:30 NAFEMS WORKING GROUP & STEERING COMMITTEE MEETING

20:00 CONGRESS BANQUET

* subject to requested modifications ** subject to committee paper acceptance

	SPDM 6 - Solutions Automotive Simulation Process Scenario Implemented in a Simulation Process, Data and Resources Environment * M. Pappas, M. Stampouli (Besa CAE Systems, GRE)
	SDM for System Simulation - Challenges and Solution Approaches for Process and Data Management ** G. Staub (PDTeq, GER)
	Collaborative Design Optimization with Simulation Workflow Management P. Vercesi, M. Nicolich (Esotec, ITA), S. Pianich (Atworks, ITA), G. Cassio, C. Poloni (University of Trieste, ITA)
	From a Stochastic Information Management to a Simulation-Data-Management Oriented “LastInator” ** B. Gphtner, J. Panzer, T. Masthammer, M. Hengstberger (Siemens AG Österreich, AUT)

6G Systems Simulation 1 Complex Systems Integrative Engineering Applied to an Aircraft System E. Thomas, M. Ravachol (Dassault Aviation, FRA); J. B. Quinoy, M. Maintheden (Dassault Systèmes, FRA)	A Nearly Energy-Preserving Coupling Element for Holistic Weak-Coupled System Co-Simulations M. Benedikt, D. Watzeng, J. Zehner (Virtual Vehicle Research Center, AUT); A. Holer (University of technology Graz, AUT)
	Architecture-Driven Design Study of Smart Helicopter Blades W. Dehondschutter, Y. Lemmens, V. Braibant (LMS International, BEL)
	Interface-Jacobian based Co-Simulation S. Selinger, R. Wüchner, K.O. Bletzinger (Technical University Munich, GER), V. Belsky, B. Engelmann (Dassault Systèmes Simulia, USA); H. Elmquist, H. Olsson (Dassault Systèmes STIA, SWE)

BREAK

6F V+V 4 Discussion session: Modeling & Simulation Validation by Physical Tests: an Endless Challenge moderated by J.-F. Imbert (SIMconcept Consulting, FRA)	Discussion contribution: A. Houle (DYNAmore, GER); L. Schvher (Schwer Consulting & Services, USA)

6E Fatigue 4 - Joints New Developments for Improved Fatigue Prediction of Welded Joints M. Hock (LMS International, GER); B. Hagedstedt (BPW Bergische Achsen, GER); T. Weyh (Fraunhofer ITWM, GER)	Compliance Calibration of an Adhesively Bonded ENF -Specimen using the Virtual Test Specimen K. Duha, T. Karttunen, M. Kempainen (Mikkeli University of Applied Science, FIN); M. Wiesinger (University of Applied Science of Upper Austria, AUT)
	Fatigue Life Estimation of a Welded Tubular Joint with Crack Growth and Hot Spot Stress Method K. Pasinioglu, M. Hassan (Turkish Aerospace Industries, TUR)
	Simulation of Fretting and Hammer-Wear Characteristics of Critical Components of Gas-Turbine Engines: A Gap Analysis and Simulation Strategy K. Ramachandra (R V College of Engineering, IND)

SPDM 7 - Solutions Knowledge Sharing * T. Lehmhauser, T. Frank, (Ansys Germany, GER); M. Wilson, D. Clifton, S. Angadi, S. Bhubu, C. Guettan (Ansys, USA); A. Adhiya (Ansys, IND)	Examples of “Collaborative Engineering” through the Implementation of an SDM Application ** A. Chambard, J. Cazeaux (ESI Group, FRA)
--	--

7G Systems Simulation 2 Open Discussion moderated by the NAFEMS SMS Working Group	
--	--

7F Joints 1 Use of Hyperelastic Material Models to Simulate the Structural Response of Polyurethane Adhesive Joints S.P. Sikora, M. Kogi (Daimler, GER); G. Meschur (University of Paderborn, GER); S. Kolling (TH Mittelhessen Gießen, GER)	Evaluation of Energy Dissipation Capacity of a T-Stub Fastened by SMA Bars and Subjected to Axial Tensile Force * J. Yang (University of Inha, KOR); J. Kim (University of Seonyung, KOR); M. Lee (University of Chung-Ang, KOR)
	A Method to Find Suitable Internal Hub Geometries for Shaft-Hub-Connection Manufactured by Lateral Extrusion using FEM M. Funk, F. Dörr, H. Binz, M. Liewald (University of Stuttgart, GER)

7E Analysis Management Improving Simulation Quality Management and Risk informed Decision Support to Deliver the Behavioural Digital Aircraft ** L. Vincent (EADS Innovation Work, FRA); J. Dunyach (Airbus, FRA); T. Polaczek (Onera, FRA); O. Tabaste (MSC Software, FRA)	One-Model One-Solver Methodology on Structural Analysis C.N. Ahn, B.S. Kang, Y.D. Kim, M.G. Seo, D.Y. Jang (Hyundai Motor Group, KOR)
	MUSIC Project: Intelligent Management of Manufacturing Information to Drive Metal and Plastic Production Line for Injected Components ** N. Gramegna (Enginsoft, ITA); F. Bonollo (Università di Padova, ITA)
	How to Leverage the PSE Competences for Effective CAE Competence Management * G. Borzi (EnginSoft, ITA)



Keynote Speaker: Steven Sirman - Tata Steel Automotive, UK
Keynote Speaker: Harald Hasselblad - Volvo, Sweden
Keynote Speaker: Grant Steven - University of Sydney, Australia

08:30	BREAK			
09:00				
09:30				
10:00	BREAK			
10:55	8A CFD 5 - Optimization/Postprocessing A Visualization Tool for Foam Research * D. Lipsa, R. Laramée (University of Swansea, GBR); S. Cox, T. Davies (University of Aberystwyth, GBR)	8B Materials 3 Determining Local Material Properties via Inverse Parameter Identification of Instrumented Indentation Experiments M.J. van Enkhuizen, C. Dresbach, S. Reh (German Aerospace Center, GER)	8C Emerging Issues 2 Open Discussion	8D Optimization 5 Optimization Centers: a Successful Implementation Strategy for Simulation Driven Vehicle Development ** L. Fredriksson (Altair Engineering, GER)
	Conservative Interpolation of CFD Results by a Calibrated Finite Volume Method A. Domingos (Virtual Vehicle Research Center, AUT); R. A. Almbauer, B. Somogyi (University of Technology Gaz, AUT); N. Peller, W. Puntigam (AUDI, GER); A. Lichtenberger, J. Hager (Magna Powertrain Engineering Center Steyr, AUT)	Benefits of Integrated Materials Information Management in the CAE Process T. Wentinger, A. Fairfull (Grantia Design Ltd., GER)	Numerical Simulation of Ballistic Tests to Improve the Effect of Modern Armor in an Iterative Optimization Process * H. Rathe, D. M. Huber, A. Ramezani (University of the Federal Armed Forces Hamburg, Germany, GER)	
	Simulation and Optimization of Vertical Axis Wind Turbines H. Nordborg, R. Fuchs, S. Boller (University of Applied Sciences Rapperswil, SUI)	New Developments in a Database of Advanced Material Properties for CAE Use V. Poojil, D. Bosman (Key to Metals AG, SUI)	Strengthening and Stabilization of Locally Weakened Steel Tubes under Crash Conditions using Optimised Distribution of Material Hardening * X. Jing, W. Pücker, T. Ludewig (Volkswagen AG, GER); J. Schrödter, S. Hubner, B.A. Behrens (University of Hanover, GER)	
	Topology Optimization of a SOR Flue Gas Ductwork for Reduced Pressure M. Stephan, J. Isaler (FE-Design, GER); H. Zindler, F. Yang (EON, GER)	Microstructure-Based Simulation of Multi-Phase High Strength Steel W. Liu, F. Yu, H. Patel (MSC Software, USA)		
12:40	LUNCH			
13:40	9A CFD 6 - Free Surface Three-Dimensional Flow Model for High Velocity Channel * A. Abo, D. Greaves, A. Ruby, A. Kyle (University of Plymouth, GBR); R.J. Muhammad (University of Dunik, IRQ)	9B Open Source Open Source Simulation is Sharing Code, Ideas & Innovation * E. Payer, M. Pucher, K. Payer (evolution OSSP KG, AUT)	9C NAFEMS Information about NAFEMS Membership Opportunities and Tailored Options - NAFEMS Training Schedule	9D Thermal 2 Elasto-Plastic Analysis of Heat Absorbers in Diamond Light Source H. Huang, N. Hammond, J. Kay (Diamond Light Source, GBR)
	Progress in Numerical Analysis of Free Surface Flows in the Context of the Water Management of Production Cars ** C. Kussmann (ipunk!, AUT)	Open Discussion	Analysis of the Influence of Different Test Rig Setups on The Contact Temperature of Radial Lip Seals By Conjugate Heat Transfer Simulation S. Feldmeth, F. Bauer, W. Haas (University of Stuttgart, GER)	
			Thermal Efficiency Analysis of Slotted Steel Studs in Double Leaf Partition Walls Using FEM and Experimental Tests * A. Altunan, C.J. Wang, K. Yohioui (University of Wolverhampton, GBR); D. Wynans (University of Sussex, GBR); T. Morgan, M. English (Hadley Industries PLC, GBR)	
14:00	BREAK			
14:05	BEST PAPER AWARDS			
14:45	FAREWELL			
15:20	CLOSE OF CONGRESS			

* subject to requested modifications ** subject to committee paper acceptance

BREAK			
8E Simulation Driven Design Brecking Down the Barriers to Simulation - Harnessing the Cloud for Broader Adoption ** <i>G. Rochelle (Autodesk, USA)</i>	8F Joints 2 - Welding Improving Finite Element Based Fatigue Life Prediction of Spot-Welds through an Adapted Spot-Weld Model and Modified Damage Parameter <i>S. Joseph, A. Schick (Adam Opel AG, GER); T. Wallmersperger (Technical University of Dresden, GER)</i>	8G CAD/CAE Integration 2 Parametric Surface Modelling for Rapid Shell Mesh Setup of Railway Vehicle Car-Bodies <i>C. Ecker, T. Gausgruber, M. Seitzberger (Siemens AG Österreich, AUT)</i>	SPDM 8 - Open Discussion Discussion Contribution: Multi-Tiered Simulation Data Management <i>R. Derogisch (Parker Aerospace, USA); R. Dreisbach (Boeing, USA); J. Hoenisch (John EPM Technology, NOR); J. Walsh, K. Peters (MIRISM, USA)</i>
A Holistic Approach for the Automotive Power Net Development: Cross-Domain Analysis and Design with Co-Simulation and Model Library <i>W. Lu, J. Zehner, D. Wazening (Virtual Vehicle Research Center, AUT)</i>	Efficient and Conforming-to-Standard Fatigue Assessment of Welded Structures using Unstructured Continuum Element Meshes <i>N. Friedl, W. Vonach, P. Loeffler (CAE Simulation & Solutions, AUT)</i>	Automating Analyses Modelling through the use of Simulation Intent <i>D. Nolan, C. Tierney, C. Armstrong, T. Robinson (University of Belfast)</i>	Open Discussion Discussion: Will SPDM become a Mainstream in the Engineering Process? moderated by the NAFEMS SDM Working Group
Overcoming the Traditional Obstacles in Simulation Driven Design ** <i>B. Yergey Dassault Systèmes Simulia, USA)</i>	Development of an Efficient Numerical Model to Predict the Behaviour of Spot Welded Railway Vehicle Car Bodies <i>M. San Sebastian, I. Sellen, A. Echeverria (IK4 Loreak, ESP)</i>	Virtual Prototyping of Lightweight Designs made with Cold and Hot Formed Tailored Solutions * <i>E. Billur, T. Altan (University of Ohio, USA); H. Perzner, D. Doogge (ESI Group, USA); Y. Vincent (ESI Group, FRA)</i>	
Virtual Prototyping Augmented By Virtual Reality: State of the Art Industry Solution ** <i>F. El-Khalil (ESI Group, FRA)</i>	Stress Analysis of Cylinder to Cylinder Intersections: A Review of Analytical and Finite Element Approaches <i>A. Bhattacharya (Chicago Bridge and Iron Company, GBR)</i>	Development of the Automation Tool Between CAD and CAE for the Flow Analysis <i>I. Song, S. Yoon (Samsung Technw, KOR)</i>	
LUNCH			
9E Dynamics 2 Comparison of Modal and Non-Modal Model Reduction Approaches from a Mechanical Application Engineer's Perspective <i>W. Witteveen (University of Applied Sciences Wels, AUT)</i>	9F Joints 3 -Welding Finite Element Models for Spot Welds <i>M. Muscat, D. Sobieras (University of Malta, MLT)</i>	9G Civil Engineering Full Control of Structural Concrete Design by NLFEA <i>A. de Boer (Centre for Infrastructure, NED); C. van der Veen (University of Technology Delft, NED); C. Frissen, G.J. Schreppers (TNO Diana, NED)</i>	SPDM 9 - Research SimulationDB – Simulation Data Management System * <i>P. Malinowski, J. Suchy (University of Science and Technology AGH, POL)</i>
Residual Loads Versus Modes Energy Analysis to Understand Mode Excitation, Load Path, and Structural System Behavior ** <i>J. Maronick (ESI Group, USA); W. van Hal (ESI Group, GER)</i>	Numerical Investigations of Friction-Stir Welding of High Temperature Materials <i>A. Elbathawy, E. Chevallier, K. Domin (TWT, GBR)</i>	Modelling the Influence of Compensation Grouting and Multiple Tunnel Construction using Advanced Finite Element Analysis <i>A. Mar, C. Eddle (Morgan Sindall Underground Professional Services, GBR)</i>	Unified Product Data in the Transmission System Development Process * <i>H. Bing, L. Geng, Y. Xiaohui, W. Haiwei (Northwestern Polytechnical University, CHN)</i>
Gear Transmission System Finite Element Modeling and Nonlinear Dynamic Analysis ** <i>C. Theodosiou (Ditech, GRE); D. Giagopoulos (University of Western Macedonia, GRE)</i>			Business-task Coupled Process Management for Complex Product Simulation <i>W. Haiwei, L. Geng, Y. Xiaohui, H. Bing, C. Shaojie (Northwestern Polytechnical Technical University, CHN)</i>
BREAK			

sponsors

principal sponsor



gold sponsors



silver sponsors



spdm sponsor



media sponsors



function sponsor



exhibitors

- Altair Engineering
- ANSYS
- Beta CAE Systems
- CD-adapco
- CEI
- Contact Software
- Dassault Systèmes Simulia
- DYNAmore
- Dynardo
- EnginSoft
- ESI Group
- Esteco
- FE-Design
- Friendship Systems
- GNS + GNS Systems
- Granta Design
- HBM
- Intes
- ITI
- Key To Metals
- Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug
- Forschungsgesellschaft
- Mentor Graphics
- MSC Software
- NAFEMS
- Noesis Solutions
- Parsolve
- PDTech
- Phoenix Integration
- PSE & Training
- ScaleMP
- Siemens PLM Software
- SpaceClaim
- Zentech International

Register your Interest

Complete the form below and post/fax back to NAFEMS.

Alternatively, you can complete the form online or register for the conferences by visiting www.nafems.org/congress

Contact Name to whom all correspondence will be sent (BLOCK CAPITALS PLEASE)

Title	Family Name	First Name
Organisation		
Mailing Address		
Post/Zip Code	Country	
Tel. No.	Fax. No.	
Email		

☐ I am interested in attending NWC13

☐ I am interested in attending SPDM Conference

☐ I am interested in receiving information about sponsorship and exhibition opportunities.

Congress Fees		Congress fees include
NAFEMS Members	€900*	• Attendance at the NWC13 & SPDM Conference • Lunches • Refreshments • Congress Banquet • Cocktail Reception • One set of Proceedings from each event
Non NAFEMS Members	€1155*	

* all prices subject to Austrian VAT

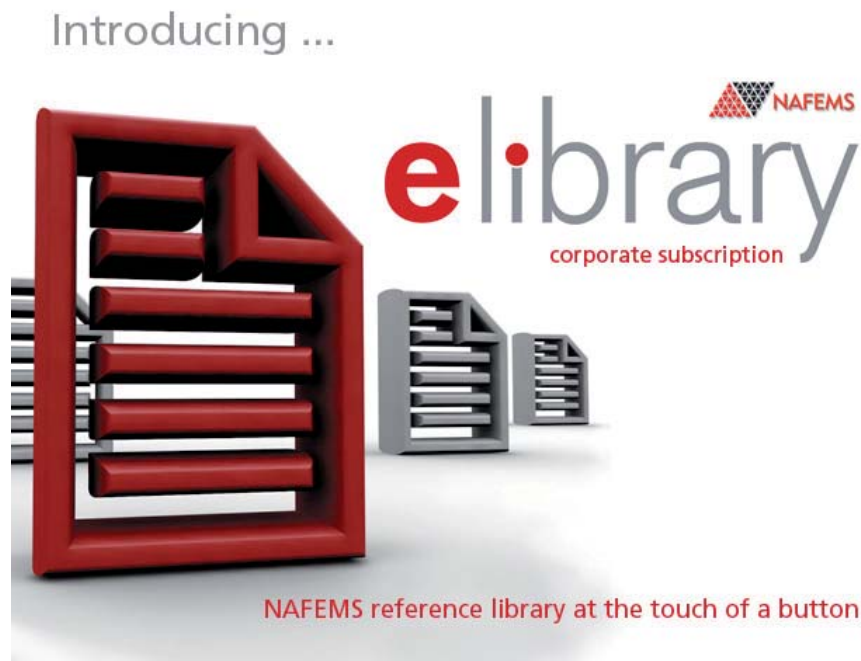
Roger Oswald NAFEMS Ltd
Springwood • Booths Park
Chelford Road • Knutsford
Cheshire • WA16 8QZ
United Kingdom

T +44 (0) 1355 225688

F +44 (0) 1565 654774

E roger.oswald@nafems.org

ONLINE REGISTRATION AT
WWW.NAFEMS.ORG/CONGRESS/REGISTRATION



Subscribe to NAFEMS Corporate e-library and have instant access to over 140 of our acclaimed publications.

The NAFEMS Corporate e-library allows subscribed members to download copies of over 140 acclaimed NAFEMS publications; including the newest releases. Updated regularly, the e-library provides any of the available NAFEMS publications to be downloaded instantly as a PDF – ensuring that the information you need is available when you need it.

By subscribing, companies can create their own NAFEMS reference library - worth over \$19,500.

More than 140 publications can be downloaded at any time, by any site covered by the subscription agreement. Conveniently accessed via NAFEMS website, there is no limit to how often publications can be downloaded making subscription a solution for the entire team.

The easy to navigate system ensures it is virtually effortless to find the publication you require and once chosen, your publication is only a download away. There is no easier way for your company to benefit from the wealth of information that NAFEMS has published over the last 30 years.

Find out about subscription today

Contact elibrary@nafems.org or phone +44(0) 1355 225 688 to discuss your requirements.

NAFEMS Publikationen auch über NAFEMS GmbH bestellen

NAFEMS bietet für die Literaturbestellung die bequeme Möglichkeit über den Internet-Shop. Leider führt dies in manchen Unternehmen zu Schwierigkeiten, da eine Bestellung im Ausland umfangreichere Freigabeprozesse erfordert.

Sollten Sie Probleme damit haben oder sollte es schlichtweg einfacher für Sie sein, können Sie gerne Ihre NAFEMS Literaturbestellung über die NAFEMS GmbH in Deutschland abwickeln. Senden Sie uns einfach Ihre Bestellung mit Nennung entsprechenden Literaturnummern zu. Nach Erhalt der Bestellung senden wir Ihnen eine Rechnung zu. Nach Zahlungseingang wird die Literatur umgehend aus dem Zentrallager in UK an Sie versendet.

Wir hoffen, Ihnen damit den Bestellvorgang zu erleichtern.



Contact is incredibly popular topic area widely used in civil and mechanical engineering fields. NAFEMS has specially selected the following publications to provide the perfect overview of contact and how to undertake its analysis:

- **How to Undertake Contact & Friction Analysis**
- **Why Do Non-linear Finite Element Analysis?**
- **Advanced Finite Element Contact Benchmarks**

Order the 'Contact' Collection by March 31st and save 30% compared to purchasing each book separately.

Book 1:
How to Undertake Contact & Friction Analysis

A. Konter, First Published - November 2000
Softback, 63 Pages

Linear finite element analysis has for many years been widely used in the civil and mechanicals engineering fields and, in particular, in the construction, automotive, aerospace, and offshore sectors. Finite element analysis is an integral part of the design cycle in many companies.

Finite element programs that have the capability to solve non-linear problems have also been available for many years but often have been considered for use only in specialised industries such as nuclear engineering and advanced gas turbine research. In fact, the application of non-linear finite element analysis to general engineering has been growing rapidly, using commercially available packages of high quality and reliability. This book deals specifically with the subset of non-linear problems involving contact or friction.

In this book the aim is to give sufficient background to the terminology and techniques specific to contact and fric-

tion analysis. In addition typical problems areas, which may arise, are highlighted and guidance as to how they can be resolved is provided. A number of examples are used throughout the text to illustrate the concepts and potential applications.

Book 2:
Why Do Non-linear Finite Element Analysis?

A. M. Prior, First Published - January 1998
Softback, 28 Page

In this book we aim to provide some background information about the principles of the finite element technique as applied to nonlinear problems. The benefits of using nonlinear finite element analysis are highlighted, and some general guidelines are given for efficient use of the technique. The term FE will be used throughout the booklet to mean finite element.

The book is aimed at decision-makers; those practising engineers and managers who may influence the design process within their organization. The objective of the booklet is to demonstrate to the engineers, in a clear and

practical manner, he reasons why their organizations should be using nonlinear FE analysis.

The decision to use any tool or process should be driven by commercial factors. A company should consider the use of any available tools that may reduce its development costs, reduce its lead times, and enable it to develop products that are better than those produced by its competitors, or enable it to manufacture products using less material and less complex or costly processes.

In many cases the use of nonlinear finite element analysis can provide these kinds of benefits. It is perhaps appropriate, therefore, that engineers should consider whether they can afford not to use nonlinear FE analysis.

There are, of course, some negative aspects to this issue: any prospective user of nonlinear finite elements should consider the additional costs of the software and the computer on which to run it, the costs associated with training staff, and the additional work required to generate the material and structural data that a good analysis demands. In this booklet we endeavour to provide a balanced view of the benefits and costs of using nonlinear FE analysis.

Book 3: Advanced Finite Element Contact Benchmarks

A. Konter, First Published - April 2006
Softback, 60 Pages

NAFEMS has published a survey on FE Analysis of contact and friction and a booklet on how to undertake contact and friction analysis. A contact benchmarks report on two-dimensional problems was published as step in establishing a set of FE Contact benchmarks. It was acknowledged that although the current published NAFEMS benchmarks were limited in scope, they were important as the first step in establishing contact benchmarks.

A small "FENET Working Group on Contact" has been assembled with the collaboration of the NAFEMS CSM Working Group. Following discussions on the development of new advanced benchmarks, it was agreed to concentrate on only 5 contact benchmarks, as follows

- 2D Contact of cylindrical roller
- 3D Punch (Rounded edges)
- 3D Sheet metal forming
- 3D Loaded pin
- 3D Steel roller on rubber

The selected contact benchmarks exhibit the following features:

- 3D contact
- Frictional stick-slip in contact area
- 2D/3D Linear versus quadratic elements
- Shell contact

- Large strain contact
- Metal forming
- Mesh dependency
- Compression of rubber
- Rolling contact

Further FE analyses were performed to establish the geometric parameters, material constants, values of the applied loads and the coefficient of friction.

The current report presents the results of the FE analyses performed on 2D and 3D approximations of the proposed problems. Since all proposed benchmarks can be reasonably well approximated with 2D or an axisymmetric solution, all target results presented here have been obtained with 2D or an axisymmetric FE analysis. In addition, 3D analyses have been performed and the results have been compared with the initial 2D solutions (with the exception of Contact Benchmark 1).

Frequently, reports on results of benchmark analyses present numerical solutions for selected problems, generated by different users using different FE codes. Often the selection of different numerical input parameters by the analyst is not presented in the report and the analyst presents his "best choice" of the generated solutions for a particular problem.

As a result the effect of specific parameters, such as applied mesh density, element type, contact parameter settings, number of loading steps etc. is difficult to quantify and it is not clear whether obtained differences are caused by differences in the applied FE code or differences in user input. The results presented in this report not only compare results of different FE codes using as closely as possible identical input parameters, but also show the effect of variations in these parameters.

Preis für NAFEMS Mitglieder:

37 Euro zzgl. ges. MwSt. und Versand

Preis für Nichtmitglieder

83 Euro zzgl. ges. MwSt. und Versand

Bestellungen: www.nafems.org/publications

Bestellnummer: B02

Gerne können Sie Ihre NAFEMS Literaturbestellung über die NAFEMS GmbH in Deutschland abwickeln. Senden Sie uns einfach Ihre Bestellung mit Nennung entsprechenden Literaturnummern zu. Wir senden Ihnen eine Rechnung zu – nach Zahlungseingang wird die Literatur umgehend aus dem Zentrallager in UK an Sie versendet.

Angebot gültig bis 31.3.2013 solange Vorrat verfügbar.



Membership to suit you

NAFEMS offers several membership options to suit all of those within the engineering analysis community:

Site membership

A full range of benefits for larger corporations based at one location

NAFEMS site membership provides multiple benefits to your analysis team, including:

- A publication library including your chosen NAFEMS textbooks, reports, how-to guides and benchmarks
- Copies of all new publications as and when they are produced
- Places at a choice of seminars, held regularly and internationally each year
- Benchmark magazine subscription
- Heavily discounted seminars, training courses, e-learning courses and conferences
- Access to members area of the NAFEMS website which gives access to technical papers, seminar proceedings and more
- Networking opportunities with more than 1000 member companies
- Unrivalled exposure of your company within the engineering analysis arena

Corporate membership

Tailored membership for large companies with multiple locations

The very nature of analysis and simulation is constantly changing as companies expand globally to meet the needs of an exponentially growing user base. Multinational corporations are at the forefront of analysis technology, and require much more from NAFEMS than standard benefits for one location.

In response to this, NAFEMS has developed a corporate membership model, aimed specifically at large multinational companies who need to share the benefits of membership over many physical locations.

Corporate Membership is tailored specifically to meet the needs of your company. This allows you to create your own NAFEMS membership which gives your company the benefits you need.

Small company membership

Cost-effective membership for small to medium sized enterprises

NAFEMS recognises that being a small company has its own unique set of circumstances. This is why we can offer a cost-effective option for smaller companies with a limited budget.

Small Company Membership is tailored to the specific needs of small to medium sized enterprises, and can also be appropriate in areas without a NAFEMS Regional Group.

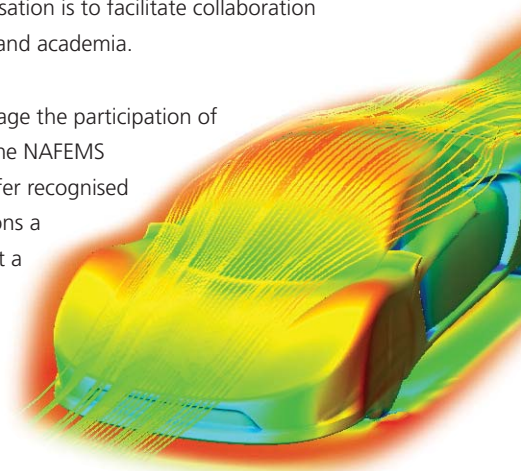
Academic membership

Offering the benefits of site membership to recognised academic institutions

NAFEMS has always worked extremely closely with the academic arena since its formation and one of the key roles of the organisation is to facilitate collaboration between industry and academia.

In order to encourage the participation of academia within the NAFEMS community, we offer recognised academic institutions a site membership at a reduced rate.

www.nafems.org/involved



Machen Sie mit und gewinnen Sie einen

Apple iPod Touch 4G 16GB schwarz

Und hier die Preisfrage:

„Wie heißt die Darstellung, die man heute bei der Simulation rotierender Systeme verwendet, um den Einfluss der Gyroskopie und der Lagerbedingungen auf die Eigenfrequenzen sichtbar zu machen, und wann wurde diese Darstellung das erste Mal für diesen Zweck verwendet?“



So einfach geht's:

Senden Sie eine e-mail mit dem Betreff „Gewinnspiel“ und der richtigen Antwort bis zum 14. April 2013 an magazin@nafems.de. Bitte vergessen Sie nicht, Ihre vollständige Adresse anzugeben. Bei mehreren richtigen Einsendungen wird der Gewinner am 15. April 2013 gezogen. Der Preis wird per Post zugestellt. Der Gewinner wird in der nächsten Ausgabe des NAFEMS Online-Magazins bekannt gegeben.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim recherchieren und viel Glück bei der Ziehung des Gewinners.

Der Gewinner des iPOD touch aus dem Gewinnspiel der letzten Ausgabe des NAFEMS Online-Magazins (Ausgabe 24) ist Herr Konstantin Savov, FFG - Österreichische Forschungsförderungsges. mbH. Herzlichen Glückwunsch.

Der Apple iPod Touch wird von der Firma Intes GmbH gesponsort.



INTES ist kompetenter Partner zu allen Aspekten der numerischen Simulation mit Finiten Elementen (FE). INTES entwickelt mit PERMAS eine Standardsoftware für den Einsatz der FE-Methode.

Dazu bietet INTES Beratung und Schulung sowie Dienstleistungen bei der Durchführung von Berechnungsprojekten. Darüber hinaus werden für Kunden auch Dienstleistungen bei der Softwareentwicklung im Umfeld von PERMAS und für die Steigerung der Produktivität im CAE-Prozess durchgeführt.

Die international anerkannte und weltweit eingesetzte Software PERMAS bietet einen mächtigen Funktionsumfang und extreme Rechenleistung sowie höchste Zuverlässigkeit. PERMAS ermöglicht die Berechnung und Simulation technischer Vorgänge in vielen Anwendungsbereichen, wie Steifigkeit, Festigkeit, Kontakt, Schwingungen, Akustik, Temperatur- und elektromagnetische Felder. Außerdem sind vielfältige Optimierungsmethoden in PERMAS integriert, wie Topologie-Optimierung, Form-Optimierung und Dimensions-optimierung. Darüber hinaus steht mit der Zuverlässigkeitsanalyse ein Werkzeug zur Verfügung, um den Einfluss unsicherer Modellparameter zu ermitteln.

www.intes.de

Das Gewinnspiel wird vom NAFEMS Online-Magazin, Werbos GbR (siehe Impressum) veranstaltet.

Teilnahmeberechtigung: Teilnehmen darf jede natürliche Person ab 18 Jahren, die korrekte und vollständige Angaben macht und diese Teilnahmebedingungen akzeptiert. Pro Person und E-Mail-Adresse ist nur eine Teilnahme möglich. Die Teilnahme ist kostenlos und in keiner Weise vom Erwerb einer Ware oder der Inanspruchnahme einer Dienstleistung abhängig. Gewinnspielclubs, automatisierte Einträge über Gewinnspiel-Robots, sowie willentliche Falscheinträge und Einträge mit sog. „Wegwerf E-Mail-Adressen“ sind ebenfalls unzulässig. Bei mehreren richtigen Einsendungen wird der Gewinner am 15. April 2013 gezogen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

Das neue Jobportal www.CAE-Stellenmarkt.de ist seit dem 1. Mai 2012 online. Speziell zugeschnitten auf den Bereich CAE (Computer Aided Engineering) richtet das Portal an CAE-Berechnungsingenieure sowie an CAE-Consultants, Projekt Ingenieure usw. aus Industrie, Forschung, Entwicklung und Lehre.

Auf diesem Portal bieten wir Ihnen attraktive Preise sowie ein einfaches Online-Eingabesystem für Ihre Stellenaussagen. ~~Die aktuelle Preisliste finden Sie auf Seite 25.~~ Das Portal entstand in Kooperation mit dem NAFEMS Online-Magazin. Durch die enge Kooperation erreichen Stellenanbieter speziell CAE-Ingenieure – vom Einsteiger bis zum Spezialisten.

Um den internationalen Markt zu bedienen, wird in Kürze auch eine englischsprachige Version zur Verfügung stehen. Zudem werden wir die Funktionalität kontinuierlich durch neue Features erweitern.

Und so einfach geht's:

Aktion verlängert:
Stellen Sie auch noch bis 15. April
kostenlos Stellenaussagen online.

www.CAE-Stellenmarkt.de
Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

AKTUELLE STELLENAUSGAGEN STELLENAUSGAGEN AUFGEBEN STELLENAUSGAGEN SUCHE

Willkommen beim CAE-Stellenmarkt

Schön, dass Sie unser Jobportal speziell für CAE-Ingenieure (Computer Aided Engineering) aus Industrie, Forschung/Entwicklung und Lehre gefunden haben. Das Portal wurde in Kooperation mit dem NAFEMS Online-Magazin entwickelt, dem deutschsprachigen Magazin für numerische Simulationsmethoden und angrenzender Gebiete (FEM, CFD, MKS, VR, etc.). Bitte nutzen Sie unsere Suche oder stöbern Sie direkt durch die Kategorien.

Neue Stellenaussagen

- Berechnungs- / Simulationsingenieur (m/w) FEM
- Berechnungs- / Simulationsingenieur (m/w) CFD
- Ingenieur/-in Technische Berechnung Elektromaschinen
- Berechnungsingenieur/in NVH/Akustik
- Ingenieur/-in Technische Berechnung Strukturmechanik

Stellenaussagen suchen

Suchen Sie hier nach Ihrem neuen Job. Geben Sie einfach einen Suchbegriff ein, oder nutzen Sie die Detail-Suche, um Ihre Suche noch weiter einschränken zu können.

Ihr Suchbegriff:

>>> Hier kommen Sie zur Detail-Suche ...

Stellenaussage aufgeben

Geben Sie hier einfach und unkompliziert Ihre Stellenaussage auf. Sie können Ihre Anzeige einfach per Editor eintragen, oder schon vorhandene Stellenaussagen-PDFs hochladen. Sollten Sie Fragen haben, dann kontaktieren Sie uns einfach.

>>> Hier können Sie Ihre Stellenaussage aufgeben ...

Stöbern nach Haupt-Kategorien Stöbern nach Sub-Kategorien

JOBANBIETER

Schalten Sie hier Ihre Stellenaussage und erreichen Sie CAE-Ingenieure vom Einsteiger bis zum Profi

Buchen Sie einfach über die online-Eingabemaschinen Ihre textbasierte Anzeige mit Firmenlogo (Standard) oder laden Sie dort ein von Ihnen gestaltetes pdf der Anzeige hoch (Individuell).

Durch die enge Kooperation mit dem NAFEMS Online-Magazin, mit NAFEMS und mit internationalen Hochschulen, Organisationen und Bildungsinstituten erreichen wir ganz speziell die Gruppe der CAE-Ingenieure, also genau Ihre Zielgruppe.

Um dem internationalen Markt gerecht zu werden, wird in Kürze auch eine englischsprachige Version des CAE-Stellenmarktes zur Verfügung stehen. Zudem wird Umfang und Funktionalität durch neue Features kontinuierlich erweitert und verbessert.

Agenturen
Wir gewähren 15 % AE-Vergütung für individuelle Anzeigen. Für online-Eingaben können wir leider keine Rabatte gewähren.

IN KOOPERATION MIT

NAFEMS
Online-Magazin

Willkommens-Bildschirm:

Hier finden Sie einen Überblick über die Möglichkeiten und Angebote.

www.CAE-Stellenmarkt.de
Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

AKTUELLE STELLENANZEIGEN STELLENANZEIGEN AUFGEBEN STELLENANZEIGEN SUCHEN

Stellenanzeige aufgeben

Kontaktdaten

Bitte geben Sie hier Ihre Kontaktdaten, an die sich die Bewerber wenden können. Die Daten werden nicht veröffentlicht. Ebenfalls senden wir an diese Daten die Rechnung.

Vorname*

Nachname*

Firmenname*

E-Mail-Adresse*

Telefon*

Stellenanzeige

Bitte geben Sie hier die Einzelheiten Ihrer Anzeige an. Geben Sie Ihren Anzeigentext selbst ein (Standardanzeige), oder laden Sie das von Ihnen gestaltete PDF hoch (Individuelle-Anzeige).

Laufzeit der Anzeige* ☐ 30 Tage – Standard-Anzeige (220 Euro)
☐ 90 Tage – Standard-Anzeige (300 Euro)
☐ 30 Tage – Individuelle-Anzeige (310 Euro)
☐ 90 Tage – Individuelle-Anzeige (480 Euro)

Stellenanzeige aufgeben:

Hier können Sie selbst Text und Logo (Standard) oder ein gestaltetes pdf (Individuell) hochladen. Je nach Auswahl leiten Sie Eingabemasken durch das Menü.

www.CAE-Stellenmarkt.de
Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

AKTUELLE STELLENANZEIGEN STELLENANZEIGEN AUFGEBEN STELLENANZEIGEN SUCHEN

Detail-Suche

Hier können Sie detailliert nach Ihrem Job suchen

Suchbegriff:

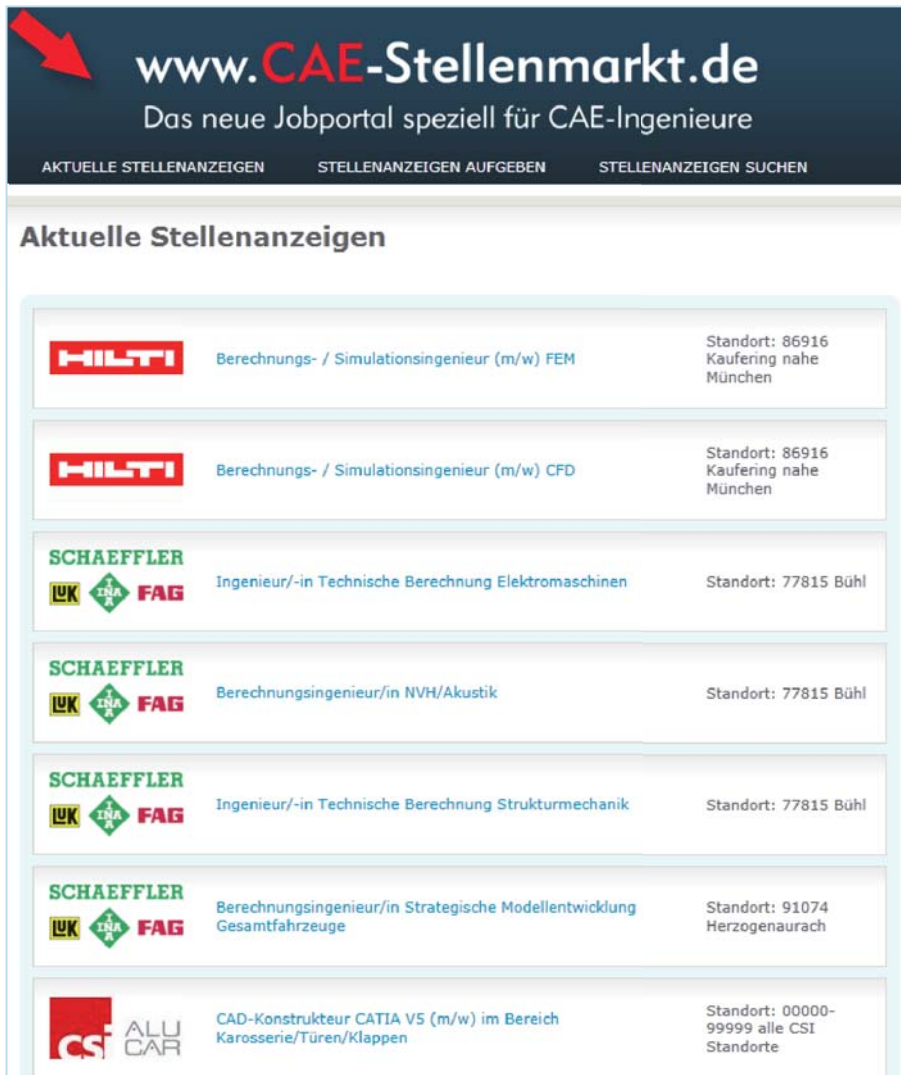
Postleitzahl: Umkreis:

Belegte Hauptkategorie:

- ☐ Antriebs- und Elektrotechnik
- ☐ Automatisierungstechnik
- ☐ Automotive
- ☐ Bauwesen
- ☐ Chemie/ Kunststoffe
- ☐ Elektronik/ Elektrotechnik
- ☐ Erneuerbare Energie/ Umwelttechnik / Versorgungstechnik
- ☐ Geotechnik
- ☐ Hochschule/Universität
- ☐ Industrie allgemein
- ☐ Ingenieurbüro / Dienstleister
- ☐ IT / EDV/ Telekommunikation
- ☐ Konsumgüter
- ☐ Luft- und Raumfahrt
- ☐ Maschinenbau / Anlagenbau
- ☐ Mechatronik
- ☐ Messtechnik /Regeltechnik
- ☐ Metallindustrie
- ☐ Mikrosystemtechnik
- ☐ Regelungstechnik
- ☐ Softwareunternehmen/Handel
- ☐ Steuerungstechnik
- ☐ Transport
- ☐ Verfahrenstechnik
- ☐ Wissenschaft / Forschung

Stellenangebote suchen:

Verschiedene Suchkriterien und -optionen erleichtern die Suche.



www.CAE-Stellenmarkt.de
Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

AKTUELLE STELLENANZEIGEN STELLENANZEIGEN AUFGEBEN STELLENANZEIGEN SUCHEN

Aktuelle Stellenanzeigen

HILTI	Berechnungs- / Simulationsingenieur (m/w) FEM	Standort: 86916 Kaufering nahe München
HILTI	Berechnungs- / Simulationsingenieur (m/w) CFD	Standort: 86916 Kaufering nahe München
SCHAEFFLER LUK INA FAG	Ingenieur/-in Technische Berechnung Elektromaschinen	Standort: 77815 Bühl
SCHAEFFLER LUK INA FAG	Berechnungsingenieur/in NVH/Akustik	Standort: 77815 Bühl
SCHAEFFLER LUK INA FAG	Ingenieur/-in Technische Berechnung Strukturmechanik	Standort: 77815 Bühl
SCHAEFFLER LUK INA FAG	Berechnungsingenieur/in Strategische Modellentwicklung Gesamtfahrzeuge	Standort: 91074 Herzogenaurach
CSI ALU CAR	CAD-Konstrukteur CATIA V5 (m/w) im Bereich Karosserie/Türen/Klappen	Standort: 00000-99999 alle CSI Standorte

Aktuelle Stellenanzeigen:

Hier werden alle aktuellen Stellenanzeigen als Vorschau mit Logo, Titel und Standort gelistet.

Preise und Konditionen

Stellenanzeige

Online-Eingabe, je
Individuell (pdf), je
Refresh je 50 Euro

Euro /
30 Tage Euro /
90 Tage

220 300
310 480

Praktikanten

Online-Eingabe, je
Individuell (pdf), je

Mengenstarke

Bei gleichzeitiger
Online-Eingabe

Aktion verlängert:
Stellen Sie auch noch bis 15. April
kostenlos Stellenanzeigen online.

3 und mehr Anzeigen, je
Individuell (pdf): 3 - 4 Anzeigen, je
5 und mehr Anzeigen, je

200 275
175 240
280 435
250 385

Bannerwerbung (30/90 Tage)

Banner Leaderboard:

Top: 300/800, Bottom: 250/670

Banner Box:

Top: 220/590, Bottom: 200/540

Kombianzeige mit NAFEMS Online-Magazin

Gleichzeitiger Buchung einer
Stellenanzeige im NAFEMS
Online-Magazin erhalten Sie
eine Ermäßigung auf die
Stellenanzeigen-Stellenanzeige.

Agenturrabatte

15% AE-Vergütung für indivi-
duelle (pdf) Anzeigen.

Preise pro Buchung pro Unternehmen,
zzgl. ges. MwSt. Pro Stellenanzeige kann
nur eine Stelle ausgeschrieben werden.
Preisliste vom 31. Mai 2012. Angebote
freibleibend. Es gelten unsere allgemeinen
Geschäftsbedingungen (AGB).

Bereit für den großen Auftritt als
Berechnungsingenieur (m/w)
 in der Automobilentwicklung im
 Bereich **Fahrzeugsicherheit**?



www.csi-online.de



Für unsere Standorte **Ingolstadt** und **Neckarsulm** suchen wir **Berechnungsingenieure** (m/w) für die Abwicklung von Entwicklungsprojekten im Bereich **Fußgänger- und Insassenschutz**. Der Schwerpunkt Ihrer Tätigkeit liegt in der Analyse und Bewertung von Konzepten und Baustufen von der Designfindung bis zur Serienreife. Voraussetzung ist eine abgeschlossene technische Ausbildung sowie gute Kenntnisse im Bereich **Simulation** und **Fahrzeugsicherheit**.

Haben Sie Interesse, Ihre Fähigkeiten in hochinteressante Fahrzeugprojekte einzubringen, dann bewerben Sie sich unter **we-will-rock-you@csi-online.de**



csi entwicklungstechnik NECKARSULM INGOLSTADT SINDELFINGEN MÜNCHEN WOLFSBURG ZWICKAU WEISSACH WINTERBERG



Extreme
Belastbarkeit



Technische Berechnung & Simulation

P+Z Engineering GmbH ist ein führender Anbieter für Entwicklungsdienstleistungen. Seit über 45 Jahren begleiten und unterstützen wir unsere Kunden in unseren Kompetenzfeldern Konstruktion, Technische Berechnung & Simulation, Erprobung & Versuch, Elektrik & Elektronik sowie Projekt- & Qualitätsmanagement.

P+Z Engineering ist mit über 280 Ingenieuren im Kompetenzfeld **Technische Berechnung & Simulation** einer der größten Anbieter von CAE-Dienstleistungen in der virtuellen Produktentwicklung und bietet seinen Mitarbeitern seit drei Jahrzehnten erstklassige Entwicklungsmöglichkeiten auf diesem Gebiet.

Um unsere Aktivitäten an unseren Standorten in München, Ingolstadt, Stuttgart, Köln, Bremen, Wolfsburg und Augsburg weiter auszubauen und unsere technologische Entwicklung weiter voran zu treiben, suchen wir:

- Berechnungsingenieure – Experte Crash Berechnung (m/w)
- Entwicklungsingenieure Simulation Strukturmechanik (m/w)
- Berechnungsingenieure Fahrwerk / Fahrdynamik (m/w)
- Berechnungsingenieure Mehrkörpersimulation (m/w)
- Berechnungsingenieure CFD / Thermische Analysen / Klimatisierung (m/w)
- Berechnungsingenieure „Fatigue & Damage Tolerance“ (m/w)
- Berechnungsingenieure NVH (m/w)

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann senden Sie uns bitte Ihre Unterlagen mit Angabe Ihres bevorzugten Standortes, Ihres Themenschwerpunktes und folgender Referenznummer M-400-400 via E-Mail an karriere@puz.de.

Unsere aktuellen Stellenangebote finden Sie unter: www.puz.de/karriereportal/

Weitere Informationen zur Stelle, unserem Unternehmen und Ihren Entwicklungsmöglichkeiten erhalten Sie bei unserem HR-Team (Tel.: +49 (0)89 / 3 18 57-501) oder unter www.puz.de



P+Z Engineering GmbH · Anton-Ditt-Bogen 3 · 80939 München
Tel.: + 49(0)89/318 57- 501 · Fax: + 49(0)89/318 57- 355 · karriere@puz.de · www.puz.de
We are a key member of the ARRK global network.

ALTAIR ENGINEERING

HyperWorks Anwendertreffen für Hochschulen

Altair hat am 8. März in Böblingen das 8. HyperWorks Anwendertreffen für Hochschulen veranstaltet. Mit 60 Teilnehmern und neun Vorträgen über die unterschiedlichsten Anwendungen mit HyperWorks war die Veranstaltung ein voller Erfolg. Die Teilnehmer nutzten das Anwendertreffen als Informationsplattform zum Austausch von Erfahrungen und erhielten durch die verschiedenen Präsentationen neue Anregungen zu möglichen Herangehensweisen für eigene Projekte.

Mikromechanik Composite Werkzeug von AnalySwift

Die Altair Partner Alliance gab bekannt, dass AnalySwift dem Partnerprogramm beigetreten ist und damit sein komplexes Composite Modellierungswerkzeug, SwiftComp Micromechanics, der stetig wachsenden Zahl an Lösungen, die über das einzigartige Altair HyperWorks Lizenzierungsmodell verfügbar sind, hinzugefügt hat. SwiftComp ist eine einzigartige Software, die Effizienz und Genauigkeit verbindet und bei der Auslegung und Modellierung von komplexen Composite-Strukturen hilft, das Strukturdesign zu verbessern, die Leistung einer Struktur vorherzusagen oder ein neues Material mit verbesserten Leistungseigenschaften auszulegen.

HyperWorks 12.0

Altair gab die Veröffentlichung von HyperWorks 12.0, der umfangreichsten Computer-Aided Engineering Plattform des PLM Marktes, bekannt. HyperWorks 12.0 enthält neue Funktionen und steigert die Produktivität der Anwender in den Bereichen Optimierung, Finite Elemente Modellierung, multiphysikalische Analysen, Powertrain Lebensdaueranalysen, Leichtbau und viele andere. „HyperWorks 12.0 bietet automatisierte und einfach anzuwendende Funktionen, die Zeit sparen, Genauigkeit gewährleisten und durch Gewichtsreduzierung und genauere Designuntersuchungen Produktverbesserungen ermögli-

chen“, sagte James Brancheau, Altairs Chief Technical Officer. „Die sehr enge Integration und Kompatibilität der offenen Plattform der HyperWorks Suite ermöglicht es Ingenieuren, Designern und Analysten, jeden Aspekt ihres Produktes genau zu bestimmen und zu evaluieren und gibt ihnen die Sicherheit, dass sie sich für das beste Design entsprechend ihrer jeweiligen Zielesetzung entschieden haben.“

Lösungsmöglichkeiten im Bereich Gießsimulation

Altair gab bekannt, dass mit dem aktuellen Beitritt von Quantech ATZ zur Altair Partner Alliance, die Lücke im Bereich Gießsimulation geschlossen wird. Die Software Click2Cast von Quantech ATZ ermöglicht einfache und schnelle Gießsimulationen und steht HyperWorks-Kunden, mit entsprechender Lizenzvereinbarung, ab sofort im Partnerprogramm als Download zur Verfügung. Click2Cast bietet mit einer innovativen und anwenderfreundlichen Oberfläche die einfachste, auf dem Markt erhältliche Gießprozesssimulation. Die Software erfordert weder spezielles Training noch muss der Anwender über einen umfangreichen technischen Hintergrund verfügen, um sie zu bedienen. Click2Cast ist ein sehr effektives und leistungsfähiges Werkzeug, das sich für eine große Bandbreite an Anwendungen in vielen Branchen eignet, darunter Formenbau, Automobil, Marine, Luft- und Raumfahrt, Schienenfahrzeuge, Elektrogeräte, Möbel und Gießereien. Die Software stellt sowohl für die Partnerallianz als auch für die allgemeine Produktentwicklung einen erheblichen Zugewinn dar.

PBS Professional Connector

Altair gab die Verfügbarkeit des PBS Professional Connectors für HP Insight CMU bekannt. Der Connector verbindet PBS Professional, Altairs führendes Produkt für Workload Management, mit der HP Insight CMU (Cluster Management Utility) für die Systemverwaltung. Altair hat für diese Integration ein Werkzeug entwickelt, das über eine spezielle Benutzerschnittstelle für Administratoren verfügt. Damit können

über 80 Prozent der anfallenden Aufgaben bei der Systemverwaltung automatisiert werden. Der CMU PBS Professional Connector vereinfacht die Einrichtung der Knoten und automatisiert die bei der Verwaltung eines PBS Professional Clusters anfallenden Standardaufgaben über die CMU.

Software für hochfrequente NVH-Analyse

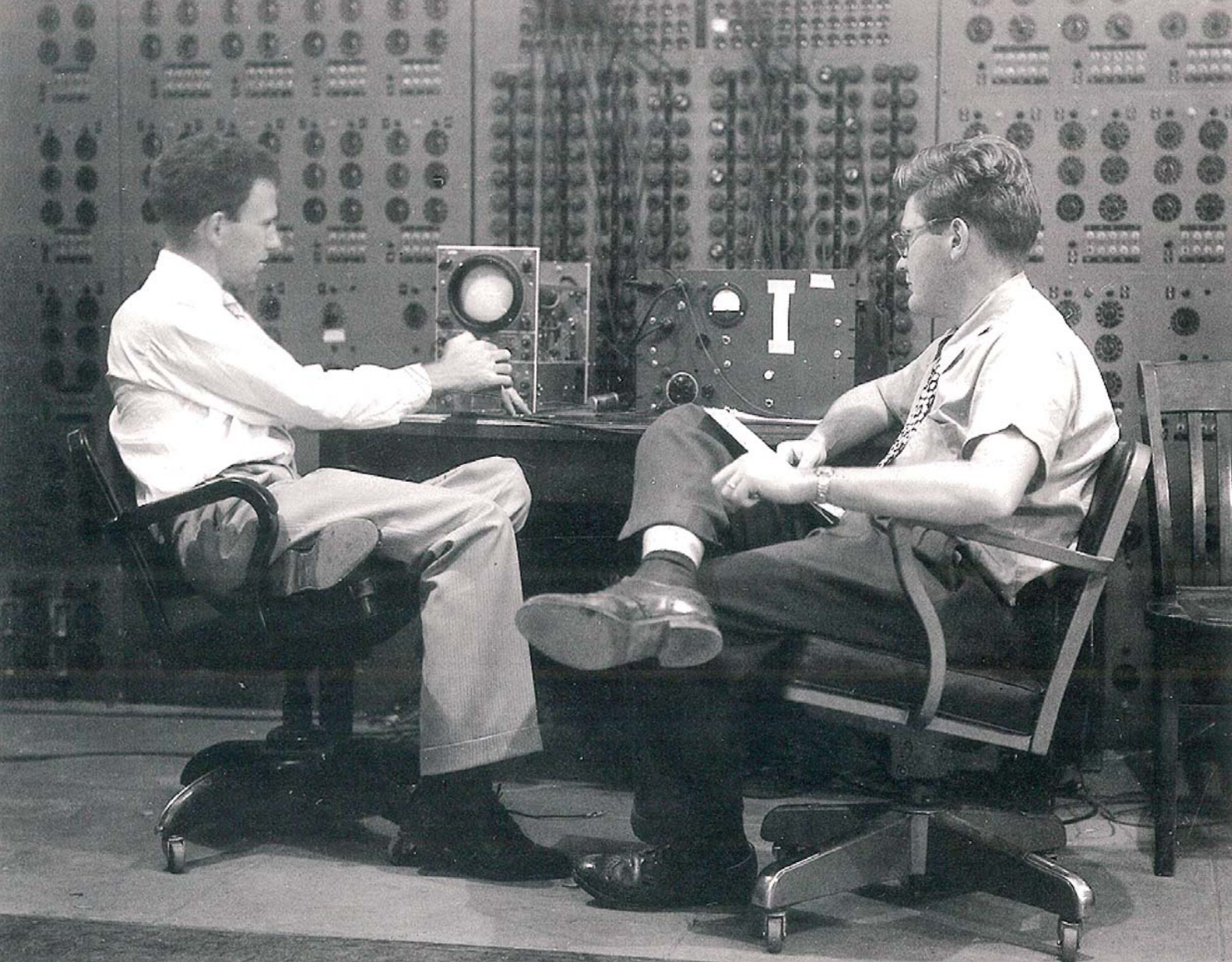
Die Altair HyperWorks Partner Alliance (HWPAA) gab einen neuen Partner bekannt. Im Rahmen der Partnerschaft stellt das Unternehmen Michigan Engineering Services (MES) seinen Energy Finite Element Solver (EFEA) für NVH-Analysen (Noise Vibration Harshness) über das Partnerprogramm zur Verfügung. EFEA kann für mittel- bis hochfrequente Schwingungs- und Akustiksimulationen von komplexen Struktur-Akustik-Systemen eingesetzt werden.

www.altair.de

ANSYS

Entwicklungszeit für Clean-Diesel-Rennmotor verkürzen

Wenn die Rennteams von Mazda in Zukunft über die Rennstrecke jagen, wird das mit noch höherer Treibstoffeffizienz und weniger Emissionen erfolgen. Zu verdanken ist dies der Motorsport-Version des neuen revolutionären Skyactiv-D Clean-Diesel-Motors, der von SpeedSource Race Engineering auf Basis der Simulationstechnologie von Ansys entwickelt wurde. SpeedSource, ein auf Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Motorsport spezialisiertes Unternehmen, setzte die Simulationssoftware von Ansys für das zeitsparende Design des Motors ein. Benötigt wurde nur etwa ein Drittel der in der Industrie durchschnittlich benötigten Zeit, ohne dass hierfür Kompromisse bei den wichtigen Zuverlässigkeitsstandards für den Einsatz des Motors in der anspruchsvollen Rennumgebung eingegangen werden mussten. Der Skyactiv-D Clean-Diesel-Motor für den Motorsport ist die erste auf einem Serienmotor basierende Vier-



50
YEARS
OF INNOVATION
MSC Software

MSC Software is proud to commemorate 50 years of simulation software. Propelled by President Kennedy's 1962 challenge to reach the moon, the Company pioneered the simulation software NASTRAN, an application that helped NASA design the Apollo rocket and virtually all space vehicles in the ensuing years. MSC is one of the 10 original software companies. It is the employees of MSC who continuously challenge themselves to innovate and pave extraordinary paths forward which provide distinctive value to our customers.

MSC wants to celebrate its anniversary with all users, employees, friends, and business partners!
Come and join the special User Meeting in 2013!

MSC User Meeting
Scandic Berlin Potsdamer Platz
May 14-15, 2013

More information at <http://pages.mscsoftware.com/50Years-HomeGermany.html>

zylinder-Diesel-Rennmaschine auf dem Markt, die in einer bedeutenden Rennserie eingesetzt werden soll.

www.ansys-germany.com

ANSYS USER CLUB

Workshop in Bamberg

Der diesjährige Workshop des deutschen Ansys User Clubs fand am 7. und 8. März 2013 in Bamberg statt. Am Beginn der Veranstaltung stand die Besichtigung der nahe beheimateten Firma Brose Fahrzeugteile auf dem Programm. Es wurde der Einsatz der Simulation in einem Vortrag dargestellt. Im Anschluss gab es eine Werksführung. In der sehr angenehmen Atmosphäre des Residenz Schloß-Hotels begann der fachliche Teil der Veranstaltung mit den folgenden Präsentation von Erke Wang (Cadfem Grafting), die anschließend diskutiert wurden: Ansys Mechanical HPC and IT-Infrastructure, Ansys Customisation, Dynamic Model Correlation und ANSYS 14.5 Highlights. Die Mitgliederversammlung bildete den Abschluß des ersten Tages dieses Workshops. Die beiden Hauptthemen am zweiten Tag waren FKM Ermüdungsanalyse und Robust Design. Diese wurden von Prof. Kullig von der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FKM) und Prof. Bucher von der Technischen Universität Wien (Robust Design) dargestellt. Die Umsetzung der theoretischen Grundlagen in Softwareprodukte, die im Umfeld von Ansys angewendet werden können, wurde von Tim Kirchhoff (Ingenieurbüro Huß & Feickert) und Dr. Johannes Will (Dynardo) präsentiert. Praktische Anwendungen zum Thema FKM wurden von den Herren Wejwode (ABB AG), Herrn Waltermann (Oerlikon Barmag ZNL Oerlikon Textile GmbH & Co KG) und Herrn Dr. Ing. Barti (BMW Group) und zum Thema Robust Design von den Herren Prof. Geller (FH Dortmund), Dr. Ing. Weiland (TRW Automotive Lucas Varity GmbH) und Sauernheimer (Brose Fahrzeugteile GmbH & Co KG) vorgestellt. Den Abschluß der Veranstaltung bildete eine sehr lebhaft Diskussion der

Anwendungen zu beiden Themen. Der Workshop war mit mehr als 50 Teilnehmern sehr gut besucht. Der AUC Vorstand bedankt sich dafür. Die Protokolle und Präsentationen sind alle in Kürze im Mitgliederbereich der Internetseite des Ansys User Clubs verfügbar (www.auc-ev.de). Der nächste AUC-Workshop ist für den 20. und 21. März 2014 in Regensburg geplant. Die Themen werden rechtzeitig bekanntgegeben.

www.auc-ev.de/

AUTODESK

Autodesk übernimmt PI-VR

Autodesk hat die Übernahme von PI-VR abgeschlossen, einem Unternehmen in privater Hand mit Sitz in Deutschland. Es ist auf anspruchsvolle Echtzeit-Visualisierungstechnologie vor allem für die Automobilbranche spezialisiert. Die hochklassigen, innovativen Visualisierungslösungen stärken und erweitern die Expertise und die Angebote von Autodesk zur Visualisierung im Automobilsektor. Die Bedingungen der Transaktion wurden nicht bekanntgegeben. „Durch die Übernahme kommt ein hochqualifiziertes Team mit tiefreichendem Expertenwissen im Bereich der High-End-Visualisierung zu Autodesk. Mit ihm können wir unser Angebot für die Automobilindustrie ausbauen“, sagt Robert „Buzz“ Kross, Senior Vice President Design, Lifecycle und Simulation bei Autodesk. „Die Technologie der Vred-Produktlinie hilft, vielfältige Herausforderungen bei Automobildesign- und Konstruktionsprozessen zu bewältigen. Außerdem kann durch hochrealistische Echtzeit-Visualisierung der Bedarf an physischen Prototypen verringert werden. Wir freuen uns darauf, diese Technologie unseren Anwendern aus der Automobilindustrie zur Verfügung stellen zu können und heißen die Kunden, Mitarbeiter und Partner von PI-VR bei Autodesk herzlich willkommen.“ Die Vred-Produkte gesellen sich zu den bereits existierenden Autodesk-Lösungen für die Automobilindustrie bestehend aus Autodesk Showcase, Autodesk

Alias, Autodesk Maya, Autodesk 3ds Max sowie die Autodesk Design und Creation Suites.

www.autodesk.de

AUTOFORM

Halbautomatische Evaluation von Ergebnissen in AutoFormplus R4

Die AutoForm Engineering GmbH, global führend bei Softwarelösungen für die Blechumformung, hat ein innovatives Konzept für die Auslegung von Umformprozessen entwickelt. Das sogenannte Issues-Konzept erlaubt die halbautomatische Evaluation von Simulationsergebnissen. Dies ermöglicht Ingenieuren ihre Prozessauslegung systematisch und mit geringerem Zeitaufwand zu verbessern. Das neu entwickelte Konzept für die Auslegung von Umformprozessen ist vollständig in AutoFormplus R4 integriert. Die Software erlaubt den Ingenieuren, sich auf die wichtigsten Kriterien für die Bauteilqualität zu konzentrieren und die Prozessparameter hinsichtlich eines besseren Prozesses auf einfache Weise anzupassen. Jeder einzelne Bereich des simulierten Umformteils wird überprüft. Sobald eine Resultatvariable die geforderten Toleranzen nicht erfüllt oder die definierten Grenzen überschreitet, wird ein entsprechender Issue erstellt. Der Issue entspricht der Kombination von mehreren Resultatvariablen und ihren entsprechenden Toleranzen und Grenzen. AutoFormplus R4 vereinfacht und beschleunigt die Identifikation von umformspezifischen Issues, deren Typen und deren Position. Der Anwender wird schrittweise zu denjenigen Stellen geführt, die kritisch sind und einer genaueren Betrachtung bedürfen. Damit lassen sich mögliche Fehlinterpretationen und das Übersehen von kritischen Bereichen vermeiden. Verschiedene Farben und Symbole sind für jede der sechs Issues verfügbar. Dazu gehören Risse, Falten, Einzüge, Rückfederung, Oberfläche und spezifische Produkteigenschaften wie zum Beispiel die Festigkeit. Alle identifizierten Issues werden für die nächste Simulation gespeichert. Nach Anpassung der



6. GRAZER SYMPOSIUM VIRTUELLES FAHRZEUG

14.-15. Mai 2013 Graz

Interdisziplinäre Entwicklung von Straßen- und Schienenfahrzeugen

Prozesse, Methoden, Tools, Best Practices



Dr. Jost Bernasch



Dr. Bernd Fachbach

Willkommen zum 6. GSVF!

Moderne Straßen- und Schienenfahrzeuge stellen komplexe Produkte dar, deren Entwicklung immer mehr ein perfektes Zusammenspiel der beteiligten Disziplinen erfordert, um schnell, effizient und kostengünstig zu sein. Welche Rolle spielen dabei die Prozesse, Methoden oder Tools, damit eine interdisziplinäre Betrachtung des Gesamtsystems effizient möglich wird?

Das 6. Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug bringt namhafte Vertreter aus Industrie und Wissenschaft zusammen, die heute mehr denn je aktuelle Themenstellungen der interdisziplinären Fahrzeugentwicklung diskutieren und Erfahrungen austauschen. Die Tagung beschäftigt sich mit relevanten Themen für die virtuelle Fahrzeugentwicklung. Dabei liegt der Fokus vor allem auf der Systemsicht.

Ergänzend zu den Keynotes werden in mehreren themenspezifischen Sessions Vorträge von Fahrzeugherstellern, Entwicklungsdienstleistern und Zulieferern aus den Bereichen Automotive und Rail (Audi, BMW, VW, Siemens Rail Systems, AVL et al) wie auch von namhaften HW/SW-Vendoren (darunter CONTACT, dSPACE, LMS et al) aktuelle und zukünftige Herausforderungen sowie Lösungsansätze darstellen, Universitäten und Forschungseinrichtungen berichten über laufende Forschungsarbeiten und neueste Erkenntnisse.

Wie in den vergangenen Jahren wird es eine gute Mischung aus Vorträgen und themenbezogenen Diskussionsgruppen sowie ausreichend Gelegenheit für Diskussion in lockerer Atmosphäre geben. Eine begleitende Fachausstellung ermöglicht den Austausch mit relevanten Anbietern und Entwicklern interessanter Lösungsansätze sowie den Sponsoren des Symposiums im attraktiven Rahmen.

Nutzen Sie das Symposium für einen intensiven Austausch und Diskussionen über Erfahrungen, prototypische Umsetzungen, Lösungen und wichtige Tendenzen in der interdisziplinären Fahrzeugentwicklung und für das Knüpfen wichtiger Kontakte!

Wir freuen uns darauf, Sie am 14. und 15. Mai 2013 beim 6. GSVF in Graz begrüßen zu dürfen!

Die Themen:

- Systemsimulation und XiL
- Phasengerechte Absicherung
- Elektrifizierung und Steuergeräte
- Informations- und Prozessmanagement
- Erlebbarkeit und virtuelle Entwicklung

Keynotes:

Martin Eigner
TU Kaiserslautern

Christoph Gümbel
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Helmut Ritter
Siemens AG



Veranstalter

virtual  vehicle

Platin-Sponsor 2013

AVL 

Gold-Sponsoren 2013



www.gsvf.at

Prozessparameter und einer erneuten Simulation zeigen die Issues, ob sich die Auslegung des Umformprozesses und damit die Bauteilqualität verbessert haben. Der Fortschritt an ursprünglich identifizierten Issues kann rückverfolgt und mittels synchronisierten Mehrfachansichten schnell verglichen werden.

www.autoform.com

BETA CAE SYSTEMS

ANSA & μ ETA v14.0.2

Die neuen Releases ANSA & μ ETA v14.0.2 sind ab sofort verfügbar.

SpaceClaim Engineer und ANSA verbinden sich

(siehe auch Spaceclaim)

SpaceClaim und Beta CAE Systems kündigten eine direkte Verbindung von SpaceClaim Engineer und Ansa an. Ansa ist ein modernes, multidisziplinäres CAE Pre-Processing-Werkzeug, das die gesamte erforderliche Funktionalität für den Modell-Komplettaufbau in einer einzigen integrierten Umgebung bietet. Ansa ist robust, leicht zu erlernen, anpassbar und bietet eine breite Palette an Funktionen und Werkzeugen, die den Analyse- und Simulationsprozess rationalisieren. Die Interaktion mit SpaceClaim Engineer sorgt dafür, dass Ansa-Kunden das modernste Geometrie-Vorbereitungs- und Reparatur-Tool, das heute auf dem Markt verfügbar ist, effektiv nutzen können. „Wir sind begeistert über die Integration von Ansa mit SpaceClaim Engineer“, sagte Sam Saltiel, Chief Communications Officer bei Beta CAE Systems, „da sie unseren Kunden alle Vorteile des besten Geometrie-Vorbereitungs-Tools auf dem Markt bietet, was unsere Lösungen für die Simulationsmodellierung weiter voranbringt. Die Entwicklungsarbeit für diese Integration war eine Herausforderung, aber unsere Zusammenarbeit mit SpaceClaim während dieses Prozesses war hervorragend“, sagte er abschließend. „Die Kombination der 3D-Direktmodellierung von SpaceClaim Engineer mit Ansas Pre-Processing-Lösung für

multidisziplinäre CAE-Analyse stellt den Ansa-Anwendern das Best-in-Class-Tool für die CAE-Geometrie-Erstellung und CAD-Modell-Vorbereitung zur Verfügung“, sagte Rich Moore, Vice President of Business Development, SpaceClaim. „Diese Integration stellt sicher, dass wir unseren Engineering-Anwendern in der Simulation, Konstruktion und Analyse weiterhin die Möglichkeit bieten, SpaceClaims schnelle und flexible 3D-Direktmodellierung in Verbindung mit der Best-in-Class Pre-Processing-Software zu nutzen“, fügte er hinzu.

www.beta-cae.gr

CADFEM

Berufsbegleitend zum Simulationsspezialisten

Was haben die Gebr. HellerMaschinenfabrik, Bosch Siemens Hausgeräte und Brose gemeinsam? Für alle haben Simulationsanwendungen einen so hohen Stellenwert, dass sie ihre Berechnungsingenieure berufsbegleitend zum „Master of Engineering“ weiterqualifizieren. Eine Informationsveranstaltung der European School of Computer Aided Engineering Technology (esocaet) am 19. April 2013 (17 bis 19:30 Uhr) in Ingolstadt informiert über den Masterstudiengang „Applied Computational Mechanics“. Bewerber können dort die Möglichkeit nutzen, wichtige Fragen zu klären. Personal- und Weiterbildungsbeauftragte von interessierten Unternehmen erfahren, wie sie Mitarbeiter individuell fördern und das Know-how ihres Unternehmens wirkungsvoll ausbauen können. Studenten erhalten interessante Informationen, um ihren weiteren Bildungs- und Karriereweg fundiert zu planen. Der modularisierte Aufbau des englischsprachigen CAE-Studiums, das sich an Ingenieure mit mindestens einjähriger Berufserfahrung wendet, berücksichtigt die verschiedensten Simulationsanwendungen innerhalb der virtuellen Produktentwicklung. Dabei werden sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die praktischen Einsatzmöglich-

lichkeiten vermittelt. Mit Dozenten aus mehreren Hochschulen und Universitäten sowie anerkannten CAE-Spezialisten aus unterschiedlichen Industriebranchen wird eine qualifizierte Ausbildung in kleinen Gruppen mit maximal 20 Studenten organisiert, die aus Vorlesungen, praktischen Übungen und Laboreinheiten besteht. Dadurch kann eine besonders intensive Betreuung der Studierenden abgesichert werden. Die Teilnahme an der Informationsveranstaltung am 19. April 2013 ist kostenfrei. Im Anschluss an die Vorträge besteht die Möglichkeit, individuelle Fragen mit dem Studiengangleiter und den Organisatoren zu klären sowie Teilnehmer aus dem zweiten Semester persönlich zu treffen. Weitere Informationen zu den Inhalten der Veranstaltung und die Möglichkeit zur Anmeldung sind unter www.esocaet.com/infotag-acm zu finden. Mit weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an Frau Anja Vogel, Tel. +49 (0)8902-7005-52, E-Mail avogel@esocaet.com.

www.cadfem.de

CARHS

SafetyWissen App

Die Version 1.3.1 B35 der SafetyWissen App steht seit dem 14. März 2013 zur Verfügung und enthält unter anderem eine neue Suchfunktion. Die neue Suche erlaubt es, alle Datenbankinhalte einschließlich der Texte aller enthaltenen Dokumente zu durchsuchen. Mit einer Filterfunktion können die Ergebnisse auf die aktuellen Versionen von Vorschriften, Testprotokollen etc. begrenzt werden. Darüber hinaus werden die Suchbegriffe seitengenau dargestellt, d.h. auch in einem umfangreichen Dokument kann direkt zur Fundstelle navigiert werden. Folgende weitere wichtige Änderungen sind im Update enthalten: Zahlreiche neue oder geänderte Regelungen und Protokolle (Gesetze und NCAPs); direktes Login ohne Passwort möglich; Windows 8 Tablet wird nun unterstützt. Kostenloser Download unter

www.carhs.de

COMSOL

**Queens Award für LMK
Thermosafe**

Die Comsol Multiphysics GmbH gibt heute bekannt, dass LMK Thermosafe, ein langjähriger Anwender von Comsol Multiphysics, mit einem der angesehensten britischen Preise für Geschäftsentwicklung ausgezeichnet wurde. LMK Thermosafe erhielt den Queens Award für Unternehmen in der Kategorie internationaler Handel. Um die wichtige Rolle, die Comsol Multiphysics im Produktentwicklungsprozess eingenommen hat zu honorieren, wurden auch Vertreter von Comsol zur Preisverleihung eingeladen.

**Version 4.3a auf der
Hannover Messe**

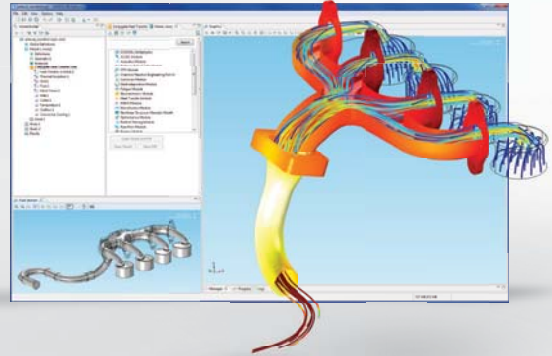
Die Comsol Multiphysics GmbH stellt auf der Industriemesse in Hannover die Version 4.3a der Simulationssoftware Comsol Multiphysics vor. Neben vielen Verbesserungen und neuen Funktionen bietet Version 4.3a einen LiveLink für Excel, mit dem multiphysikalische Simulationen mit Tabellenkalkulationen verknüpft werden können, eine neue Unterstützung von Cluster Computing in der Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), neue Module für Ermüdungsanalysen, den Import von ECAD Daten und einen neuen LiveLink für Solid Edge. Darüber hinaus wurde jedes der über 30 anwendungsspezifischen Zusatzmodule von Comsol für mechanische, elektrische, strömungsmechanische und chemische Modellierung und Simulation maßgeblich verbessert. Am Messestand des Unternehmens werden während der Messe täglich Produktpräsentationen durchgeführt. Darüber hinaus ist die Comsol Multiphysics GmbH mit drei Vorträgen im CAE-Forum rund um das Thema „Virtuelle Produktentwicklung durch Multiphysik-Simulation“ vertreten und bietet drei kostenfreie Workshops an. Diese finden im Convention Center des Messegeländes statt und geben den Teilnehmenden mit Live-Demos und anschließenden Hands-on Sessions eine Einführung in die multiphysikalische Simulation mit Comsol Multiphysics 4.3a. Je-

der Teilnehmer erhält im Anschluss an die Workshops eine kostenfreie 14-tägige Vollversion der Software. Passend zum Leitthema der Messe, „Integrated Industry“, bietet die multiphysikalische Herangehensweise an ingenieurstechnische Aufgabenstellungen, insbesondere bei der Verknüpfung unterschiedlicher Industriebereiche oder Abteilungen eines Unternehmens, große Vorteile. Mit einer einheitlichen Simulationslösung können die unterschiedlichen Anwendungen sehr einfach kombiniert und Wechselwirkungen frühzeitig im Entwicklungsprozess erkannt werden.

Fachbeiträge online verfügbar

Die Comsol Multiphysics GmbH gibt die Online-Verfügbarkeit der wissenschaftlichen Publikationen, Präsentationen und Posterbeiträge der weltweiten Comsol Anwenderkonferenzreihe 2012 bekannt. In den vergangenen Jahren hat das Unternehmen über eine halbe Million Konferenz-CDs mit hunderten detaillierten Fachbeiträgen und Präsentationen weltweit an Ingenieure, Wissenschaftler und Forscher verschickt. Nun hat Comsol sämtliche Paper und Präsentationen der weltweiten Comsol Konferenzen 2012 online zur Verfügung gestellt.

WÄRMETRANSPORT: Abgase aus einem Motor werden durch einen Krümmer geleitet. Das Modell zeigt die Temperaturverteilung auf der Oberfläche und die Stromlinien des Gases in der Rohrleitung.



Analysieren und Optimieren mit COMSOL Multiphysics®

COMSOL Multiphysics unterstützt Sie bei der Verwirklichung innovativer Ideen. Die Kombination aller relevanten physikalischen Effekte in einer Simulation ermöglicht eine präzise Analyse Ihres Designs. Erfahren Sie mehr unter www.comsol.de

© Copyright 2012-2013 COMSOL



Anwender und Interessierte können die gewünschten Beiträge einsehen und direkt herunterladen. Eine Anmeldung oder Registrierung ist nicht erforderlich. Insgesamt stehen von der letztjährigen Comsol Konferenzreihe 382 technische Paper, 254 Präsentationen, 231 Posterpräsentationen sowie 13 Animationen zur Verfügung. Die Beiträge sind in 21 Kategorien, wie beispielsweise Elektrodynamik, Batterien und Brennstoffzellen, chemische Verfahrenstechnik, Plasmaphysik oder Wärmetransport und Phasenübergänge, unterteilt, um die Suche zu erleichtern. Die Paper und Präsentationen bieten detaillierte Einblicke in unterschiedlichste technische Herausforderungen und ihre Lösungen mittels multiphysikalischer Modellierung und Simulation. Sie stehen im PDF-Format zum Download zur Verfügung.

www.comsol.com

CONTACT

Neuer PLM-Standard für PDM/ERP-Integration

Contact Software stellt zur Hannover Messe (HMI) eine generische Schnittstelle für die zuverlässige Anbindung von ERP-Systemen und anderen Enterprise-Anwendungen an die PLM-Plattform CIM Database10 vor. Durch ihre Service-orientierte Architektur (SOA) ermöglicht sie die systemübergreifende Synchronisation von Produktdaten und Geschäftsprozessen. Contact hat die neue Schnittstelle als Konsortialpartner von WInD entwickelt, einem Verbundprojekt unter Federführung des Forschungsinstituts für Rationalisierung (FIR) an der RWTH Aachen. Auf dem HMI-Stand der PSI AG (Halle 7, A18) wird die neue Schnittstelle erstmals live anhand eines integrierten Fertigungsszenarios der Öffentlichkeit vorgestellt. Die WInD-Abschlusspräsentation zeigt Messebesuchern, wie die Produktionsplanung und -steuerung im Maschinen- und Anlagenbau wandlungsfähig zu gestalten ist. Dazu sind neue Standards erforderlich, die die Unternehmensprozesse

vereinfachen und unterschiedliche IT-Systeme intern und auch firmenübergreifend miteinander verbinden. Contact hat sich hier zusammen mit dem ERP-Anbieter Psipenta der Aufgabe gestellt, eine serviceorientierte, universelle PDM/ERP-Standardschnittstelle zu entwickeln. Die neue SOA-Schnittstelle bündelt nicht nur den Funktionsumfang klassischer ERP-Kopplungen in einem einheitlichen, einfach erweiterbaren und wieder verwendbaren Standard. Sie bietet darüber hinaus mehr Funktionalität, zum Beispiel für den Austausch von Varianten- und Projektinformationen zwischen PLM- und ERP-System, und eine bessere Unterstützung bei der Synchronisation von Kernprozessen wie dem Engineering Change Management. Die Technologie für die Integration von Anwendungen und Prozessen über SOA-basierte Web Services ist Bestandteil der neuen Komponentenarchitektur von CIM Database 10. Contact sieht am Markt einen wachsenden Bedarf für prozessorientierte Lösungen zwischen PLM und ERP, aber auch zu anderen Enterprise-Anwendungen. „Wenn Unternehmen ihre Auftragsabwicklung flexibel auf der Basis qualitätsgesicherter Echtzeitinformatoren steuern können, lassen sich beispielsweise viele Aufträge mit kleinen Losgrößen in kurzer Zeit durch die Produktion schleusen“, sagt Dr. Roland Drewinski, Mitglied der Geschäftsleitung. „Unsere offenen Lösungen ermöglichen solche anspruchsvollen, durchgehenden Kommunikationsszenarien in heterogenen IT-Landschaften.“

www.contact-software.com

DYNAMORE

Neue Forschungsprojekte Swim-RTM Enfass, T-Pult und Twip4EU

Die DYNAMore GmbH, Gesellschaft für FEM Ingenieurdienstleistungen, stellt neue Forschungsprojekte vor, an denen das Unternehmen im Jahr 2013 beteiligt sein wird: Swim-RTM: Zusammen mit Partnern sollen Algorithmen und Werkzeuge zur produktionstechnischen Auslegung

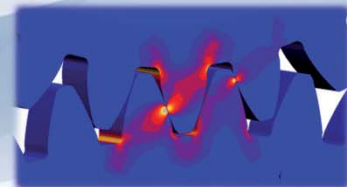
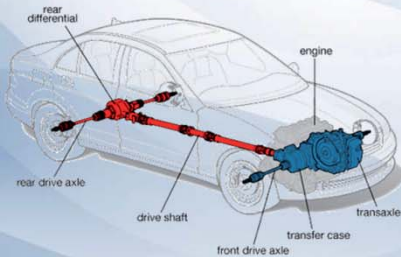
von Bauteilen mittels der RTM-Methode (Resin-Transfer-Molding) entwickelt werden (www.dynamore.de/swim). Enfass - Hier beteiligt sich DYNAMore zusammen mit Partnern aus der Automobilindustrie an einem RFCS-geförderten europäischen Forschungsvorhaben mit dem Ziel, vorhandene Potenziale beim Einsatz höchstfester Stähle (AHSS) im Fahrzeugbau weiter auszubauen und eine breitere Anwendung zu ermöglichen (www.dynamore.de/enfass). T-Pult: In diesem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt entwickelt DYNAMore zusammen mit Partnern Softwarewerkzeuge zur simulationstechnischen Abbildung der Herstellungsprozesskette von pultrudierten Faserverbundwerkstoffen sowie deren Gebrauchstauglichkeitssimulation in kurzzeitdynamischen Anwendungen (www.dynamore.de/t-pult). Twip4EU: Bei diesem Projekt handelt es sich um ein RFCS-gefördertes Forschungsprojekt, bei dem DYNAMore in Zusammenarbeit mit Partnern ein neues Konstitutivmodell zur Berechnung von TWIP-Werkstoffen entwickelt (www.dynamore.de/twip4eu). Die Firma DYNAMore steht für exzellente Unterstützung bei der numerischen Lösung nichtlinearer physikalischer Problemstellungen. Das Produktportfolio umfasst die Finite-Elemente-Software LS-Dyna, den Pre- und Postprozessor LS-PrePost und die Optimierungsoftware LS-OPT sowie zahlreiche FE-Modelle für die Crashsimulation (Dummies, Barrieren, Fußgänger, Menschmodelle, ...). Schwerpunkte sind Support, Vertrieb, Schulung, Ingenieurdienstleistung, Software-Entwicklung und Systemintegration. DYNAMore ist eine der ersten Adressen für Pilot- und Entwicklungsprojekte zur Simulation nichtlinearer dynamischer Problemstellungen.

www.dynamore.de

Technologietage



Antriebssysteme – durchgängige Simulation


**Analyse der
Systemanforderung**
Systementwurf
**Entwurf
der Mechanik**
**Ermittlung
von Lastdaten**
**Auslegung
der Mechanik**
**Detailanalysen
und Konstruktion**
Systemebene
Sub-Systemebene
Komponentenebene

Kostenfreie Anmeldung unter:
www.isko-engineers.de/de/events/Technologietage

DYNARDO

optiSLang 4/optiSLang inside ANSYS Workbench 14.5

Wie lässt sich effiziente CAE-basierte Robust Design Optimierung einfach und sicher in den Alltag der virtuellen Produktentwicklung integrieren? Die Firma Dynardo will mit der neuen Version optiSLang 4 jeden Ingenieur und Designer der CAD/CAE Modelle erstellt in die Lage versetzen, mit Drag and Drop Workflows RDO-Analysen durchzuführen. Mit der Version optiSLang 4 wird das automatisierte Generieren einer interaktiven Prozesskette mit den Modulen für CAE-basierte Sensitivitätsanalyse, Optimierung und Robustheitsbewertung mit einem Minimum an notwendiger Nutzereingabe, wie Parametergrenzen, Zielfunktionen und Nebenbedingungen ermöglicht. Ein „Best-Practise-Management“ wählt, passend zur Aufgabenstellung, die optimalen Algorithmen. optiSLang filtert automatisch die wichtigsten Parameter,

untersucht die Prognosefähigkeit mit Hilfe von Metamodellen und wählt die beste Optimierungsstrategie. Die neu programmierte grafische Oberfläche unterstützt konsequent diesen Workflowgedanken. Außerdem stehen dem Anwender vielfältige Möglichkeiten der Prozessintegration und -automation zur Verfügung. Ab Ansys Workbench Version 14.0 kann die optiSLang 4-Integration problemlos mit Drag and Drop Funktionalität genutzt werden. Die Optionen für paralleles Rechnen über Ansys Remote Solve Manager und die Verwendung von Ansys HPC Parametric Pack Licenses sind integriert. optiSLang inside Ansys Workbench kann ausfallende Designs (failed Designs), z.B. nicht lösbare Parameterkombinationen oder Fehler durch temporäre Lizenzprobleme, berücksichtigen. Das Hinzufügen von Designs oder die Nachberechnung ist jederzeit möglich. Mit der „Continue crashed session“- Option können, unter Verwendung aller erfolgreichen

Berechnungen, abgebrochene, abgehangene oder aus anderen Gründen unterbrochene Studien jederzeit weitergeführt werden. Alle erfolgreichen Designs sind in einer optiSLang Datenbank gesichert und stehen unabhängig von der Ansys Workbench Designtabelle zur Verfügung. Eine Erweiterung der Analyse- und Optimierungsmöglichkeiten innerhalb der Ansys Workbench ist durch das einfache Wechseln in den flexiblen Integrationsmodus von optiSLang via optiPlug möglich. So kann die volle Funktionalität auch unter Verwendung von in Ansys nicht unterstützter Parameter, wie nicht-skalare Antwortgrößen (z.B. Lastverschiebungskurven) genutzt werden. Der Anwender bekommt weiterhin die Möglichkeit, die Prozesskette durch das Einbeziehen von in optiSLang zusätzlich zur Verfügung stehenden Solvern, Modulen sowie Pre- und Postprocessingwerkzeugen zu erweitern.

Neue Geschäftsräume

Dynardo ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Das lieb gewonnene Büro im Lutherhof in Weimar hatte seine Kapazitätsgrenzen längst erreicht. Es bestand Bedarf zur Optimierung. Nach langer Suche hat Dynardo in der Steubenstraße 25, in zentraler Lage, ein neues Domizil gefunden. Im frisch renovierten Gebäude ist jetzt wieder viel Platz für Ideen, Kreativität und Wachstum. Neue Adresse: 99423 Weimar, Steubenstraße 25.

www.dynardo.de

ESI GROUP

Kundenportal "myESI"

Die ESI Group gab den Start seines webbasierten Kundenportals „myESI“ bekannt. Das Portal richtet sich an Nutzer mit ESI-Lizenz im Bereich Virtual Manufacturing. Es stellt Anwendern wertvolle Informationen direkt online zur Verfügung und ermöglicht die wechselseitige Kommunikation zwischen ESI und seinen Kunden. Das Kundenportal ist unter myesi.esi-group.com rund um die Uhr erreichbar und bietet Zugriff auf eine große Palette von Inhalten zum Download, wie beispielsweise Tipps & Tricks oder Schulungsinformationen. Diese Informationen bieten Mitgliedern der ESI-Community einen zusätzlichen Mehrwert, der eine noch effizientere Verwendung der ESI-Software ermöglicht. Bis dato sind über das Portal bereits ergänzende Inhalte zu ESI-Anwendungen für das Virtual Manufacturing erhältlich. So zum Beispiel die Casting Simulation Suite „ProCAST“ und „QuikCAST“, die Sheet Metal Forming Simulation Suite „PAM-Stamp 2G“ sowie die Welding & Assembly Simulation Suite. Die ESI-Supportteams arbeiten daran, das Portal auch auf andere Softwarelösungen von ESI auszuweiten und neue Funktionen für Kooperationen und die Weitergabe von Informationen hinzuzufügen. Nach dem gesicherten Login in das ESI-Portal haben Kunden unmittelbaren Zugriff auf Versionshinweise und Flexnet-Lizenz-Toolkits. Die erweiterte Suchfunktion des Por-

tals erlaubt es zudem, Inhalte nach Schlüsselwörtern, Branchen oder Produktnamen zu durchsuchen. Dies ermöglicht schnellen und einfachen Zugriff auf Ressourcen und bietet eine willkommene Alternative zum mühsamen Suchen nach Informationen über Suchmaschinen oder auf komplizierten Websites. Darüber hinaus haben die Supportteams von ESI unter „Tipps & Tricks“ einen speziellen Bereich mit kurzen technischen Artikeln geschaffen, der Lösungen unterschiedlicher Problemstellungen aufzeigt. Anwender können in diesem Bereich innerhalb kurzer Zeit Antworten finden, indem sie nach unterschiedlichen Suchkriterien (Branche, Produktname, Nutzerbewertung, meistaufgerufene Artikel, Schlüsselwörter) filtern und passende Anleitungen suchen. Zu den weiteren Vorteilen von „myESI“ zählt der einfache Zugriff auf den weltweiten Schulungs- und Veranstaltungskalender sowie die Möglichkeit zur Online-Registrierung für entsprechende Veranstaltungen. Weitere Informationen finden Sie unter <https://myesi.esi-group.com/>

Mehrjährige Kooperationsvereinbarung mit Astrium

Die ESI Group gab die Unterzeichnung der Vereinbarung über eine mehrjährige strategische Zusammenarbeit mit Astrium – Europas Spitzentechnologieunternehmen der Luft- und Raumfahrt – bekannt. Ziel der am 16. November 2012 während der Astrium Forschungs- und Technologietage in Paris unterzeichneten Vereinbarung sind die Entwicklung von Technologien zur virtuellen Prototypenentwicklung sowie die Förderung des Virtual Engineerings im Luft- und Raumfahrtsektor. Die Kooperationsvereinbarung ist im Wesentlichen auf zentrale Anforderungen der Entwicklung und Fertigung der nächsten Generation von Trägerraketen ausgerichtet. Astrium und ESI Group trafen das langfristige Abkommen mit der Absicht, gemeinsam neue und innovative Technologien, Prozesse und Entwicklungsverfahren für die Luft- und Raumfahrt und die kommende Generation von Trägerraketen zu entwickeln. Ziel der Zusammenar-

beit ist es, die Raumfahrtindustrie in die Lage zu versetzen, frühzeitig, schnell und in unterschiedlichen Stadien des Konstruktions- und Entwicklungsprozesses aussagekräftige virtuelle Prototypen von Komponenten sowie Teil- und Komplettsystemen neuer und verbesserter Trägerraketen zu erstellen.

Mit Gütesiegel „Innovative Allianz“ ausgezeichnet

Die ESI Group wurde auf der EuroBlech 2012 mit dem EFB-Gütesiegel „Innovative Allianz“ ausgezeichnet. Die EuroBlech ist eine bedeutende internationale Technologiemesse für Blechbearbeitung und fand vom 23. bis 27. Oktober in Hannover statt. Mit dem Gütesiegel werden Mitglieder der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) ausgezeichnet, die sich erfolgreich im Branchennetzwerk mit anderen Unternehmen und industriellen Institutionen in der Blechumformung engagieren, um die Forschung im Bereich der Material- und Prozessentwicklung sowie der Qualitätsprüfung voranzutreiben.

www.esi-group.com

FE-DESIGN

FE-Design Optimization, Inc. jetzt in Detroit

Im Januar 2013 zog die Niederlassung FE-Design Optimization, Inc. von Chicago nach Detroit um. Dadurch können die wichtigen Automobilkunden vor Ort besser und schneller unterstützt werden. Durch die zentrale Lage Detroits ist man zugleich in der Lage, allen unseren amerikanischen Kunden eine bestmögliche Unterstützung zu garantieren.

www.fe-design.de

FRAUNHOFER SCAI

Firmenausgründung Sidact GmbH

Das Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI und die Sidact GmbH haben Anfang Oktober einen Ko-

operationsvertrag geschlossen. Er regelt die Zusammenarbeit des Instituts mit seiner jüngsten Firmengründung. Sidact steht für Simulation Data Analysis and Compression Technologies und beschreibt die Geschäftsfelder des neuen Technologieunternehmens. Sidact übernimmt die exklusiven Vermarktungsrechte der am Fraunhofer SCAI entwickelten Softwareprogramme Femzip und Diffcrash. Femzip ist eine Software zur Kompression der Ergebnisdaten von Simulationsprogrammen. Femzip komprimiert die oft mehrere Gigabyte großen Ergebnisdateien auf einen Bruchteil ihrer ursprünglichen Größe. Mit Femzip komprimierte Dateien lassen sich schneller über Netze austauschen, sparen Platz im Archiv und können von anderen Programmen schneller eingeleitet werden. Diffcrash, die weitere von der Sidact GmbH vermarktete Software, analysiert die Stabilität von Aufprallsimulationen in der Automobilindustrie. Physikalische Verzweigungen beim Automobilentwurf und numerische Instabilitäten im Simulationspaket bedingen eine empfindliche Abhängigkeit der Simulationsergebnisse von selbst kleinsten Modelländerungen. Diffcrash findet kritische Strukturbereiche und gibt Hinweise zur Stabilisierung. Die Software trägt so zur Verbesserung der Aussagekraft von Simulationsergebnissen bei. Die Sidact GmbH hat ihren Firmensitz in Bonn und wird zunächst fünf Mitarbeiter beschäftigen.

www.scai.fraunhofer.de/

GRANTA DESIGN

Granta MI:Materials Gateway für Teamcenter

Granta Design hat auf dem PI Congress, der vom 19. bis 20. Februar in Berlin stattfand, eine neue Integrationslösung für Werkstoffdaten innerhalb der Siemens PLM Lösung Teamcenter vorgestellt. Die Anwendung erweitert Grantas Gateway Angebot für führende CAD- und CAE-Lösungen. Granta MI:Materials Gateway für Teamcenter ermöglicht es Anwendern der Teamcenter Soft-



Grafik: dpa/Agentur für Foto/Ilustration - Fotolia

Berufsbegleitend zum Master of Engineering

Applied Computational Mechanics

- Sie sind** ▶ Berechnungsingenieur, Konstrukteur oder Bachelorstudent
- Sie wollen** ▶ sich fachlich weiterqualifizieren oder mehr über die Theorie und Anwendung der computergestützten Simulation lernen
- Wir bieten** ▶ Ihnen ein zweijähriges berufsbegleitendes, akkreditiertes Studium. Sie erwerben praxisorientiertes Wissen in allen CAE-Disziplinen und profitieren von einer intensiven Lernatmosphäre in kleinen, internationalen Studiengruppen.
- Wir sind** ▶ zwei profilierte deutsche Hochschulen mit dem Fokus auf angewandte Wissenschaften im Verbund mit einem renommierten Anbieter für CAE-Weiterbildung
- Mehr Infos** ▶ Anja Vogel
Tel. +49 (0) 80 92 / 70 05 - 52
oder www.esocaet.com/studium

HOCHSCHULE
FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN FH
INGOLSTADT



esocaet

europa school of
computer aided engineering
technology

ware von Siemens PLM, direkt aus ihrer gewohnten PLM Umgebung auf die validierten Werkstoffkennwerte der Granta MI Datenbank zuzugreifen und diese anzuwenden. Der Anwender kann geeignete Materialien aus der Datenbank auswählen und diese den von Teamcenter verwalteten Bauteilen zuweisen. Durch die neue Anwendung für Teamcenter PLM stehen die bisher nur Entwicklern zugänglichen Möglichkeiten nun einer breiteren Anwendergruppe zur Verfügung. Granta MI:Materials Gateway für Teamcenter bietet den Anwendern, über die bestehenden Funktionen von Teamcenter hinaus, den Zugriff auf firmeninterne Materialdaten, die Möglichkeit diese mit Referenzkennwerten zu kombinieren und moderne Such- und Auswahlfunktionen bei der Wahl eines geeigneten Werkstoffes. Generische Datenbank-Technologien oder PLM Werkzeuge sind für diese Aufgaben nur begrenzt nutzbar, weil sie oft nicht mit den speziellen Anforderungen von Materialkennwerten umgehen können. Diese Anforderungen umfassen unter anderem die Verarbeitung von erweiterten funktionalen Daten vieler Werkstoffkennwerte, die Umwandlung von Einheitensystemen und die automatische Erkennung von Verbindungen verschiedener Materialdaten. Ein Materialdatenmanagementsystem bietet sowohl Managern als auch Mitarbeitern aus den Bereichen Entwicklung, Berechnung, Kostenrechnung, Einkauf, Umweltverträglichkeit und anderen enorme Vorteile bei der Überprüfung individueller Komponenten, Produkten oder Produktfamilien. Diese Integration ist das zweite Produkt der „Foundation“ Partnerschaft zwischen Granta Design und Siemens PLM – beide Unternehmen haben bereits bei der Anwendung Granta MI:Materials Gateway for NX zusammengearbeitet, die den Zugriff auf Materialdaten innerhalb von Siemens NX ermöglicht. Mit der neuen Anwendung können sich Teamcenter-Anwender Berichte über zugewiesene Materialien in NX erstellen lassen, und umgekehrt. MI:Materials Gateway Anwendungen ermöglichen das Durchsuchen

und den Zugriff auf unternehmensinterne Materialdatenbanken sowie der von Granta bereitgestellten Materialkennwert-Referenzdaten. Die ständig wachsenden Anwendungsmöglichkeiten der MI:Materials Gateway Produkte umfassen bereits Anwendungen für Abaqus/CAE, Ansys, Autodesk Inventor, NX, Pro/Engineer und Creo. Diese Produkte sind mit der Granta Materialdatenbank verknüpft und bieten: den jederzeitigen Zugriff auf korrekte Daten, im richtigen Format und mit vollständiger Rückverfolgbarkeit durch den Zugang zu aktuellen Materialdaten des Unternehmens innerhalb von PLM-, CAD- und CAE-Anwendungen; Unterstützung bei Material- und Fertigungsprozessentscheidungen durch zugeschnittene Anzeige- und Berichterstellungswerkzeuge innerhalb der CAD-Systeme; Zugriff auf Informationen über verbotene Substanzen und deren Verwendung im Fertigungsprozess oder im Produkt z.B. zur automatisierten Erstellung von Reach Reports.

www.grantadesign.com

HBM

nCode 9.0 verfügbar

nCode, die führende Softwaremarke von HBM zur Durchführung von Tests und Analysen zur Betriebsfestigkeit, hat heute die Veröffentlichung der Version 9.0 von nCode DesignLife bekannt gegeben. Die Verbesserungen und neuartigen Techniken für Verbundwerkstoffe, Schweißnähte, Lastrekonstruktion, Mehrkörperdynamik und Datenvisualisierung dieser neuen Version bieten bislang unerreichte Möglichkeiten zur Entwicklung von Betriebsfestigkeits- und CAE-Lebensdaueranalysen.

www.hbmncode.com

IBM

Pure HPC

Unter dem Stichwort Pure HPC fasst der IBM Premier Business Partner pro-com die Kombination aus dem

IBM PureFlex-System und der IBM Platform HPC-Software in einem neuen, speziellen Bundle für kleine und mittlere High-Performance-Computing-Installation zusammen. Das IBM PureFlex-System, welches im Jahre 2012 auf dem Markt gebracht wurde, bildet dabei die technologische Grundlage der Lösung. Diese modulare Hardwarebasis verbindet moderne Komponenten aus dem IT-Umfeld und lässt sich sehr einfach mit für High-Performance-Computing wichtigen Hochgeschwindigkeitsnetzwerken wie Infiniband oder 40-Gigabit-Ethernet erweitern. Der Formfaktor der Plattform ist, wie bei IBM üblich, für viele Jahre vorgesehen und bietet einen hohen Investitionsschutz. Weiterer Hauptbestandteil der Lösung ist das IBM Platform-HPC-Management-Paket. Gerade in kleineren Clusterumgebungen und bei vielen Kunden, welche mit Hochleistungsrechnen beginnen möchten, stellt die Komplexität der Einrichtung und des späteren Betriebs eine nicht zu unterschätzende Hemmschwelle dar. Mit dieser Lösung fällt diese Hemmschwelle durch eine intuitive, grafische Benutzeroberfläche weg. Platform HPC integriert sich in das PureFlex-System und übernimmt die Verwaltung der HPC-Knoten sowie deren optimale Konfiguration je nach Anwendungsfall. Über die Benutzeroberfläche können die Anwender das System und Ihre Programme sehr einfach verwenden und den Fortschritt der Berechnungen direkt verfolgen.

Europas schnellster Rechner in Jülich eingeweiht

Im Beisein von Vertretern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (MIWF) wurde heute im Forschungszentrum der neue Jülicher Spitzenrechner Juqueen eingeweiht. Der aktuell schnellste Supercomputer Europas kommt auf eine maximale Rechenleistung von 5,9 Petaflops, also rund 6 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde. Zugleich ist er einer der weltweit energieeffizientesten Superrechner.

Das BlueGene/Q-System vom Hersteller IBM eröffnet den Forschern, insbesondere in den Neurowissenschaften, neue Möglichkeiten für aufwändige wissenschaftliche Simulationen.

www.ibm.com

LMS

Siemens kauft LMS International (siehe auch Siemens PLM Software) Siemens erweitert sein Software-Portfolio mit der Übernahme der in Belgien ansässigen LMS International NV. Die Geschäftsaktivitäten von LMS sollen in die Division Industry Automation, Product Lifecycle Management (PLM) integriert werden.

www.lmsintl.com

MICROSOFT INNOVATION CENTER RAPPERSWIL

The Uber-Cloud Experiment

Zusammen mit einigen internationalen Unternehmen, Universitäten und Forschungsinstituten testet man zurzeit den praktischen Einsatz von Cloud Computing. The Uber-Cloud Experiment ist ein Versuch, Anbieter und Nutzer von HPC weltweit zu vernetzen. Es werden nach wie vor interessante Simulationsprojekte gesucht.

www.mic-tc.ch

MSC.SOFTWARE

Neue Adams Version

MSC Software Corporation hat die Einführung der neuen Version Adams 2013 angekündigt. Adams gehört zu den führenden Programmen für Mehrkörpersimulation. Die neue Version umfasst zusätzliche Module für dynamische Analysen im Maschinenbau sowie erweiterte Funktionen für die Automobilindustrie in den Bereichen Fahrmanöver, Blattfeder- und Antriebsstrangmodellierung. Die neue Version unterstützt Maschinenbauingenieure, Systeme und Subsysteme zu modellieren, Leistungsparameter abzuschätzen und Ergebnisse zu visualisieren. Zu den wichtigsten



,benchmark', the industry respected magazine, is the only truly independent publication geared towards the analysis and simulation community.

Published quarterly by NAFEMS, benchmark includes submissions and news from all areas of engineering simulation throughout the globe.

Respected industry-wide as the only truly independent publication focusing specifically on analysis and simulation, benchmark has been published since 1987, and has a controlled circulation of NAFEMS members and subscribers. Articles span all areas of simulation from FEA to CFD, encompassing all industries from aerospace to bio-medical engineering.

NAFEMS Members can access an archive of published articles here. Details of how to submit articles and advertise in the magazine are also available at www.nafems.org/publications/benchmark/

Subscribe now!

Verbesserungen gehören: Höhere Solver-Leistung: Der sogenannte HHT-Integrator wurde mit einer effizienteren Schrittweitensteuerung versehen. Das schlägt sich in einer Erhöhung der Geschwindigkeit bei allen Modellklassen nieder. Darüber hinaus bietet Adams 2013 Anwendern die Möglichkeit, die sogenannte „adaptive Interpolation“ zur Erhöhung der Solver-Geschwindigkeit in allen Integratoren zu implementieren. Durch das Verfahren der adaptiven Interpolation konnte die Rechengeschwindigkeit stark gesteigert werden. Beispielsweise hat sich die Geschwindigkeit für Fahrmanöver auf Schlechtwegstrecken um das Vierfache und für Fahrmanöver auf ebener Fahrbahn um das Zehnfache erhöht.

Neues Modul für die Konstruktion von Lagern: Mit dem neuen Adams 2013 wird in der Lösung Adams/Machinery ein neues Modul für die Berechnung von Lagern eingeführt. Dieses Modul ergänzt die ab Version 2012 vorhandenen Funktionen für Getriebe, Riemen und Ketten. Das neue Lager-Modul ermöglicht Anwendern die Auswahl aus einer Bibliothek von über 24.000 gebrauchsfertigen Lagern. Diese decken ein Spektrum von insgesamt 14 Lagertypen ab. Die Bibliothek enthält geometrische Kennwerte für die Lager von insgesamt acht führenden Herstellern. Die neuartige Modellierungsmethode, die hier Anwendung findet, ermöglicht eine Lebensdauerprognose auf der Basis anerkannter Industrienormen. Adams/Machinery ist vollständig in die Adams/View-Umgebung integriert. Damit können bereits Konstrukteure auf einfache Weise Simulationen auf hohem Niveau durchführen. Ingenieure haben nun die Möglichkeit, die Entwicklung gängiger Maschinenkomponenten effizienter zu gestalten als mit der standardmäßigen Adams/View-Umgebung, wobei sie zugleich von einem schnelleren Einstieg profitieren. Darüber hinaus bietet Adams 2013 zusätzliche Funktionen für Automobil- und Lastkraftwagenkonstrukteure, dazu gehören:

Anpassbarer Modellbrowser: Der Modellbrowser in Adams/View kann nun durch den Anwender angepasst

werden und ist sowohl in Adams/View als auch in Adams/Car zu finden – im Modus Template Builder wie auch auf der Standardbenutzeroberfläche. Darüber hinaus steht für den Browser UDE-Support (UDE = User Defined Element) zur Verfügung. Der anpassbare Modellbrowser, der unter anderem dynamische Suchvorgänge und speicherbare Filter unterstützt, erleichtert den Zugriff auf komplexe Fahrzeugmodelle sowie deren Modifizierung.

Neuer Preprozessor für Blattfedern in Adams/Car: Aufbauend auf den zuvor in Adams/Chassis verfügbaren, bewährten Modellierungstools für Blattfedern wird mit Adams 2013 diese neue Funktion in Adams/Car eingeführt. Darüber hinaus unterstützt das Programm ein vollständiges Einblattfedermodell. Von dieser neuen Funktion profitieren CAE-Analysten aus dem Bereich der Klein- und Schwerlastkraftwagenkonstruktion. „Der Blattfeder-Editor in Adams 2013 bietet erhebliche Verbesserungen im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit und ein besseres Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Adams-Automobil-lösungen“, so Robert Borries, Core Vehicle Dynamics CAE Engineer bei der Ford Motor Company.

Erweiterte Optionen für robuste Antriebsstrangmodellierung: Adams 2013 bietet die konsolidierte Antriebsstrangmodellierung sowohl in Adams/Car als auch in Adams/Chassis. In der neuen Version finden Ingenieure eine Reihe vordefinierter Vorlagen, unter anderem für Handschalt-, Automatik, CVT- und Doppelkupplungsgetriebe.

Adams/Tire mit Reifengürteldynamik: Das bisherige Adams/Tire konzentriert sich auf Handlingtests mit Frequenzen unter 15 Hz. Mit der Option für die Reifengürteldynamik im neuen Adams 2013 kann hingegen eine Gültigkeit in Bereichen von bis zu 70 Hz erzielt werden. Auf diese Weise kann Adams/Tire mit hoher Zuverlässigkeit bei zugleich geringem Rechenaufwand in der Fahrzeuganalyse eingesetzt werden.

Weitere Informationen über die neue Version Adams 2013 finden Sie in diesem Video: <http://www.mscsoftware.com/product/adams?video>.

www.mscsoftware.com/product/adams?video.

Wie laut darf der Auspuff sein?

Die MSC Software Corporation gab bekannt, dass die Tenneco GmbH das MSC-Tochterunternehmen Free Field Technologies (FFT) als Lieferant für Simulationssoftware im Bereich Akustik- und Vibroakustik ausgewählt hat. Tenneco ist ein Hersteller von Fahrwerks- und Abgassystemen für die Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie. Mit der Software Actran von FFT möchte Tenneco die Rohrströmungsgeräusche von Auspuffanlagen analysieren und berechnen. Automobilhersteller müssen immer sauberere, sparsamere und leisere Motoren entwickeln. Um diese anspruchsvollen Ziele zu erreichen, müssen die Lieferanten von Abgassystemen ein besonderes Augenmerk auf die akustische Leistung der von ihnen bereitgestellten Komponenten legen. Daher suchen die Abgassystemlieferanten neue Konzepte, die strengen Vorschriften für Geräuschemissionen zu erfüllen ohne die Leistung des Motors zu mindern. Dies ist extrem wichtig, da die Konstruktion einer Abgasanlage die Motorleistung durch abgestrahlten Schall beeinflussen kann. Bei der Entwicklung und akustischen Bewertung einer Auspuffanlage müssen zudem Vorbeifahrgeräusche und Innenraumakustik beachtet werden. Um die akustischen Probleme bei der Entwicklung von Abgassystemen zu erkennen und zu lösen, hat sich das Unternehmen Tenneco für die Software Actran entschieden. Actran berechnet akustische und vibroakustische Phänomene und analysiert Akustik- und Vibrationsverhalten einschließlich der Abstrahlung, Absorption, Reflexion, Beugung, Streuung und Übertragung von Schall. Für den Bereich Vibroakustik bietet Actran eine umfangreiche Bibliothek von Elementen, Materialien, Randbedingungen und Solver-Lösungen. Die Rechenergebnisse von Actran sind sehr genau und haben Tenneco geholfen, sich auf Simulationen zu verlassen und physische Prototypen einzusparen.

www.mscsoftware.com



www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

**Aktion verlängert:
Stellen Sie noch bis 15. April
kostenlos Stellenanzeigen online.**

NAFEMS

NAFEMS World Congress und Internationale SPDM Conference

Von 9.-12. Juni 2013 findet in Salzburg, Österreich, der NAFEMS World Congress und integriert die internationale SPDM Conference (Simulation Process and Data Management) statt. Unter dem Motto „A World of Engineering Simulation“ ist dies der wohl größte und bedeutendste internationale und unabhängige Kongress im Bereich Simulation und Berechnung. Das umfangreiche Konferenzprogramm mit über 250 Fachvorträgen setzt sich zusammen aus Anwendervorträgen aus der Industrie, unter anderem von ABB, Adam Opel, Airbus, Audi, BMW, Bombardier, Daimler, DLR, EADS, Faurecia, Ford, Goodyear, Hyundai, Jaguar Land Rover, Magna Steyr, Parker Hannifin, PSA Peugeot Citroen, Rolls-Royce, Samsung, Schneider Electric, Schindler Elevator, Siemens, Tata Steel Automotive, Toshiba, Volkswagen, Volvo, ... sowie aus Beiträgen von For-

schungsinstituten, Hochschulen und von Hard- und Softwareherstellern. Keynote-Vorträge werden von R. Sundermeier (Volkswagen, D), H. Hasselblad (Volvo Cars, S), S. Sirman (Tata Steel Automotive, UK), K. Ohtomi (Toshiba, J), G. Steven (University of Sydney, AUS), F. Popielas (Dana Corp., USA) und J. Buffe (Thales Alenia Space, F) gehalten. Das Vortragsprogramm steht sofort unter www.nafems.org/congress zur Verfügung. Der Kongress bietet durch Diskussionsrunden, „special interest“ Sessions, einer umfangreichen Fachausstellung und nicht zuletzt durch ein umfassendes Vortragsprogramm eine ideale Plattform für den Wissensaustausch und um sich über neueste Entwicklungen und Trends neutral, unabhängig, übergreifend und international zu informieren. Zusätzlich werden parallel zum Kongress CFD- und FEM-Einstiegsschulungen sowie Short Courses zu verschiedenen Fachthemen angeboten. Weiterhin ist der offizielle Launch des „Professional Simulation Engineers, PSE“

während des Kongresses geplant. Alle Teilnehmer sind automatisch für beide Konferenzen registriert und haben uneingeschränkten Zugang zu allen Programmteilen. Der Kongress ist offen für Mitglieder und Nichtmitglieder. Nähere Informationen finden Sie unter www.nafems.org/congress.

www.nafems.org

NVIDIA

Visual Computing Appliance

Nvidia stellte die industrieweit erste Visual Computing Appliance vor, mit der Unternehmen schnelle GPU-Leistung auf jedem Windows-, Linux- oder Mac-System in ihrem Netzwerk realisieren können. Die Nvidia GRID Visual Computing Appliance (VCA) ist ein leistungsfähiges, GPU-basiertes System, das komplexe Anwendungen von zum Beispiel Adobe Systems Incorporated, Autodesk oder Dassault Systèmes ausführt und die Grafikausgabe über das Netzwerk an

den Client sendet und dort darstellt. Diese Remote-GPU-Beschleunigung bietet Nutzern das gleiche umfangreiche grafische Erlebnis, wie sie es von einem teuren, lokalen PC gewohnt sind. Nvidia GRID VCA bietet kleinen und mittelständischen Unternehmen mit begrenzten IT-Infrastrukturen enorme Flexibilität. Deren Mitarbeiter können durch einen einfachen Klick auf ein Symbol eine virtuelle Maschine erstellen, die als Arbeitsumgebung bezeichnet wird. Diese Arbeitsumgebungen – effektive, dedizierte Hochleistungssysteme auf GPU-Basis – können hinzugefügt, gelöscht oder neu zugeordnet werden, abhängig davon, wie sie gebraucht werden.

Führende IT-Unternehmen setzen auf Nvidia Grid

Nvidia hat bekannt gegeben, dass Unternehmen erstmalig GPU-beschleunigte, virtuelle Desktops und professionelle Grafik-Applikationen über die Cloud auf jedem Gerät anbieten können. Durch den Einsatz der Nvidia-Grid-Technologie sind sie in der Lage, Vorteile der Virtualisierung wie Sicherheit, Handhabbarkeit und Flexibilität komplett zu nutzen und Anwendern gleichzeitig eine vollwertige PC-Erfahrung zu ermöglichen. Dell, HP und IBM stellen Nvidia-Grid basierte Server bereit. Citrix, Microsoft und VMware liefern Grid-kompatible Software aus. „IT-Abteilungen stehen vor einer wachsenden Herausforderung: Mitarbeiter bringen vermehrt ihre eigenen Geräte mit an den Arbeitsplatz und erwarten Mobilität und ein tolles Nutzererlebnis“, sagt Jen-Hsun Huang, Mitbegründer und CEO von Nvidia. „Durch die Virtualisierungstechnologie erhalten Nutzer zwar sicher und einheitlich Zugang zu Unternehmensressourcen – allerdings am Rande des Leistungs- und Funktionsumfangs. Grid beseitigt diesen Kompromiss.“

www.nvidia.com

PDTEC

PDTEC AG erweitert Vorstand um CAE-Insider Albrecht Pfaff

Die PDTEC AG ist mit ihrem Simulationsdaten-Managementsystem SimData Manager sehr erfolgreich und plant für die Zukunft, diesen Geschäftsbereich weiter auszubauen. Um das Marktpotential auch verstärkt international zu erschließen, wird Albrecht Pfaff, der zuletzt bei MSC die Business Unit SDM aufgebaut hat, den Vorstand bei PDTEC erweitern. Pfaff, der auf 30 Jahre Erfahrung in CAD, CAE und PLM zurückblicken kann und dabei über 22 Jahre bei MSC verschiedene Managementpositionen inne hatte, sieht in der Geschäftsentwicklung bei PDTEC eine große Chance, das Simulationsdatenmanagement weiter zu verbreiten. „SDM bietet enormes Potential für viele Berechnungsabteilungen, ihre Prozesse zu standardisieren und dabei wesentlich effizienter zu arbeiten. Immer noch ist viel zu viel Aufwand und Zeit notwendig, um Berechnungsdaten mit Releaseständen abzugleichen. Dabei darf SDM nicht als eine Art Luxusgut nur großen Unternehmen vorbehalten bleiben, sondern muss sein enormes Nutzenpotential auch im Mittelstand und bei Engineering-Dienstleistern etablieren“, so Pfaff. Mit SimData Manager kann auch für kleinere Berechnungsabteilungen schnell und effektiv eine gewinnbringende SDM-Lösung geliefert werden, da das System einfach im Unternehmen zu implementieren und leicht auf kundenspezifische Bedürfnisse anzupassen ist. „Bei einem führenden Sportwagenhersteller haben wir eine große Installationsbasis von SimData Manager und dort bereits zahlreiche Simulationsdisziplinen (Crash, NVH, CFD, MKS, Akustik, Insassenschutz, Fußgängerschutz) erfolgreich angebunden“, erläutert Dr. Günter Staub, einer der Gründer von PDTEC. „Der Nutzen von SDM ist aber nicht nur auf die Automobilindustrie beschränkt, auch viele andere Branchen in der Fertigungsindustrie können ähnliche Einsparungen durch die damit verbundene Standardisierung und Automatisierung

in der virtuellen Produktentwicklung erreichen“. „Der durchgängige PLM Prozess darf nicht an der Tür der Berechnungsabteilung enden“, so Pfaff, „dafür ist die Funktions- und Eigenschaftsabsicherung via Simulation ein viel zu wichtiger Erfolgsfaktor in der virtuellen Produktentstehung“. Das Simulationsdaten-Managementsystem SimData Manager verfügt über optimierte Anbindungskonzepte an PLM, die ebenfalls aus unserem eigenen Hause stammen“. Damit ist PDTEC das einzige Systemhaus, das sowohl über eine eigene SDM Lösung wie auch über eigene Komponenten zur PLM-Anbindung verfügt. „Mit den Bausteinen von PDMconnect“, so Dr. Anna Wasmer, „profitieren wir von den bereits in der Praxis bewährten Komponenten, um PLM und SDM miteinander zu verbinden und relevante Informationen in beide Richtungen auszutauschen“. Albrecht Pfaff wird ab 1. März 2013 das Vorstandsressort Vertrieb und Marketing leiten.

www.pdtec.de

PTC

Embraer beschleunigt mit PTC

Der brasilianische Flugzeughersteller Embraer setzt ab sofort auf Produktlebenszyklusmanagementlösungen (PLM) von PTC. Damit möchte das Unternehmen, das zu den größten Flugzeugherstellern weltweit zählt, neue Modelle schneller und effizienter entwickeln und auf den Markt bringen. Mit dem Wechsel zu PTC bereitet sich Embraer auf eine höhere Nachfrage in den kommenden Jahren vor.

PTC ändert seinen Namen

PTC ändert seinen offiziellen Namen. Die Namensänderung soll die größere Bandbreite des aktuellen Technologie-Portfolios sowie die breitere Marktorientierung und Ausrichtung der Unternehmensstrategie widerspiegeln. Obwohl das Unternehmen seit geraumer Zeit unter dem Namen PTC operiert, wurde bislang der offizielle Firmenname Parametric Technology Corporation beibehalten. Damit sollte an die

früheste Innovation auf dem Markt, die Einführung der ersten parametrischen, merkmalsbasierten, voll assoziativen Solid-Modeling-Software, erinnert werden. Mit Rücksicht auf das erweiterte Unternehmensziel, Hersteller beim umfassenden Wandel der Betriebsabläufe in der Entwicklung und im Service zu unterstützen, ändert das Unternehmen ab sofort seinen Namen in PTC Inc.

www.ptc.com

SCIENCE + COMPUTING

Vermarktung von myJAM

Die Software „myJAM“, eine Monitoring-Lösung für Compute-Cluster, stammt aus dem Zentrum für Informations- und Medientechnologie (ZIM) der Heinrich Heine-Universität Düsseldorf und wird dort in Kooperation mit den HPC-Experten der science + computing ag (s+c) kontinuierlich weiterentwickelt. Mit diesem HPC-Monitoring-Tool bekommen Nutzer nahezu in Echtzeit die wichtigsten Daten ihres HPC-Clusters laufend angezeigt – bequem über ein Webinterface, auf Wunsch von überall auf der Welt. myJAM berichtet beispielsweise automatisiert, wie viele Jobs aktuell auf den einzelnen HPC-Knoten laufen, welche Anwender welche Ressourcen nutzen und welche Applikationen gerade im Einsatz sind. Das heißt, die Lösung arbeitet sowohl anwender- als auch projektbezogen. Dafür setzt die Software auf dem Batch-System des Clusters auf. „Anfang der 2006er Jahre konnten wir für unseren ersten Bull HPC-Cluster keine Accounting-Lösung finden, die den besonderen Anforderungen einer Hochschule genügt hätte. Es gab schlichtweg keine zufriedenstellende Lösung im Markt, also haben wir auf Basis unserer Erfahrungen dieses Tool selber entwickelt und an die Open Source-Community zurückgegeben. Auch in dem Wissen darum, dass es den Bedarf bei anderen Hochschulen gibt“, beschreibt Dr. Stephan Raub vom HPC-Team des ZIM den ursprünglichen Anlass für die Entwicklungsarbeit.

www.science-computing.de

SPACECLAIM

SpaceClaim Engineer und ANSA verbinden sich

(siehe auch BetaCAE) SpaceClaim und Beta CAE Systems kündigten eine direkte Verbindung von SpaceClaim Engineer und Ansa an. Ansa ist ein modernes, multidisziplinäres CAE Pre-Processing-Werkzeug, das die gesamte erforderliche Funktionalität für den Modell-Komplettaufbau in einer einzigen integrierten Umgebung bietet. Ansa ist robust, leicht zu erlernen, anpassbar und bietet eine breite Palette an Funktionen und Werkzeugen, die den Analyse- und Simulationsprozess rationalisieren. Die Interaktion mit SpaceClaim Engineer sorgt dafür, dass Ansa-Kunden das modernste Geometrie-Vorbereitungs- und Reparatur-Tool, das heute auf dem Markt verfügbar ist, effektiv nutzen können. „Wir sind begeistert über die Integration von Ansa mit SpaceClaim Engineer“, sagte Sam Saltiel, Chief Communications Officer bei Beta CAE Systems, „da sie unseren Kunden alle Vorteile des besten Geometrie-Vorbereitungs-Tools auf dem Markt bietet, was unsere Lösungen für die Simulationsmodellierung weiter voranbringt. Die Entwicklungsarbeit für diese Integration war eine Herausforderung, aber unsere Zusammenarbeit mit SpaceClaim während dieses Prozesses war hervorragend“, sagte er abschließend. „Die Kombination der 3D-Direktmodellierung von SpaceClaim Engineer mit Ansas Pre-Processing-Lösung für multidisziplinäre CAE-Analyse stellt den Ansa-Anwendern das Best-in-Class-Tool für die CAE-Geometrie-Erstellung und CAD-Modell-Vorbereitung zur Verfügung“, sagte Rich Moore, Vice President of Business Development, SpaceClaim. „Diese Integration stellt sicher, dass wir unseren Engineering-Anwendern in der Simulation, Konstruktion und Analyse weiterhin die Möglichkeit bieten, SpaceClaims schnelle und flexible 3D-Direktmodellierung in Verbindung mit der Best-in-Class Pre-Processing-Software zu nutzen“, fügte er hinzu.

www.spaceclaim.com

ONE
ASSOCIATION
1 0 0 0 M E M B E R
O R G A N I S A T I O N S

ONE
VISION
3 0 0 T E C H N I C A L
G R O U P P A R T I C I P A N T S

ONE
COMMUNITY
O V E R 3 0 0 0
E V E N T A T T E N D E E S

ONE
NAFEMS
THE INTERNATIONAL
ASSOCIATION FOR
THE ENGINEERING
ANALYSIS COMMUNITY



www.nafems.org

SAGS EINFACH

Kommunikation für Techniker

In nahezu jedem Industrieunternehmen gibt es Techniker und nicht-Techniker. Die sprachliche Kluft ist oft groß. Und doch ist es für den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens wichtig, dass Bereichsübergreifend erfolgreich miteinander kommuniziert wird. Durch eine Mangelhafte Kommunikation entstehen tagtäglich enorme Kosten. Sei es, weil Fehler zu spät kommuniziert werden oder weil Inhalte missverständlich weitergegeben wurden. Entwicklungsingenieure sind hervorragend ausgebildete Fachleute, die in ihrer Kerndisziplin einen enormen Anteil an der Wertschöpfung eines Unternehmens beisteuern. Damit ihre Kompetenz aber in Folge zu 100% genutzt werden kann, müssen Ergebnisse, Änderungen oder Anpassungen zeitnah und verständlich vermittelt werden. Dazu muss neben der Bereitschaft zu kommunizieren auch die Fähigkeit vorhanden sein, komplexe technische Inhalte so zu vermitteln, dass sie auch vom Vorgesetzten, vom Controller oder vom Einkäufer verstanden werden. Doch welcher Ingenieur hat das gelernt? An welcher Hochschule werden diese Soft-skills gelehrt? Diese Kompetenzen zu vermitteln und damit den Entwicklungsingenieuren Werkzeuge an die Hand zu geben, um ihre Leistungen besser im Unternehmen zu positionieren, hat sich „sags einfach e.U.“ auf die Fahne geschrieben. Mit dem Trainer Georg Schöpf, der aus dem technischen Umfeld kommt und damit die Sprache der Techniker spricht, zudem ein breites Spektrum an Praxiserfahrung besitzt, erhalten Schulungsteilnehmer sofort umsetzbare Anleitungen und Hilfestellungen für den Einsatz im Tagesgeschäft.

www.sags-einfach.at

SIEMENS PLM SOFTWARE

Siemens kauft LMS International

Siemens erweitert sein Software-Portfolio mit der Übernahme der in Belgien ansässigen LMS International NV. Die Geschäftsaktivitäten von LMS sollen in die Division Industry Automation, Product Lifecycle Management (PLM) integriert werden.

MSC Software Corporation setzt auf D-Cubed-Softwaremodule

Die MSC Software Corporation hat D-Cubed-Softwarekomponenten von Siemens für eine grundlegend neue MSC Software-Lösung lizenziert. MSC Software berechnet und steuert auf der Grundlage von D-Cubed 2D DCM (Dimensional Constraint Manager) und D-Cubed 3D DCM der Business Unit Siemens PLM Software geometrische Zwangsbedingungen, die in vielen Anwendungen für Computer Aided Design (CAD), Manufacturing (CAM) und CAE eine wichtige Rolle spielen. Dass einer der bekanntesten Software-Anbieter der produzierenden Industrie weltweit sich für Siemens entschieden hat, ist für Siemens als global agierendem Anbieter offener Software-Lösungen ein wichtiger Meilenstein beim Ausbau seiner Marktposition. Weitere Informationen über die Softwarekomponenten von Siemens PLM Software unter www.siemens.com/plm/open.

JT internationaler ISO-Standard

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) hat das Dateiformat JT von Siemens als internationalen Standard bestätigt. JT ist ein leichtgewichtiges Dateiformat, mit dem sich digitale 3D-Produktdaten über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg in Echtzeit ansehen und teilen lassen. Mit JT können die Daten nahtlos und ohne Verzögerung zwischen den zahlreichen Anwendungen für Computer Aided Design (CAD) und Product Lifecycle Management (PLM) ausgetauscht werden, die den Standard unterstützen. Durch den Wegfall von Übersetzungen zwischen verschiedenen Datenformaten wird eine bessere Zusammenarbeit erreicht. JT ist der erste ISO-Standard für

schlanke 3D-Visualisierung. Damit können Industrieunternehmen ohne Beschränkungen durch proprietäre Formate anderer Anbieter arbeiten und den Einsatz von 3D-Visualisierung und Zusammenarbeit in ihrem Umfeld einfach ausweiten. Siemens PLM Software hat beim Standardisierungsprozess für JT durch die ISO eng mit ProSTEP iViP zusammengearbeitet. Das internationale Konsortium setzt sich für die Förderung offener Standards ein. ProSTEP iViP war auch an der Veröffentlichung des JT File Format Referenz-Dokuments als Publicly Available Specification (ISO PAS 14306) im Oktober 2009 beteiligt. Das war der erste Schritt in Richtung eines internationalen Standards. ISO IS14306 enthält eine detaillierte und umfassende Beschreibung des Dateiformates JT. Damit können Unternehmen und Softwareanbieter das Format besser in ihre PLM-Prozesse und Anwendungen integrieren. Die Standardisierung durch einen weltweiten Abstimmungsprozess von JT wurde von dem Gremium TC 184 / SC4 geleitet, das bei der ISO für Industriedaten zuständig ist.

Fibersim beschleunigt Produktentwicklung

Die neueste Version der Software Fibersim von Siemens richtet sich vor allem an Branchen, in deren Produkte Faserverbundwerkstoffe zum Einsatz kommen. Der Zeitaufwand für Entwicklung und Berechnung verringert sich damit um bis zu 80 Prozent, bei einigen Prozessen in der fertigungsorientierten Konstruktion um bis zu 50 Prozent. Fibersim 13 gehört zum Portfolio der Business Unit Siemens PLM Software. Die Softwarelösung Fibersim für die Entwicklung von Faserverbundwerkstoffen ist bei zahlreichen namhaften Herstellern aus der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, dem Schiffbau und der Windkraftbranche im Einsatz. Die Version Fibersim 13 bietet zusätzliche Funktionen für den bidirektionalen Austausch von Computer-Aided-Design (CAD)- und Computer-Aided-Engineering (CAE)-Daten. Dadurch fällt die langwierige, fehleranfällige Neuein-

gabe von Informationen weg. Mit Hilfe der neuen Funktionen werden Berechnungsergebnisse direkt in die Entwicklungsumgebung integriert und ermöglichen so automatische Updates der Entwicklungsdaten auf Basis der erstellten Berechnungen. Darüber hinaus sind neue Design-for-Manufacturing-Prozesse (DFM) angelegt. Sie unterstützen die Optimierung von Bauteilen, die gemäß der Fertigungsspezifikationen entwickelt und anschließend an die Vorgaben aus der technischen Planung angepasst werden. Fibersim 13 ist nun noch enger mit Teamcenter von Siemens verzahnt. Dadurch werden die automatische Erzeugung von Fertigungsdaten, z. B. von Flat Patterns und Daten für automatisierte Zuschneidemaschinen, Laserprojektionssysteme, Faser- und Band-Legemaschinen, und der unternehmensweite Austausch mit nachgelagerten Stellen noch effektiver. Die Fertigung erhält so vollständige und widerspruchsfreie Datensätze und kann leichter Produkte herstellen, die den aktuellen Entwicklungsvorgaben entsprechen. Fibersim 13 baut die Hürden in der Kommunikation zwischen Berechnungsingenieuren und Konstrukteuren ab. So sind fundierte Entscheidungen möglich, die zu besseren Produkten führen. Die Ingenieure sind durch den einfachen Datenaustausch zwischen Entwicklung und Konstruktion in der Lage, das optimale Verhältnis von Gewicht, Belastbarkeit, Steifigkeit, Materialaufwand, Bauteilzusammensetzung und Wartung zu ermitteln. Fibersim 13 ist ab sofort verfügbar. Weitere Informationen über die neueste Version sind unter www.siemens.com/plm/fibersim13 verfügbar.

Neue Femap-Version macht Ingenieure produktiver

Die neue Version der Software Femap von Siemens ermöglicht Ingenieuren eine produktivere Si-

mulation und Berechnung bei der Produktentwicklung. Dazu tragen signifikante Verbesserungen bei der Verarbeitung von Daten und der Grafikleistung bei. So beschleunigt Femap 11 den Zugriff auf Daten um den Faktor 25. Zugleich verringert die neue Version den Bedarf an Arbeitsspeicher um bis zu 80 Prozent. Dies gelingt durch eine kleinere und dadurch leichter zu bearbeitende Modelldatei. Zusätzlich ist die dynamische Rotation größer und komplexer Modelle mindestens fünfmal schneller als in der vorherigen Version. Mit diesen und anderen Erweiterungen können Ingenieure die Finite-Elemente-Analyse beschleunigen - bei gleichbleibender Produktqualität und -leistung. Femap ist die weltweit führende und speziell für Windows entwickelte Lösung mit Pre- und Post-Prozessor für eine leistungsfähige Finite-Elemente-Analyse. Die Software gehört zum Portfolio der Business Unit Siemens PLM Software. Durch die neue Möglichkeit, Geometrien direkt von einem Finite-Elemente-Netz abzuleiten, selbst wenn die dafür zugrunde liegende Geometrie nicht verfügbar ist, wird der Entwicklungsprozess noch produktiver. Dies vereinfacht Änderungen und ermöglicht es jetzt, veraltete Finite-Elemente-Modelle in wenigen Minuten zu aktualisieren. Zuvor war dafür ein Aufwand von mehreren Stunden nötig. Femap 11 ist ab sofort verfügbar. Weitere Informationen zu den neuesten Verbesserungen sind unter www.siemens.com/plm/femap zu finden.

www.siemens.com/plm

TRANSTEC

IBM zeichnet transtec aus

Maritta Hartl, transtec Vice President Germany, konnte auf dem diesjährigen IBM Channel-Kick-off in Mannheim am 7. Februar 2013

gleich 2x ein zufriedenes Gesicht machen. transtec wurde als „Bester Wachstumspartner - Kooperation im Bereich High Performance Computing“ mit IBM BestSeller Awards 2012 und mit dem 2013er „Technical Excellence Award“ ausgezeichnet.

Hohe Verfügbarkeit und Performance

Bei einem Automobilzulieferer in Merbelsrod hat transtec das Rechenzentrum auf zwei Brandabschnitte erweitert, um die Verfügbarkeit zu erhöhen und den Betrieb 24h sicherzustellen. Die zahlreichen Server und Anwendungen sind virtualisiert auf einem VMWARE HA Cluster auf Basis von IBM System x Servern gehostet. Die hohe Performanceanforderung beim Schreiben und Lesen der Daten wird durch den IBM Storage Volume Controller sichergestellt. Dieser steuert als Stretched Cluster die Fibre Channel Storageinfrastruktur, deren Daten auf DS3524 Storage Systemen liegen.

CERN: Auf der Suche nach dem Higgs-Teilchen

Auch 2013 ist transtec ein ausgewählter Technologie-Partner der „Europäische Organisation für Kernforschung CERN“ in Genf und liefert HTC-Lösungen für die Grundlagenforschung. Über 25 Petabyte Experimentaldaten fallen jährlich bei CERN an. Mehr als 900 transtec Spezialsysteme für High Throughput File Computing und CPU-intensive Datenanalysen unterstützen CERN bei der Speicherung und Auswertung dieser enormen Datenflut und der Bereitstellung im internationalen LHC Computing Grid.

www.transtec.de

Bitte senden Sie uns Ihre Pressemitteilungen an magazin@nafems.de.

Die hier veröffentlichten Texte wurden nicht redaktionell redigiert und wurden weitgehend unverändert von den jeweiligen Firmen übernommen.

NAFEMS e-Learning Kurs: Nonlinear FE Analysis	08.04. (4 Wo)	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Hannover Messe	08.-12.04.	Hannover, D	www.hannovermesse.de	Messe Hannover
CAE Grand Challenge	10.-11.04.	Hanau, D	www.carhs.de	carhs.training
NAFEMS e-Learning Kurs: Structural Optimization in FE Analysis	16.04. (4 Wo)	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
ProSTEP iViP Symposium	16.-17.04.	Hannover D	www.prostep.org	ProStep iViP
EFB-Kolloquium Blechbearbeitung	16.-17.04.	Fellbach, D	www.efb.de	EFB
RecurDyn TechnologieTage	16.-17.04.	Hohenkammer, D	www.functionbay.de	Recurdyn
Saxsim (Saxon Simulation Meeting)	23.04.	Chemnitz, D	www.tu-chemnitz.de	TU Chemnitz
Kooperationskurs: Kommunikation für Ingenieure	24.04.	Ulm, D	www.sags-einfach.at	Sag's einfach
OpenFOAM Conference	24.-26.04.	Frankfurt, D	www.openfoam.com	ESI
VPE Swiss Symposium	24.04.	Rapperswil, CH	www.swiss-vpe.ch	IG VPE Swiss
Ansys Conference & 8. Cadfem Austria Users' Meeting	25.-26.04	Wien, A	www.cadfem.at	Cadfem Austria
NAFEMS e-Learning Kurs: Basic FE Analysis	02.05. (4 Wo)	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Permas 2013 Technology Day	07.05.	Stuttgart, D	www.intes.de	Intes
NAFEMS e-Learning Kurs: Practical Modelling of Joints and Connections	09.05. (4 Wo)	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Safety Week	13.-16.05.	Aschaffenburg, D	www.safetyweek.de	carhs.training
Human Modelling and Simulation in Automotive Engineering	13.-14.05.	Aschaffenburg, D	www.safetyweek.de	carhs.training
Symposium on Computational Biomechanics	13.-14.05.	Ulm, D	www.uni-ulm.de/misc/cbu.html	Univ. Ulm
Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug	14.-15.05.	Graz, A	www.gsvf.at	ViF/TU Graz
MSC User Meeting	14.-15.05.	Berlin, D	www.msc.software.com	MSC.Software

8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik (DGfB)

15.-17.05. Neu-Ulm, D www.biomechanik-kongress.de DGfB

Femfat User Meeting

15.-17.05. Steyr, A www.femfat.com ECS

Simulia Community Conference

22.-24.05. Wien, A www.3ds.com/company/events/scc.../overview/ 3DS

NAFEMS World Congress & International SPDM Conference

9.-12.06. Salzburg, A www.nafems.org/congress



NAFEMS Trainingskurs: Practical Introduction to FEA

10.-12.06. Salzburg, A www.nafems.org NAFEMS

NAFEMS Trainingskurs: Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

10.-12.06. Salzburg, A www.nafems.org NAFEMS

AVL User Conference

18.-20.06. Graz, Österreich www.avl-ast-uc2013.com AVL

Ansys Conference & Cadfem Users`Meeting

19.-21.06. Mannheim, D www.usersmeeting.com Ansys/Cadfem

LS-Dyna Forum

24.-25.09. Filderstadt, D www.dynamore.de DYNAmore

Open Source CFD International Conference 2013

24.-25.10. Hamburg, D opensourceCFD.com/conference2013 Icon

Simpack Academy

30.-31.10. Pullach, D www.simpack.com/simpack_academy Simpack

BlechExpo

05.-08.11. Stuttgart, D www.blechexpo-messe.de Messe Stuttgart

Daimler EDM CAE Forum

10.-11.07. Stuttgart, D www.daimler.com/edm-cae-forum Daimler

Euromold

03.-06.12. Frankfurt, D www.euromold.com Demat

Weitere NAFEMS Veranstaltungen finden Sie unter www.nafems.org/events

Prozessspezifischer Benchmark eines kinematischen und FE basierten Drapieralgorithmus und deren Integration in die CAx-Prozesskette für FVK

Daniel F. Liebau, Julien M.J.F. van Campen, Thomas Sommer-Dittrich (Daimler AG)
Peter Middendorf (Institut für Flugzeugbau (IFB), Universität Stuttgart)

Geringe Produktionskosten und reproduzierbare Qualität sind Voraussetzungen für eine Großserienfertigung komplexer Bauteile aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) in der Automobilindustrie. Dabei sind diverse numerische Modelle zur Untersuchung des Verformungsverhaltens beim Preforming bereits kommerziell erhältlich, welche sich in die kinematischen und die Finite Elemente (FE) basierten Drapieralgorithmen klassifizieren lassen. Im Vergleich zu klassischen Benchmarks wird in diesem Paper ein Softwarevergleich anhand einer mehrstufigen geometrischen Komplexitätssteigerung für das automatisierte Umformen von Kohlefasergeweben vorgestellt. Dabei wird die optimale Ausnutzung beider Drapiercodes für den Produktauslegungsprozess angestrebt, um schnelle und zuverlässige Drapierergebnisse zu erhalten. Hierbei wird eine prozessspezifische Ertüchtigung des kinematischen Drapieralgorithmus für automatisierte Umformvorgänge erreicht, woraus eine erweiterte Materialdatenbank für das kinematische Drapiertool in Abhängigkeit der jeweiligen Prozessparameter resultiert. Der Benchmark mündet in Empfehlungen zur Integration beider Drapiermethoden in die digitale Prozesskette.

1 Literaturrecherche zu bisherigen Benchmarks

Hörsting [1] stellte Anfang der 1990er Jahre fest, dass die Drapierbarkeit von Geweben hinreichend genau auf Basis eines geometrischen Modells simuliert wird, welche der Konstrukteur in der CAD-Umgebung simulieren kann. Jedoch wurde auch erkannt, dass eine verlässliche Drapierbarkeitssimulation für andersartige Halbzeugstrukturen, bspw. multiaxial verwirktes Gelege, aufgrund der komplexen Verformungsmechanismen nur mit Hilfe der Finite Elemente (FE) Methode möglich ist.

Endruweit [2] stellte einen Vergleich zwischen kinematischer (Patran Laminate Modeler) und FE-Drapiersimulation (PAM-FORM) anhand einer Halbkugel an und verglich die Prognosen der Faserorientierungen von Hybridgewebe (Körperbindung) miteinander. Die Ergebnisse lieferten aufgrund doppelter Symmetrie der Halbkugel eine qualitative Übereinstimmung der einzelnen Simulationsergebnisse untereinander sowie mit dem Experiment, wobei quantitative Unterschiede auf die unterschiedlichen Algorithmen zurückzuführen sind.

Lamers [3] verglich einen kinematischen Drapieralgorithmus mit einem FE-Modell aus triangularen Membranelementen (in FE-Code DiekA) zu Umformungsversuchen mit Gummikissen (rubber press forming) für einen faserverstärkten Thermoplast an einer doppelten Halbkugel mit zwei sich schneidenden Halbkugeln unterschiedlicher Radiengröße. Hierbei wies besonders der Übergang von der einen zu der anderen Halbkugel eine Scherwinkeldifferenz nach der Umformung von 15° zwischen kinematischen Algorithmus (bis max. 40°) und FE-Tool (bis max. 25°) auf, wobei das FE-Tool die realistischeren Werte ausgab. Später verglich Lamers [4] zweilagige Preforms, wobei das kinematische Tool aufgrund der fehlenden Berücksichtigung der interlaminaren Scherung die real auftretende Scherdeformation, besonders auf der zweiten Halbkugel, überschätzt.

Willems [5] verglich ebenfalls einen kinematischen Drapieralgorithmus (PAM-QUICKFORM) und ein nichtlineares Materialmodell (implementiert über eine VUMAT Subroutine in ABAQUS/Explicit) mit Ergebnissen eines experimentellen Thermoformpressvorgangs an einem Halbzylinder bei drei verschiedenen Orientierungen der Kettfäden (0°, 30° und 45° von der Längsachse) für Glas-PP miteinander. Während für die 0° Orientierung mit beiden Algorithmen eine gute Übereinstimmung zum Experiment vorliegt, sind insbesondere für die 30° und 45° Orientierungen die Scherwinkelprognosen des kinematischen Tools entlang des gesamten Halbzylinders zu hoch, da der reale Formprozess mittels Niederhalterring nicht durch das Startpunktszenario des kinematischen

Algorithmus abgedeckt wird. Der FE-Code weist lediglich am äußeren Materialrand leichte Abweichungen gegenüber dem Experiment aus.

Darauf aufbauend betrachtete Vanclooster [6] denselben Prozess erneut mit den gleichen Drapierprogrammen, wobei die Startpunkte variiert und die Scherung entlang verschiedener Pfade untersucht wurden. Die Ergebnisse sind ergänzend zu [5], wobei für die 30° und 45° Orientierungen Falten durch das kinematische Tool ausgegeben wurden, welche im Experiment nicht auftraten. Zudem hing bei einfach gekrümmten Bauteilen das prognostizierte Scherverhalten im Halbkugelbereich fälschlicherweise von der Länge des Zylinders bzw. der Anfangslänge bei gesetzten Startpunkten im jeweiligen Symmetriemittelpunkt ab. Die starken Abweichungen zur Realität treten aufgrund der falschen Drapierfront auf. Die Ergebnisse des FE-Tools hingegen sind in guter Übereinstimmung zum Experiment.

Cherouat et al. [7] haben in ihren Untersuchungen ein kinematisches Drapiermodell (mit modifiziertem Mosaik-Algorithmus) mit einem FE-basierten Drapiermodell (mittels VUMAT Subroutine in ABAQUS/ Explicit) anhand eines Tiefziehprozesses einer konischen Geometrie mit großer Verformungstiefe und folglich großer Scherverformung für die Gewebeerorientierungen 0°/90° und +/-45° verglichen. Hierbei zeigte das FE-Modell eine realistischere Annäherung der Scherwinkel an das Experiment.

Zusammenfassend wurde mehrfach berichtet, dass die Prognose der kinematischen Drapiercodes aufgrund des begrenzten Mappingalgorithmus oftmals nur für manuelle Ablegeprozesse an einfach gekrümmten Geometrien zuverlässig funktioniert. Dabei stoßen klassische Drapieralgorithmen bei Umformungen mit multiplen Kontaktpunkten zwischen Material und Werkzeug durch die Vorgabe eines Startpunktes und einer Ausstreichmethode/-richtung oftmals an ihre Grenzen. Diese gilt es auszuloten, um das Verbesserungspotenzial des kinematischen Codes aufzuzeigen. Der FE-basierte Drapieralgorithmus weist bei steigender Geometrie- und Prozesskomplexität realistischere Scherwinkelprognosen aus, da das Materialverhalten und die Prozessinformationen berücksichtigt werden. Indes bedarf es bei der FE-Drapiersimulation einer deutlich längeren Rechenzeit bspw. für die Berechnung großer Verformungen eines mehrlagigen Umformprozesses. Hierbei liegt ein erheblicher zeitlicher Vorteil in der kinematischen Drapierlösung, welche eine schnelle Analyse der Scherwinkel ermöglicht.

2 Eigener Vergleich kinematischer und FE-basierter Drapiertools

Im vorliegenden Fall handelt es sich im Vergleich zu bestehenden Benchmarks um einen Simulationsabgleich. Dies bedeutet, dass zwischen dem kinematischen und FE-Drapiertool nicht ein Vergleich hinsichtlich der Aussagegenauigkeit (Absolutwertvergleich) ausgehend von einem realen Prozess durchgeführt wird, sondern es wird über die potenzielle Aussagefähigkeit (Absolutwertabgleich) für komplexe Umformprozesse geurteilt. In Abb. 1 ist der Unterschied der eigenen Vorgehensweise im Vergleich zu den klassischen Benchmarks, wie sie im ersten Abschnitt zusammengefasst wurden, erläutert. Dabei wird in der Regel bei Benchmarks Bezug auf die quantitativen Abweichungen der Drapiererergebnisse wie der prognostizierten Faserorientierung, dem Scherwinkel oder der Lagenkontur genommen. Diese Aussagegenauigkeit hängt neben der Genauigkeit des mathematischen Modells, also des eingesetzten Drapiertools, auch entscheidend von der jeweiligen Güte der Materialcharakterisierung ab. Somit treten in den Ergebnissen der Benchmarks oftmals gravierende Unterschiede zwischen der Verifikation der Simulationsergebnisse und dem Abgleich mit der Realität auf. Darüber hinaus ist bekannt, dass FE-basierte Modelle aufgrund der genaueren Abbildung des Materialverhaltens und der Fertigungsparameter zuverlässigere Drapiererergebnisse liefern.

Daher wird im Gegensatz zu bestehenden Benchmarks zuerst ein optimales Ergebnis mit dem FE-basierten Tool durch Variation der Werkzeugparameter und Prozesskinematik für einen abbildbaren Prozess erzielt (vgl. Abb. 1, rechts). Dieses optimale Ergebnis wird vor dem Hintergrund automatisierter Umformprozesse mit folgenden Prämissen am Beispiel von Kohlefaserergewebe durchgeführt:

- Vollkommene Faltenfreiheit im nutzbaren Bereich
- Maximierung der Faserlagenfläche und Vermeidung von Durchschnitten
- Reduzierung von Anzahl und Größe der Einschnitte in die Gewebelagen
- Maximale Faserwinkelgenauigkeit nach der Umformung

Nach der Bestimmung der Parameter für ein optimales Ergebnis in PAM-FORM werden in einem zweiten Schritt die maximal auftretenden und mit der Realität validierten Scherwinkel als Referenz für FiberSIM herangezogen. Hierbei wird die Simulation in einem zweistufigen Prozess an das FE-Drapiererergebnis angepasst. Zuerst werden

die Ergebnisse von FiberSIM durch Variation der zur Verfügung stehenden Prozessparameter (Ausstreichstartpunkt, -methode, -richtung, Boundaries) qualitativ an die PAM-FORM Ergebnisse angepasst, wobei die Verteilung der Scherdeformation für das Matching entscheidend ist. In einem zweiten Schritt wird der Scherwinkel iterativ bis zu einem quantitativen Grenzwert variiert, bei dem der kritische Bereich (in FiberSIM durch rot eingefärbte Scherwinkel) über- bzw. unterschritten wird und somit einen Schwellwert für das optimale Ergebnis in FiberSIM markiert. Dieser Wert wird zusammen mit den ermittelten Prozessparametern in der Datenbank vermerkt.

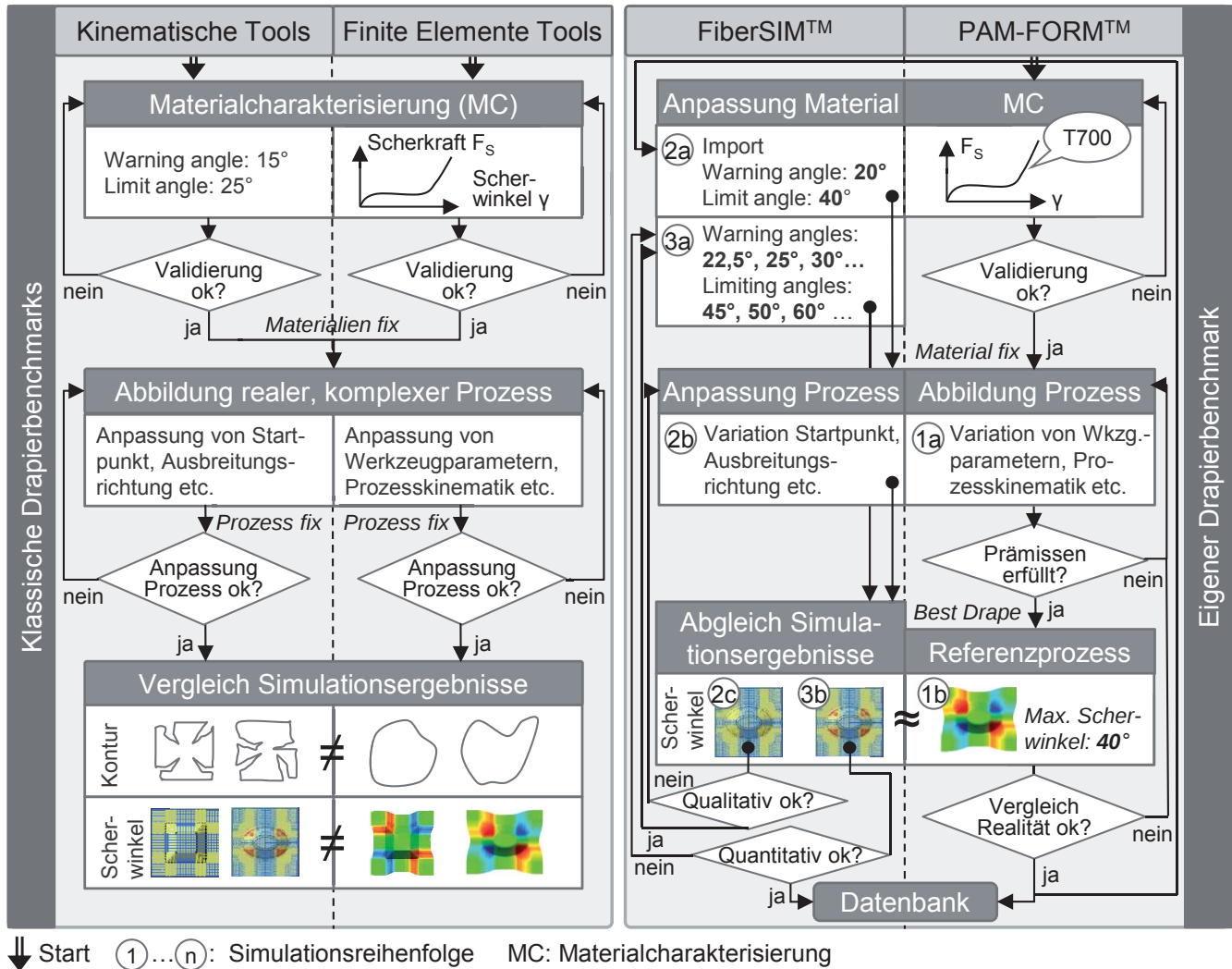


Abb. 1: Herangehensweise des eigenen Benchmarks

Für den Simulationsabgleich wird eine dreistufige, geometrische Komplexitätssteigerung vorgenommen (vgl. Abb. 2) von der einzelnen 3D-Grundgeometrie über mehrfach gekrümmte 3D-Geometrien bis hin zu einem 3D-Realbauteil.

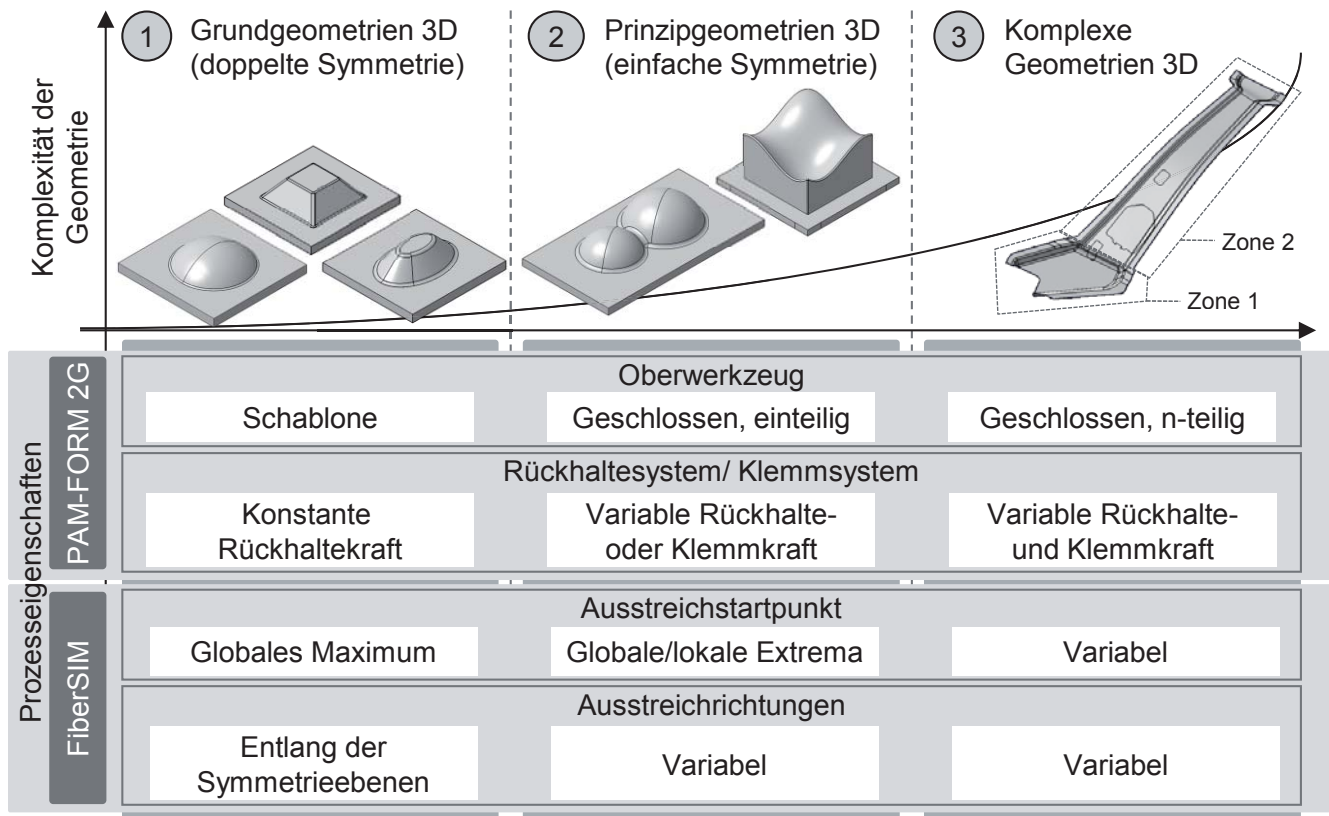


Abb. 2: Geometrische Komplexitätssteigerung und Prozessfestlegung beider Drapieralgorithmen

Beide Drapieralgorithmen sind stark von der Prozesseingabe abhängig. Während die kinematischen Algorithmen die Definition eines Startpunktes bzw. einer Drapiermethode und -richtung voraussetzen und für das Handlegeverfahren geeignet sind, ist bspw. bei FE-Tools die Ausstreichrichtung bedingt darstellbar, da i.d.R. ein Presspreform- oder Diaphragmaprozess beschrieben wird, bei dem mindestens ein- bzw. zweiteilige Werkzeuge oder Membrane eine flächige Umformung des Textils bewirken. Aus diesem Grund wird versucht, mit den aus FiberSIM begrenzten Prozessparametern eine Verbesserung des eigenen Ergebnisses zur möglichen Abbildung eines automatisierten Preformpressverfahrens zu schaffen. Im Folgenden wird die Herangehensweise anhand der Prinzipgeometrien erläutert.

2.1 Bestimmung eines optimalen Ergebnisses mit dem FE-Drapiersimulationstool (Schritt 1)

In diesem Abschnitt werden optimale Ergebnisse mittels der FE-Drapiersimulation (vgl. Abb. 1) exemplarisch für die Prinzipgeometrien Doppelkugel und Doppelsinus ermittelt. In Abb. 3 sind verschiedene Ansätze unter Variation der Werkzeugparameter und der Prozesskinematik dargestellt. Dabei sind für die Faserorientierung $0^\circ/90^\circ$ zur x-Achse die entsprechenden Ergebnisse in der Form des Scherwinkels ausgewiesen. Es ließ sich in PAM-FORM zeigen, dass mittels einer Klemm- oder Vorspannstrategie eine ganze Körpergewebelage faltenfrei über eine mehrfach gekrümmte Oberfläche geformt werden kann, ohne Entlastungsschnitte vorzunehmen.

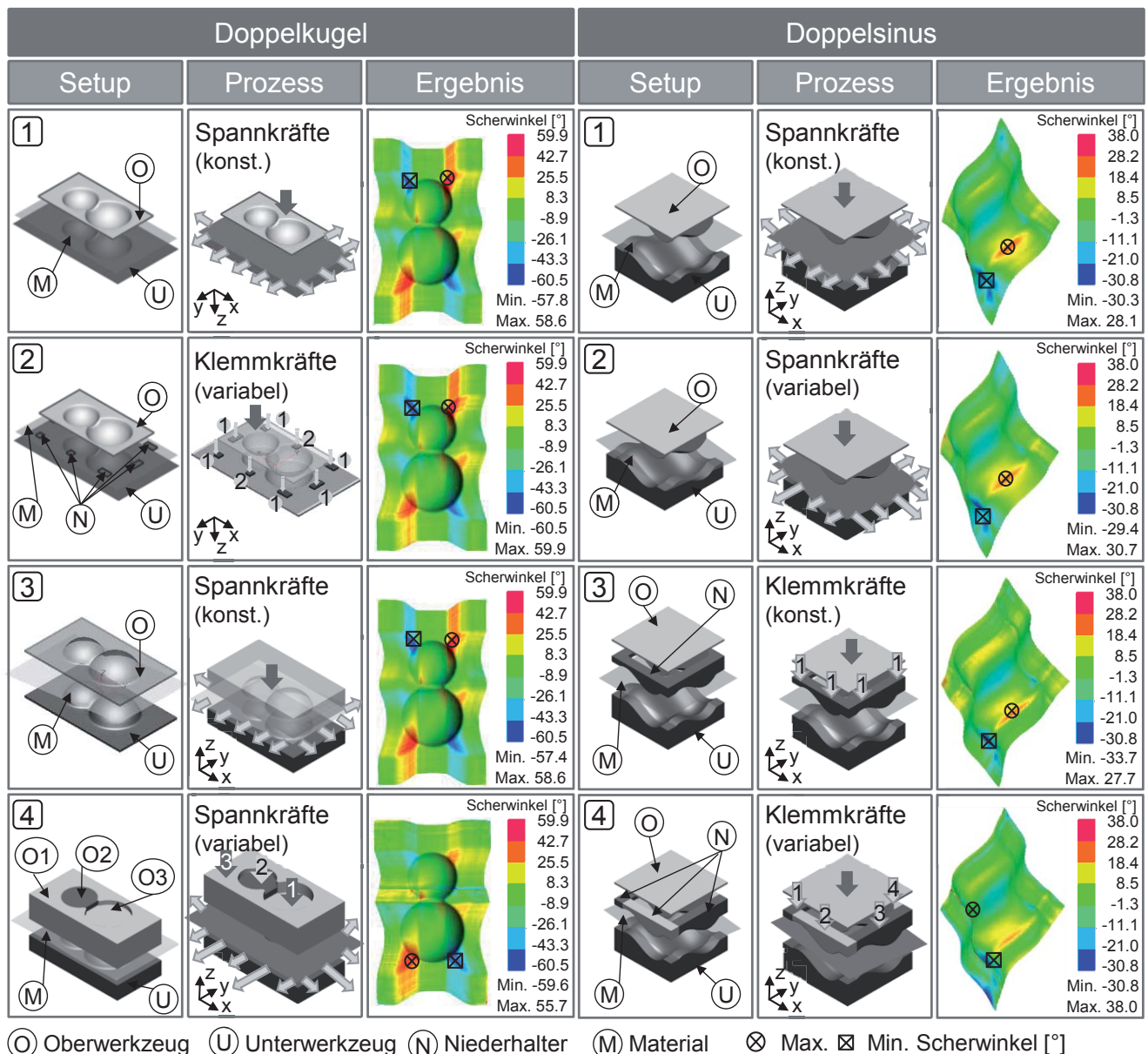


Abb. 3: Einfluss Haltersystem auf die Scherdeformation bei einer Gewebeerorientierung 0°/90° und optimale Drapierergebnisse PAM-FORM (Schritt 1)

Für die Ertüchtigung von FiberSIM wird die Variante 2 der Doppelkugel und die Variante 2 des Doppelsinus als „Benchmark Ergebnis“ herangezogen. Als Kriterien für ein optimales Ergebnis werden hierbei eine möglichst niedrige absolute Scherung, aber auch eine möglichst geringe prozentuale Verteilung hoher Scherwinkel im nutzbaren Bereich sowie eine Homogenität der Scherverteilung, d.h. weiche Übergänge im Scherbild, festgelegt. Mehrfach gekrümmte Geometrien, deren Konturen aus mehreren Extrema bestehen, führen automatisch zu Bridging des Gewebematerials, wenn dieses nicht durch ein geeignetes Oberwerkzeug und eine Drapierstrategie in die Kavität geformt wird. Für Doppelkugel und -sinus können durch variable Spann- und Klemmkräfte die Materialeinzüge definiert gesteuert werden. Die Varianten 4 zeigten, dass eine Segmentierung von Oberwerkzeug oder Niederhaltern zusätzliche Prozesskomplexität birgt, aber für diesen Anwendungsfall unnötig ist. Zu erkennen ist jedoch die mögliche Beeinflussung des Scherbilds.

2.2 Abgleich der Ergebnisse mit dem kinematischen Drapiertool (Schritt 2-3)

Der Abgleich beider Tools anhand der Grundgeometrien ist aufgrund der Symmetrieeigenschaften einfach. Hierbei wird der Startpunkt in FiberSIM in den höchsten Punkt gelegt und es wird radial ausgestrichen. Die Differenz zwischen maximalen Scherwinkeln in PAM-FORM und dem kritischen Scherwinkel in FiberSIM liegt bei 4°-5°. Eine größere Varianz zeigt sich bereits beim Abgleich der optimalen Ergebnisse für mehrfach

gekrümmte Geometrien (vgl. Abb. 4). Der in FiberSIM importierte kritische Scherwinkel variiert je nach Orientierung zwischen 48°-60° für die Doppelkugel und 25°-30° für den Doppelsinus, wobei alle Daten dem nutzbaren Bereich entstammen.

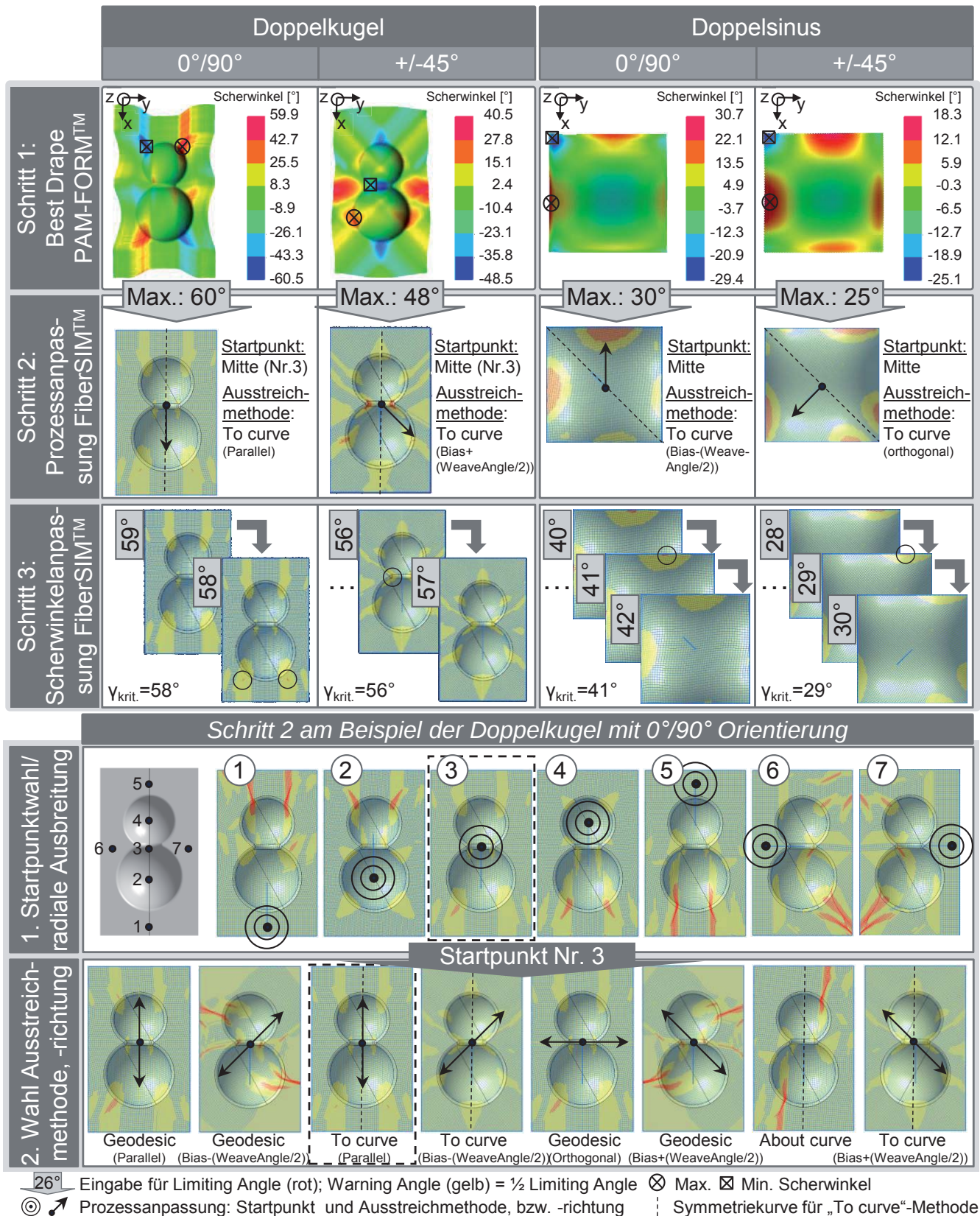


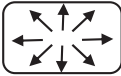
Abb. 4: Abgleich mit FiberSIM für die Prinzipgeometrien mit für die 0°/90° und +/-45° Orientierung zur Haupttrichtung (Schritt 2-3)

Am Beispiel der Doppelkugel wird die Wahl des Startpunktes und der damit korrespondierenden Ausstreichmethode erläutert. Im zweiten Schritt der Prozessvariierung wird aufgrund der einfachen Symmetrie mit der Methode „to curve“ das qualitativ beste Scherwinkelmuster erzielt. Erst im dritten Schritt bei der Variierung des Scherwinkels wird der kritische Begrenzungswert von FiberSIM in einem iterativen Prozess ermittelt. Die Ergebnisse zeigen zum Teil eine Abweichung bis zu 10° zwischen dem kinematischen und FE-basierten Tool. Dabei ist die Scherwinkeldifferenz aus FiberSIM und PAM-FORM auf unter 5° beschränkt, wenn eine Faserichtung des Gewebes entlang der Symmetrieachse drapiert wird. Andernfalls differieren die Ergebnisse um mehr als 10° .

3 Aufbau einer Materialdatenbank für kinematische Drapiertools

Aus der Literatur und den eigenen Untersuchungen ist bekannt, dass die kinematischen Tools für komplexe Geometrien und mehrlagige Umformungen bedingt zuverlässige Aussagen liefern und stark von der Prozessparameterwahl abhängen. Dabei haben die geometrischen Drapierinstrumente Vorteile bspw. bei der Berechnung. Bereits Ende der 1990er Jahre resümiert C.L. Tucker [8] als Abschluss seiner Untersuchungen, dass geometrische und mechanische Drapieralgorithmen nicht im Wettbewerb zueinander stehen, sondern komplementär einsetzbar sind. FiberSIM und andere geometrische Drapieralgorithmen sind Anwendertools, welche vom Konstrukteur mehrjährige Erfahrung bei der Gestaltung von faserverstärkten Kunststoffen und Prozess Know-How verlangen. Diese Erfahrung liegt für eine zuverlässige Drapierung in der Einstellung eines kritischen Scherwinkelintervalls sowie der Wahl von Ausstreichstartpunkten, -methoden, -richtungen und Boundaries (Zonen). Darüber hinaus muss eine gesicherte Abschätzung über die Richtigkeit der Scherergergebnisse vorhanden sein. Abhilfe dürften in naher Zukunft generische Algorithmen (GA) schaffen, welche basierend auf minimaler Scherung den Startpunkt und die Ausstreichart dem Anwender ausgeben [9]. Ein kurzfristiger Lösungsansatz zur Verbesserung der prozessspezifischen Vorhersagegenauigkeit der Scherwinkel ist die Ertüchtigung von FiberSIM durch Ergebnisse aus der FE-Drapiersimulation, wozu der Aufbau einer material- und prozessspezifischen Datenbank für den Konstrukteur erforderlich ist.

Solche Datenkarten sind material- und prozessabhängig zu erstellen (vgl. Abb. 5). In der Abbildung ist exemplarisch eine Datenkarte mit kritischen Scherwinkeln für ein Leinwandgewebe und ein automatisiertes Stempelumformverfahren dargestellt. Dabei dürfen nur krit. Scherwinkel aus PAM-FORM bzw. der Realität in die Datenbank eingetragen werden, welche auf der Geometrie bzw. im nutzbaren Bereich liegen. Diese Datenkarten dienen dem Konstrukteur als Unterstützung bei der Wahl von Material- und Prozessparametern für den jeweiligen Anwendungsfall und sensibilisiert ihn für mögliche Über- und Unterschätzungen des kinematischen Algorithmus zum FE-Code bzw. zur Realität.

T620		Prepreg	Materialeingabe				Einstellung			Sonstiges				
T700 Leinwand		Stempel- umformen		Materialeingabe Max. Scherwinkel			Einstellung Prozessparameter			Sonstiges (Abhängigkeiten)				
				FE	Kin.	Diff.				Kin.		FE		
Verstärkungslage (Patch)	Grundgeometrien	Halb- kugel	0°/90°	29°	24°	-5°	Maxi- mum	Stan- dard	1	Start- punkt- wahl		Werkzeug- segment- ierung		
		Pyra- mide	0°/90°	32°	28°	-4°	Maxi- mum	Stan- dard	1			Drapierte Zone (Lagen- größe)		
		Konus	0°/90°	33°	31°	-2°	Maxi- mum	Stan- dard	1					
	Mehrfach gekrümmt	Doppel- halb- kugel	0°/90° +/-45°	60° 48°	58° 56°	-2° 8°	Mitte (Sym.- linie)	To curve	1	Aus- streich- methode			Werkzeug- sequenz (lokale Ge- nauigkeit)	
		Doppel- sinus	0°/90° +/-45°	30° 25°	41° 29°	11° 4°	Mitte (Sym.- linie)	To curve	1	Boundary Condition				
			Bauteil- ebene	Komplex 3D	B-Säule	0°/90° +/-45°	55-60° 58-63°	45-50° 50-55°	~ (-10°) ~ (-10°)	Mitte (erste Zone)	Geo- desic	2		

 Lagenorientierung  Startpunkt  Ausstreichmethode  Boundary (Drapierzonen)

Abb. 5: Ansatz einer erweiterten Datenkarte für FiberSIM am Beispiel des Stempelumformens

Weiterhin gilt die Datenkarte für eine Ganzkörperlage unterschiedlicher Bauteilgrößen. So kann z.B. bei der Drapierung eines Patches auf gewonnene Erkenntnisse an Grund- und Prinzipgeometrien zurückgegriffen werden. Bei der Drapierung komplexer Bauteiloberflächen ist die Aufteilung des Bauteils in Zonen unerlässlich, da ein repräsentativer Obergrenzwert für lokal auftretende Extrema einer Ganzkörperlage nicht aussagekräftig genug ist. Vielmehr ist ein Scherwinkelintervall von ca. 5° zu betrachten, um etwaige Toleranzen einzubeziehen. Schließlich sind die notwendigen Prozessparameter im Hinblick auf geeignete Ausstreichstartpunkte, -methoden, -richtungen und Boundaries für den jeweiligen Anwendungsfall zu vermerken. Während bei der Umformung von Patches i.d.R. das Prinzip des höchsten Punktes zutrifft, sollte auf Bauteilebene die Ausstreichmethode prozessspezifisch gewählt werden, bspw. ist dies für die B-Säule die Ausstreichmethode „geodesic“ in Faserrichtung.

4 Design einer CAx-Prozesskette für FVK

Ein konventioneller Produktentwicklungsprozess, bspw. einer Metallstruktur, verläuft vorwiegend sequentiell. Dieser beinhaltet die Absicherung durch die digitalen Disziplinen Konstruktion (CAD), Berechnung (CAE), Prozesssimulation (CAM) und Produktionsplanung (PP), bevor der Fertigungsprozess realisiert wird. Im Falle der Produktentwicklung eines Bauteils aus Faserverbundwerkstoff wird ein gesteigerter Absicherungsaufwand in der Konstruktions- und Auslegungsphase, in der Fertigung, der Betriebsphase und dem End of Life erforderlich [10]. Dabei wird besonders innerhalb der Entwicklungsphase ein interdisziplinäres Denken notwendig. So müssen der Konstrukteur und der Berechner bspw. bereits wissen, welche Fertigungsschwankungen im Faserwinkel bei der Materialablage oder welche Schwankungen des Faservolumengehalts bei der Harzinjektion auftreten können. Da die mechanischen Eigenschaften stark von der Qualität des Gefüges und somit auch vom gewählten Fertigungsprozess abhängen, ist eine sehr enge Abstimmung zwischen den Disziplinen der Konstruktion, der Berechnung und der CAM/Fertigung von Anfang an unerlässlich. Daraus resultiert ein Wandel der Prozesskette von einer sequentiellen Ordnung zu einer vernetzten Struktur. In Abb. 6 ist eine Übersicht zu einer möglichen Aufteilung der Kompetenzfelder für die drei Disziplinen dargestellt.

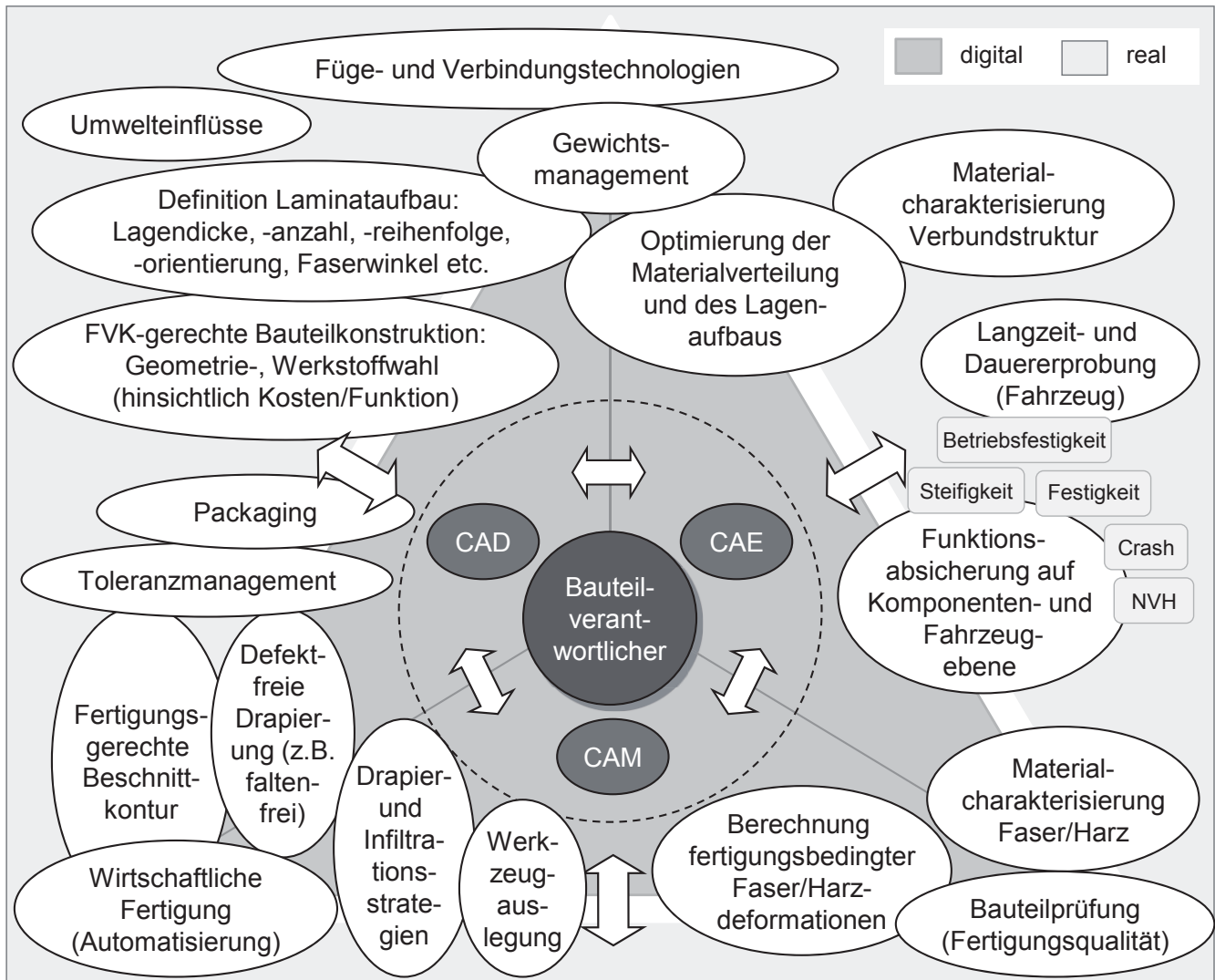


Abb. 6: Mögliches Kompetenzspektrum der digitalen Disziplinen CAD, CAE, CAM und den realen Disziplinen (Fertigung/QS/Erprobung) für FVK in der Entwicklungsphase

In der oben dargestellten Abb. 6 ist ein mögliches Schnittstellenkonzept in Form einer Pyramidenstruktur veranschaulicht. Hierbei stehen die digitalen Disziplinen CAD, CAE und CAM jeweils im engen Austausch miteinander, welche ggf. durch einen Bauteilverantwortlichen (BV) koordiniert werden. Dabei teilen alle drei digitalen Disziplinen ihr Kompetenzspektrum über entsprechende Schnittstellen mit der Realität zur Absicherung, Validierung und Optimierung ihrer Ergebnisse. In der folgenden Abb. 7 ist eine optimierte, zeitliche Abfolge einer Produktentstehungsphase mit allen beteiligten Disziplinen dargestellt.

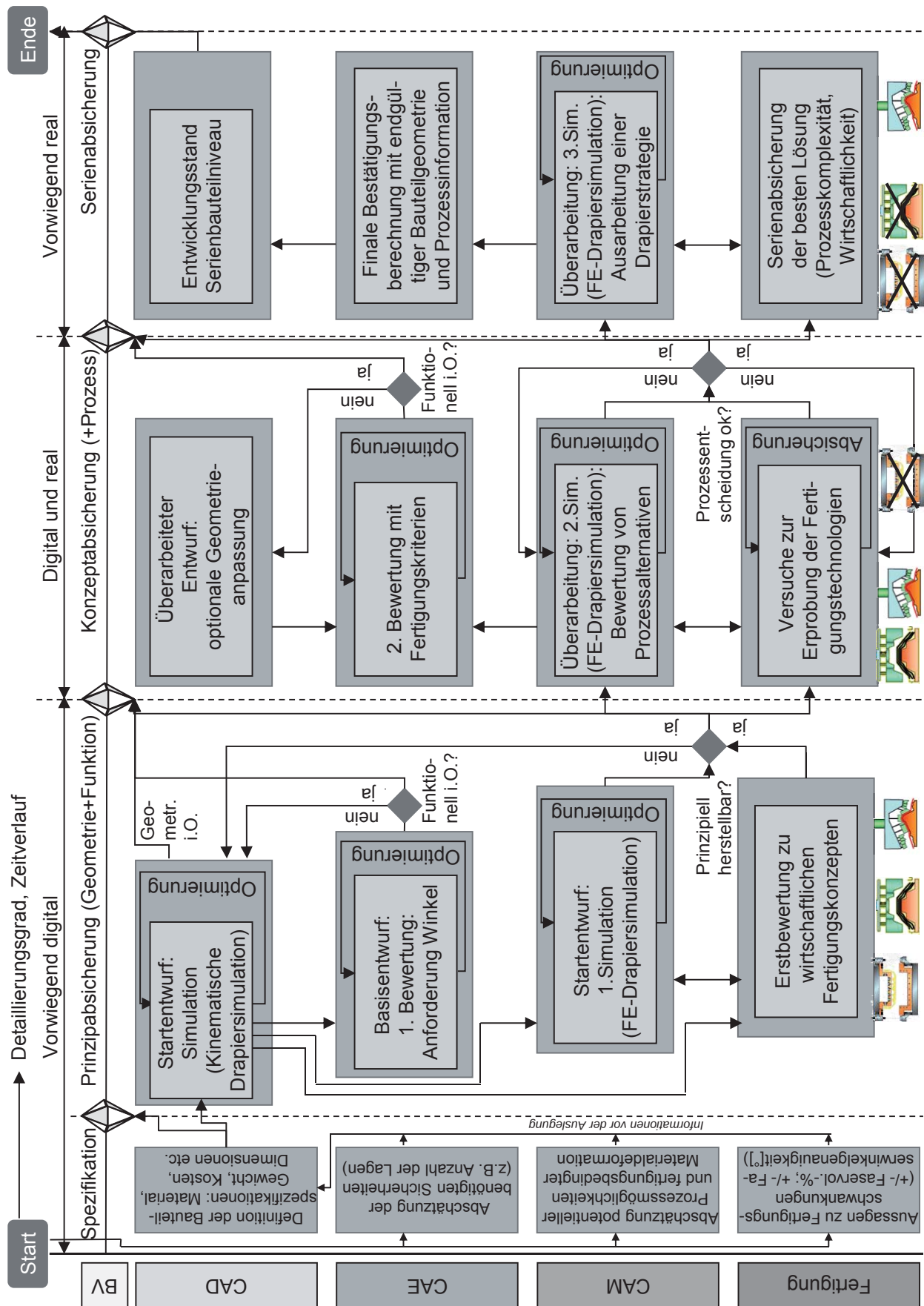


Abb. 7: Mögliche Integration von kinematischem und FE-Drapiertool in eine CAX-Prozesskette in Abhängigkeit vom Zeitverlauf

Dabei kann die Entwicklungsphase in eine anfängliche Spezifikationsphase sowie die Prinzip-, Konzept- und Serienabsicherungsphase eingeteilt werden. Der Bauteilverantwortliche (BV) kommuniziert die Spezifikationen an die jeweiligen Disziplinen und erhält im Gegenzug Aussagen zu einer Machbarkeit und den potenziellen Risiken.

In einer Prinzipabsicherungsphase müssen für das Bauteil aufgrund der geforderten Eckdaten, z.B. Packaging, Lastkollektiv/Beanspruchungsart, Stückzahl und Kosten die Vorentscheidungen hinsichtlich der FVK-gerechten Form, der Funktion und der Fertigungsverfahren getroffen werden. Da die Aussagefähigkeit einer Drapiersimulation von der vollständigen Erfassung der Materialcharakterisierung abhängt, ist in einer frühen Phase eine schnelle Überprüfung der Verformbarkeit in Abhängigkeit der Umformgeometrie wünschenswert. Abhilfe schafft hier ein ertüchtigtes kinematisches Drapiertool mit material- und prozessspezifischer Datenbank. Die Prozesssimulation und -planung (CAM/PP) sind dabei zusammen mit der Fertigung projektbegleitend in die Prinzipphase eingebunden und erarbeiten grösserientaugliche und kostengünstige Fertigungskonzepte. Der Meilenstein zur Bestätigung der Prinziptauglichkeit ist geprägt von einer FVK-tauglichen und lastfallgerechten Bauteilauslegung.

In der Konzeptabsicherungsphase ist ein digitaler und realer Absicherungsanteil vorliegend. Dabei arbeiten die Berechner der Prozesssimulation (CAM) und die Fertigungsingenieure verschiedene Fertigungskonzepte aus und ermitteln das geeignetste Verfahren. Die Berechnungen der CAM können besonders bei der Werkzeugauslegung (Werkzeugsegmentierung, Werkzeugrichtungen, Werkzeugreihenfolgen etc.) durch Simulation von Drapierszenarien unterstützen. Dieser parallele Workflow dient auch zur Absicherung bzw. Validierung von Konstruktion und Berechnung. Bei der Konstruktion und Entwicklung von FVK-Bauteilen ist die Verzahnung von digitalen und realen Absicherungen entscheidend für die Ausnutzung des Leichtbaupotenzials, da eine konservative Auslegung mit zusätzlichen Sicherheiten schnell zur Überdimensionierung führt. Dabei ist für die Berechner/CAE besonders die fasergenaue Materialablage unter durchgehender Einhaltung der Faltenfreiheit entscheidend, während die Konstrukteure bspw. zur Dimensionierung der Bauteildicken und -flächen auf die Beschnittkonturen angewiesen sind. Eine Konzepttauglichkeit ist mit der überarbeiteten Funktionsabsicherung der CAE erbracht.

Im letzten Entwicklungsstadium dominiert die Erprobungs- und Optimierungsphase des beschlossenen Fertigungsverfahrens. Hierbei erarbeiten CAM und die Fertigung bspw. eine Drapier- und Infiltrationsstrategie zur Einhaltung der Fertigungsprämissen unter Berücksichtigung geringer Prozesskomplexität und möglichst hoher Wirtschaftlichkeit.

5 Zusammenfassung

Bereits publizierte Benchmarks [1-6] weisen auf eine verbesserte Aussagefähigkeit von FE basierter im Vergleich zu kinematischer Drapiersimulation hin, welche mit steigender Komplexität der Geometrie zugunsten der FE-Simulation zunimmt. Aufgrund der einfachen bzw. doppelten Symmetrieeigenschaften von Grund- und Prinzipgeometrien wie Halbkugeln, Pyramidenstümpfen oder Ovalstümpfen stimmen Drapierergebnisse von kinematischen und FE basierten Drapieralgorithmen sehr gut miteinander überein. Darüber hinaus sind Aussagen kinematischer Modelle brauchbar für Leinwandgewebe und andere ausgeglichene Gewebetypen mit starker Verschlaufung. An komplexen 3D Bauteilen bzw. größerer Materialvielfalt weichen die unabhängigen Aussagen beider Tools stark voneinander ab, wobei das FE-Tool verlässlichere Aussagen bei deutlich höheren Rechenzeiten generiert.

Es existieren Drapierstrategien für kinematische Drapiermodelle zur Anwendung auf Bauteilebene [11] und kinematische Drapieransätze zur Abbildung von Prozesseinflüssen [12-14], jedoch fehlen bisher Anwendungsempfehlungen für das automatisierte Drapieren. Der vorgestellte Methodikansatz zielt auf eine verbesserte Aussage von FiberSIM für das automatisierte Drapieren ab, indem dem Konstrukteur eine fallspezifische Datenbank für maximale, kritische Scherwinkel und Einstellparameter in Abhängigkeit von Material, Geometrie und Prozess zur Verfügung gestellt wird. Diese Ertüchtigung ist notwendig, da Material- und Prozesseigenschaften in klassischen, kinematischen Drapiermodellen entsprechend herkömmlicher Bedienungsregeln zu ungenauen Ergebnissen führen können. Die Motivation zur Ertüchtigung und somit erweiterten Nutzbarkeit von FiberSIM liegt in den Vorteilen schneller Ergebniserzielung und der begünstigenden Integration in die Konstruktions-Workbench begründet. Weiterhin wurde eine Eingliederung des kinematischen und FE basierten Drapiertools vorgestellt. Dabei wird im engen Austausch eine erste Prinzipabsicherung durch CAD und CAE vorangetrieben. Eine anschließende Konzeptabsicherung dient der Festlegung eines grösserientauglichen Fertigungsverfahrens, welches durch CAM und die Fertigung erarbeitet wird. Die prozessspezifischen Änderungen werden durch die CAE fortlaufend überprüft und in den finalen Konstruktionsstand eingepflegt.

6 Literatur

- [1] Hörsting, K.: Rationalisierung der Fertigung langfaserverstärkter Verbundwerkstoffe durch den Einsatz multiaxialer Gelege, Dissertation, RWTH Aachen, Shaker Verlag, Aachen, 1994.
- [2] Endruweit, A.: Investigation of the influence of local inhomogeneities in the textile permeability on the resin flow in liquid composites moulding processes, Dissertation, ETH Zürich, 2003.
- [3] Lamers, E.A.D.; Wijskamp, S.; Akkerman, R.: Modelling of fabric draping: Finite elements versus geometrical method. In: 4th ESAFORM Conference on Material Forming, Liège, 2001.
- [4] Lamers, E.A.D.: Shape distortions in fabric reinforced composite products due to processing induced fibre reorientation, Dissertation, Universiteit Twente, 2004.
- [5] Willems, A: Forming simulations of textile reinforced composite shell structures, Dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, 2008.
- [6] Vanclooster, K: Forming of multilayered textile reinforced thermoplastic composites, Dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, 2010.
- [7] Cherouat, A.; Borouchaki, H.; Giraud-Moreau, L.: Mechanical and geometrical approaches applied to composite fabric forming. In: International Journal of Material Forming, Vol. 3 (2010) Supplement 2, S. 1189-1204.
- [8] Tucker III, C.L.: Forming of Advanced Composites. In: Gutowski, T.G. (Hrsg.): Advanced Composites Manufacturing, 1. Aufl., Wiley Verlag, New York, 1997, S. 297-372.
- [9] Weiland, F.; Weimer, C.; Katsiropoulos, C.V.; Pantelakis, S.G.; Asareh, M.; Cartié, D.D.R.; Mills, A.R.; Skordos, A.A.; Dufort, L.; De Luca, P.; Pickett, A.K.: Manufacture of a Rotorblade Pitch Horn Using Novel Binder Yarn Fabrics. In: ICCM 17, Edinburgh, 27.-31. Juli 2009.
- [10] Grüner, J.M.; Liebau, D.F.; Sommer-Dittrich, T.: Herausforderungen an eine ganzheitliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines CFK-Lifecycles. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Vol. 105 (2010) Nr. 12, S. 1115-1118.
- [11] Bergsma, O.: Three-dimensional Simulation of Fabric Draping, Dissertation, Delft University of Technology, 1995.
- [12] Wunsch, M.: Herstellung von faserverstärkten Strukturen mittels modifizierter Bandlegetechnik, Dissertation, Universität Stuttgart, 2001.
- [13] Wiggers, J.: Analysis of Textile Deformation during Preforming for Liquid Composite Moulding, Dissertation, University of Nottingham, 2007.
- [14] Ramgulam, R.B.; Potluri, P.: Approximate analysis of forming forces in woven fabrics. In: International Journal of Material Forming, Vol. 3 (2010) Suppl. 1, S. 1183-1188.

Autor

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Daniel F. Liebau, M.Eng. (CHN)
 Daimler AG
 Mercedes-Benz Technology Center (MTC)
 Benzstr. (Tor 16)
 71063 Sindelfingen
Daniel.Liebau@daimler.com

Partikelbasierte Simulation magnetorheologischer Flüssigkeiten für die Anwendung in Kupplungen

Hanna G. Lager, Claas Bierwisch, Joël Peguiron, Michael Moseler
(MikroTribologie Centrum μ TC, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM)

Partikelbasierte Simulationen sind ein geeignetes Werkzeug, um Einblick in die Dynamik eines magnetorheologischen Fluids (MRF) zu gewinnen. Für die Anwendung in Kupplungssystemen ist es wesentlich, ein möglichst hohes Drehmoment zu erreichen. Naheliegende – und dennoch teilweise offene – Fragen sind hierbei: Führt eine höhere Rauheit der Kupplungswände zu einer höheren übertragbaren Schubspannung, und damit zu höherem Drehmoment? Wie wirkt sich das Material der Kupplungswände, insbesondere magnetisches vs. nicht-magnetisches Material, auf das Drehmoment aus? Was sind die Mechanismen, die zu einer höheren Schubspannungsübertragung führen?

Angelehnt an eine vorangehende experimentelle Studie wurden in dieser Arbeit Simulationen, basierend auf der Diskrete-Elemente-Methode (DEM), durchgeführt. Untersucht wurde der Einfluss von Rauheit und Magnetismus der Kupplungsscheiben auf die Schubspannung. Der partikelbasierte Simulationsansatz gewährt Einblick in die Mechanismen der Schubspannungsübertragung auf Partikelebene. Die Simulationen zeigen, dass eine höhere Wandrauheit nur im Fall von nicht-magnetischem Material zu einer höheren Schubspannung führt. Für ferromagnetisches Wandmaterial konnte kein signifikanter Einfluss der Wandrauheit auf die Schubspannung festgestellt werden. Diese Befunde stimmen qualitativ mit den experimentellen Ergebnissen überein.

1 Einleitung

Magnetorheologische Flüssigkeiten (MRF) bestehen aus magnetisierbaren Feststoffpartikeln (oftmals Eisen) in einem Trägeröl. Bei Anlegen eines externen magnetischen Feldes bilden sich Ketten aus Eisenpartikeln entlang der Feldlinien aus (siehe Abb. 1). Die MRF geht dadurch innerhalb von Millisekunden von einem flüssigen in einen festen Zustand über. Dies macht sie interessant für zahlreiche industrielle Anwendungen. MRF finden unter anderem in Kupplungen und Dämpfern Einsatz. Zu den Vorteilen der MRF zählen: Schnelle Reaktionszeit, geringer Verschleiß, geringe Empfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen, sowie die exakte Steuerbarkeit der Viskosität und damit der Kraftübertragung durch das externe Magnetfeld.

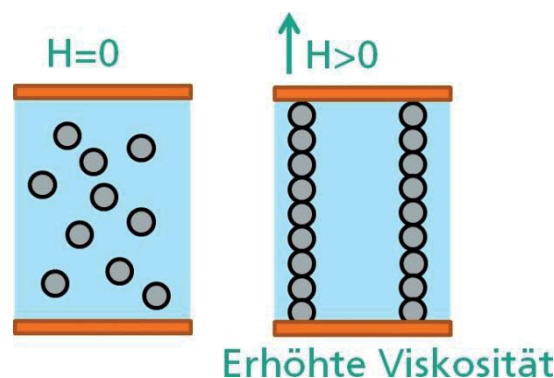


Abb. 1: MRF zwischen zwei Platten, mit und ohne Magnetfeld. Bei angelegtem Magnetfeld bilden sich Partikelketten entlang der Feldlinien; die Viskosität wird dadurch erhöht.

Für den Einsatz in Kupplungen ist es wesentlich, ein möglichst hohes Drehmoment zu erreichen. In dieser Arbeit wurden partikelbasierte Simulationen durchgeführt, um Einblick in die Mechanismen innerhalb der Kupplung zu gewinnen und dadurch Hinweise zu erhalten, durch welche Material- und Betriebsparameter die Drehmomentübertragung gesteigert werden kann.

Bestehende experimentelle Untersuchungen von Laun et al. [1] an einem Scheibe-Scheibe-Magnetorheometer (siehe Abb. 2) zeigen einen deutlichen Effekt des Materials (magnetisch vs. nicht-magnetisch) und der Rauheit der Scheiben auf die gemessene Schubspannung und damit auf das übertragbare Drehmoment. Dort wurde im Fall von nicht-magnetischen Scheiben bei höherer Rauheit (Scheibe mit Riefen, siehe Abb. 2) eine deutliche Erhöhung der Schubspannung im Vergleich zu glatteren Scheiben (ohne Riefen) gemessen. Bei ferromagnetischen Scheiben hatte die Rauheit hingegen nahezu keinen Einfluss auf die gemessene Schubspannung.

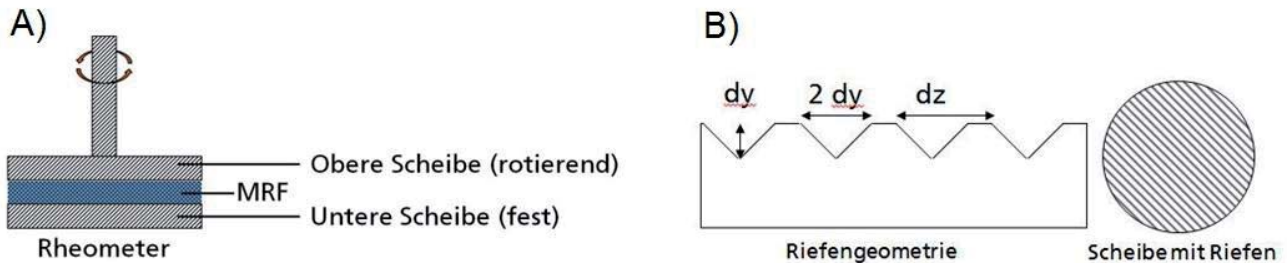


Abb. 2: Schematische Zeichnung eines Magnetorheometers (A) und Riefengeometrie (B) nach Laun et al. [1].

Dies wurde durch Unterschiede im magnetischen Flussdichteprofil erklärt. Bei nicht-magnetischen Scheiben befinden sich in den Riefen Flussdichte-Maxima, wodurch die Eisenpartikel in die Riefen hineingezogen werden und sich dort verankern (siehe Abb. 3). Dieser Ankereffekt ist nach Laun et al. für die erhöhte Schubspannung verantwortlich. Bei ferromagnetischen Scheiben befindet sich in den Riefen ein Flussdichte-Minimum, wodurch die Eisenpartikel aus den Riefen herausgedrängt werden (siehe Abb. 4). Der Ankereffekt ist in diesem Fall nicht vorhanden; es kommt zu keiner Erhöhung der Schubspannung.

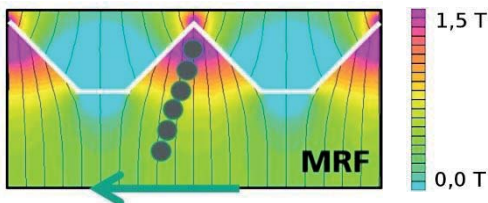


Abb. 3: Ausschnitt der Riefenregion mit einer Kette aus Eisenpartikeln bei nicht-magnetischen Scheiben (Flussdichte-Maxima in den Riefen). Aufgrund der Bewegung der beiden Scheiben gegeneinander befindet sich die MRF in einem Scherfeld. Die Kette wird durch die magnetische Wechselwirkung in eine Riefe hineingezogen und bleibt dort verankert.

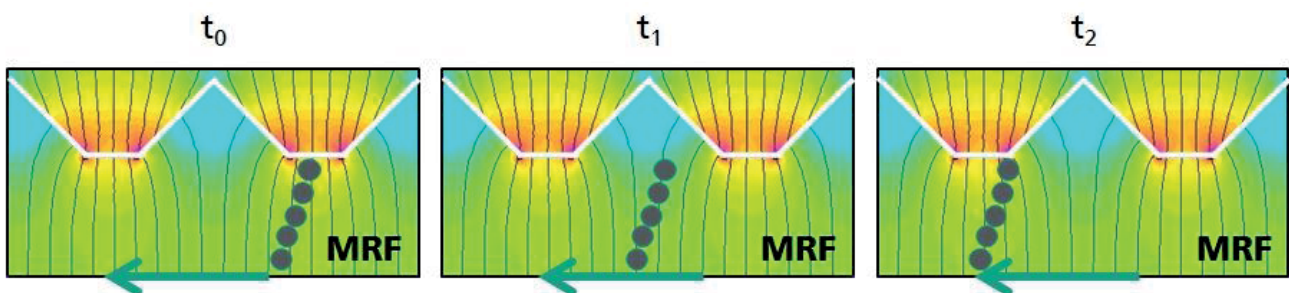


Abb. 4: Ausschnitte der Riefenregion bei ferromagnetischen Scheiben (mit Flussdichte-Minima in den Riefen) zu verschiedenen Zeitpunkten. Farbskala wie in Abb. 3. Die Eisenpartikel werden aus den Riefen verdrängt. Die Partikelkette bewegt sich mit dem Trägeröl in Scherrichtung. Es tritt keine Verankerung der Eisenpartikel auf.

In unseren Arbeiten untersuchen wir die Rolle verschiedener Rauheiten bei magnetischem und nicht-magnetischem Material mit numerischen Methoden. Der partikelbasierte Simulationsansatz gewährt detaillierte Einblicke in die Dynamik der einzelnen Eisenpartikel im numerischen Rheometer: Ankereffekte durch die Partikel lassen sich gegebenenfalls direkt beobachten.

2 Das Diskrete-Elemente-Modell

Die numerische Beschreibung der MRF basiert auf der Diskrete-Elemente-Methode (DEM) nach Cundall und Strack [2]. Dabei werden in jedem Zeitschritt die Kräfte auf die einzelnen Partikel in der Simulation berechnet. Anschließend werden Newtons Bewegungsgleichungen explizit integriert. So erhält man zu jedem Zeitschritt die Positionen der Partikel. Die Kraft auf die Partikel setzt sich zusammen aus einem magnetischen, einem hydrodynamischen und einem repulsiven Anteil. Letzterer beschreibt Stöße zwischen den Partikeln bzw. zwischen Partikeln und Wand und wird als Hertz'sche Pressung modelliert. Die MRF-DEM-Simulationen wurden mit der Software SimPARTIX [3] durchgeführt.

2.1 Magnetische Wechselwirkung

Die MRF-Partikel werden als magnetische Dipole modelliert. Die Kraft zwischen zwei Dipolen i und j ist abhängig von deren jeweiligen magnetischen Momenten $\mathbf{m}_i$ und $\mathbf{m}_j$. Die Berechnung der magnetischen Momente erfolgt nach dem „mutual dipole model“, wie es in Keaveny et al. [4] beschrieben wird, d.h. es wird nicht nur das externe magnetische Feld, sondern auch der Beitrag der anderen MRF-Partikel zum lokalen magnetischen Feld berücksichtigt. Die Magnetisierung $\mathbf{M}$ der einzelnen Partikel in Abhängigkeit vom lokalen magnetischen Feld wird beschrieben durch folgende Magnetisierungskurve [5]

$$M = |\mathbf{M}| = M_S \tanh \frac{\chi}{M_S} H_{in}$$

Dabei ist die Magnetisierung $\mathbf{M}$ eines Partikels gleich dem magnetischen Moment $\mathbf{m}$ durch das Volumen des Partikels. χ ist die magnetische Suszeptibilität des Materials, M_S ist die Sättigungsmagnetisierung (in A/m) der Partikel und H_{in} ist der Betrag des magnetischen Feldes (in A/m) im Inneren des Partikels. Für die hier vorgestellten Simulationen wurde $\chi = 5,25$ und $\mu_0 M_S = 2,1 \text{ T}$ gewählt.

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$ ist die Permeabilität des Vakuums.

Die Kraft auf Dipol i durch Dipol j ist gegeben durch

$$\mathbf{F}_{ij}^{mag} = \frac{3\mu_0}{4\pi} \left[\frac{(\mathbf{m}_i \cdot \mathbf{m}_j) \mathbf{r}_{ij} + (\mathbf{m}_j \cdot \mathbf{r}_{ij}) \mathbf{m}_i + (\mathbf{m}_i \cdot \mathbf{r}_{ij}) \mathbf{m}_j}{r_{ij}^5} - 5 \frac{(\mathbf{m}_i \cdot \mathbf{r}_{ij})(\mathbf{m}_j \cdot \mathbf{r}_{ij}) \mathbf{r}_{ij}}{r_{ij}^7} \right]$$

Dabei ist $\mathbf{r}_{ij} = \mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j$ der Verbindungsvektor zwischen den Mittelpunkten der Partikel i und j und $r_{ij} = |\mathbf{r}_{ij}|$ dessen Betrag.

Bei inhomogenem externem Magnetfeld entstehen durch die Gradienten in der magnetischen Flussdichte zusätzliche magnetische Kräfte auf die Partikel. Die Kraft auf Partikel i , die durch das externe magnetische Feld $\mathbf{H}_i^{ext}$ am Ort des Partikels i entsteht, ist gegeben durch $\mathbf{F}_i^{mag,ext} = \text{grad}(\mathbf{m}_i \cdot \mathbf{B}_i^{ext})$, wobei $\mathbf{B}_i^{ext} = \mu_0 \mathbf{H}_i^{ext}$ ist. Die gesamte magnetische Kraft auf Partikel i ist demnach gegeben durch

$$\mathbf{F}_i^{mag} = \sum_{j \neq i} \mathbf{F}_{ij}^{mag} + \text{grad}(\mathbf{m}_i \cdot \mathbf{B}_i^{ext}).$$

Die benötigten inhomogenen magnetischen Felder wurden mit der Finite-Elemente-Methode berechnet und in den DEM-Simulationen hinterlegt.

2.2 Hydrodynamische Wechselwirkung

Die Hydrodynamik wird durch die Stokes Kraft des Fluids auf die Partikel modelliert:

$$\mathbf{F}_i^{Stokes} = 6\pi\eta R_i (\mathbf{v}_{Fluid} - \mathbf{v}_i).$$

Dabei ist $\mathbf{v}_i$ die Geschwindigkeit von Partikel i , R_i der Partikelradius, $\mathbf{v}_{Fluid}$ die Geschwindigkeit und η die Viskosität des Trägers.

Die Simulationen wurden mit Scherrate 1000/s durchgeführt. Es wurde eine Ölviskosität von 5 mPa s gewählt. Die Reynolds-Zahl liegt etwa bei $Re=0,5$ und somit im laminaren Bereich. Die Fluidgeschwindigkeit entspricht im Falle von glatten Wänden einem linearen Couette-Profil. Für die Simulationen mit rauen Wänden wurde das transiente Geschwindigkeitsprofil mit der Finite-Elemente-Methode berechnet und in den DEM-Simulationen hinterlegt.

2.3 Numerisches Magnetorheometer

Das dreidimensionale Modell des Magnetorheometers besteht aus zwei parallelen Wänden, die die MRF in der einen Raumrichtung begrenzen. An den anderen beiden Raumrichtungen liegen periodische Randbedingungen vor. Die MRF-Partikel werden als magnetische Kugeln modelliert, die Wände als Ensemble von sich überlappenden, nicht-magnetischen Kugeln (siehe Abb. 5).

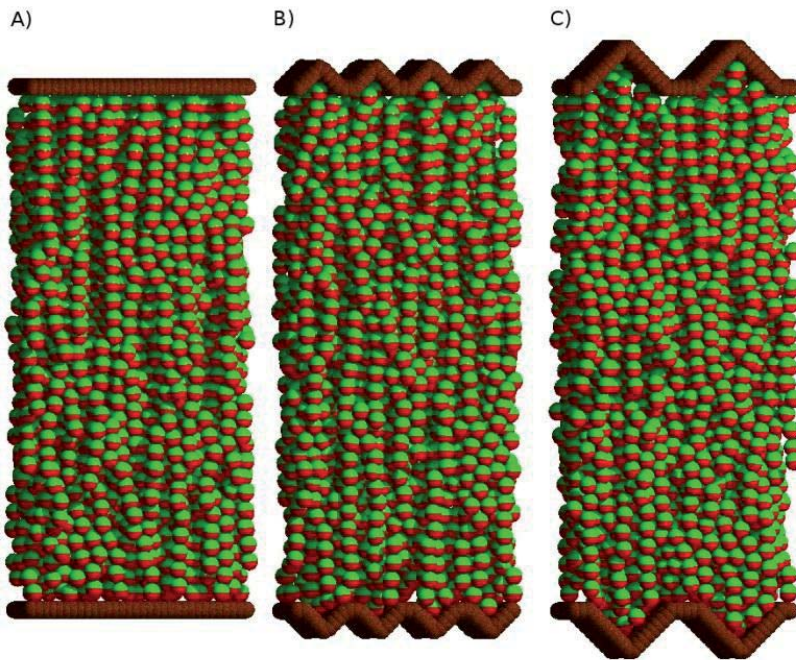


Abb. 5: Magnetisierte MRF-Partikel zwischen den Wänden des Rheometers. A) Glatte Wände. B) Wände mit kleinen Riefen. C) Wände mit großen Riefen.

Der Durchmesser der MRF- und Wandpartikel beträgt jeweils $5,0\ \mu\text{m}$. Die Simulationen wurden mit einem Füllgrad von 33 Vol.-% MRF-Partikeln in der Suspension durchgeführt. Um den Einfluss von Wandrauheit und Wandmagnetismus auf die Schubspannung zu untersuchen, wurden Simulationen mit verschiedenen Wandgeometrien und mit unterschiedlichen magnetischen Flussdichteprofilen durchgeführt.

Variation des Wandprofils:

- Wände ohne Riefen (flache Wände).
- Wände mit kleinen Riefen. Wandprofil wie in Abb. 2 B, mit $dy = 6\ \mu\text{m}$ und $dz = 16\ \mu\text{m}$.
- Wände mit großen Riefen. Wandprofil wie in Abb. 2 B, mit $dy = 12\ \mu\text{m}$ und $dz = 32\ \mu\text{m}$.

Variation des Flussdichteprofiles:

- Homogenes Flussdichteprofil ($\mu_0 H = 0,5\ \text{T}$, H = angelegtes Magnetfeld)
- Bei Wänden mit Riefen:
 - Flussdichte-*Minima* innerhalb der Riefen (wie es bei ferromagnetischen Wänden auftritt)
 - Flussdichte-*Maxima* innerhalb der Riefen (wie es bei nichtmagnetischen Wänden auftritt)
- Bei flachen Wänden: Abwechselnd Flussdichte-*Minima* und *Maxima* entlang der Wand.

3 Ergebnisse

3.1 Ankereffekt

Die Visualisierung der Simulationen zeigt, dass sich die Partikel, wie von der Theorie vorhergesagt, in Richtung des Flussdichtegradienten bewegen, d. h. in Richtung höherer Flussdichte. Durch den partikelbasierten Simulationsansatz lässt sich direkt beobachten, ob Ankereffekte in der Scherzelle vorhanden sind. Wir definieren den Ankereffekt wie folgt: Ein Ankereffekt gilt als vorhanden, wenn die Region, in der Schlupf auftritt, mindestens einen Partikeldurchmesser von der Wand (Wandlinie ohne Riefen) entfernt ist. *Kein* Ankereffekt ist vorhanden, wenn Schlupf direkt an der Grenzfläche zwischen Wand und MRF-Partikeln auftritt.

Abb. 6 zeigt Schnappschüsse aus Simulationen mit homogener Flussdichte. Die Partikel sind nach ihrer horizontalen Anfangsposition eingefärbt (Abb. 6 A). Bei Vorhandensein eines Ankereffekts sollte mindestens eine Partikellage unterhalb der oberen Wand bzw. oberhalb der unteren Wand dieselbe Farbe wie die benachbarte Wand aufweisen, da sich die Partikel in diesem Fall mit den Wänden mitbewegen. In den Simulationen mit homogener Flussdichte können keine Ankereffekte beobachtet werden, was in Abb. 6 an den unterschiedlichen Farben von Wand und angrenzenden MRF-Partikeln erkennbar ist.

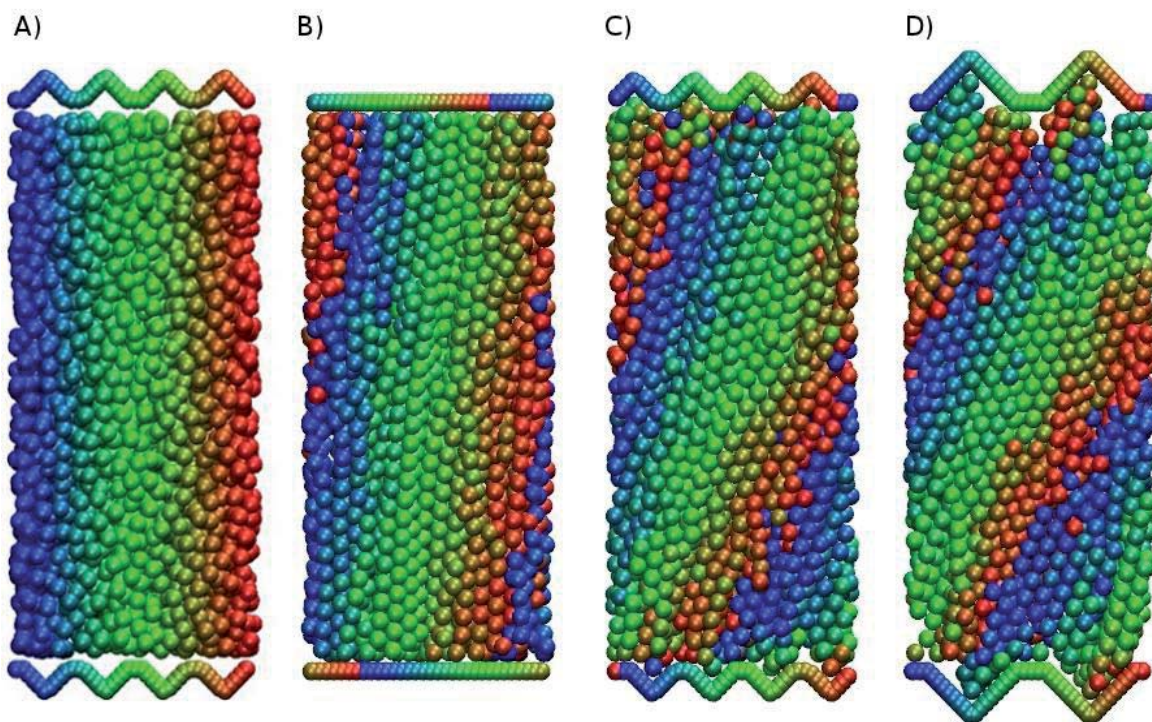


Abb. 6: Schnappschüsse aus Simulationen mit homogener Flussdichte. A) Wände mit kleinen Riefen, Anfangskonfiguration. B) Flache Wände. C) Wände mit kleinen Riefen. D) Wände mit großen Riefen. Einfärbung der Partikel nach horizontaler Anfangsposition.

Abb. 7 zeigt Schnappschüsse aus Simulationen mit inhomogener Flussdichte. Im Fall von Flussdichte-Maxima in den Riefen werden MRF-Partikel an der Wand innerhalb der Riefen festgepinnt und dienen wiederum anderen MRF-Partikeln als Anker. Bei Flussdichte-Minima in den Riefen werden die Partikel aus den Riefen verdrängt und ankern an den Flussdichte-Maxima außerhalb der Riefen (siehe Abb. 7 B). In beiden Fällen tritt kein Schlupf an der Wand-Partikel-Grenzfläche auf.

Zusätzlich wurden Simulationen mit glatter Wand und inhomogenem Flussdichte-Profil mit alternierenden Flussdichte-Minima und -Maxima entlang der Wand durchgeführt. In diesem Fall konnte ebenfalls ein Ankereffekt beobachtet werden. Dies deutet darauf hin, dass die Anwesenheit von Riefen für das Auftreten von Ankereffekten nicht notwendig ist. Die magnetische Kraft allein ist ausreichend, um die Partikel an der Wand zu verankern.

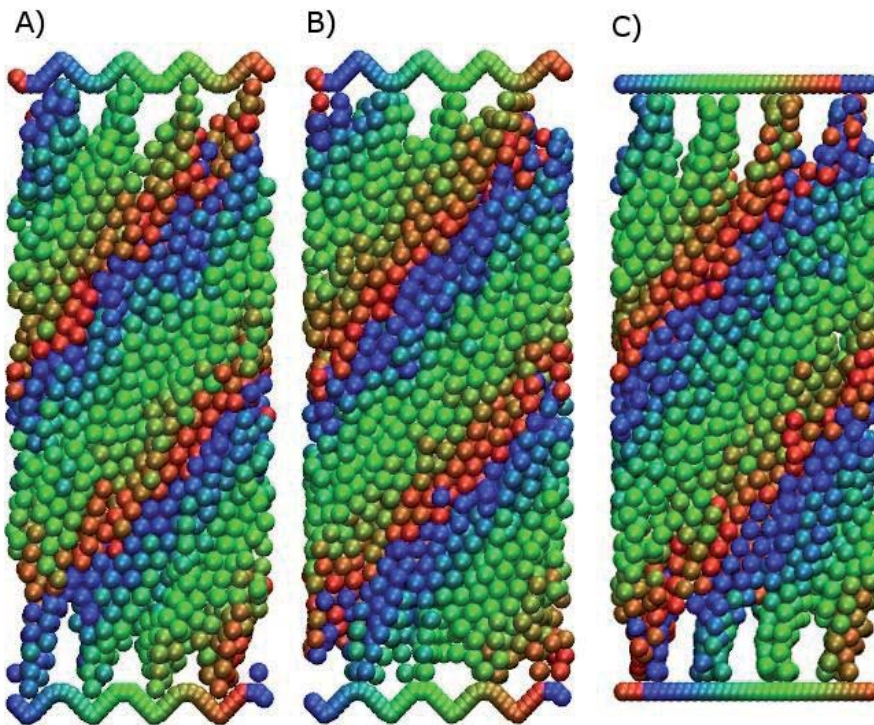


Abb. 7: Schnappschüsse aus Simulationen mit inhomogener Flussdichte. A) Wände mit kleinen Riefen; Flussdichte-Maxima innerhalb der Riefen; Ankereffekt innerhalb der Riefen. B) Wände mit kleinen Riefen; Flussdichte-Minima innerhalb der Riefen; Ankereffekt außerhalb der Riefen. C) Flache Wände; Abwechselnde Flussdichte-Minima und -Maxima entlang der Wände; Ankereffekt bei den Flussdichte-Maxima. Einfärbung nach horizontaler Anfangsposition.

3.2 Schubspannung

Die Berechnung der Schubspannung basiert auf dem Kirwood'schen Spannungstensor [6,7]. Die (k, l) -Komponente des Spannungstensors σ_{kl} ($k, l \in \{x, y, z\}$) wird berechnet durch

$$\sigma_{kl} = \frac{1}{V} \sum_{e \in E} (\mathbf{r}_i^e)_k (\mathbf{F}_i^e)_l,$$

wobei über alle externen Kontakte E summiert wird. $(\mathbf{r}_i^e)_k$ ist die k -Komponente des Ortsvektors von MRF-Partikel i , auf das die externe Kraft $\mathbf{F}_i^e$ ausgeübt wird. $(\mathbf{F}_i^e)_l$ ist die l -Komponente der Kraft $\mathbf{F}_i^e$. Die externe Kraft $\mathbf{F}_i^e$ auf Partikel i setzt sich zusammen aus dem Beitrag der Stokes-Kraft auf das MRF-Partikel, der repulsiven Kraft zwischen MRF-Partikel und Wand, sowie der Kraft durch das externe magnetische Feld.

$$\mathbf{F}_i^e = \mathbf{F}_i^{\text{Stokes}} + \mathbf{F}_i^{\text{rep}} + \mathbf{F}_i^{\text{mag,ext}}.$$

Die Ergebnisse für die Schubspannung aus der Simulation sind in Tabelle 1 dargestellt.

	Inhomogene Flussdichte		Homogene Flussdichte
	Minima in den Riefen	Maxima in den Riefen	
Ohne Riefen	3.80		2.04
Kleine Riefen	4.01	4.09	3.97
Große Riefen	3.94	4.82	4.13
Relative Änderung der Schubspannung bei Übergang von kleinen zu großen Riefen	-1.7 %	17.8 %	4.0 %

Tab. 1: Schubspannung in der Simulation in kPa.

Die Werte sind Mittelwerte aus zwei unabhängigen Simulationen.

Die niedrigste Schubspannung wurde im Fall von homogener Flussdichte und glatten Wänden gemessen. Der Übergang von kleinen zu großen Riefen führt nicht automatisch auch zu einer höheren Schubspannung im System. Nur im Fall von Flussdichte-Maxima innerhalb der Riefen wurde in den Simulationen eine signifikante Erhöhung der Schubspannung durch die größeren Riefen gemessen.

4 Diskussion

4.1 Vergleich mit experimentellen Ergebnissen

Der Ankereffekt wurde von Laun et al. [1] vorgeschlagen, um Unterschiede in der gemessenen Schubspannung in der MRF-Scherzelle zu erklären. In der Simulation kann der Ankereffekt sowohl bei Flussdichte-Minima als auch bei Flussdichte-Maxima innerhalb der Riefen beobachtet werden. Sogar im Fall von glatten Wänden kann durch ein geeignetes Flussdichteprofil ein Ankereffekt herbeigeführt werden. Dies zeigt, dass ein hinreichend großer Magnetfeldgradient ausreicht, um Eisenpartikel an der Wand zu verankern, unabhängig vom jeweiligen Wandprofil. Bei homogenem Magnetfeld kann hingegen kein Ankereffekt beobachtet werden. Im Fall von Flussdichte-Maxima innerhalb der Riefen tritt bei großen Riefen im Vergleich zu kleinen Riefen eine um 17,8 % höhere Schubspannung auf. Bei einem Flussdichteprofil mit Flussdichte-Minima in den Riefen kann dieser Effekt nicht beobachtet werden.

Diese Ergebnisse stimmen qualitativ mit den experimentellen Beobachtungen von Laun et al. [1] überein. Die experimentellen Schubspannungsmessungen ergaben, dass bei nicht-magnetischen Wänden, was dem Fall von Flussdichte-Maxima in den Riefen entspricht, durch eine Erhöhung der Wandrauheit auch eine Erhöhung der Schubspannung erzielt werden kann. Im Fall von ferromagnetischen Wänden, d.h. bei Flussdichte-Minima in den Riefen, wurde keine solche Erhöhung der Schubspannung gemessen. Dies wurde durch das Auftreten von Ankereffekten im ersteren Fall und durch das Ausbleiben von Ankereffekten im letzteren Fall erklärt.

Aus den Ergebnissen der Simulation kann keine Korrelation zwischen Ankereffekt und Schubspannung abgeleitet werden, da in allen Simulationen mit inhomogener Flussdichte Ankereffekte beobachtet werden können; eine Erhöhung der Schubspannung durch Vergrößerung der Riefen wird hingegen nur dann erreicht, wenn die Partikel innerhalb der Riefen ankern.

Es bleibt zu erwähnen, dass Laun et al. evtl. den Ankereffekt anders als die vorliegende Arbeit definieren, beispielsweise ausschließlich als das Ankern von Partikeln innerhalb der Riefen. In diesem Fall stünden die Erklärungen von Laun et al. in keinem Widerspruch zu den hier vorgestellten Ergebnissen.

4.2 Vorhersagekraft des Modells

Das präsentierte Modell gibt verschiedene Aspekte der Partikeldynamik gut wieder. Erwartungsgemäß werden die MRF-Partikel aus Regionen niedriger Flussdichte verdrängt und von Regionen hoher Flussdichte angezogen. Die erwartete Kettenbildung der magnetischen Partikel sowie das Scheren und Brechen der Ketten durch die Wandbewegung und durch das Geschwindigkeitsprofil des Fluids können in der Simulation beobachtet werden.

Der Gültigkeitsbereich des Modells kann aufgrund der folgenden Gesichtspunkte eingeschränkt sein:

- Finite-Size-Effekte: Aufgrund des hohen Rechenaufwandes wurden die Simulationen mit kleineren Systemen durchgeführt als bei den Experimenten von Laun et al. [1]
- Die Fluid-Phase wurde in Form eines Hintergrundfeldes berücksichtigt. Das Fluid übt eine Kraft auf die MRF-Partikel aus, aber nicht umgekehrt.
- Die magnetischen Partikel werden als magnetische Dipole modelliert. Um die Nahfeld-Wechselwirkung genauer aufzulösen, könnte man zusätzlich höhere Multipole berücksichtigen [4].

Es ist noch zu prüfen, inwieweit die hier vorgestellten Ergebnisse auf größere Systeme übertragen werden können und inwieweit die getroffenen Näherungen die Simulationsergebnisse beeinflussen.

5 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde ein Modell zur Simulation magnetorheologischer Flüssigkeiten auf Partikelbasis vorgestellt. Das Modell basiert auf der Diskreten Elemente Methode. Wesentliche Aspekte der Partikeldynamik können in den Simulationen beobachtet werden. Der von Laun et al. [1] postulierte Ankereffekt lässt sich in den Simulationen sowohl bei Flussdichte-Maxima in den Riefen als auch bei Flussdichte-Minima in den Riefen beobachten. In den Simulationen mit inhomogenem Magnetfeld werden die MRF Partikel an den Orten maximaler Flussdichte an der Wand verankert. Dieser Ankereffekt tritt auf, wenn sich das Flussdichte-Maximum innerhalb der Riefen befindet, aber auch wenn es sich zwischen den Riefen befindet und wenn gar keine Riefen vorhanden sind. Der magnetische Flussdichtegradient allein ist ausreichend, um Partikel an der Wand zu verankern, unabhängig von geometrischen Details des Wandprofils. In den Simulationen mit homogener Flussdichte wurde kein Ankereffekt beobachtet.

Die Auswertung der Schubspannung zeigt, dass für Flussdichte-Maxima innerhalb der Riefen eine Erhöhung der Wandrauheit auch eine Erhöhung der Schubspannung nach sich zieht. Ähnliche Ergebnisse wurden auch in den Experimenten beobachtet. Bei Flussdichte-Minima in den Riefen wurde in Simulationen und Experimenten mit variiert Wandrauheit kein signifikanter Unterschied in der Schubspannung gemessen.

Die in den Simulationen gemessenen Schubspannungen können nach den Ergebnissen dieser Studie nicht durch Ankereffekte erklärt werden, da in den Simulationen kein systematischer Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Ankereffekten und einer Schubspannungserhöhung bei höherer Rauheit gefunden wurde.

6 Literatur

- [1] Laun, H. M., Gabriel, C., Kieburg, C.: "Wall material and roughness effects on transmittable shear stresses of magnetorheological fluids in plate-plate magnetorheometry", *Rheol. Acta* 50, 2011, 141-157
- [2] Cundall, P. A., Strack, O. D. L.: "A discrete numerical model for granular assemblies", *Geotechnique* 29, 1979, 47-65
- [3] Partikelbasierte Simulationssoftware SimPARTIX, <http://www.simpartix.de>
- [4] Keaveny, E. E., Maxey, M. R.: "Modeling the magnetic interactions between paramagnetic beads in magnetorheological fluids", *J. Comp. Phys.* 227, 2008, 9554-9571
- [5] Jiles, D. C., Atherton, D. L.: "Theory of ferromagnetic hysteresis", *J. Magn. Magn. Mater.* 61, 1986, 48-60
- [6] Larson, R. G.: "The Structure and Rheology of Complex Fluids", New York: Oxford University Press, 1999, 360-387
- [7] Bardet, J. P., Vardoulakis, I.: "The asymmetry of stress in granular media", *Int. J. Solids Struct.* 38, 2001, 353-367

Autoren

Hanna G. Lagger, Claas Bierwisch, Joël Peguiron, Michael Moseler
 Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
 MikroTribologie Centrum μ TC
 Wöhlerstraße 11
 79108 Freiburg, Deutschland

Co-Simulation elektromechanischer Systeme am Beispiel eines wirbelstrominduzierten Linearaktors

Christian Simonidis, Gregor Stengel, (ABB Forschungszentrum Deutschland)
Robert Schmoll, Bernhard Schweizer (Universität Kassel, Fachgebiet Mehrkörpersysteme)

Wirbelstrominduzierte Linearaktoren werden in der Technik zur Realisierung schneller Schließvorgänge eingesetzt. Hierbei wird ein Kondensator über eine Spule impulsartig entladen. Das dabei aufgebaute Magnetfeld induziert elektrische Ströme in einer linear geführten Aluminiumplatte. Diese bewirken Lorentzkräfte, welche die Platte nach dem Wirkprinzip der Thomsonspule beschleunigen.

Zur dynamischen Gesamtsimulation dieses multiphysikalischen Vorganges müssen über die Maxwell-Gleichungen einerseits die zeitlich veränderlichen elektromagnetischen Felder, die in der Platte induzierten Ströme und die resultierenden Lorentzkräfte berechnet werden. Dies kann mit einem FE-Programm bewerkstelligt werden. Die Berechnung der Beschleunigung der beweglichen Bauteile erfolgt mithilfe der mechanischen Grundgleichungen (Impuls- und Drallsatz) und kann numerisch in einem Mehrkörperprogramm erfolgen.

Stark vereinfachte Modelle können noch analytisch hergeleitet oder in einer Multiphysik-Software mithilfe eines einzigen Integrators gelöst werden. Für komplexe elektrodynamische und mechanische Modelle trifft das meist nicht mehr zu. Hier wird das gekoppelte FEM/MKS-System in einem jeweils auf die physikalische Domäne und Numerik spezialisierten Softwarepaket implementiert und über einen Co-Simulationsansatz, basierend auf einer Kraft/Weg-Kopplung, gelöst. Im Rahmen dieser Veröffentlichung wird ein explizites Kopplungsverfahren vom Jacobi-Typ betrachtet. Diskutiert wird der Einfluss der Verfahrensordnung und der Makroschrittweite auf den numerischen Fehler sowie die numerische Stabilität des Verfahrens.

1 Einleitung

Wirbelstrominduzierte Linearaktoren können sehr hohe Beschleunigungen erzielen. Ihre Auslegung und Handhabung ist allerdings nicht einfach, da den Vorteilen einer ungemein schnellen Reaktionszeit aufgrund der Kurzschlusserrregung und einer hohen Leistungsdichte auch gravierende Nachteile gegenüberstehen, wie nichtkontinuierlicher Betrieb aufgrund thermischer Einschränkungen, schlecht regelbare Bewegung und hohe ohmsche Verluste. Daher eignen sie sich in der Technik vorwiegend zur Realisierung von schnellen und digitalen Schaltvorgängen, zum Beispiel für Befestigungs- und Verdichtungsgeräte oder für Schaltanlagen in der Stromübertragung.

Die Entwicklung und Auslegung eines Thomson-Antriebs kann sich schwierig gestalten, da die elektromagnetischen, thermodynamischen und mechanischen Effekte stark gekoppelt sind und Bauteile bzw. Materialien entweder schnell an ihre physikalischen Belastungsgrenzen stoßen oder aber die Leistungsausbeute des Antriebs zu gering ausfällt.

Im Produktentstehungsprozess ist man einerseits an den optimalen Systemparametern in Abhängigkeit von der Leistung und Belastung des Systems bei minimalen Kosten interessiert. Eine etwaige Optimierungsrechnung mit Hilfe eines physikalischen Modells muss dabei mehrere gegensätzliche Optimierungskriterien gleichzeitig erfüllen [1]. Eine solche Mehrkriterienoptimierung erfordert meist ein vereinfachtes Modell, häufig auf der Basis konzentrierter Parameter und der Vernachlässigung auftretender Effekte zugunsten der Rechenzeit.

Ein elektro-thermo-mechanisches Detailmodell, das insbesondere die zeitlich varianten Magnetfelder, sowie die im Magnetfeld bewegten und dadurch auf die Elektrodynamik rückwirkenden Körper abbildet, erfordert die Lösung miteinander gekoppelter gewöhnlicher/partieller Differentialgleichungen und muss aufgrund seiner Komplexität meist in mehreren für die jeweilige Disziplin spezialisierten Softwarepaketen abgebildet werden. Die Teilmodelle können durch einen Co-Simulationsansatz miteinander gekoppelt werden, d.h. der Kopplung zugrunde liegen jeweilige Programmschnittstellen, die den Variablen austausch während der Simulationszeit auf

der Basis mathematischer Verfahren bewerkstelligen. In dieser Arbeit wird die elektro-mechanische Modellkopplung durch Co-Simulation basierend auf einer Kraft/Weg-Kopplung und einem expliziten Jacobi-Schema gezeigt.

2 Physikalische Problembeschreibung und Modellierungsaspekte

Der dem wirbelstrominduzierten Linearaktor zugrunde liegende Thomson-Effekt beruht auf dem physikalischen Prinzip der Gegen- oder Wechselinduktivität zweier elektrischer Leiter, die durch Anlegen eines sehr kurzen und gleichzeitig sehr hohen Kurzschlussstromes ein starkes transientes, aber entgegen gerichtetes Magnetfeld aufbauen und sich dadurch schnell abstoßen.

In Abbildung 1 ist das Schema eines solchen Wirbelstrom-Linearaktors beschrieben. Eine Erregerspule ist fest mit der Umgebung, z.B. mit dem Gehäuse verbunden und stellt den ersten elektrischen Leiter dar. Eine Aluminiumplatte bildet den zweiten Leiter, der zwar elektrisch leitfähig sein muss, jedoch nicht ferromagnetisch sein sollte. Die Platte ist mit der weiteren Mechanik des Systems verbunden und wird in Bewegungsrichtung entsprechend linear geführt. Der Kondensatorkreis ist mit der Spule direkt verbunden.

Der Schaltvorgang wird durch das Kurzschließen des Kondensatorkreises ausgelöst. Dabei wird der Kondensator impulsartig entladen. Die Erregerspule baut ein transientes Magnetfeld auf, das wiederum hohe Wirbelströme in die Aluminiumplatte induziert. Diese fließen entgegengesetzt zum Spulenstrom. Die entstehenden Lorentzkräfte erzeugen eine hohe Abstoßkraft und damit eine Beschleunigung der Platte. Sowohl Spule als auch Platte unterliegen einer thermischen Erwärmung infolge des Stromflusses, die wiederum zu höherem elektrischen Widerstand und damit zur Reduktion des fließenden Stromes führt. Darüber hinaus ist der in die Platte induzierte Strom vom Abstand zwischen Spule und Platte abhängig und nimmt bereits bei wenigen Millimetern Spaltbreite stark ab.

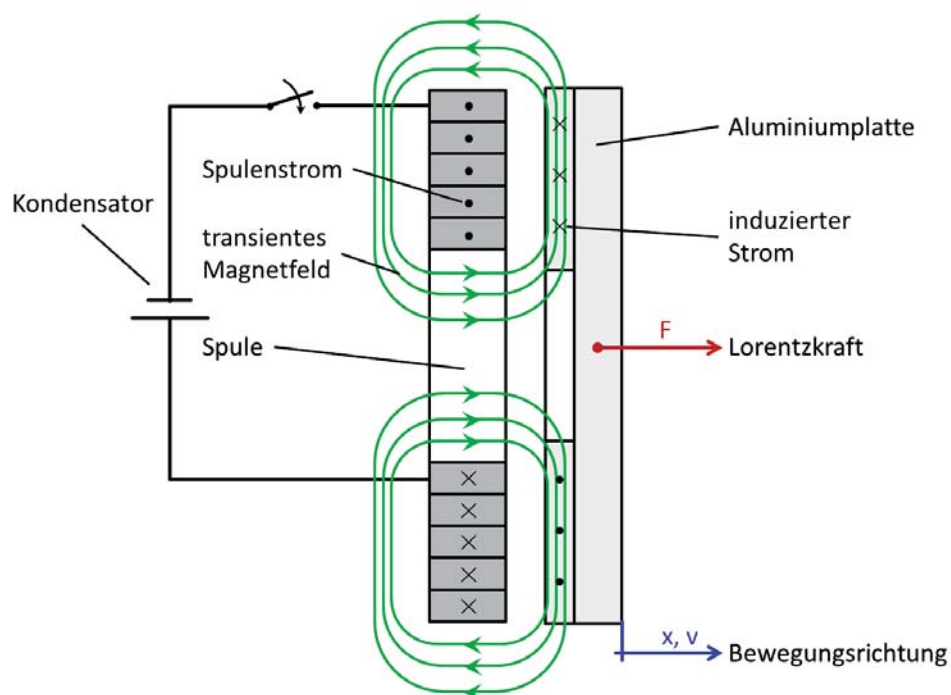


Abb. 1: Schema des Wirbelstrom-Linearaktors.

Die Modellierung und Simulation bei der Auslegung kann mitunter sehr komplex werden, da die zuvor beschriebenen magnetischen Effekte, das Verhalten des elektrischen Kreises zur Ansteuerung der Spule, sowie das mechanisch-dynamische Verhalten von Spule und Anker und die Erwärmung von Anker und Spule zu berücksichtigen sind. Der Ausbreitungsvorgang von elektrischen und magnetischen Feldern wird dabei durch die Maxwell-Gleichungen abgebildet, d.h. partielle Differentialgleichungen in Ort und Zeit.

Die dreidimensionale Finite-Elemente-Rechnung zur Lösung des elektromagnetischen Problems ist in der Regel sehr rechenintensiv. Daher finden sich in der Literatur häufig Methoden zur Vereinfachung. Die wesentlichen sind: eine Vereinfachung der Geometrie der Körper im elektrischen Feld, sowie eine magneto-statische Finite-Elemente-Rechnung zur rein ortsabhängigen Simulation des Magnetfeldes mit anschließender Folgerechnung über konzentrierte Parameter unter Verwendung konstanter Induktivitäten [2,3]. Eine vereinfachte Modellierung ist bei der Parameteroptimierung eines Systems günstig [1,3], jedoch nicht für die detailgenaue Betrachtung praktikabel. Für komplexe gekoppelte elektrodynamische und mechanische Probleme bleibt, wenn überhaupt möglich, die komplette Implementierung innerhalb einer FE-Software oder aber der Weg über eine Co-Simulation.

Die Eignung und Anwendbarkeit der Co-Simulation zur Berechnung gekoppelter elektromagnetischer und mechanischer Systeme soll hier anhand einer Beispielrechnung zunächst an einfachen Modellen gezeigt werden. Test und Validierung erfolgen an einem Testmodell bestehend aus einem Zweimassenschwinger, wofür die Referenzlösung analytisch bekannt ist.

Das Modell des wirbelstrominduzierten Linearaktors besteht aus einer konzentrierten Masse, die die Aluminiumplatte mechanisch repräsentiert, sowie einer rotationssymmetrischen Spulen- und Plattengeometrie zur transienten elektrodynamischen Berechnung. Die Masse wird in einer MKS-Software modelliert. Seitwärtsbewegungen sowie Verkippen der Platte werden durch geometrische Führungen verhindert. Das rotationssymmetrische 2D-Modell der Spule und der Aluminiumplatte wird in einem FE-Programm zusammen mit dem aus gewöhnlichen Differentialgleichungen bestehenden elektrischen Steuerkreis und dem Kondensator erstellt. Auf die Masse wirkt die aus der FE-Rechnung übergebene Lorentzkraft; die Variablen Weg und Geschwindigkeit der Aluminiumplatte werden aus dem MKS-Programm in das FE-Programm rückgeführt und Lage und Geschwindigkeit der Plattengeometrie angepasst.

3 Co-Simulation

Bei einer Co-Simulation werden die Zeitintegratoren der kommerziellen Softwarepakete für die Lösung der Subsystemgleichungen verwendet. Die Subsystemsolver kommunizieren nur an diskreten Makrozeitpunkten miteinander. Aufgabe der Co-Simulation ist es, den Datentransfer der Subsystemsolver zu synchronisieren und zwischen den Makrozeitpunkten eine Approximation der jeweiligen Kopplungsvariablen bereitzustellen. Bei vielen kommerziellen Simulationsumgebungen ist es nur eingeschränkt möglich, die Systemzustände zu reinitialisieren, so dass eine Wiederholung des Makrozeitschrittes nicht möglich ist. Aus diesem Grund werden meist nur explizite Co-Simulationsverfahren verwendet [4,5].

3.1 Verfahren

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein explizites Co-Simulationsverfahren vom *Jacobi*-Typ mit fester Makroschrittweite ($H = T_n - T_{n-1} = T_{n+1} - T_n$) untersucht [6]. Bei diesem Verfahren wird die Zeitintegration in den Subsystemen parallel ausgeführt. Zum Makrozeitpunkt T_n werden die Koppelvariablen kommuniziert und beide Solver beginnen gleichzeitig mit der Zeitintegration. Während des Makroschrittes (von T_n nach T_{n+1}) werden die Kopplungsgrößen durch Extrapolation mittels *Lagrange*-Polynomen approximiert. Haben beide Solver den nächsten Makrozeitpunkt T_{n+1} erreicht, werden die Koppelgrößen kommuniziert und ein weiterer Makroschritt beginnt, siehe Abbildung 2.

Um höhere Polynomordnungen ($p > 0$) zu erreichen, sind Kopplungsvariablen an zurückliegenden Makrozeitpunkten (T_{n-1} , T_{n-2} , ...) notwendig (ähnlich wie bei Mehrschrittverfahren zur numerischen Lösung von Anfangswertproblemen). Zu Beginn der Co-Simulation wird in diesem Fall als Anlaufrechnung der Polynomgrad p bei konstant gehaltener Makroschrittweite H sukzessive erhöht, bis der gewünschte Polynomgrad p erreicht ist.

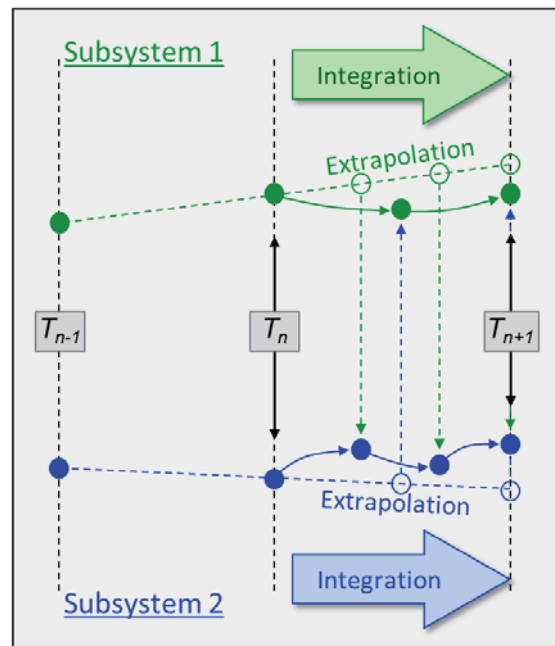


Abb. 2: Ablauf der Co-Simulation nach dem parallelen Jacobi-Typ mit fester Makroschrittweite ($H = T_n - T_{n-1} = T_{n+1} - T_n$) bei linearer Extrapolation der Koppelgrößen ($p = 1$).

3.2 Testmodell

Der Test und die Validierung der Schnittstelle erfolgt zunächst an einem Testmodell. Dieses ist ein Zweimassenschwinger, welcher in Abbildung 3 dargestellt ist. Der Vorteil hierbei ist, dass für dieses lineare Modell eine analytische Lösung verfügbar ist und damit der numerische Fehler exakt berechnet werden kann. Für dieses Modell wurden in [5] theoretische Untersuchungen durchgeführt und Stabilitätsgrenzen hergeleitet. Anhand des Testmodells wird im Folgenden der Einfluss der Makroschrittweite H , des Polynomgrades p , der Anlaufrechnung und der Subsystemsolver auf den numerischen Fehler der Co-Simulation analysiert.

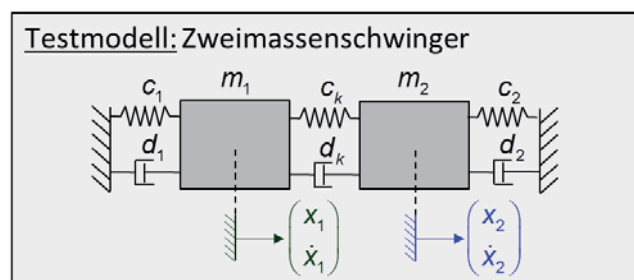


Abb. 3: Testmodell für die Co-Simulation: linearer Zweimassenschwinger.

Für die Untersuchungen am Testmodell wurden folgende Parameter und Anfangswerte gewählt:

$$m_1 = 1, c_1 = 10^4, d_1 = 2, m_2 = 1, c_2 = 10^5, d_2 = 6.3246, c_k = 10^6, d_k = 14.1421;$$

$$\text{Anfangsbedingungen: } x_{1,0} = 1, v_{1,0} = \dot{x}_{1,0} = 0, x_{2,0} = 1, v_{2,0} = \dot{x}_{2,0} = 1.$$

Daraus ergeben sich für die Pole λ , Eigenfrequenzen f_0 und Dämpfungsmaße D des Testmodells folgende Werte:

$$\lambda_{1/2} = -2.0 \pm i \cdot 232.3, \quad \lambda_{3/4} = -16.3 \pm i \cdot 1433.8$$

$$f_{0,1} = 36.98 \text{ Hz}, \quad D_1 \approx 1\%, \quad f_{0,2} = 228.19 \text{ Hz}, \quad D_2 \approx 1\%$$

Da die Submodelle des Thomson-Aktors über eine Kraft/Weg-Kopplung gekoppelt sind, wurde der Zweimassenschwinger entsprechend Abbildung 4 in zwei Submodelle zerlegt [5].

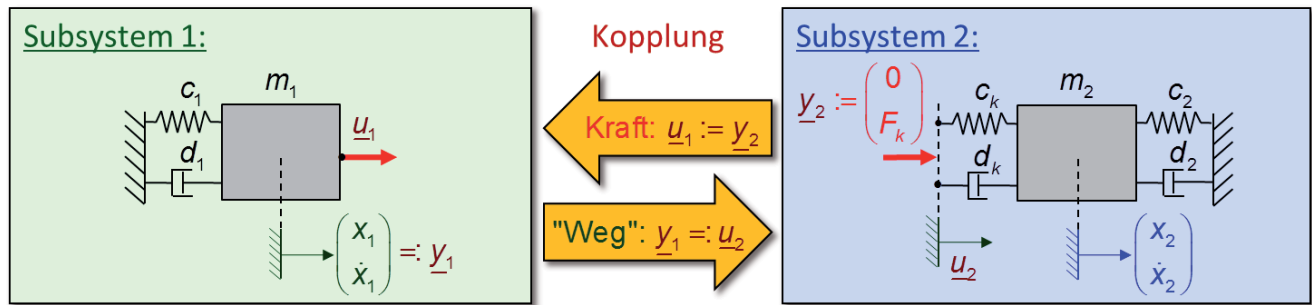


Abb. 4: Zerlegung des Testmodells in zwei Submodelle über einen Kraft/Weg-Kopplungsansatz.

3.3 Referenzlösung und Fehlermaß

Um den numerischen Fehler, welcher durch die Co-Simulation verursacht wird, zu analysieren, ist eine Referenzlösung notwendig. Im Fall des Testmodells ist die analytische Lösung als Referenz verfügbar. Beim Thomson-Aktor wird zur Berechnung einer numerischen Referenzlösung die beschleunigte Masse als gewöhnliche Differentialgleichung dem FE-Modell hinzugefügt, so dass das Gesamtsystem mit einem Solver gelöst werden kann. Als Referenzlösung wird dann eine numerische Lösung dieses erweiterten Modells verwendet, die mit sehr kleinen Fehlertoleranzen und Schrittweiten berechnet wurde.

Um den globalen numerischen Fehler der Co-Simulation quantifizieren zu können, muss ein skalares Fehlermaß gebildet werden. Hierfür wird der *normalized root mean squares error (NRMSE)* verwendet. Der Fehler wird über die Koppelgrößen (Position x , Geschwindigkeit v und Kraft F) gebildet, siehe Gleichungen (1)-(4).

$$\text{Lösung:} \quad \underline{y}_n = (y_{1n}, y_{2n}, y_{3n})^T = (x_n, v_n, F_n)^T, \quad n = 1, \dots, N \quad (1)$$

$$\text{Referenz:} \quad \underline{y}_n^* = (y_{1n}^*, y_{2n}^*, y_{3n}^*)^T = (x_n^*, v_n^*, F_n^*)^T, \quad n = 1, \dots, N \quad (2)$$

$$\text{NRMSE:} \quad e_j = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (y_{jn}^* - y_{jn})^2}{\sum_{n=1}^N (y_{jn}^* - \bar{y}_j^*)^2}}, \quad \bar{y}_j^* := \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y_{jn}^*, \quad j = 1, 2, 3 \quad (3)$$

$$\text{Fehler:} \quad V = \|\underline{e}\|_2 = \sqrt{\underline{e}^T \cdot \underline{e}}, \quad \underline{e} := (e_1, e_2, e_3)^T \quad (4)$$

3.4 Konvergenz der Co-Simulation: Testmodell

Für die Tests am linearen Zweimassenschwinger, wurden als Subsystemsolver explizite *Runge-Kutta*-Verfahren der Ordnung 5 mit fester Mikroschrittweite $h_1 = h_2 = 10^{-6}$ s für beide Subsysteme verwendet.

Abbildung 5 zeigt den globalen numerischen Fehler in Abhängigkeit der Makroschrittweite H doppelt logarithmisch aufgetragen. Als Parameter wurde der Polynomgrad p der Extrapolation variiert. Um zu Beginn der Co-Simulation bereits mit vollem Polynomgrad extrapolieren zu können, wurden alle erforderlichen (zurückliegenden) Anfangswerte über die analytische Lösung berechnet und eingesetzt. Der Konvergenzplot wurde also unter idealisierten Bedingungen erstellt und zeigt daher das theoretisch zu erwartende Verhalten, dass der Fehler mit der Konvergenzordnung $p+1$ abfällt (dünn gestrichelte Hilfslinien). Ebenso kann beobachtet werden, dass die eingezeichneten, theoretisch berechneten Stabilitätsgrenzen (vertikale gestrichelte Linien), siehe [5], in den numerischen Tests erreicht werden.

Das Abknicken des globalen Fehlers ab ca. 10^{-9} kann durch den Vergleich von Abbildung 5 mit Abbildung 6 erklärt werden. In Abbildung 6 wurde die Ordnung der Subsystemsolver von 5 auf 2 reduziert, dies führt bei gleicher, fester Mikroschrittweite von $h_1 = h_2 = 10^{-6}$ s und den gleichbleibenden Systemparametern auf einen größeren numerischen Fehler in den Subsystemlösungen. Daher knickt der Fehler in Abbildung 6 auch früher (bei einem Fehler von ca. 10^{-5}) ab.

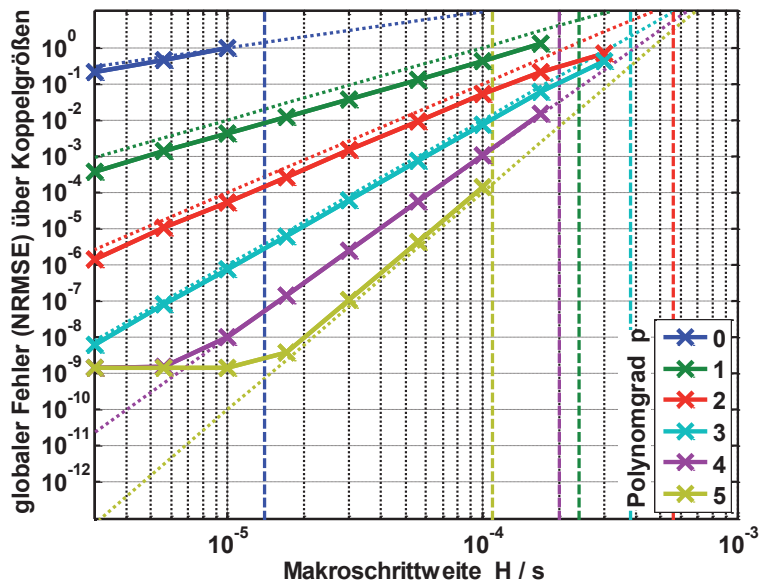


Abb. 5: Konvergenz der Co-Simulation am Beispiel des Testmodells unter Verwendung analytisch gesetzter Anfangswerte (Subsystemsolver: explizite Runge-Kutta-Verfahren 5. Ordnung mit Mikroschrittweiten $h_1 = h_2 = 10^{-6}$ s).

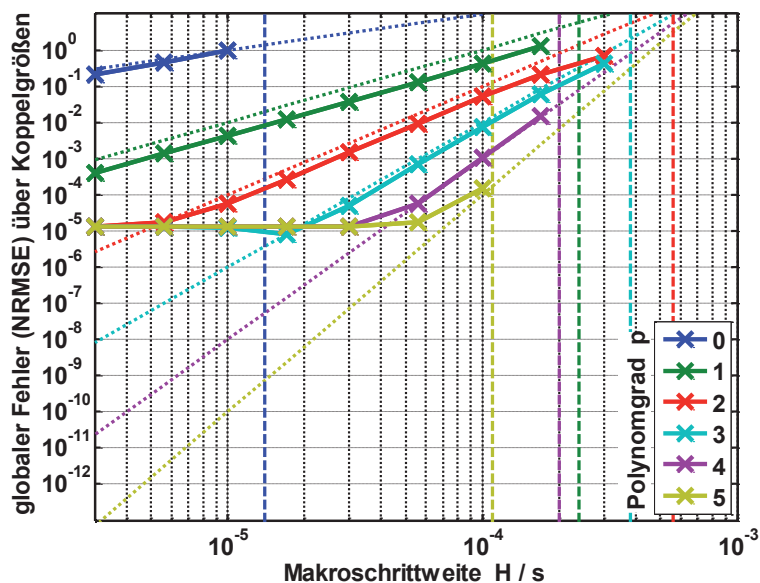


Abb. 6: Konvergenz der Co-Simulation am Beispiel des Testmodells unter Verwendung analytisch gesetzter Anfangswerte (Subsystemsolver: explizite Runge-Kutta-Verfahren 2. Ordnung mit Mikroschrittweiten $h_1 = h_2 = 10^{-6}$ s).

Abbildung 7 zeigt nun den Fall, in dem die Anlaufrechnung anstelle der analytisch berechneten Anfangswerte für die ersten Schritte verwendet wird. Hierbei ist zu beobachten, dass sich der Anfangsfehler durch die zunächst niedrige Polynomordnung im globalen Fehler fortpflanzt. Damit entsteht im globalen Fehler eine Art Ordnungsreduktion, welche ab dem Polynomgrad $p > 2$ im Konvergenzplot sichtbar ist (dieses Verhalten ist von den Systemparametern abhängig). Im lokalen Fehler (hier nicht dargestellt) ist diese Ordnungsreduktion wesentlich geringer. Im Gegensatz zum linearen Testmodell, für das eine analytische Lösung existiert, kann der lokale Fehler bei komplexen Modellen nicht bzw. nur mit großem Aufwand berechnet werden.

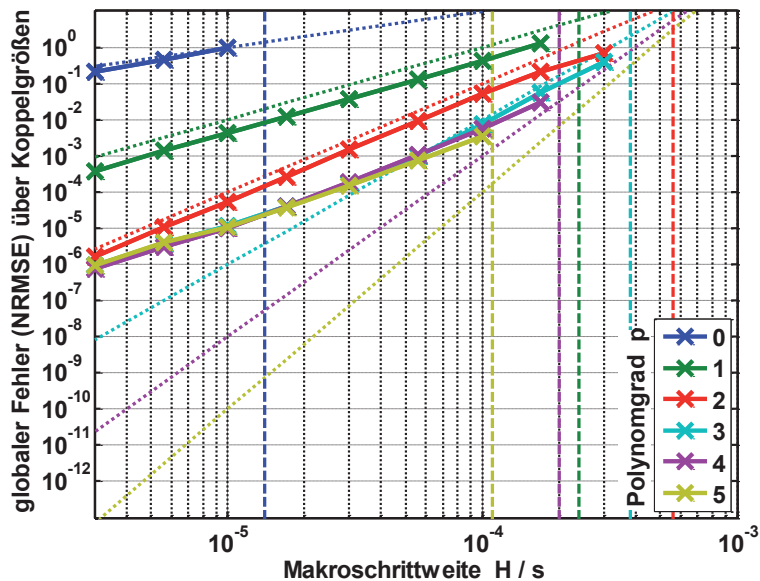


Abb. 7: Konvergenz der Co-Simulation am Beispiel des Testmodells unter Verwendung der Anlaufrechnung (Subsystemsolver: explizite Runge-Kutta-Verfahren 5. Ordnung mit Mikroschrittweiten $h_1 = h_2 = 10^{-6}$ s).

4 Ergebnisse und Konvergenz der Co-Simulation: Thomson-Aktor

In Abbildung 6 sind die Zeitverläufe der Koppelvariablen für den Thomson-Aktor dargestellt. Neben der Referenzlösung (blaue Kurve) wurden zwei Lösungen mit unterschiedlichen Co-Simulationsparametern geplottet. Für die Co-Simulationslösung mit Makroschrittweite $H = 10^{-4}$ s und Polynomgrad $p = 0$ (rote Kurve) ist eine deutliche Abweichung von der Referenzlösung zu sehen. Im Gegensatz dazu ist bei der Co-Simulation mit der Makroschrittweite $H = 5.6 \cdot 10^{-6}$ s und dem Polynomgrad $p = 2$ (grüne Kurve) kein Unterschied zur Referenzlösung zu sehen. Der berechnete Fehler hierfür kann dem Konvergenzplot (Abbildung 9) entnommen werden.

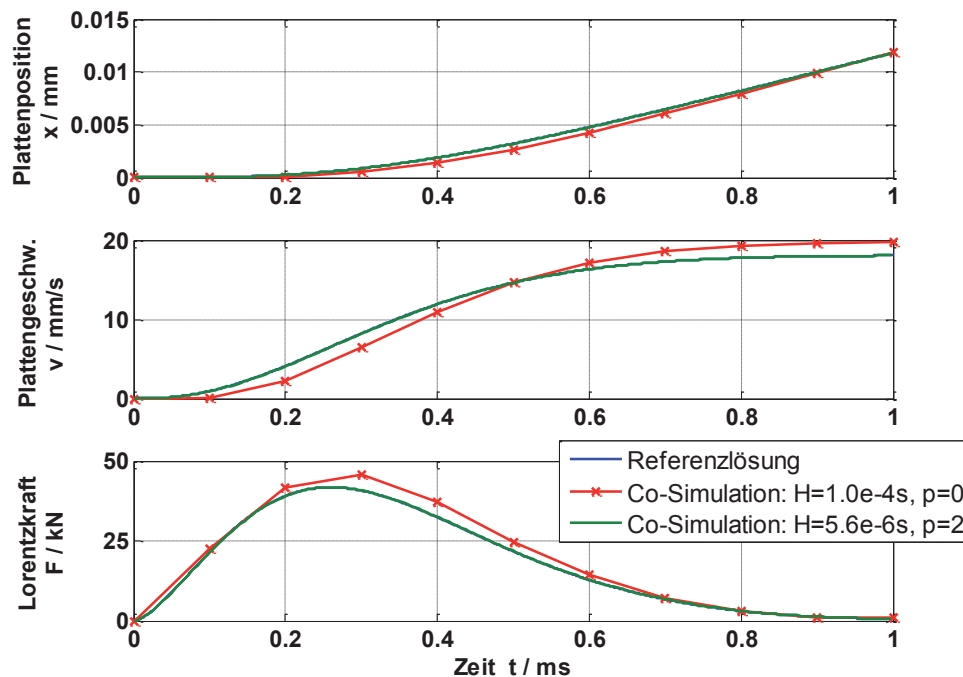


Abb. 8: Koppelgrößen der Co-Simulation: Plattenposition, Plattengeschwindigkeit und Lorentzkraft für zwei verschiedene Co-Simulationsparameter im Vergleich zur Referenzlösung (liegt optisch genau unter der grünen Kurve).

Abbildung 9 zeigt das Konvergenzverhalten der Co-Simulation für das hier erstellte Modell des Thomson-Aktors. Bei höheren Polynomgraden (insbesondere $p = 2$ und $p = 3$) zeigt sich die durch die Anlaufrechnung verursachte Ordnungsreduktion. Das Abknicken der Kurven für $p > 0$ bei einer Makroschrittweite von $H = 5 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ ist auf den numerischen Fehler der Subsystemintegratoren zurückzuführen. Der hierbei auftretende, vergleichsweise große, numerische Fehler von ca. 10^{-4} ist unter anderem dadurch zu erklären, dass der Fehler über alle Koppelgrößen (inkl. Koppelkraft) und nicht über die Systemzustände berechnet wird. Alle im untersuchten Parameterbereich durchgeführten Co-Simulationen waren numerisch stabil.

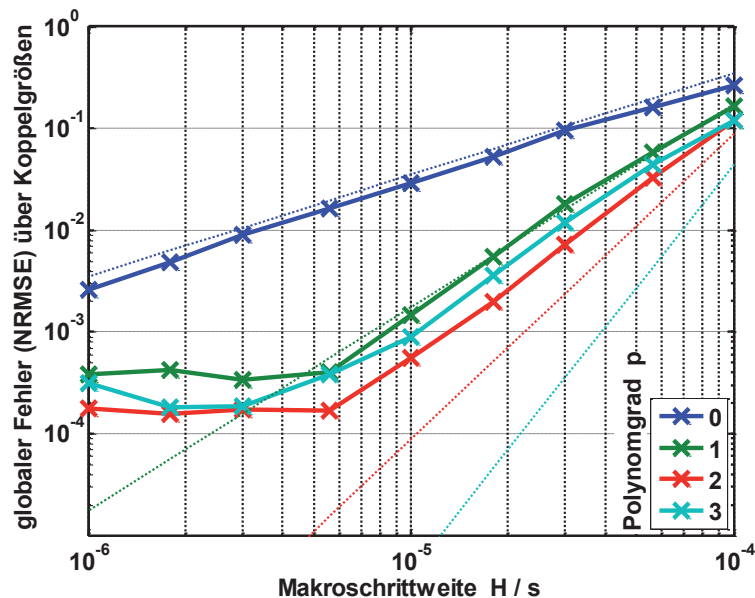


Abb. 9: Konvergenz der Co-Simulation (Jacobi-Typ, feste Makroschrittweite H) für verschiedene Polynomgrade p .

5 Zusammenfassung

Es wurde gezeigt, dass die Kopplung von Maxwell- und MKS-Gleichungen für die Untersuchung des wirbelstrominduzierten Linearaktors mithilfe der Co-Simulation ohne wesentliche zusätzliche numerische Fehler möglich ist. Um den numerischen Fehler gering zu halten, sind die Co-Simulationsparameter geeignet zu wählen. Diese hängen allerdings von den Subsystemmodellen und den verwendeten Subsystemsolvern ab. Führt man an komplexen Modellen Konvergenztests für die Co-Simulation durch, so ist die Beeinflussung der Ergebnisse durch eine Anlaufrechnung zur Erreichung höherer Polynomgrade und den Einfluss der numerischen Fehler durch die Subsystemintegratoren zu berücksichtigen.

6 Literatur

- [1] Simonidis, C., Mechler, G., Chladny, R. und Stengel, G.: Mehrkriterienoptimierung eines wirbelstrominduzierten Linearaktors, VDI Mechatronik, 2011.
- [2] Chan, H.L.; Cheng, K.W.E.; Sutanto, D.: A simplified Neumann's Formula for Calculation of Inductance of Spiral Coil. In: International Conference on Power Electronics and Variable Speed Drives, S. 69-73, 2000.
- [3] Li, W.; Jeong, Y.W.; Koh, C.S.: An Adaptive Equivalent Circuit Modeling Method for the Eddy Current-Driven Electromechanical System. IEEE Transactions on Magnetics. Vol. 46. No. 6, S. 1859-1862, 2010.
- [4] Schmoll, R. und Schweizer, B.: Co-Simulation of Multibody and Hydraulic Systems: Comparison of Different Coupling Approaches. Multibody Dynamics 2011 ECCOMAS thematic conference, Brussels, Belgium, 2011.
- [5] Busch, M.: Zur Effizienten Kopplung von Simulationsprogrammen. Dissertation, Universität Kassel, kassel university press, ISBN: 978-3-89958-297-7, 2012.
- [6] Valasek, M.: Modeling, simulation and control of mechatronical systems. In: Simulation Techniques for Applied Dynamics, S. 75-140, Springer, 2009.

Aeroakustische Simulation mit CFD-Methoden

Marco Oswald (ANSYS Germany GmbH)

Die Untersuchung des akustischen Verhaltens von Strömungsfeldern rückt in verschiedenen Industriezweigen zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses. Steigende Anforderungen an die Lärmunterdrückung erfordern zusätzliches technisches Know-how, nicht zuletzt auf dem Gebiet des Computer-Aided Engineering (CAE).

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit Simulationsmethoden zur aeroakustischen Analyse aus dem Bereich Computational Fluid Dynamics (CFD). Zu den vorgestellten numerischen Methoden gehören die numerische Aeroakustik (Computational Aero-Acoustics, CAA-Methode), die Ffowcs Williams and Hawkings-Integralmethode (FW-H) und einfachere Ansätze zur Beurteilung von breitbandigem Lärm. Einige dieser Methoden basieren auf der Akustik-Analogie nach Lighthill [1]. Die Strömung nahe der akustischen Quellbereiche kann mit Hilfe von zeitabhängigen Reynolds-gemittelten Navier-Stokes-Gleichungen (URANS), Large Eddy Simulation (LES) oder hybriden Modellen wie Detached Eddy Simulation (DES) oder Scale-Adaptive Simulation (SAS) abgebildet werden. Diese gängigen Turbulenzmodellierungen sind in den meisten CFD-Codes bereits integriert. Neben den klassischen Ansätzen der Aeroakustik-Modellierung mit Hilfe von CFD, die auf die Berechnung eines zeitabhängigen Signals mit detaillierter Turbulenzabbildung abzielen, stehen qualitative, auch statistische Ansätze genannt, auf Basis stationärer Daten zur Verfügung. Damit können mit deutlich weniger Aufwand Varianten hinsichtlich akustischer Eigenschaften bewertet werden. Vor- und Nachteile der genannten Ansätze werden vorgestellt und anhand von Beispielen diskutiert.

1 Numerische Aeroakustik

1.1 Allgemeines

CFD-Methoden können in vielen Fällen zur quantitativen und auch qualitativen Vorausbestimmung aeroakustischer Phänomene verwendet werden. Einer der genauesten, aber auch aufwändigsten Ansätze ist die direkte akustische Berechnung (Computational Aero-Acoustics, CAA). Die Wellengleichung ist ein Sonderfall der Navier-Stokes-Gleichungen (1)-(3). Daher kann dieser Gleichungssatz auch zur akustischen Modellierung angewandt werden.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho e)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j h)}{\partial x_j} = \frac{\partial(\tau_{ij} u_i)}{\partial x_j} + \nabla \cdot (\lambda \nabla T) \quad (3)$$

wobei τ_{ij} der molekulare Spannungstensor ist:

$$\tau_{ij} = 2\mu \left\{ -\frac{\delta_{ij}}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) \right\} \quad (4)$$

Hierbei ist δ_{ij} die Kronecker-Deltafunktion, μ ist die molekulare Viskosität, λ ist die Wärmeleitfähigkeit, c_v und c_p sind die spezifischen Wärmewerte bei konstantem Volumen bzw. konstantem Druck.

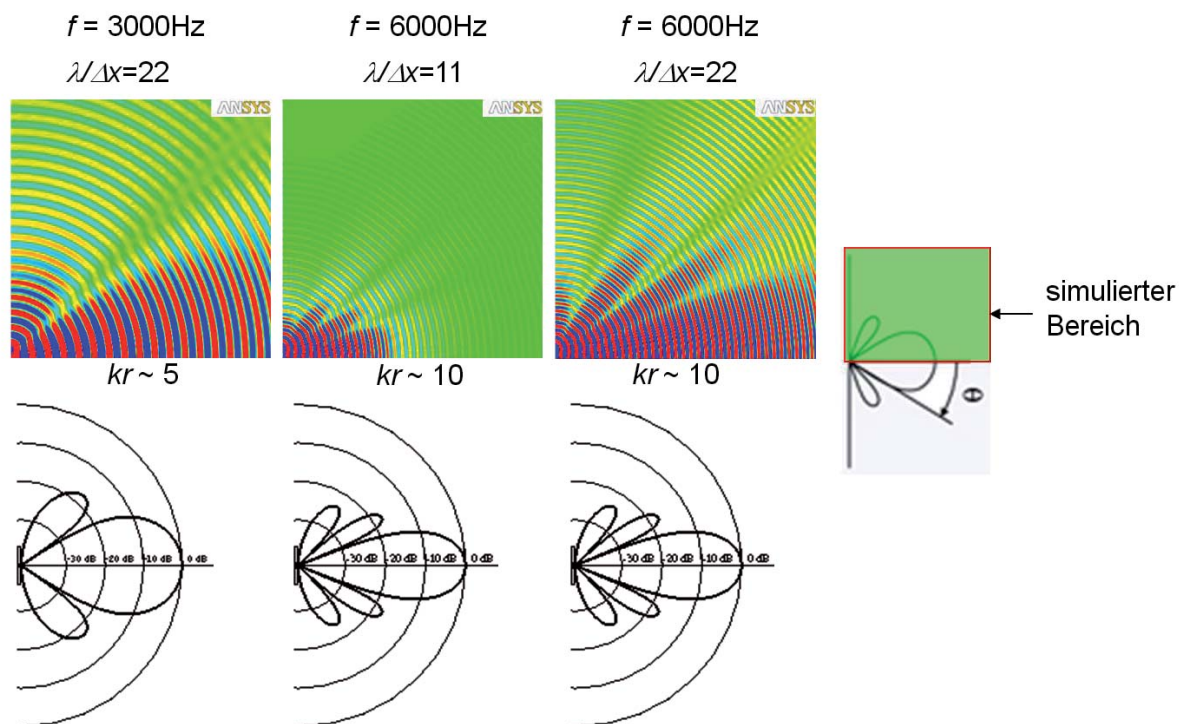
$$e = c_v T + \frac{u_i^2}{2} = \frac{1}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho} + \frac{u_i^2}{2} \quad (5)$$

ist die Gesamtenergie pro Masseinheit, und

$$h = e + \frac{p}{\rho} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho} + \frac{u_i^2}{2} \quad (6)$$

ist die Totalenthalpie pro Masseinheit, und γ ist der Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten.

Viele CFD-Löser basieren auf der Lösung dieses Gleichungssystems. Ein solcher Löser ist der auf der finite-Volumen-Methode basierende Code Ansys Fluent®, mit Hilfe dessen alle in diesem Beitrag vorgestellten Beispiele simuliert wurden. Eine zeitabhängige Simulation eines kompressiblen Mediums ist Voraussetzung, um akustische Quellen und Ihre Ausbreitung zu berechnen. Bei CAA wird die Ausbreitung mit Hilfe des numerischen Rechengitters zwischen Quelle und Empfänger simuliert. Dieser Ansatz erfordert eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung, um selbst kleinste Druckschwankungen (menschliche Hörschwelle liegt bei $2e-05$ Pascal) mit einem Minimum an Dissipationsverlusten über das Rechengitter übertragen zu können. Bei hochfrequentem Schall reduziert sich die Wellenlänge, was bei gleichbleibender relativer Auflösung pro Wellenlänge den Simulationsaufwand erhöht. Eine gleichbleibende absolute Auflösung führt bei höheren Frequenzen zu Informationsverlusten. Dies ist in Abbildung 1 dargestellt. Ein generischer Lautsprecher mit Membran-Radius $r = 0,1$ m wird mit unterschiedlichen Frequenzen angeregt. Bei einer Anregung mit 3000 Hz und einer Maschenweite des Rechengitters von 5 mm ist die relative Auflösung 22 Stützstellen pro Wellenlänge. Die Richtcharakteristik wird anhand von Haupt- und Nebenkeulen in der Druckschwankung dargestellt. Über bekannte Beziehungen zwischen der Dimension der Quelle (Radius der Membran) und der Frequenz (über die Wellenzahl k) können analytische Lösungen zum Vergleich herangezogen werden.



Analytical Patterns: Courtesy of Dr. Dan Russell, Grad. Prog. Acoustics, Penn State

Abb. 1: Auswirkungen der räumlichen Auflösung auf die Richtcharakteristik

Bei einer Verdoppelung der anregenden Frequenz unter Verwendung des gleichen Rechengitters zeigt sich, dass die relative Auflösung von nur noch 11 Stützstellen pro Wellenlänge nicht ausreichend ist, um die bei $kr \sim 10$ mannigfaltigeren Nebenkeulen aufzulösen. Eine Halbierung der Maschenweite und damit einhergehenden Verdopplung der relativen Auflösung löst das Problem. Die zeitliche Auflösung sollte so gewählt werden, dass die Courant-Zahl im Bereich akustischer Quellen in der Größenordnung von 1 liegt. Dies bedeutet, dass pro simuliertem Zeitschritt die Information um nicht mehr als etwa 1 Zelle durch das System transportiert wird. Räumliche Auflösung entspricht dann der zeitlichen Auflösung. Abbildung 2 zeigt die Auswirkung verschiedener Courant-Zahlen auf verschiedenen Rechengittern.

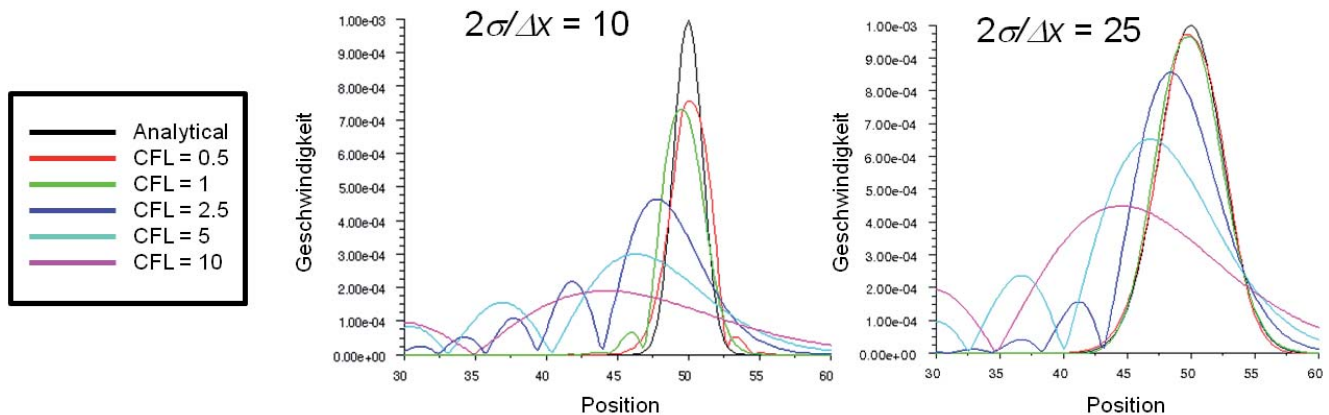


Abb. 2: Auswirkungen der zeitlichen Auflösung auf die Signalabbildung

Das aufzulösende Signal ist ein definierter Gauß-Puls. Links ist eine eher grobe räumliche Auflösung des Signals mit nur 10 Stützstellen pro doppelter Standardabweichung σ . Rechts wird die doppelte Standardabweichung mit 25 Stützstellen deutlich feiner aufgelöst. Abweichungen der Courant-Zahl von 1 wirken sich erwartungsgemäß auf dem gröberen Gitter höher aus, als auf dem feineren Gitter. Die Darstellung in Abbildung 2 zeigt aber auch, dass selbst bei adäquater räumlicher Auflösung Courant-Zahlen von 2,5 mit einer leichten Phasenverschiebung und einer Reduktion der Signalstärke einhergehen.

Das Rechenggebiet, welches durch das numerische Rechengitter dargestellt wird, muss sich von der Quelle bis zu dem Empfänger erstrecken, an dem der Druckverlauf aufgezeichnet werden soll. Der Schallreflektion an Wänden wird ebenso Rechnung getragen, wie der Rückkopplung des Schallfeldes auf das Strömungsfeld. So können zum Beispiel starke Schallwellen im Strömungsfeld Verwirbelungen hervorrufen. Nach Erreichen eines statistisch stationären Druckfeldes (konstanter Mittelwert) wird der statische Druck an der gewünschten Empfängerposition für den weiteren Simulationsverlauf über der Zeit aufgezeichnet. Dieses Zeitsignal wird dann mit Hilfe einer Fast-Fourier-Transformation in den Frequenzbereich transformiert. Die abzubildende Simulationszeit hängt von der minimalen abzubildenden Frequenz (untere Grenzfrequenz) ab. Der Kehrwert der Simulationszeit entspricht der Frequenzauflösung. Ein zeitliches Signal mit einer Dauer von 0,1 Sekunden kann im Frequenzbereich nur im Abstand von 10 Hz Samplepunkte zur Verfügung stellen. Um eine sinnvolle und verlässliche Aussage über das Frequenzsignal im Bereich der unteren Grenzfrequenz machen zu können, sollte diese mit etwa dem 10-fachen ihrer Periodendauer abgebildet werden. Bei einer angenommenen Minimalfrequenz von 16 Hz (menschliche Hörschwelle) ist somit eine Simulationszeit von 0,615 Sekunden empfehlenswert. Die Abbildungsgenauigkeit bei hohen Frequenzen und damit kleinen Wellenlängen, hängt neben der weniger relevanten räumlichen Auflösung in erster Linie vom gewählten Zeitschritt ab. Eine Periodendauer bei der maximal abzubildenden Frequenz sollte mit etwa 25-30 zeitlichen Stützstellen diskretisiert werden. In Kapitel 2 wird erläutert, wie unter Einsatz akustischer Analogien (FW-H) zur Ausbreitung die doppelte Abtastrate der maximalen Frequenz (Nyquist-Grenze) ausreicht.

Mit CAA können sowohl Monopole, als auch Di- und Quadrupole über das Druckfeld dargestellt werden. Monopole zeichnen sich durch zeitabhängige Massenströme an Ein- oder Auslassbereichen eines Rechenggebietes aus. Dipole sind zeitabhängige Druckverteilungen auf Wänden und Quadrupole zeichnen sich durch zeitabhängige turbulente Scherspannungen im Strömungsvolumen aus. Mono- und Dipole sind dominant in Strömungen mit niedriger Machzahl. Quadrupole spielen in erster Linie bei hohen Machzahlen eine dominante Rolle.

1.2 Numerische Behandlung

Im zellbasierten CFD-Code Ansys Fluent® können konvektive Terme sowohl mit UPWIND-Verfahren bis 3. Ordnung, als auch mit Zentral-Differenzen (bounded/unbounded central differencing) diskretisiert werden. Die UPWIND-Verfahren werden häufig zur Lösung von Reynolds-gemittelten Navier-Stokes-Gleichungen (RANS) eingesetzt. Für Skalen-auflösende Simulationsverfahren (scale-resolving simulation, SRS) kommen häufig weniger dissipative Verfahren wie Zentral-Differenzen (bounded central differencing) zum Einsatz.

Für zeitabhängige Simulationen bietet der Löser sowohl implizite also auch explizite Lösungsverfahren an. Für implizite Verfahren ist es erforderlich, für jeden Zeitschritt eine Anzahl Sub-Iterationen zu definieren, um Nichtlinearitäten und die Kopplung der Strömungsgrößen untereinander zu berücksichtigen.

Die Art der Gradientenberechnung ist auf qualitativ hochwertigen Hexaeder-Rechengittern nicht entscheidend für die Ergebnisqualität. Allerdings profitieren insbesondere unstrukturierte Tetraedernetze von knotenbasierten Green-Gauß-Verfahren oder der zellbasierten Methode der kleinsten Fehlerquadrate im Vergleich zu der zellbasierten Green-Gauß. Bei Verwendung des Skalen-auflösenden Turbulenzmodells SAS (siehe Abschnitt 1.3) wird die zellbasierte Methode der kleinsten Fehlerquadrate empfohlen [2].

Bei kompressiblen Simulationen ist es erforderlich, Druckreflexionen an Rändern des Rechengebietes, wie Ein- und Auslässe, zu unterdrücken. Die nicht-reflektiven Randbedingungen in Ansys Fluent® basieren auf – von der Eulergleichung hergeleiteten – Wellenwiderstandsbeziehungen [3].

1.3 Modellierung der Turbulenz

Eine Herausforderung bei der Strömungssimulation zur Beurteilung des akustischen Verhaltens ist die Turbulenzmodellierung. Im Vergleich zu den im praktischen Einsatz bereits etablierten Methoden der Turbulenzmodellierung durch zeitabhängige URANS, ist das Auflösen der Turbulenz (SRS) aufgrund des vielfach höheren Aufwands nur weniger verbreitet. Reine LES findet eher Anwendung für einfache Fälle mit überschaubarer geometrischer Komplexität, dafür aber komplexen Turbulenzfeldern. Allerdings lässt sich ein Trend hin zu hybriden LES-RANS-Modellen beobachten. Jüngste Beispiele hierfür sind die Skalen-adaptive Simulation (scale-adaptive simulation, SAS), die verzögerte sogenannte Detached-Eddy-Simulation (delayed detached eddy simulation, DDES), sowie das Wall-Modelled-Large-Eddy-Modell (WMLES). Die URANS-Modelle sind mit wesentlich weniger Aufwand hinsichtlich Gittergenerierung, als auch geringeren Rechenzeiten verbunden. In vielen Fällen liefern diese Modelle auch hinreichend genaue Simulationsergebnisse. So zum Beispiel, wenn nur stationäre Betrachtungen erforderlich sind, oder es ausreicht, nur die größten turbulenten Strukturen abzubilden. Der Wirbelzerfall (Kolmogorov-Kaskade) und damit einhergehendes breitbandiges Rauschen kann mit einem RANS-Modell hingegen nicht abgebildet werden. Dies ist der typische Einsatzbereich für SRS. Lediglich tonale Anteile im niederen Frequenzbereich können ansatzweise mit URANS beschrieben werden. Diese Limitierungen von URANS werden in nachfolgendem Beispiel deutlich (Abbildung 3). Zu sehen ist eine turbulente Strömung über ein Tragflügelprofil bei mittlerem Anstellwinkel.

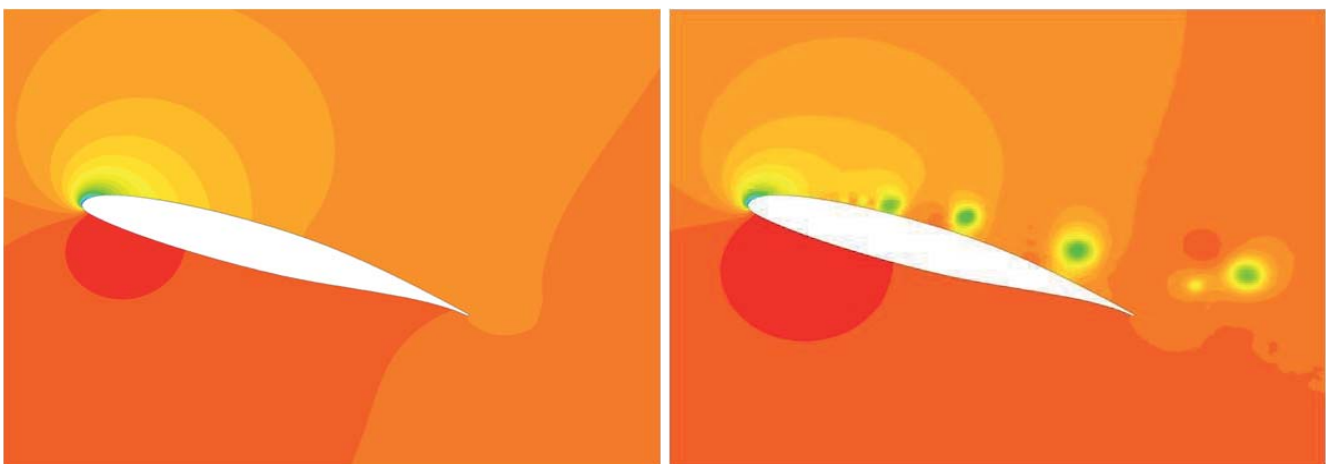


Abb. 3: Momentane Konturdarstellung von c_p für URANS (links) und Large Eddy Simulation (LES) (rechts)

Links ist die Verteilung des Druckbeiwertes in einer URANS unter Verwendung des SST $k-\omega$ -Modells zu sehen. Rechts ist die gleiche Strömungsgröße bei gleicher Simulationszeit in einer LES unter Verwendung des Smagorinsky-Subgrid-Scale-Modells zu sehen. Die Subgrid-Scale-Modelle dienen der Modellierung sehr kleiner Wirbelstrukturen, deren Auflösung zu aufwändig und auch wenig effektiv wäre. Diese feinen Wirbelstrukturen zeichnen sich dadurch aus, dass sie weniger vom makroskopischen Verhalten der Strömung beeinflusst werden. Sie verhalten sich nahezu isotrop, was eine Modellierung zusätzlich vereinfacht. Die Simulation mit RANS führt zu einer Ablöseblase auf der Saugseite des Profils. Im Nachlauf ist nur ein sehr schwach ausgeprägtes zeitabhängiges Verhalten zu sehen. LES stellt den Nachlauf deutlich zeitabhängiger und wirbelbehafteter dar. Die Wirbel können zudem nicht einem einzelnen Mode zugeordnet werden, sondern zeichnen sich durch unterschiedliche Größen und Ablösefrequenzen aus. Dieses Ergebnis zeigt trotz seiner qualitativen Natur die Bedeutung der Verwendung einer geeigneten Turbulenzmodellierung für eine genaue Vorhersage der Schallentwicklung.

Wegen des höheren Aufwandes zur Auflösung der akustischen Wellen für höhere Frequenzen und des Umstandes, dass die Schallinformation mittels eines Rechengitters transportiert werden muss, das von der Quelle bis zum Empfänger reicht, ist der Einsatzbereich für CAA auf niedrige Frequenzen und die Nahfeldakustik beschränkt. Theoretisch ist der Einsatz zwar auch bei hohen Frequenzen bis hin in den Fernfeldbereich denkbar, doch praktisch ist das wenig effizient. Außerdem können Wirbel-auflösende Verfahren (SRS) mit LES oder hybriden URANS/LES-Modellen zur exakten Nachverfolgung der für die akustischen Effekte verantwortlichen Instabilitäten zwischen Quelle und Empfänger selbst für einfache Fälle recht aufwändig sein. Daher fordert der an aeroakustischen Simulationen interessierte CFD-Ingenieur alternative Ansätze, um zuverlässige Resultate mit einem angemessenen und akzeptablen Zeitaufwand zu erhalten.

Abbildung 4 vergleicht die mit CAA berechneten Schalldruckpegel in einem flachen Hohlraum mit experimentell ermittelten Daten.

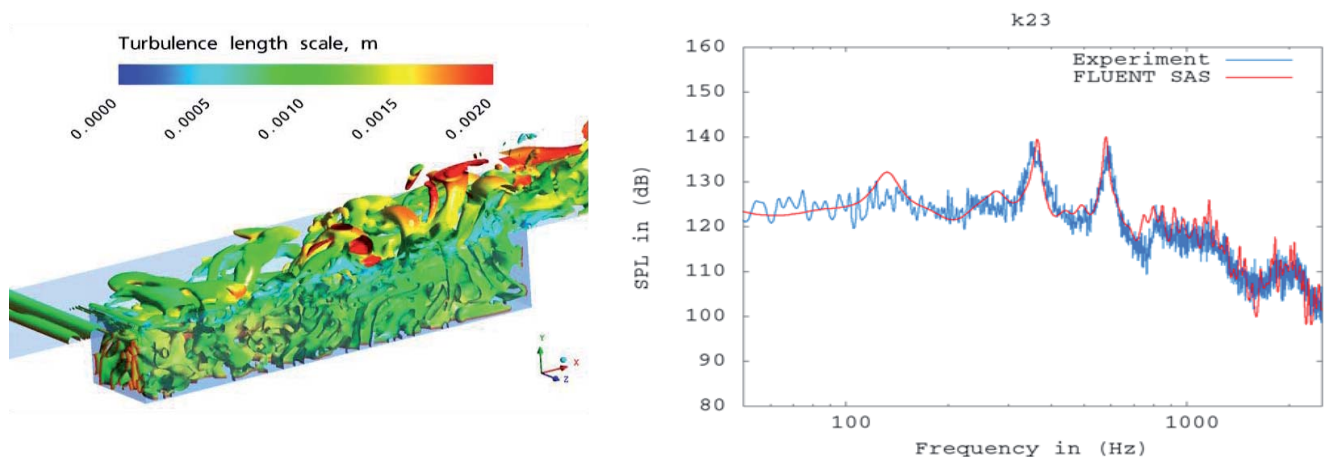


Abb. 4: Iso-Fläche konstanten Q -Kriteriums, eingefärbt mit dem turbulenten Längenmaß (links) und Vergleich mit Messungen (rechts)

2 Ffowcs-Williams and Hawkings Akustik-Analogie

Wie bereits in Abschnitt 1.3 erläutert, ist die CAA-Methode durch das direkte Lösen der Wellengleichung als Sonderfall der Navier-Stokes-Gleichung gerade im hochfrequenten Bereich, insbesondere unter Berücksichtigung von Fernfeldakustik, sehr aufwändig. Dies schlägt sich in den erhöhten Rechenzeiten und den damit verbundenen steigenden Simulationskosten nieder. Eine Alternative hierzu bieten Methoden, basierend auf Lighthills Arbeiten [1], sowie der Erweiterung dieser Ansätze durch Curle, sowie Ffowcs-Williams und Hawkings (FW-H) [4]. Vorteil der Analogie ist die Entkopplung des Strömungsfeldes vom Akustikfeld, was eine effiziente Alternative zum direkten CAA-Ansatz darstellt.

Die Formel nach FW-H (7) verkörpert die generellste Form der Akustik-Analogie. Sie erlaubt es, nicht nur ortsfeste, als auch bewegliche Wände, sondern auch durchlässige, interne Flächen als Integrationsflächen anzunehmen. Dadurch kann die FWH-Formulierung eine Vielzahl von Akustik-Anwendungen aus den Bereichen Turbomaschinenbau (Gebläse, Ventilatoren), Luftfahrt (Flügelumströmung, Fahrwerkumströmung) und nicht

zuletzt Automobil (Schiebedachwummern, Seitenspiegel-umströmung, Scheibenwischer) abdecken. Die integrale Lösung der allgemeinen Wellengleichung [4] sieht wie folgt aus:

$$\begin{aligned}
 H(f)\rho(x,t) = & \frac{1}{4\pi a_0^2} \int_V \frac{\partial}{\partial y_i \partial y_j} \int \frac{\partial}{\partial y_i \partial y_j} \left[\frac{1}{|1-M_r|} T_{ij} \left(y, t - \frac{r}{a_0} \right) \right] \frac{dy}{r} \\
 & + \frac{1}{4\pi a_0^2} \int_\Sigma \frac{\partial}{\partial y_i} \left[\frac{1}{|1-M_r|} F_i \left(y, t - \frac{r}{a_0} \right) \right] \frac{dy}{r |\nabla f|} \\
 & + \frac{1}{4\pi a_0^2} \int_\Sigma \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{1}{|1-M_r|} Q_i \left(y, t - \frac{r}{a_0} \right) \right] \frac{dy}{r |\nabla f|}
 \end{aligned} \quad (7)$$

Mit folgenden Substitutionen:

$$T_{ij} = \rho u_i u_j + (p - a_0^2 \rho) \delta_{ij} - \tau_{ij} \quad (8)$$

$$F_i = -[\rho u_i (u_j - v_j) + p \delta_{ij} - \tau_{ij}] \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad (9)$$

$$Q_i = -[\rho (u_j - v_j) + \rho_0 v_i] \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad (10)$$

$$M_r = \frac{u_\Sigma}{a_0} \quad (11)$$

Mit H ist die Heaviside-Funktion bezeichnet. Die Quellterme auf der rechten Seite repräsentieren Quadru-, Di- und Monopole. Die Volumenintegrale (Quadrupole) werden aus praktischen Gründen im verwendeten CFD-Löser Ansys Fluent® nicht gelöst [3]. Ungeachtet dessen enthalten die FW-H-Flächenintegrale in dem Fall, dass eine durchlässige, interne Fläche als Integrationsfläche verwendet wird, effektiv auch den Beitrag der Quadrupole (turbulente Scherspannungen) innerhalb des von der Integrationsfläche eingeschlossenen Bereiches.

Die vorliegende Implementierung bietet darüber hinaus die Möglichkeit, beliebig viele Integrationsflächen auszuwerten. Somit ist es möglich, die Einzelbeiträge diverser Geometrie-Komponenten zur Gesamt-Schallabstrahlung darzustellen. Die FW-H-Integrale können on-the-fly im Verlauf der zeitabhängigen Strömungssimulation ausgewertet werden, um unnötige Belegung von Plattenspeicherplatz zu vermeiden. Die gängigere Vorgehensweise ist allerdings das Lösen der FW-H-Integrale nach einer adäquaten realen Simulationszeit, wie in Abschnitt 1.1 beschrieben. Hierzu werden Druckinformationen während der Simulation an den definierten Integrationsflächen aufgezeichnet. Das Lösen des FW-H-Integrals ist dann reines Post-Processing. Die Quellinformation auf den Integrationsflächen wird ausgelesen und mit Hilfe der Akustik-Analogie zu den (nach der Simulation) definierten Empfängerpositionen weitergeleitet. Der Zeitversatz zwischen Abstrahl- und Empfangszeit wird durch die sogenannte forward-time projection berücksichtigt [5]. Dispersions- und Dissipationsverluste werden in der Formulierung ebenfalls berücksichtigt. Somit steht am Empfänger ein in Bezug auf die Quelle zeitversetztes und abgeschwächtes, zeitabhängiges Drucksignal zur Verfügung. Alle für die weitere Verarbeitung der Druckdaten erforderlichen Werkzeuge stehen in der Simulationsumgebung zur Verfügung. Dazu gehören die Transformation der Signale in den Frequenzbereich (Fast-Fourier-Transformation), sowie die Darstellung der Schalldrücke und Schallleistungen, frequenzgenau oder gemittelt in Oktav- und Terzbändern.

Abbildung 5 zeigt die Richtcharakteristik einer von links nach rechts angeströmten Fahrzeug-Regenrinne. Die charakteristische Dipol-Form ist deutlich zu erkennen. Eine 3D-LES wurde auf dem links dargestellten Gitter durchgeführt, um die akustischen Quellen aufzulösen. Die Quellinformation wurde mit Hilfe von FW-H an die konzentrisch um den Mittelpunkt der Regenrinne angeordneten Empfänger übermittelt.

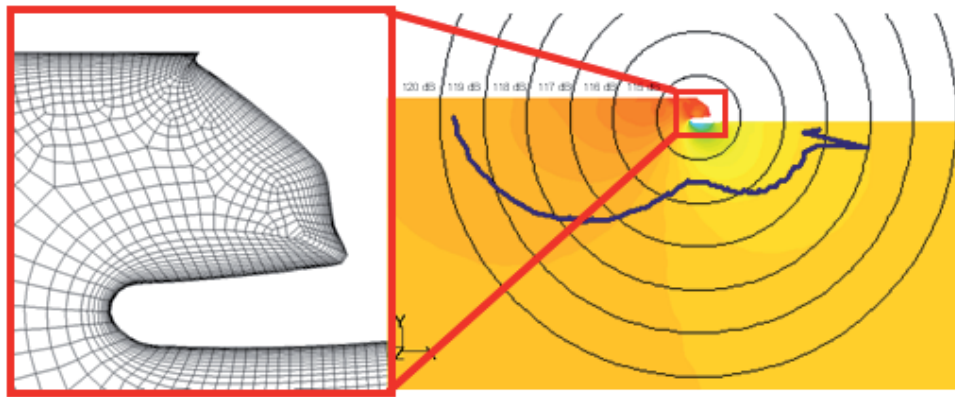


Abb. 5: Richtungsdiagramm einer Kraftfahrzeug-Regenrinne (rechts) und zugehöriges Rechengitter (links)

Abbildung 6 zeigt die momentane Geschwindigkeitskomponente einer Stab-/Flügel-Konfiguration. Die dreidimensionale Iso-Fläche repräsentiert eine konstante Geschwindigkeit. Diese Fläche ist mit der Wirbelstärke eingefärbt. Der Stab wird vor dem Flügel angeordnet, um die Strömung zu stören. Der Abstand zwischen Stab und Flügel ist groß genug, um eine signifikante Rückwirkung des Flügels auf die Stabablösung und dessen Nachlauf zu vermeiden.



Abb. 6: Stab-/Flügel-Konfiguration mit momentaner Geschwindigkeit, eingefärbt mit der Wirbelstärke

Die Entstehung akustischer Quellen wurde mit der Detached-Eddy Simulation (DES) und einer Zeitschrittgröße von $1e-05$ s auf einem Rechengitter mit 1,2 Millionen Zellen simuliert. Abbildung 7 zeigt den Vergleich der simulierten Daten mit den experimentell ermittelten Daten.

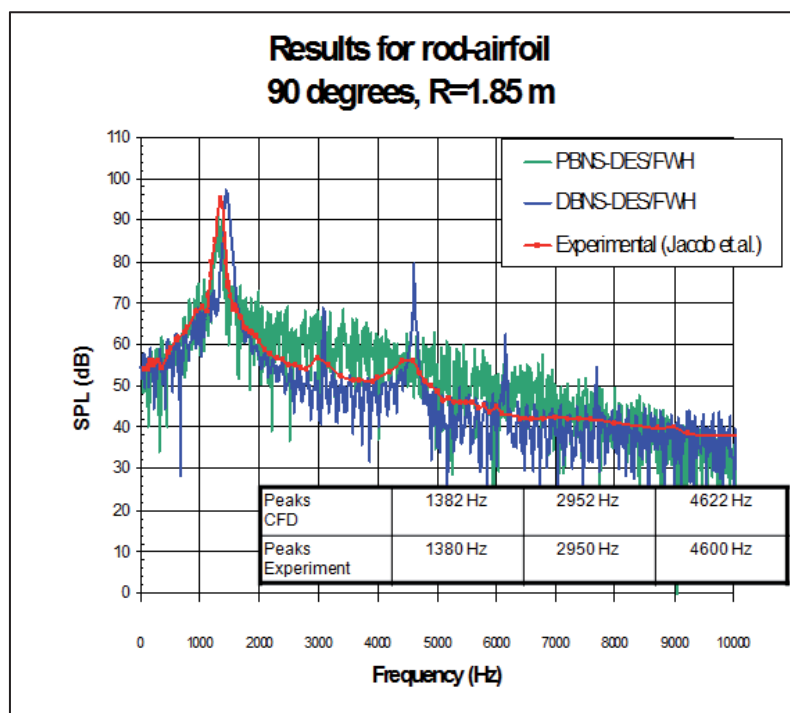


Abb. 7: Vergleich der CFD-Resultate (grün: druck-basierter Solver; blau: dichte-basierter Solver) mit experimentell ermittelten Daten für die Stab-/Flügel-Konfiguration

Die Tabelle unterhalb der Kurven in Abbildung 7 zeigt auch für die ausgeprägten tonalen Anteile eine gute Übereinstimmung zwischen CFD und experimentellen Daten. Die Abweichung für die ersten drei tonalen Anteile liegt bei $\leq 0,5\%$.

Für FW-H gelten die gleichen Voraussetzungen für numerische Behandlung und Turbulenz-Modellierung wie für CAA (siehe Abschnitte 1.2 und 1.3). Allerdings kann das Rechengitter im Fernfeld (außerhalb der Bereiche dominanter akustischer Quellen) gegenüber CAA deutlich vergrößert werden. Durch die Entkopplung von Strömungsfeld und Akustikfeld erlaubt FW-H eine netzunabhängige Schallausbreitung. Der Empfänger kann daher deutlich außerhalb des Rechengitters platziert werden. Typische Anwendungen für FW-H liegen daher insbesondere in der Fernfeld-Akustik.

3 Broadband Noise Source Model

Die FW-H-Integralmethode ist trotz der vorgestellten Entkopplung von Strömungsfeld und Schallausbreitung immer noch recht aufwändig. Gerade bei realen, industriellen Anwendungen mit komplexen Geometrien und turbulenten Strömungsfeldern bei hohen Reynolds-Zahlen ist die räumliche und zeitliche Auflösung zumindest im Nahfeldbereich eine Herausforderung. Nur zeitaufgelöste, dreidimensionale Simulationen mit Skalen-auflösenden Turbulenzmodellen bzw. Skalen-modellierenden URANS-Modellen für niederfrequente, tonale Anteile, sind in der Lage die Quellen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ darzustellen.

Seit den Tagen von Lighthill, steht die Idee im Raum, Turbulenzgrößen, die sich leicht mit zeitunabhängigen RANS-Gleichungen berechnen lassen, in Zusammenspiel mit Lighthills Akustik-Analogie zur qualitativen Beurteilung breitbandigen Lärms heranzuziehen. Diese sogenannten „Broadband Noise Source“-Modelle beinhalten eine Reihe verschiedener, statistischer Ansätze zur Abbildung dieses – auch turbulenter Lärm - genannten Breitbandlärms. Eines der einfachsten Modelle ist jenes, welches ursprünglich von Proudman und später von anderen wie Lilley [6] abgeleitet wurde, um die von turbulenten Feldern abgestrahlte akustische Energie mit Hilfe von Turbulenzgrößen wie turbulenter kinetischer Energie und deren Dissipationsrate zu beschreiben. Dieser statistische Ansatz für breitbandigen Lärm wurde auf turbulenten Strahltriebwerkslärm erweitert [7]. Diese Methoden basieren auf mittleren Turbulenzgrößen und setzen ein isotropes Turbulenzfeld voraus.

Bei einem alternativen Ansatz, dem „Stochastic Noise Generation and Radiation“- oder kurz SNGR-Modell zur Beurteilung breitbandigen Lärms, werden die aus zeitunabhängigen RANS-Resultaten gewonnenen Turbulenzgrößen für die „Synthese“ eines fluktuierenden Geschwindigkeitsfeldes verwendet. Eine konstante Geschwindigkeit in einer Zelle wird zunächst in einen konstanten Mittelwert und eine Schwankungsgröße zerlegt. Anhand der Schwankungsgröße wird eine dreidimensionale Fourier-Zerlegung durchgeführt. Hierzu wird eine zufällige Fourier-Moden-Verteilung verwendet. Nach der „Synthese“ wird das fluktuierende Geschwindigkeitsfeld zur Lösung der Quellterme in Gleichungen wie der linearisierten Euler-Gleichung und der Lilley-Gleichung verwendet. Diese Quellterme können dann qualitativ ausgewertet werden.

Ungeachtet ihrer Einschränkungen haben diese halb-empirischen statistischen Ansätze das Potenzial, ein besseres Verständnis von Geräuschquellen und deren Entstehung zu vermitteln. Aus den gewonnenen Informationen können effektive Maßnahmen zur Reduzierung von Geräuschquellen abgeleitet werden. Ansys Fluent® bietet einige dieser statistischen Quellenmodelle an. Hierzu zählen die Korrelationen für akustische Energie auf der Basis der Proudman-Formel, die Ribner-Formel für Strahltriebwerkslärm [7], ein statistisches Quellenmodell für Geräuschentwicklung in der Grenzschicht und die Darstellung der Quellterme in linearisierten Euler-Gleichungen und der Lilley-Gleichung (SNGR). Gleichung (11) zeigt die Beziehung zwischen turbulenten Größen und der entstandenen Schallleistung pro Volumeneinheit isotroper Turbulenz nach Proudman.

$$P_A \approx \alpha \cdot \rho \cdot \varepsilon \cdot M_t^5 \quad (11)$$

mit

$$M_t = \frac{\sqrt{2k}}{a} \quad (12)$$

Hierbei ist a eine Proportionalitätskonstante, die aus direkter numerischer Simulation (DNS) isotroper Turbulenzfelder nach Sarkar und Hussaini [8] mit 0,1 bestimmt wurde. Die Größen k und ε repräsentieren die turbulente kinetische Energie bzw. die Dissipationsrate und a beschreibt die Schallgeschwindigkeit.

Anhand der Lilley-Gleichung zeigen Gleichungen (13) und (14) den aus der zeitunabhängigen und durch Fourier-Zerlegung gewonnenen Beitrag des isotropen Geschwindigkeitsfeldes zur Akustik.

$$\frac{D}{Dt} \left[\frac{D^2 \Pi}{Dt^2} - \frac{\partial}{\partial x_j} \left(a^2 \frac{\partial \Pi}{\partial x_j} \right) \right] + 2 \frac{\partial u_k}{\partial x_j} \frac{\partial}{\partial x_k} \left(a^2 \frac{\partial \Pi}{\partial x_j} \right) = -2 \frac{\partial u_k}{\partial x_i} \frac{\partial u_j}{\partial x_k} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \quad (13)$$

Mit folgender Substitution:

$$\Pi = \left(\frac{1}{\gamma} \right) \cdot \ln \left(\frac{p}{p_{ref}} \right) \quad (14)$$

wobei p_{ref} den Referenzdruck (menschliche Hörschwelle $2e-05$ Pa) beschreibt. Der Quellterm in (13) kann mit Hilfe der erzeugten Fluktuationsgrößen wie folgt umformuliert werden.

$$-2 \frac{\partial u_k}{\partial x_i} \frac{\partial u_j}{\partial x_k} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -2 \frac{\partial U_k}{\partial x_i} \frac{\partial U_j}{\partial x_k} \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - \underbrace{2 \frac{\partial u'_k}{\partial x_i} \frac{\partial u'_j}{\partial x_k} \frac{\partial u'_i}{\partial x_j}}_{\text{self-noise}} - \underbrace{6 \frac{\partial U_k}{\partial x_i} \frac{\partial U_j}{\partial x_k} \frac{\partial u'_i}{\partial x_j} + 6 \frac{\partial u'_k}{\partial x_i} \frac{\partial u'_j}{\partial x_k} \frac{\partial U_i}{\partial x_j}}_{\text{shear-noise}} \quad (15)$$

Der Quellterm wird damit in Anteile aus den Schubspannungen (shear-noise) und Anteile aus den reinen Fluktuationsgrößen (self-noise) aufgeteilt, die auch differenziert ausgewertet werden können.

Abbildung 8 zeigt ein Beispiel in dem eine Iso-Fläche konstanter Lilley-Quellen und die Konturen der abgestrahlten akustischen Leistung aufgrund des fluktuierenden Flächendruckes (Dipole) an einem Personenkraftwagen dargestellt werden. In der linken Darstellung kommt das SNGR mit der Lilley-Gleichung zum Einsatz. In der rechten Darstellung wurde das sog. Turbulent Boundary Layer Noise-Modell verwendet. Beide Ergebnisse basieren auf einer stationären Simulation mit dem k- ϵ -Turbulenzmodell.

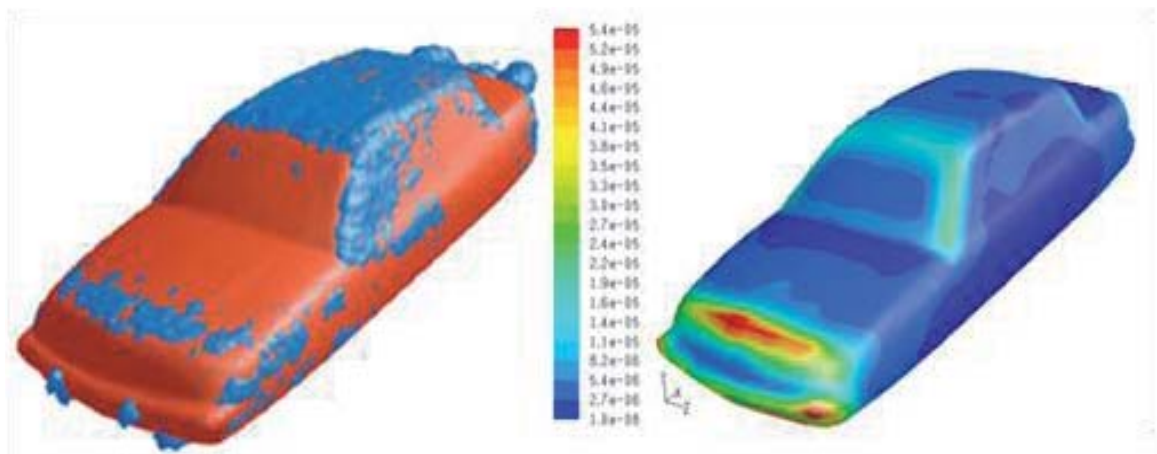


Abb. 8: Isofläche der Lilley-Quelle (links) und Konturen der Dipol-Quellen (rechts)

Interessanterweise sind anhand der Konturen die A-Säule und der Grill-Bereich als diejenigen Regionen erkennbar, die einen großen Beitrag zum Gesamtgeräusch leisten, was durch eine rechenintensivere, dreidimensionale Skalen-auflösende und zeitabhängige Simulation bestätigt werden kann.

Abbildung 9 zeigt verschiedene Variationen eines generischen Teilstücks einer Klimaanlage. Die vier verschiedenen Designs repräsentieren vier verschiedene Einschubtiefen eines Drallblechs. Mit Hilfe des Modells nach Proudman bzw. dem Boundary Layer Noise-Modell wurde überprüft, ob Tendenzen der akustischen Eigenschaften bei Variation der Geometrie vorhergesagt werden können. Es ist klar ersichtlich, dass der Schall hauptsächlich von Dipolquellen verursacht wird (Grenzschichtablösung). Die Quadrupole sind von untergeordneter Bedeutung. Die Resultate sind in integrierter Form dargestellt (Volumenintegral für die Quadrupole bzw. Flächenintegral für die Dipole), was den direkten Variantenvergleich vereinfacht.

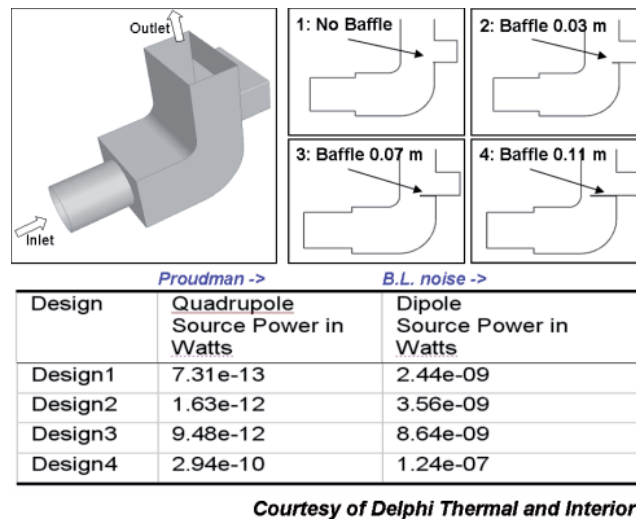


Abb. 9: Vergleich verschiedener Varianten einer Kanalgeometrie durch abgestrahlte Dipol- und Quadrupol-Schallleistung

4 Zusammenfassung

Die im Bereich numerische Aeroakustik gängigen Methoden der Simulation von Schallquellen und deren Ausbreitung wurden in vorliegendem Beitrag erläutert. Anhand von Beispielen aus diversen Industriebereichen, die mit Hilfe des kommerziellen CFD-Lösers Ansys Fluent® berechnet wurden, konnten die Methoden anschaulich diskutiert werden. So sind bereits verlässliche Aussagen zum qualitativen Variantenvergleich und den damit einhergehenden verändernden akustischen Eigenschaften mit vergleichsweise geringem Aufwand realisierbar. Quantitative Aussagen können hingegen nur mit Hilfe von zeitabhängigen Strömungssimulationen getroffen werden. Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die Turbulenzmodellierung gelegt werden. Ziel ist es, die für die Aeroakustik verantwortlichen Wirbelstrukturen aufzulösen anstatt nur zu modellieren. Hybride Methoden wie zum Beispiel SAS oder DES, helfen dabei, den Simulationsaufwand zu begrenzen.

5 Literatur

- [1] Lighthill, M. J.: "On Sound Generated Aerodynamically", Proc. Roy. Soc. London, A211, 1952, S. 564–587
- [2] Menter, F. R.: "Best Practice: Scale-Resolving Simulations in ANSYS CFD", 2012
- [3] "ANSYS FLUENT User's Guide", 2012
- [4] Ffowcs Williams, J. E. and Hawkings, D. L.: "Sound Generated by Turbulence and Surfaces in Arbitrary Motion", Proc. Roy. Soc. London, A264, 1969, S. 321–342
- [5] Kim, S. E., Dai, Y., Koutsavdis, E. K., Sovani, S., Kadam, N. A., Ravuri, K.M.R.: "Versatile Implementation of Acoustic Analogy Based on Noise Prediction Method in General-Purpose CFD Code", AIAA-2002-0852, 2002
- [6] Lilley, G. M.: "The Radiated Noise from Isotropic Turbulence Revisited", NASA Contract Report, No. 93-75, NASA Langley Research Center, 1993
- [7] Ribner, H. S.: "Quadrupole correlations governing the pattern of jet noise", J. Fluid Mech. 38(1), 1969, S. 1–24
- [8] Sarkar S. and Hussaini M. Y.: "Computation of the sound generated by isotropic turbulence", NASA Contract Report 93-74, NASA Langley Research Center, Hampton, VA, 1993.

Autor

Marco Oswald
 ANSYS Germany GmbH
 Birkenweg 14a
 64295 Darmstadt
 www.ansys-germany.com

Bitte per Post oder Fax senden:

Tel.: +49 (0) 80 51 - 96 59 3 49

Fax: +49 (0) 80 51 - 96 74 3 37

e-mail: magazin@nafems.de

Adresse für Fensterkuvert



NAFEMS GmbH
Osterham 23

D-83233 Bernau am Chiemsee
Germany

Rückantwort: NAFEMS Magazin, Ausgabe (1/2013)

☐ Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:

- ☐ NAFEMS Mitgliedschaft
- ☐ NAFEMS Magazin „Benchmark“
- ☐ NAFEMS Seminare
- ☐ NAFEMS Trainingskurse

- ☐ Anzeigenmarkt
- ☐ EU-Projekte
- ☐ Internationale Arbeitsgruppen
- ☐ NAFEMS World Congress 2013

☐ Bitte nehmen Sie mich in Ihren Verteiler auf.

☐ Senden Sie das NAFEMS Magazin bitte auch an meine/n Kollegen/in (Adresse unten).

☐ Ich möchte folgendes zum NAFEMS Magazin anregen:

☐ Ich interessiere mich für Werbe-/Stellenanzeigen - bitte senden Sie uns die Mediadaten zu.

☐ Ich interessiere mich für www.CAE-Stellenmarkt.de. Bitte kontaktieren Sie uns.

Absender

Firma: _____

Abt.: _____

Titel, Vor-/Nachname: _____

Straße: _____

PLZ-Ort: _____

Tel.: _____

Fax: _____

e-mail: _____

Bitte senden Sie das NAFEMS Magazin auch an:

Firma: _____

Abt.: _____

Titel, Vor-/Nachname: _____

Straße: _____

PLZ-Ort: _____

Tel.: _____

Fax: _____

e-mail: _____

Bitte per Post oder Fax senden:

Tel.: +49 (0) 80 51 - 96 59 3 49

Fax: +49 (0) 80 51 - 96 74 3 37

e-mail: magazin@nafems.de

Adresse für Fensterkuvert

NAFEMS GmbH
Osterham 23D-83233 Bernau am Chiemsee
Germany

Rückantwort: NAFEMS Magazin, Ausgabe (1/2013)

☐ Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:

- ☐ NAFEMS Mitgliedschaft
- ☐ NAFEMS Magazin „Benchmark“
- ☐ NAFEMS Seminare
- ☐ NAFEMS Trainingskurse

- ☐ Anzeigenmarkt
- ☐ EU-Projekte
- ☐ Internationale Arbeitsgruppen
- ☐ NAFEMS World Congress 2013

☐ Bitte nehmen Sie mich in Ihren Verteiler auf.☐ Senden Sie das NAFEMS Magazin bitte auch an meine/n Kollegen/in (Adresse unten).☐ Ich möchte folgendes zum NAFEMS Magazin anregen:

☐ Ich interessiere mich für Werbe-/Stellenanzeigen - bitte senden Sie uns die Mediadaten zu.☐ Ich interessiere mich für www.CAE-Stellenmarkt.de. Bitte kontaktieren Sie uns.

Absender

Firma: _____

Abt.: _____

Titel, Vor-/Nachname: _____

Straße: _____

PLZ-Ort: _____

Tel.: _____

Fax: _____

e-mail: _____

Bitte senden Sie das NAFEMS Magazin auch an:

Firma: _____

Abt.: _____

Titel, Vor-/Nachname: _____

Straße: _____

PLZ-Ort: _____

Tel.: _____

Fax: _____

e-mail: _____

NAFEMS Online-Magazin

NAFEMS Deutschland, Österreich, Schweiz GmbH
Osterham 23
D-83233 Bernau am Chiemsee, Germany

Tel. +49 (0) 80 51 – 96 59 3 49
Fax +49 (0) 80 51 – 96 74 3 37
e-mail: info@nafems.de

www.nafems.org/magazin

ONE
ASSOCIATION
1 0 0 0 M E M B E R
O R G A N I S A T I O N S

ONE
VISION
3 0 0 T E C H N I C A L
G R O U P P A R T I C I P A N T S

ONE
COMMUNITY
O V E R 3 0 0 0
E V E N T A T T E N D E E S

ONE
NAFEMS
THE INTERNATIONAL
ASSOCIATION FOR
THE ENGINEERING
ANALYSIS COMMUNITY



www.nafems.org