

NAFEMS

Mit Stellenmarkt

Online-Magazin

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

Sonderteil ab Seite 27:

www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

Großes Gewinnspiel:
Gewinnen Sie einen kindle touch!

kindle
touch

Leicht zu
bedienender
Touchscreen
mit WLAN



Mehr auf
Seite 26

Fachbeiträge:

Systemsimulation für das Schlagwerk eines elektro-pneumatischen Bohrhammers unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Kolben-dichtung

Parker Hannifin Manufacturing

Ein CAE-basiertes Konzept zur automatischen Identifikation von Leichtbauteilen im Gesamtsystem

IPEK – Institut für Produktentwicklung

CAE zur Simulation von Filterelementen

Fraunhofer ITWM / IBS Filtran

Leichtbau durch Strukturoptimierung an einem Formula Student Rennwagen
Racetech Racing Team der TU Freiberg

sowie Neuigkeiten, Stellenmarkt,
Veranstaltungskalender, Schulungen
u.v.m.

Call for Papers:



nwc²⁰¹³
NAFEMS^{WORLD}CONGRESS

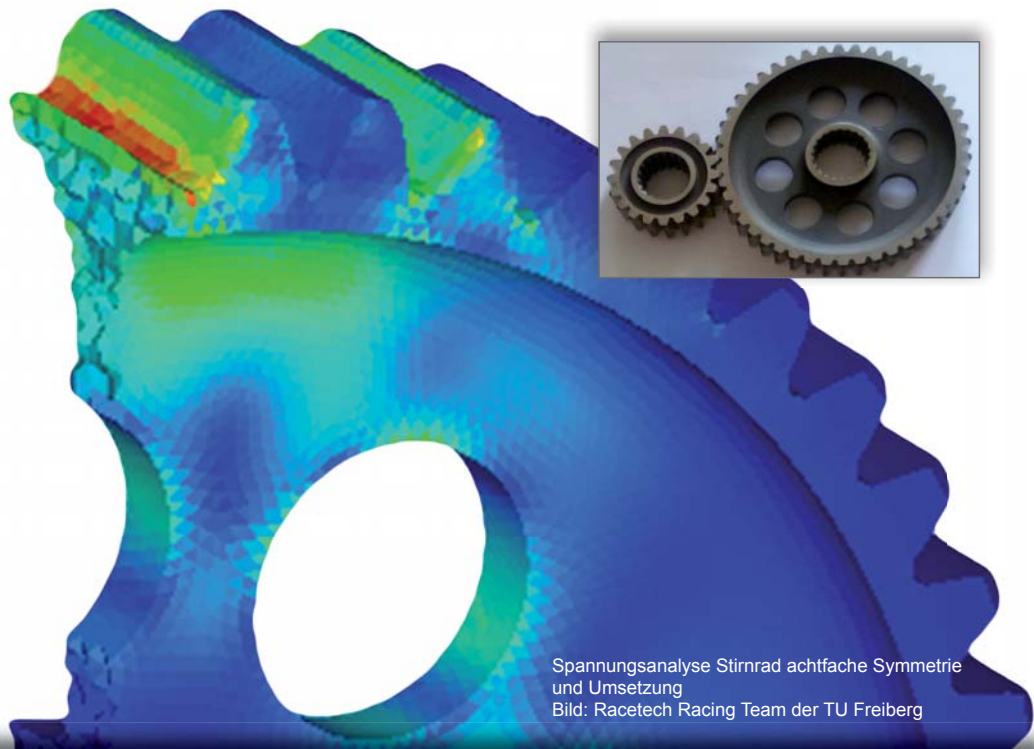
9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

Incorporating the 1st

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

Abgabe von Abstracts bis 5. November 2012!



Spannungsanalyse Stirnrad achtfache Symmetrie
und Umsetzung
Bild: Racetech Racing Team der TU Freiberg

NAFEMS European Conference
**MULTIPHYSICS
SIMULATION2012**

16 - 17 October 2012 Frankfurt | Germany

Seminare/Konferenzen:

- Schallentstehung/-ausbreitung in Festkörpern und Fluiden
- Unterstützung der Konzeptfindung durch Simulationsmethoden
- Innovative Anwendungen der Strömungssimulation (CFD)

Trainingskurse:

- Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications
- Einführung in die praktische Anwendung der FEM
- e-Learning

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

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

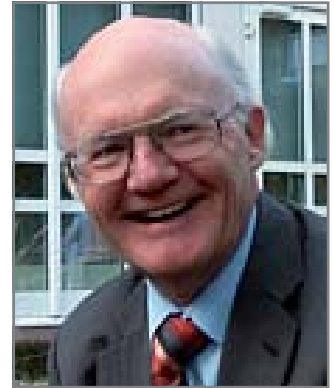
„Grau, teurer Freund, ist alle Theorie, und grün des Lebens goldener Baum“. Mit diesem Satz weist Mephisto in Goethes Faust den lernbegierigen Schüler an, sich um das wirkliche Leben zu kümmern, anstatt im Studierzimmer trockene Theorien zu entwickeln. Nun konnte Goethe noch nicht einmal ahnen, welche faszinierenden Möglichkeiten die numerische Simulation heute bietet. Ermöglicht und unterstützt durch die laufenden Verbesserungen der Rechnerhardware hinsichtlich Geschwindigkeit und Speicherkapazität sowie der Anwendungssoftware hinsichtlich Einsatzspektrum und Benutzerkomfort sind zwei Entwicklungsrichtungen auszumachen. Zum einen gehen die untersuchten Modelle immer feiner ins Detail, bis in den Bereich der molekularen Kräfte oder der Wechselwirkungen zwischen Partikeln in Strömungen. Zum anderen werden komplexe Prozesse in ihrer Gesamtheit betrachtet, wie die Herstellung eines Produktes aus den Rohstoffen über die gesamte Nutzungsdauer einschließlich einer eventuellen Reparatur, Rezyklierung oder abschließenden Entsorgung, was auch viele interdisziplinäre Effekte einschließt. Abhängig von den Eingangsdaten und den verwendeten Randbedingungen sind die Ergebnisse mitunter ausgesprochen realitätsnah, insbesondere, wenn zudem noch stochastische Aspekte berücksichtigt werden. Bei allem berechtigten Stolz und der verständlichen Freude über diese Erfolge sollte aber immer bedacht werden, dass lediglich Modelle analysiert werden, nicht die Wirklichkeit selbst. Die Ergebnisse können daher nur so gut sein wie die zugrundeliegende Theorie.

Das NAFEMS Magazin will die Chancen der numerischen Simulation verdeutlichen, dabei aber auch die Probleme und Risiken nicht verschweigen. Neben aktuellen Informationen wie Kursangeboten, Stellenanzeigen und Neuigkeiten auf dem Gebiet der Softwareentwicklung enthält jedes Heft einen Kern mit wissenschaftlichen Beiträgen aus dem breiten Spektrum der Anwendungen. Für das vorliegende Heft 23 hat die Redaktion vier Beiträge ausgewählt. Zwei dieser Beiträge stammen aus dem Seminar *Die Rolle von CAE in der Systemsimulation*, wobei naturgemäß die Co-Simulation im Vordergrund steht. Zum einen wird ein CAE-basiertes Konzept zur automatischen Identifikation von Leichtbaupotentialen im Gesamtsystem vorgestellt, die den Entwurfsingenieur bei der Entwicklung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoff unterstützt. Zum anderen wird über die Bedeutung der Kolbendichtung im elektro-pneumatischen Schlagwerk eines Bohrhammers referiert, wobei insbesondere die Probleme infolge Leckage und Reibung angesprochen werden. Aus dem Seminar *Die Integration von Strömungsberechnungen (CFD) in den Produktionsentwicklungsprozess* wird über die numerische Simulation von Faltenfiltern berichtet; dabei wird berücksichtigt, dass sich Durchströmung und Filterform wechselseitig beeinflussen. Der vierte Beitrag behandelt Fragen der Strukturoptimierung, die bei der Entwicklung eines Formel-Rennwagens mit elektrischem Antrieb zu lösen waren.

Ich hoffe, dass mit diesem thematisch weit gefächerten Spektrum auch Ihr Interesse geweckt wird und wünsche Ihnen beim Studium viel Vergnügen und nützliche Erkenntnisse, die Sie in Ihrer Arbeit voranbringen.

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:



www.altair.com



www.ansys-germany.com



www.simulia.com/de



www.esi-group.com



www.friendship-systems.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. Stavriniadis (Chairman), ESA, NL
 M. Zehn (Vice Chairman), (TU Berlin / Femcos mbH), D
 R. L. Dreisbach (The Boeing Company), USA
 D. Ellis, Idac Ltd., UK
 G. Miccoli, Imamoter, I
 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

Um die Aktivitäten von NAFEMS im deutschsprachigen Raum neutral zu leiten und die nationalen Belange innerhalb der NAFEMS zu vertreten, wurde ein Lenkungsausschuss etabliert.

Mitglieder des deutschen NAFEMS Steering Committees

Dr.-Ing. W. Dirschmid (Consultant), Chairman
 Dr.-Ing. A. Gill (Ansys Germany GmbH)
 Dr.-Ing. R. Helfrich (Intes GmbH)
 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)
 Dipl.-Ing. F. J. H. Peeters (Simulia Europe BV)
 Dipl.-Ing. A. Pfaff (Consultant)
 Prof. Dr.-Ing. K. Rohwer (DLR)
 Dr. A. Svobodnik (Konzept-X)
 Prof. Dr.-Ing. habil. 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

→ www.usersmeeting.com

ANSYS CONFERENCE & 30. CADFEM USERS' MEETING

Die Fachkonferenz zur numerischen Simulation

24. – 26. Oktober 2012, Kongress Palais Kassel

KONFERENZPROGRAMM IST ONLINE:
 → WWW.USERSMEETING.COM



THE **ART** OF ENGINEERING

ANSYS

CADFEM®

Impressum

Editor-in-Chief

Prof. Dr. Klaus Rohwer,
Deutsche 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 01.01.2012

Verteilung / Bezug

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

Copyright © 2012, Werbos GbR.

Nachdruck – auch auszugsweise –, Ver-
vielfältigung oder sonstige Verwertung
ist nur mit schriftlicher Genehmigung
unter ausdrücklicher Quellenangabe
gestattet. Gekennzeichnete Artikel
stellen die Meinung des Autors, nicht
unbedingt die Meinung der Redak-
tion 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 ver-
öffentlichte Manuskripte bleibt. Eine
Haftung für die Richtigkeit der Veröf-
fentlichungen kann trotz Prüfung durch
die Redaktion vom Herausgeber nicht
übernommen werden.

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

Vorwort des Editor-in-Chief.....	2
Sponsoren	3
NAFEMS Übersicht	4
Inhalt / Impressum	5
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
NAFEMS Mitgliedschaft im Detail	10
NAFEMS Veranstaltungen	
Konferenzeinladung / Vortragsprogramm:	
- European Conference: Multiphysics Simulation	11 - 13
- Schallentstehung/-ausbreitung in Festkörpern und Fluiden.....	14 - 15
Call for Papers / Konferenzankündigung:	
- Unterstützung der Konzeptfindung durch Simulationsmethoden.....	16
- Innovative Anwendungen in der Strömungssimulation (CFD)	17
Call for Papers / Kongressankündigung:	
- NAFEMS World Congress 2013	18 - 22
- NAFEMS 1st International SPDM Conference	23
Literatur	
NAFEMS Literaturangebot: CFD Collection, Bestellvorgang	24
Buchbesprechung: Design-To-Cost in Engineering	25
Who knows? Gewinnspiel: Gewinnen Sie einen kindle touch	26
Das Jobportal für Ingenieure: www.CAE-Stellenmarkt.de	27 - 29
Stellenanzeigen	
Aktuelle Anzeigen unter www.CAE-Stellenmarkt.de	30
P+Z Engineering GmbH	31
Neuigkeiten	32 - 45
Veranstaltungskalender	46 - 47
Fachbeiträge zu CAE in der Systemsimulation	
- Systemsimulation für das Schlagwerk eines elektro- pneumatischen Bohrhammers unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Kolbendichtung	48 - 53
M. Achenbach (Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG)	
- Ein CAE-basiertes Konzept zur automatischen Identifikation von Leichtbauteilen im Gesamtsystem	54 - 63
A. Albers, A. Schmid, Q. Zhang, O. Grönheim, J. Schipperges (IPEK – Institut für Produktentwicklung)	
Fachbeiträge zu Strömungsberechnungen (CFD)	
- CAE zur Simulation von Filterelementen	64 - 71
H. Andrä, O. Iliev, M. Kabel, R. Kirsch, Z. Lakdawala (Fraunhofer ITWM); M. Dederich (IBS Filtran GmbH)	
Fachbeiträge zur Strukturoptimierung	
- Leichtbau durch Strukturoptimierung an einem Formula Student Rennwagen	72 - 82
J. Jachning, T. Sehnke, F. Bombis (Racetechn Racing Team der TU Bergakademie Freiberg)	
Rückmeldeformular	83
Werbeanzeigen	
Cadfer GmbH	4
NAFEMS	6



Creating Awareness | Delivering Education | Stimulating Standards



NAFEMS is the International Association for the Engineering Analysis Community: an independent, not-for-profit, international membership association, owned by its members. The scope of its activities encompasses all simulation technology, including Finite Element Analysis and Computational Fluid Dynamics. As new application areas and techniques constantly evolve, NAFEMS becomes involved to create awareness and deliver appropriate education and training.

NAFEMS publications and benchmarks are widely regarded within the engineering analysis community as the most authoritative source of information available. The areas covered by NAFEMS are expanding year by year with the growth in membership, and people increasingly view NAFEMS as a one-stop shop for all aspects of information on engineering analysis.

For engineering analysts, NAFEMS offers an excellent platform for continuous professional development.

**Get Involved.
Join NAFEMS Today.**

www.nafems.org

Schulungstermine

Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

Wiesbaden, D

Inhalte und Infos auf Seite 9

www.nafems.org/events/nafeoms/2012/cfd-nov12/

26. - 27. Nov. 2012

Einführung in die praktische Anwendung der FEM

Wiesbaden, D

Inhalte und Infos auf Seite 8

www.nafems.org/events/nafeoms/2013/dach-fea3-1/

23. - 25. Jan. 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.

Elements of Turbulence Modeling

02. Oktober, 2 Wo.

Non-Linear Analysis

18. Oktober, 4 Wo.

Advanced Dynamic FE Analysis

23. Oktober, 3 Wo.

Essentials of Fluid Mechanics for CFD

13. Nov., 4 Wo.

Basic Dynamic FE Analysis

siehe Web

Practical Introduction to CFD

siehe Web

Structural Optimization

siehe Web

Fatigue & Fracture Mechanics

siehe Web

Composite FE Analysis

siehe Web

Basic Dynamic FE Analysis

siehe Web

Basic FE Analysis

siehe Web

FEM-Grundlagen für Konstrukteure - Basis für „Einführung in FEM“

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.

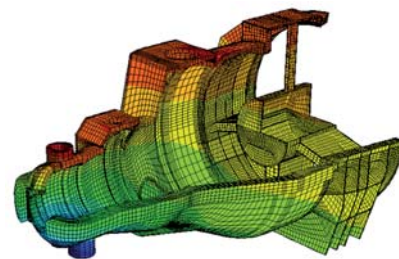
Bei Interesse senden Sie bitte eine e-mail an info@nafems.de

www.nafems.org/tutors

3-tägiger NAFEMS Trainingskurs FEM

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

23. - 25. Januar in Wiesbaden / 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. sc. techn. ETH/SIA
Yasar Deger

Herr Deger hat langjährige, breitgefächerte Erfahrung in der Praxis der FEM und in der Angewandten Mechanik. Er ist als Dozent für Technische Mechanik und FEM an der HSR, Hochschule für Technik Rapperswil, in der Schweiz tätig und erteilt ausserdem seit 1992 Weiterbildungskurse / Workshops für Konstrukteure und Ingenieure in der Industrie. Sein Buch „Die Methode der Finiten Elemente“ erscheint beim Expert Verlag in der 5. Auflage und ist Teil der Kursunterlagen.

Kurssprache

Deutsch

Inhouse-Kurs

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

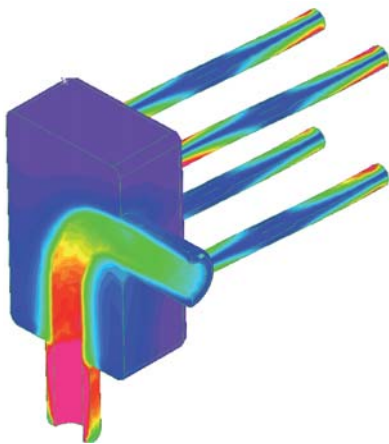
www.nafems.org/events/

2-tägiger NAFEMS Trainingskurs CFD

Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

26. - 27. November in Wiesbaden / 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 unter Verwendung des Rückmeldeformulars auf der vorletzten Seite an.

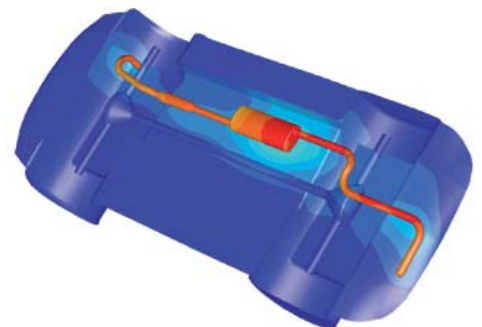
www.nafems.org/events/

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.





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.

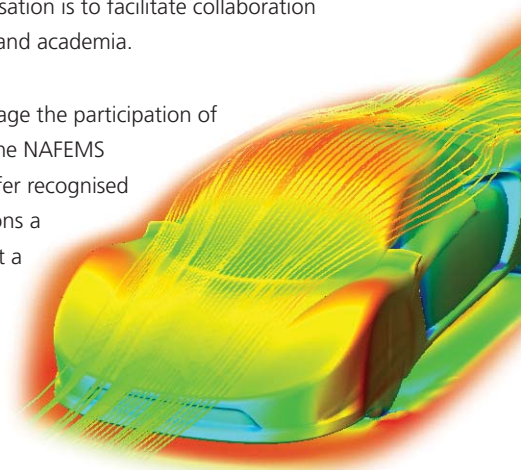
Small Company Membership is tailored to the specific needs of small to medium sized enterprises, and can also be appropriate in areas without a NAFEMS Regional Group.

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

Einladung

NAFEMS European Conference **MULTIPHYSICS SIMULATION**2012

16 - 17 October 2012 Frankfurt | Germany

NAFEMS is pleased to announce the first European Multiphysics Conference. The aim of the conference is to give an overview of advances in state-of-the-art methods and to demonstrate the benefits to industry of Multiphysics Simulation within the context of CAE. The conference will address the development of numerical methods for strongly coupled physical processes in industrial and advanced research applications.

Conference contributions deal with coupling of physical models, but also realisation of multi-scale models, combinations of 1D and 3D simulations and extending multiphysics simulation to system levels. The ultimate goal is to bring together the multiphysics community consisting of researchers from academia, engineers from industry and commercial solution providers to discuss the current status and to drive the future of multiphysics and multi-scale simulations.

The conference will be organized by NAFEMS in collaboration with Fraunhofer NUSIM and The International Society of Multiphysics.

The conference will include keynotes, exhibits and breakout sessions with user presentations.

Scientific committee

Henrik Nordborg, Chair
HSR Rapperswil, Switzerland
Klaus Wolf, Vice-chair,
Fraunhofer SCAI, Germany
Moji Moatamedi, Vice-chair,
Narvik University, Norway
Alfred J. Svobodnik, Vice-chair,
Konzept-X, Germany

Exhibition and sponsoring

The conference will be accompanied by an exhibition of software and hardware vendors, solution providers, and consultants. There are several exhibition and sponsoring opportunities available. Please request further information.

Conference language

English

Conference venue

Holiday Inn Frankfurt Airport-North
Isenburger Schneise 40
D-60528 Frankfurt, Germany
www.frankfurt-airport-hi-hotel.de
Easy access from Frankfurt Airport by free hotel shuttle service. Delegates traveling by train can travel to Frankfurt airport and use free hotel shuttle service.

Accommodation

Please book your hotel accommodation for reduced room rates by using the keyword „NAFEMS“.

Registration fees

NAFEMS members: Free
NAFEMS members can use seminar credits towards free attendance at this event. This event will charge four seminar credits per delegate.
NAFEMS member without seminar credits: 460 Euro.
Non NAFEMS members: 690 Euro.

The registration fee includes conference attendance, proceedings, lunches, break refreshments and attendance at the evening function on the first day. Hotel accommodation is not included. All plus VAT if applicable.

Contact and further information

NAFEMS Deutschland, Österreich, Schweiz GmbH
Osterham 23, D-83233 Bernau, Germany
Tel. +49 (0) 80 51 - 96 59 3 49
Fax +49 (0) 80 51 - 96 74 3 37
e-mail: roger.oswald@nafems.org

More information

www.nafems.org/MP2012

Agenda >>

Tuesday, 16th October 2012

09:00 Registration and exhibition opening

Session 1 - Welcome / Keynotes

- 10:45 **Welcome and NAFEMS Introduction**
Conference Scientific Committee
T. Morris (NAFEMS)
- 11:00 **Moisture, Temperature and Deformation Interaction in Liquid Food Packaging Systems**
J. Tryding (Tetra Pak, SWE)
- 11:35 **Multiphysics Trends in Aerostructures Subjected to Blast Loading**
C. Soutis (Univ. Manchester, GBR)
- 12:10 Lunch break

Session 2 - Fluid-Structure- Interaction A

- 13:25 **Simulation of Radial Tilting Pad Journal Bearings in Consideration of Fluid-Structure-Interaction and a Cavitating Multiphase Flow**
C. Schemmann, N. Kluck, M. Geller
(FH Dortmund, GER)
- 13:50 **Numerical Simulation of Fluid-Structure Interaction in the Design Process of a Novel Axial Hydraulic Pump**
T. Zawistowski (Academy of Science, PL); L. Osiecki, P. Patrosz (Univ. Gdansk, POL); B. Landvogt (Fraunhofer SCAI, GER); J. Piechna (Univ. Warsaw, POL); B. Zylinski (Bandak Engineering, NOR)
- 14:15 **Durability Analysis of HD Engine Exhaust Manifold using CFD-FE Coupling**
S. Eroglu (Ford, TUR)
- 14:40 **Time Domain Linear and Nonlinear FSI Simulation of the AGARD 445.6 Wing using a Structural-CFD Coupled Solution**
F. G. Di Vincenzo (MSC.Software, FRA)
- 15:05 Coffee break

Session 3 - Electromagnetics

- Coupling Applications for the Conception of a Steam Generator**
D. Depeyras (Ingeliance, FRA)
- Simulation of Electric Arcs Using a Coupled STAR-CD4 - JMAG Approach**
P. Bayrasy (Fraunhofer SCAI, GER); H. Sano (Motohito-Hirose-JSOL Corp., JAP); V. Capron, J. Ohja (Powersys, FRA)
- Implementation of a Micromagnetic Modeling and Simulation Package and a Customized User Interface in Comsol Multiphysics**
L. Teich, C. Schröder (Univ. of Applied Sciences Bielefeld, GER); A. Hütten (Univ. Bielefeld, GER)
- Electro-Mechanical Co-Simulation of Electro-Magnetically Actuated Medium-Voltage Reclosers**
O. Craciun, C. Simonidis, V. Biagini, R. Schmoll (ABB AG, GER)

Session 4 - Extended CFD

- 15:45 **A Dynamic Body Fluid Interaction Simulation of a Fracture Initiation**
D. Jamieson (Prospect, GBR)
- 16:10 **Fluid-Porous Structure Interaction (FPSI) in the Context of Simulations of Filtration Processes**
R. Kirsch, H. Andrä, D. Iliev, O. Iliev, M. Kabel
(Fraunhofer ITWM, GER)
- 16:35 **CoRheoS: Multiphysics Solver Framework and Simulation Infrastructure for Complex Rheologies**
S. Schmidt, D. Niedziela, H. Zausch
(Fraunhofer ITWM, GER)
- 17:00 Coffee break

Session 5 - Electrical / Thermal

- Hybrid Thermal-Electric Battery Cell Model**
W. Becker, T. Frölich, C. Freytag, M. Wolter
(Fraunhofer IKTS, GER)
- Induction Heating Coupled to Structural Analysis**
H. Cleveringa (MSC.Software Benelux B.V, NED)
- Design of Mechatronic Devices by Electro-Thermal FE Analysis Coupled to CFD Analysis**
J. Marchesini, R. Helfrich (Intes, GER); M. Henner (Valeo, FRA)

Session 6 - Extended CFD / MBS / Mechatronics

- 17:45 **Stationary and Transient Sensitivity Analysis of a Highly Nonlinear Glass Forming Process**
C. Janya-anurak, H. Birkhofer, T. Bernard
(Fraunhofer IOSB, GER)
- 18:10 **Integrated Simulation for Virtual Test of High Lift System**
A. Frenzel (EADS GmbH, GER); F. Thielecke (TU Hamburg-Harburg, GER)
- 18:35 **Co-Simulation Driven Design of Complex Vehicle Dynamic Control Systems**
M. Benedikt, P. Wimmer, J. Zehetner (Kompetenz-zentrum - Das virtuelle Fahrzeug mbH, AUT)
- 19:00 End of day 1

Session 7 - Acoustics

- Multi-Field Vibration Analysis of Electric Motors**
D. Bachinski-Pinhal (Cadferm GmbH, GER)
- Coupled CFD and Acoustic Simulation of an Automotive Muffler Accounting Manufacturing Tolerances**
R. Wohlgethan, G. Buccilli, G. Koottakara (EnginSoft GmbH, GER); J. Silvestri, J. Zenker (Gamma Technologies Inc. USA)
- Incompressible Numerical Large Eddy and Unsteady Reynolds-Averaged Navier-Stokes Simulations Coupled With Acoustic Solver for Combustion Instability Prediction**
S. R. Chakravarthy, C. Balaji, A. Nath, R.K.R, Katreddy
(Indian Institute of Technology Madras, IND)

Wednesday, 17th October 2012

08:15 Exhibition opening

Session 8 - Thermal

- 08:30 **Conjugate Heat Transfer Analysis (CHT) of Diesel Engine Head and Block System**
S. Guryuva (Ford, TUR)
- 08:55 **Conjugate Heat Transfer Analysis of a Cooled Turbine Blade**
E. Lorriaux, F. Thirifay (Cenaero ASBL, BEL)
- 09:20 **Multiphysics Simulation of Molding Tools for Qualified Designers and Engineers**
M. Mahler (Siemens Industrie Software GmbH, GER);
R. Schmidt (Schmidt Ges. f. Werkzeug- u. Formentech-
nik mbH, GER)
- 09:45 **A Time Dependent Crack Growth Law for High Temperature Conditions**
R. Chandwani, C. Timbrell (Zentech Int.Ltd., GBR);
D. W. MacLachlan, S.J. Williams (Rolls-Royce, GBR)
- 10:10 Coffee break

Session 9 - Methods

- Iterative Coupling of Physically-based and FEM Simulation**
F. Distel, D. Hofmann, H. Hongrong, R. Gunther
(TU München, GER)
- Divide And Conquer? On the Future of 1D-3D CFD**
M. Jenkins (Mentor Graphics, GBR)
- Coupled Multiphysics for Performing More Realistic Simulations**
A. Kürkchübasche (Dassault Systemes Simulia, USA)
- Coupling Possibilities in LS-DYNA: Development Status and Sample Applications**
N. Karajan (DYNAmore GmbH, GER)

Session 10 - Fluid-Structure-Interaction B

- 10:55 **FSI Simulation of Pouring Flow from Tetra Brik Aseptic**
D. Apparuti (Tetra Packaging Solutions Spa, ITA)
- 11:20 **Numerical Study of Fluid-Structure Interaction for a Water Filled Plastic Bottle During Drop Tests Analysis**
F. Carneiro (PIEP Innovation in Polymer Engineering, POR)
- 11:45 **Multiphysics Analysis of Shell Structures Subjected to Water Shock Wave**
H. Khawaja, M. Mootamedi (Univ. Narvik, NOR);
R. Messahel, M. Souli (Univ. Lille, FRA)
- 12:10 **A Multiphysics Engineering Design Process for the Marine Environment**
J. White (Prospect, GBR)
- 12:35 Lunch break

Session 11 - Chemical / Electrochemical

- Swelling of Rubbery Seals by Applying Coupled Physico-Chemical Modelling in Finite Element Analysis**
M. Achenbach (Parker Hannifin Manufacturing GmbH & Co.KG, GER)
- Multiscale Physicochemistry-Based Simulation for Lithium Ion Battery Applications**
C. Wieser (Adam Opel AG, GER)
- Robust Integrated Simulation of Coupled Problems with a Focus on Fluid-Structure Interaction and Electrochemistry**
V. Gravemeier, W. A. Wall (AdCo Engineering GmbH, GER)
- Multiphysics Simulation of PEM Electrolyzers**
I. Tari, E. Özden (METU, TUR)

Session 12 - Multiphysics Trends

- 13:40 **Nuclear Reactors as Multi-Physics and Multi-Scale Systems**
C. Demaziere (Chalmers Univ. of Technology, SWE)
- 14:05 **Trends in Multiphysics**
K. D'Souza (Dassault Systemes Simulia, USA)
- 14:30 **Code-Coupling: Validation, Application and Trends**
M. Heinz, D. Hallwachs, H. Grashof
(Tecosim Technische Simulation GmbH, GER)
- 14:55 **Cosimulation in Automotive Applications**
K. Wolf (Fraunhofer SCAI, GER)
- 15:20 **Wrap-up / Farewell**
Conference Scientific Committee
- 15:30 End of conference

Gold Sponsor



Mechanical Analysis

Silver Sponsors



Einladung zum NAFEMS Seminar

Schallentstehung und -ausbreitung in Festkörpern und Fluiden

– Moderne Analysemethoden in der Akustik

6. - 7. November 2012, Wiesbaden

Für viele Produkte werden Komforteigenschaften, und damit auch das Thema Akustik und Schwingungen (Körperschall), immer wichtiger. Was früher Sekundärmerkmal war, gilt heute als wesentliche Produkteigenschaft, die über den Markterfolg entscheidet. Auf der anderen Seite leiden immer mehr Menschen unter hoher Lärmbelastung. Strengere Regulierungen führen hier zu produktseitigen Veränderungen.

Das Entwicklungsszenario im Bereich Akustik war bisher relativ spät im Produktentwicklungsprozess angesiedelt. Das Verbesserungspotential von Akustik- und Schwingungseigenschaften war dadurch sowohl durch den Faktor Kosten als auch den Faktor Zeit relativ stark begrenzt.

Durch moderne, CAE-basierende Simulationsverfahren konnte in den letzten Jahren der Entwicklungszugang deutlich verändert werden. Zum einen können aufgrund der Fortschritte der Hardware und der Softwaresysteme Akustik- und Schwingungsberechnungen zur Simulation der Luft- und Körperschallausbreitung schon in der frühen Phase der Konzeptstudien und an virtuellen Prototypen durchgeführt werden. Andererseits wurden auch die Entwicklungsprozesse umgestellt, um die Wichtigkeit der

Komforteigenschaften auch im Produktentwicklungsprozess widerzuspiegeln.

Das Thema Geräuschemission war in der Vergangenheit durch das Paradigma „leiser = besser“ geprägt. Idealerweise würde man dann gar keine Geräusche emittieren. Durch den Trend zu Hybrid- und Elektrofahrzeugen zeigt sich allerdings, dass es auch zu leise werden kann. Vermehrt beschäftigt man sich auch mit dem Thema Sound Design, das die Wertigkeit von Produkten erhöhen und damit einen Differentiator zum Wettbewerb herstellen soll.

Das Seminar gibt durch zahlreiche Beiträge aus der Forschung, aus der industriellen Anwendung und zur Entwicklungen in der Software einen Überblick über aktuelle Methoden und Verfahren für die optimale Auslegung hinsichtlich Akustik- und Schwingungseigenschaften. Ziel ist es, den aktuellen Stand der Technik und Trends zu diskutieren und einen offenen Dialog von Anwendern, Forschern und Lösungsanbietern zu fördern.

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme.

*Dr. Alfred Svobodnik (Konzept-X)
und Prof. Dr.-Ing. Manfred Zehn
(TU Berlin, Vice Chair des NAFEMS Councils)
– beide Mitglieder des deutschen
NAFEMS Steering Committees*

Begleitende Ausstellung

Die Veranstaltung wird von einer Ausstellung von Hard- und Softwareunternehmen sowie von Dienstleistern begleitet. Wir bitten um baldige Anmeldung, da die Ausstellungsfläche ist begrenzt.

Veranstaltungsort / Hotel

Hotel Oranien Wiesbaden
www.hotel-oranien.de

Teilnahmegebühren

Nicht-Mitglieder: Euro 540,-
NAFEMS-Mitglieder: frei*

* NAFEMS Mitglieder erhalten sechs „seminar credits“ pro Jahr. Für dieses Seminar werden drei credits je Teilnehmer benötigt. Sollten diese bereits verwendet worden sein, können NAFEMS Mitglieder zu einem reduzierten Preis teilnehmen:

Euro 390,-

Alle Preise zzgl. ges. MwSt.

Sponsoren der Veranstaltung



Seminarwebsite und Anmeldung

www.nafems.org/aku2012

Vortragsprogramm

Dienstag, 6. November

13:30

Begrüßung und Organisatorisches

A. Svobodnik (Konzept-X),
M. Zehn (TU Berlin)

13:40

NAFEMS Vorstellung

T. Morris
(NAFEMS)

14:00

Keynote-Vortrag: Numerische Berechnungen in der Akustik – Möglichkeiten und Grenzen

O. von Estorff
(TU Hamburg-Harburg)

14:45

Invited Presentation: Zielgerichtete Strukturvariation zur Verringerung des Schalldruckpegels in Fahrzeugen

H. Zimmer
(SFE GmbH)

15:15

Pause

16:00

Status und Möglichkeiten der NVH-Simulation im Automobilumfeld aus Anwendersicht

M. Luegmair, M. Trost
(ISKO Engineers AG)

16:30

NVH Director - Modellierungs- und Diagnoseumgebung für Vollfahrzeuge im Automobilbereich

A. Koch
(Altair Engineering GmbH)

17:00

Parameterfreie FEM-Basierte NVH-Optimierung für wettbewerbsfähiges Produktdesign

D. Kurfess
(FE-Design GmbH)

17:30

Vibroakustik-Simulation mit FEM-Methoden

S. Peters, M. Moosrainer
(Cadfem GmbH)

18:00

Sponsor-Präsentation: CADFEM / ANSYS

N.N.
(Cadfem GmbH)

18:10

Imbiß und Getränke gesponsort von



Mittwoch, 7. November

08:30

Aeroakustik-Simulation mit CFD-Methoden

M. Oswald
(Ansys Germany GmbH)

09:00

Selbstinduzierter Schall in Brennern

J. Mohring, J. Liljo, D. Hietel
(Fraunhofer ITWM)

09:30

Ermittlung des Schalldämmmaßes von akustischen Resonatoren

N. Wagner
(Intes GmbH)

10:00

Pause

10:45

Berechnung von Schallabstrahlung mit akustischen Finite Elemente: leistungsfähige Simulation mit dem PML/AML Verfahren

P. Segaert
(LMS International n.v.)

11:15

Berücksichtigung frequenzabhängigen Materialverhaltens und unsymmetrischer Steifigkeiten in der effizienten Simulation der Gesamtfahrzeugakustik

A. Franck
(Dassault Systems GmbH)

11:45

Optimierung von mikrostrukturierten mehrschichtigen akustisch wirksamen Verkleidungen

H. Andrä, M. Kabel
(Fraunhofer ITWM)

12:15

Mittagspause

13:15

Konvergenzuntersuchungen – Einfluss der Modellierung auf das dynamische Schwingverhalten von elastischen Wagenkästen

E. Böhler, M. Rosenberger (Kompetenzzentrum ViF); T. Antretter, M. Leindl (Universität Leoben); F. Magerl (Siemens Austria)

13:45

Simulation hochfrequenter transienter Körperschallausbreitung mit Hilfe der Ray Tracing Methode

M. Kohlhuber, M. Luegmair
(ISKO Engineers)

14:15

Einflussfaktoren bei der numerischen Berechnung der Strukturintensität

S. Buckert, C. Schaal, T. Hering, J. Bös, H. Hanselka (TU Darmstadt)

15:15

Wrap-up / Diskussion

15:30

Ende

Call for Papers und Ankündigung

Unterstützung der Konzeptfindung durch Simulationsmethoden

20. - 21. März 2013, Wiesbaden

Die wesentlichen Entscheidungen für das Design eines Produktes müssen zu Beginn des Entwicklungsprozesses unter sehr differenzierten Vorgaben, wie z. B. Minimierung von Entwicklungs- und Fertigungskosten oder Sicherstellung von Qualität und Funktionalität, getroffen werden. Einflüsse, die während der Entscheidung für ein Konzept übersehen werden, können später nicht oder nur mit beträchtlichem Aufwand berücksichtigt werden.

Seit langem werden virtuelle Verfahren wie die Computersimulation eingesetzt, um möglichst früh wesentliche Eigenschaften des zu entwickelnden Bauteils beurteilen und optimieren zu können. Moderne Verfahren wie FEM, MKS, CFD u. a. sind in die Entscheidungsprozesse der Konstruktion integriert und sichern damit die Funktionalität des Produktes ab, bevor Prototypen zur Erprobung bereitstehen.

Besonders sinnvoll jedoch ist es, diese Techniken bereits für die Konzeptfindung einzusetzen. Da in dieser Phase nur unvollständige oder keine CAD-Daten verfügbar sind, besteht die wesentliche Aufgabe darin, unterschiedliche Entwürfe entsprechend den Anforderungen des Lastenheftes zu bewerten. Im Vordergrund steht dazu die Notwendigkeit, Rechenmodelle einfach modifizieren zu können, um mögliche Geometrien und konstruktive Details (Verbindungen, Werkstoffe) zu beurteilen.

Je nach Verfügbarkeit der Daten eines Bauteilentwurfs und der Aufgabenstellung wird in der Praxis ein breites Spektrum an Techniken eingesetzt. So kann für eine Weiterentwicklung das (detaillierte)

Rechenmodell des Vorgängers mit sinnvoller Reduktion auf das Wesentliche dazu verwendet werden, den Aufwand für konstruktive Änderungen abzuschätzen und diese möglichst effizient durchzuführen. Naturgemäß ist der Umfang von Variationen an solch umfangreichen Modellen beschränkt, dafür ist jedoch ein hoher Grad an Genauigkeit gewährleistet.

In sehr vielen Fällen, vor allem diktiert vom technologischen Wandel, müssen völlig neue Produkte entwickelt werden (neue Anlagen zur Energiegewinnung, E-Mobilität, u. a.). Um Entscheidungen zur Gestaltung eines neuen Bauteils durch Simulationsverfahren zu unterstützen, werden einfache, leicht zu modifizierende Modelle eingesetzt. Diese müssen die wesentlichen Eigenschaften des Entwurfs repräsentieren, und deren Zusammenstellung erfordert daher ein hohes Maß an Erfahrung. Unterstützung erfolgt durch spezielle Softwaresysteme zum Konzeptdesign (wie z. B. SFE Concept). Hier sind moderne Techniken wie die Topologieoptimierung oder eine Generierung von Geometriedaten aus CAE-Modellen integriert.

Durch die unbestreitbaren Vorteile der numerischen Methoden sind Lösungswege, die auf analytischen Ansätzen beruhen, in den Hintergrund getreten. Gelingt es, die wesentlichen Einflussgrößen einer zu erzielenden Eigenschaft (Frequenzgang, Temperatur, u. a.) in Form einer geschlossenen mathematischen Beziehung darzustellen, ergeben sich völlig neue Vorteile. Es kann auf diese Weise mit vergleichsweise geringem Aufwand deutlich gemacht werden, welche

Effekte wesentlich sind und bei der konstruktiven Ausarbeitung besonders beachtet werden müssen. Die Formulierung eines Problems stellt allerdings einen hohen Grad an Komplexität dar; dadurch werden oft diskrete Verfahren bevorzugt – zum Nachteil des technisch Möglichen.

Das Seminar soll ein Forum bilden, auf dem Lösungswege und Erfahrungen zum Einsatz der Simulation in der Konzeptphase ausgetauscht werden können. Als Anwender oder Entwickler von Methoden und Softwaresystemen sind Sie herzlich eingeladen, mit einem Beitrag an der Veranstaltung teilzunehmen.

Wir freuen uns auf die Einreichung Ihrer Vortragsangebote.

Dr.-Ing. Werner Dirschmid (Consultant) und Dipl.-Ing. Gerhard Müller (ehemals Siemens AG) – beides Mitglieder des deutschen NAFEMS Steering Committees

Vortragsvorschläge einreichen

Bitte 1/2-seitigen Abstract an info@nafems.de bis spätestens

3. Dezember 2012

Begleitende Ausstellung

Das Seminar wird von einer Hard- und Softwareausstellung begleitet.

Veranstaltungsort / Hotel

Hotel Oranien Wiesbaden

Teilnahmegebühren

Nicht-Mitglieder:

Euro 540,- zzgl. ges. MwSt.

NAFEMS-Mitglieder:

frei (drei seminar credits)

Seminarwebsite und Anmeldung

www.nafems.org/konz2013

Vorankündigung

Innovative Anwendungen der Strömungs- simulation (CFD) in der Produktentwicklung – Einsatzgebiete, Methoden, Grenzen

18. - 19. März 2013, Wiesbaden

Die Anwendung numerischer Simulationsmethoden ist heute ein fester Bestandteil des Konstruktionsprozesses. Vor allem die lineare Strukturmechanik wird auch von Konstrukteuren angewendet. Im Gegensatz dazu sind numerische Simulationen auf dem Gebiet der Strömungsmechanik (CFD = Computational fluid dynamics) immer nichtlinear und meistens physikalisch sehr komplex, wie z. B. die Turbulenzmodellierung oder das Ablöseverhalten. Wird die Wärmeübertragung ebenfalls berücksichtigt, handelt es sich meist um instationäre Berechnungen unter Berücksichtigung der Konvektion und gegebenenfalls der Strahlung. Bei all diesen numerischen Untersuchungen kommt der Definition der Randbedingungen und der Vernetzung eine besondere Bedeutung zu.

In den letzten Jahren sind die Softwareprodukte auf dem Gebiet der Strömungsmechanik gerade im Hinblick auf Anwenderfreundlichkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse sehr weit entwickelt worden. Dies ist ein fortdauernder Prozess. Die Hardwareentwicklungen der Parallel- und Grafikprozessoren können gerade für die Lösung von CFD-Aufgaben sehr gut genutzt werden und führen zu deutlich niedrigeren Rechenzeiten. Dies führt allerdings zur Berücksichtigung weiterer physikalischer Phänomene und Erweiterung der Rechenmodelle wie z. B. die Fluid-Struktur-Kopplung. Exemplarische Aufgabenstellungen sind z. B. Außenumströmungen von Flug- und Fahrzeugen, Rohrströmungen, Auslegung von Turbinen und Motoren.

Noch in der Forschung befinden sich zahlreiche weitere Anwendungen, wie die Entwicklung gekoppelter Verfahren zur Erfassung spezieller strömungs- und strukturmechanischer Vorgänge. In der Werkstofftechnik sind skalenabhängige Rechenmodelle in der Entwicklung, weitere Anwendungsfälle werden auf Gebiet der Nanotechnologie erschlossen. In der Elektronikindustrie ist die Wärmeabfuhr Thema sehr vieler industrieller Firmen.

Diese Entwicklungen der Soft- und Hardware haben dazu geführt, dass die numerische Simulation auf dem Gebiet der Strömungsmechanik sich heute sehr weit vorn im Konstruktionsprozess befindet. In manchen Industriebereichen wird sie vor der eigentlichen Bauteilkonstruktion eingesetzt. Um diesen Prozess fortzusetzen, ist es wichtig die Ausbildung in diese Richtung zu intensivieren. Hochschulen haben diese in der letzten Zeit sehr weit vorangetrieben. Die verschiedenen NAFEMS-Seminare tragen ebenfalls dazu bei. Dies ist besonders wichtig bei der Validierung der Ergebnisse, denn das Ziel der numerischen Simulation ist die Reduktion der Anzahl der Prototypen und Versuche.

Das Seminar soll Anwendern aus der Industrie, Forschung und Hochschule sowie Softwarefirmen neue Lösungswege der CFD bei der Entwicklung hochwertiger Produkte aufzeigen. Besonders relevante Beiträge sind zusammenfassende Erfahrungsberichte zur Gewinnung neuer Erkenntnisse durch Verfahren der numerischen Simulation, Visualisierung, Optimierung und Integration.

Das Seminar wird vom deutschen NAFEMS Steering Committee, vertreten durch Herrn Dipl.-Ing. Gerhard Müller (ehemals Siemens AG), in Zusammenarbeit mit der NAFEMS DACH CFD Vendor Group (CVG) organisiert.

Die CVG unterstützt und berät das deutsche NAFEMS Steering Committee im Bereich CFD. Die Mitglieder sind mehrheitlich Vertreter von Softwareunternehmen, aber auch Mitarbeiter von Hochschulen, Forschungsinstituten und Industrie sind vertreten. Wenn Sie in dieser Gruppe mitwirken möchten, senden Sie bitte eine e-mail an cvg@nafems.de.

Vortragsvorschläge einreichen

Dies ist eine Vorankündigung des Seminars - Inhalte und Ziele können ggf. noch variieren. Ein offizielles **Call for Papers** wird in den nächsten Wochen versendet. Gerne können Sie aber schon jetzt einen Vortrag einreichen. Bitte 1/2-seitigen Abstract an info@nafems.de bis spätestens

3. Dezember 2012

Begleitende Ausstellung

Das Seminar wird von einer Hard- und Softwareausstellung begleitet.

Veranstaltungsort / Hotel

Hotel Oranien Wiesbaden

Teilnahmegebühren

Nicht-Mitglieder:

Euro 540,- zzgl. ges. MwSt.

NAFEMS-Mitglieder:

frei (drei seminar credits)

Seminarwebsite und Anmeldung

www.nafems.org/cfd2013



nwc²⁰¹³
NAFEMS**WORLD**CONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the 1st

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

CALL FOR PAPERS

www.nafems.org/congress

principal sponsor  **SIMULIA**





nwc²⁰¹³

NAFEMS^{WORLD}CONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the 1st

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

NAFEMS is pleased to announce the 2013 NAFEMS World Congress, which will be held from 9-12 June 2013 in Salzburg, Austria. The Congress will be the only independent, global conference that focuses entirely on simulation and its impact on industry and beyond. 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 and leading academic institutions.

Two Conferences in One

For the first time, the Congress will also incorporate the 1st International Conference on Simulation Process & Data Management. 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.

Call for Papers

Attendees from around the globe will take part in the event, from every industry involved in engineering simulation and analysis and SPDM - making it the best platform to showcase how simulation is used in your organisation. NAFEMS invites you and your company to get involved in the World Congress by submitting a paper for presentation in Salzburg.

Make sure you are a part of the event by submitting your abstract today.

Papers focusing on SPDM will be included in the SPDM conference. All attendees and presenters at each conference will have access to both conferences simultaneously.

The Congress will cover a wide range of topics, addressing every aspect of engineering simulation in a full 3-day program. NAFEMS invites papers from any area in simulation including, but not limited to, the areas listed on the below.

In the first instance, abstracts of 300-600 words should be submitted for consideration by 5th November 2012. Abstracts must be clearly marked with presentation title, author's name, organisation, address, phone numbers and email address, indicating the industry area and technical topic your abstract relates to.

E-mail your abstract to
nwc13@nafems.org

DEADLINE FOR ABSTRACT SUBMISSION

5th November 2012

Congress Themes

The Congress will cover a wide range of topics, addressing every aspect of engineering simulation in a full 3-day program. Papers related to SPDM will automatically be considered for the SPDM Conference.

We invite papers from any area in simulation including, but not limited to, the following areas:

Structural Analysis

Linear and Nonlinear Analysis
Materials Characterisation
Joints, Connections & Welding
Contact
Durability, Fatigue & Fracture
Thermal Structural Analysis
Metal Forming
Molding Simulation

Computational Fluid Dynamics

Turbulence
Conjugate Heat Transfer
Multiphase and Phase Change
CFD Post-Processing
Atmospheric Modelling
Acoustics
Mesh Solutions & Mesh Adaption
Water Treatment
High Performance Computing
Fire Modelling

Dynamics & Testing

Crash Simulation
Durability
Seismic
Linear Dynamics
Non-linear Dynamics
Multi-body Simulation
Combining Physical & Virtual Testing
Impact

Analysis Management

Quality Assurance
Measures of Agreement
Automation of Analysis
Virtual Testing in a Regulatory Environment

Business Issues

The Business Case for Simulation
The World Market for Simulation

Simulation Data Management

SDM Requirements
SDM Strategies
Scope of SDM
Experience of SDM Systems
Simulation Process Management
Data Standards

CAD CAE Integration

CAE Interoperability
Simulation Driven Design
Meshing
Integration of Analysis into the Design Process
The Semantic Web
CAD Representation of Manufacturing Features

Composites

Layup Optimisation
Draping
Composite Manufacture and Assembly
Simulating As-Built and In-Service Conditions
Multi-scale, Multi-fidelity Modelling
Damage and Failure Criteria

Life Sciences

Biomedical
Biomechanics

Geotechnical and Foundation Engineering

Constitutive Models for Civil Engineering
Input Parameters for Geotechnical Models
Using FEA with Eurocode 7
Soil-Structure Interaction

Confidence in Results

Verification & Validation
Benchmarks & Test Cases
Lessons Learnt from Round Robins
High Confidence FEA and CFD

Multiphysics

Fluid-Structure Interaction
Structure-acoustics
Vibro-acoustics
Multi-physics, Multi-scale, Multi-fidelity Modelling
Benchmarking and Validation of Multiphysics

Emerging Issues

Current Industrial Applications
Future Industrial Needs
Business Benefits of CAE
Solver Technology
Virtual Reality
Visualization
High Performance Computing
Nanotechnology
OpenSource Codes

Stochastics

Sensitivity Analysis
Taguchi Methods
Variational Studies
Robust Design

Education & Training

Meshing
Element Selection
Methods Development
Modelling Techniques
Simulation Skills Management
Qualifying the Analysts
Results Interpretation
Using FEA and CFD for Code Compliance

Optimisation

Topology, Shape, Sizing
Structural
Fluid
Multidisciplinary/Multiphysics/Multiobjective
Algorithms
Design/Process Integration

All industry sectors are invited to submit papers.

Full details of the topics being considered, further information about the World Congress and SPDM conference, and how to submit your paper can be found at www.nafems.org/congress.

Venue

Salzburg Congress
Auerspergstraße 6, 5020 Salzburg, Austria

About 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. And the city has not lost any of its congeniality over the years. On the contrary, 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.



Salzburg Congress

Salzburg Congress has established itself as a popular and internationally recognised venue for seminars, congresses, trade fairs and events of every kind. Two pillars of this success have most definitely been the versatility of the infrastructure and the modern architecture of the building. The five floors of the 'Convention Centre' have earned this facility its 'pole position' in the Mirabell Park at the heart of the city of Salzburg.

Located in the centre of the city, Salzburg Congress is easily accessible, and there is an abundance of suitable accommodation closely situated.

Congress Fees

Authors & Delegates (NAFEMS Members)	€900
Authors & Delegates (Non Members)	€1155

Congress fees include

- Attendance at both the World Congress & SPDM Conference • Lunches • Refreshments
- Congress Banquet • Cocktail Reception • One set of Proceedings



www.nafems.org/congress

Sponsorship & Exhibition Opportunities

Join us in Salzburg

We are delighted to offer your company the chance to be part of the 14th NAFEMS World Congress including the 1st International SPDM Conference. There are several outstanding opportunities available for your company to sponsor or exhibit, giving you maximum exposure to a highly targeted audience of delegates, who are all directly involved in simulation, analysis and design.

A Unique Opportunity

The World Congress presents a unique opportunity, as delegates are primarily high-level decision makers working in industry across the globe. The exhibition area will be a central point at the Congress, ensuring that there is a consistent level of "traffic" at all times – refreshments, announcements, events and competitions will focus on this area, giving you the chance to meet as many of our delegates as possible.

Align yourself with the NAFEMS Brand

As the only International Association for the Engineering Analysis Community, NAFEMS is widely held to be the leading independent source of information and training for engineering analysts and designers of all levels. Sponsors and exhibitors will have the chance to promote their attendance prior to the event, through the various packages available. Being seen to be participating in the NAFEMS World Congress gives the analysis world a positive impression of your company's commitment to best practice, standards and continued professional development.

Benefits

So what are the benefits of sponsoring and exhibiting at the Congress?

- Promote your company to a large but highly focused group of individuals who have a prequalified interest in your product
- Establish important contacts within the industry
- Keep an eye on the activities of your direct competition
- Increase your company's visibility and standing in the analysis community
- Showcase your latest product releases and service offerings
- Discover exactly what your target market needs, and what trends are emerging across the industry

www.nafems.org/congress

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



INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

**The 1st International Conference
on Simulation Process and Data Management**

Salzburg, Austria 9 - 12 June, 2013

Running alongside the NAFEMS World Congress 2013, the NAFEMS International SPDM Conference will bring together industrial users, technology experts, academics and software vendors alike to explore best practice, industry requirements, software solutions and the future of Simulation Process and Data Management.

The first truly independent forum dedicated to Simulation Process and Data Management, this ground-breaking conference will address the breakthrough of SPDM and the benefits of employing a SPDM system.

Call for Papers Now Open – Submit your abstract today!

www.nafems.org/spdm

NAFEMS Literaturangebot

Introduction to CFD Collection

Beim Kauf der „Introduction to CFD Collection“ (drei Publikation) sparen Sie über 20% gegenüber den Einzelpreisen.

How to Get Started with Computational Fluid Dynamics

C. T. Shaw
First Published - March 2002
Softback, 35 Pages

How to Ensure that CFD for Industrial Applications is Fit for Purpose

C. J. Lea
First Published - July 2010
Softback, 92 Pages

International Journal of CFD Case Studies Vol. 9

Editor- A. Green
Published - June 2011
Softback, 65 Pages



Preis:

73 Euro zzgl. ges. MwSt. und Versand

Preis für NAFEMS Mitglieder:

29 Euro zzgl. ges. MwSt. und Versand

Angebot gültig im 29. Sept. 2012 solange Vorrat verfügbar

Bestellungen unter

www.nafems.org/publications/

Bestellnummer: B01

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.

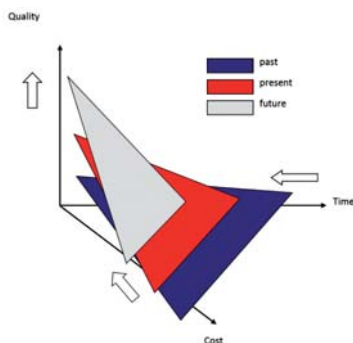
Wir hoffen, Ihnen damit den Bestellvorgang zu erleichtern.

Buchbesprechung

Design-To-Cost in Engineering

Dr.-Ing. Hans Sippel, Prof. Dr.-Ing. Erich Schelkle

In dem im 2009 erschienenen Buch „Design-To-Cost in Engineering“ (ISBN 978 – 3 – 00 – 028311 – 6) weisen die Autoren den Leser auf die Wichtigkeit einer erweiterten Betrachtungsweise im Lebenszyklus eines Produktes unter Miteinbeziehung des Kostenaspekts hin. Innovative Fahrzeugkonzepte in Kombination mit zunehmender Produktkomplexität, steigenden Qualitätsanforderungen und Verkürzung der Entwicklungszeiten erfordern in zunehmendem Maße - neben der rein funktionalen Auslegung - auch die Miteinbeziehung eines straffen Kostenmanagements. Die Fahrzeugentwicklungsprozesse (FEP) müssen darauf hin angepasst und optimiert werden.



Quelle: Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

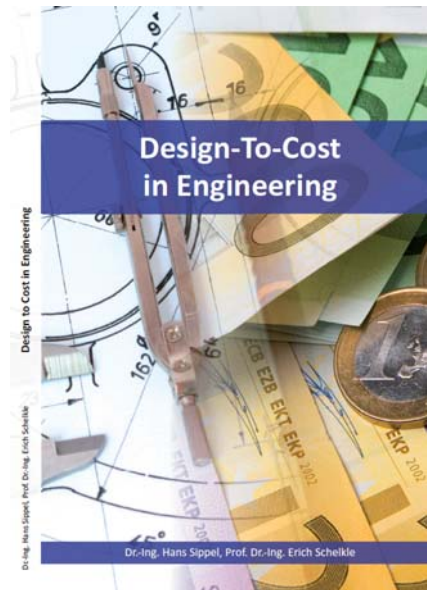
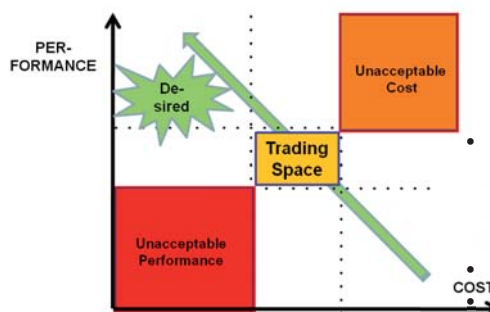
Konzentriert man sich auf das Kostenmanagement und versucht dieses in die numerische Simulation und Optimierung mit einzubeziehen, so ist wie bei allen Berechnungen eine Modellbildung (ein sogenanntes Kostenmodell) erforderlich, welches alle für die Kosten relevanten Parameter beinhaltet. Der Kostenaspekt – für sich alleine betrachtet – muss dabei frühzeitig als gleichberechtigter Entwurfsparameter, neben den funktionalen und zeitlichen Vorgaben, mit einbezogen werden, da bereits ca. 70% der späteren Produktions- bzw. Produktkosten in der Konzeptphase festgelegt werden.

Innerhalb der Entwicklung neuer innovativer Fahrzeugkonzepte oder deren erforderlicher Überarbeitung können die wesentlichen Anforderungen mit dem sog. „Magischen Dreieck“ beschrieben werden.

Dies beinhaltet folgende drei Kernaussagen:

- Neben der Verkürzung der Entwicklungszeit ist insbesondere die Verkürzung der Zeit, in welchem ein Produkt zur Marktreife entwickelt wird (time to market), wesentlich.
- Damit einhergehend muss die Produktqualität ständig gesteigert und sorgfältig überwacht werden.
- Die Kosten – was gleichbedeutend ist mit „Design – To – Cost“ müssen frühzeitig im Entwicklungsprozess mitberücksichtigt werden. Die Auslegung nach rein funktionalen Anforderungen ist nicht mehr hinreichend, da der Kostenaspekt zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit eine steigende Bedeutung erhält.

Es besteht ein Zielkonflikt zwischen der gewünschten Performance und den akzeptablen Kosten. Durch den Einsatz von Optimierungsmethoden muss der beste Kompromiss zwischen einer höchsten Performance bei niedrigsten Kosten gefunden werden (Trading Space).



In der Literatur hat sich im Übrigen auch die sogenannte „Zehnerregel“ eingebürgert:

- Beseitigt man in der Konzeptphase einen Design Fehler, dann kostet dies 10 Geldeinheiten.
- Beseitigt man einen Design Fehler erst in der Produktionsphase, dann kostet dies bereits 100 Geldeinheiten.
- Entdeckt erst der Kunde einen Design Fehler, dann kostet deren Behebung leider bereits 1000 Geldeinheiten.

Ferner sehen sich die Fahrzeugentwickler u.a. mit drei weiteren Anforderungen konfrontiert:

- Einer ständig wachsenden Produktkomplexität, die aus verschiedensten Anforderungen resultiert
- Einer weiteren Zunahme der Anzahl von Fahrzeugbaureihen
- Innerhalb einer Fahrzeugbaureihe einer Zunahme von Derivaten.

Design-To-Cost in Engineering
Dr.-Ing. Hans Sippel
Prof. Dr.-Ing. Erich Schelkle

ISBN 978-3-00-028311-6

Machen Sie mit und gewinnen Sie einen

kindle touch

WLAN, 15 cm (6 Zoll) E Ink Touchscreen
Display von Amazon

Und hier die Preisfrage:

Wie lautet das folgende, verkürzte Zitat im Ursprungswortlaut und wo bzw. wann wurde es zum ersten Mal veröffentlicht?

*„FE makes a good engineer great
and a bad one dangerous!“*

So einfach geht's:

Senden Sie eine e-mail mit dem Betreff „Gewinnspiel“ und der richtigen Antwort an magazin@nafems.de. Bitte vergessen Sie dabei nicht, Ihre vollständige Adresse anzugeben.

Bei mehreren richtigen Einsendungen wird der Gewinner am 23. November 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.

Der kindle touch wurde von der Firma Intes GmbH gesponsort.



Intes ist kompetenter Partner zu allen Aspekten der numerischen Simulation mit Finiten Elementen. Neben der Standardsoftware Permas bieten Intes die Entwicklung neuer und effizienter numerischer Verfahren, Softwarelösungen für neue Rechnerarchitekturen, Kopplung zu anderen Softwaresystemen, Beratung und Schulung sowie Durchführung von Berechnungsprojekten.

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: Steifigkeitsuntersuchung, Festigkeitsberechnung, Ermittlung von Eigenschwingungen, Simulation des dynamischen Verhaltens im Zeit bzw. Frequenzbereich, Ermittlung von Temperaturfeldern und elektromagnetischen Feldern, Einsatz moderner Materialien wie faserverstärkter Verbundwerkstoffe.

www.intes.de



Amazons Kindle Touch ist ein tragbares, drahtloses Lesegerät, mit dem Sie ganz einfach Bücher, Zeitschriften und Zeitungen in weniger als 60 Sekunden herunterladen und sofort lesen können.

Kindle Touch ist zum Lesen gemacht. Das Multi-Touch E Ink Display des Kindle Touch nutzt echte Tinte, sodass Sie Texte gestochen scharf und natürlich wie auf echtem Papier lesen können. Im Gegensatz zu einem Computer-Bildschirm können Sie damit selbst im hellen Sonnenlicht hervorragend und ganz ohne störende Blendeffekte lesen.

Kindle Touch ist mit Absicht so gestaltet worden, dass er in Ihrer Hand „verschwindet“ - sodass Sie sich ganz auf Ihre Lektüre konzentrieren und in die Welt des Autors eintauchen können. Der eReader ist leichter als ein Taschenbuch und dünner als eine Zeitschrift. Sie können bis zu 3.000 Bücher auf dem Kindle Touch speichern, so haben Sie Ihre gesamte Büchersammlung immer dabei. Und mit einem vollgeladenen Akku können Sie bis zu zwei Monaten ohne erneutes Aufladen lesen.

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 23. November 2012 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, Projektingenieure 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:

The screenshot shows the homepage of the CAE job portal. At the top, there's a navigation bar with links: AKTUELLE STELLENANZEIGEN, STELLENANZEIGEN AUFGEBEN, and STELLENANZEIGEN SUCHE. The main content area is divided into several sections:

- Willkommen beim CAE-Stellenmarkt:** A welcome message mentioning the portal's focus on CAE (Computer Aided Engineering) and its cooperation with NAFEMS Online-Magazin.
- Neue Stellenanzeigen:** A list of job categories including:
 - Berechnungs- / Simulationsingenieur (m/w) FEM
 - Berechnungs- / Simulationsingenieur (m/w) CFD
 - Ingenieur/-in Technische Berechnung Elektromaschinen
 - Berechnungsingenieur/in NVH/Akustik
 - Ingenieur/-in Technische Berechnung Strukturmekanik
- Stellenanzeigen suchen:** A section for searching jobs, featuring a search bar with a 'los' button and a link to 'Hier kommen Sie zur Detail-Suche ...'.
- Stellenanzeige aufgeben:** A section for posting jobs, with instructions on how to use the editor or upload PDFs, and a link to 'Hier können Sie Ihre Stellenanzeige aufgeben ...'.
- Stöbern nach Haupt-Kategorien / Stöbern nach Sub-Kategorien:** Navigation links for browsing by main or sub-categories.
- JOBANBIETER:** A section for employers, including:
 - A link to 'Schalten Sie hier Ihre Stellenanzeige und erreichen Sie CAE-Ingenieure vom Einsteiger bis zum Profi'.
 - A link to 'Buchen Sie einfach über die online-Eingabemaske Ihre textbasierte Anzeige mit Firmenlogo (Standard) oder laden Sie dort ein von Ihnen gestaltetes pdf der Anzeige hoch (Individuell)'.
 - A paragraph about the cooperation with NAFEMS Online-Magazin and international institutions.
 - A paragraph about the international market and the availability of an English version.
 - A section for 'Agenturen' (agencies) stating a 15% AE-Vergütung (agency fee) for individual ads.
- IN KOOPERATION MIT:** A logo for 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

	Euro / 30 Tage	Euro / 90 Tage
Stellenanzeige		
Online-Eingabe, je	220	300
Individuell (pdf), je	310	480
Refresh je 50 Euro		
Praktikanten		
Online-Eingabe, je	30	—
Individuell (pdf), je	50	—
Mengenstaffel		
Bei gleichzeitiger Buchung:		
Online-Eingabe: 3 - 4 Anzeigen, je	200	275
5 und mehr Anzeigen, je	175	240
Individuell (pdf): 3 - 4 Anzeigen, je	280	435
5 und mehr Anzeigen, je	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

Bei gleichzeitiger Buchung einer Stellenanzeige im NAFEMS Online-Magazin erhalten Sie 25% Ermäßigung auf die Magazin-Stellenanzeige.

Agenturrabatte

15% AE-Vergütung für individuelle (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).

Aktuelle Stellenanzeigen auf www.CAE-Stellenmarkt.de:

	Berechnungsingenieur	Standort: 80939, 70563, 85080, 50769, 28199, 38446, 86159 München, Stuttgart, Ingolstadt, Köln, Bremen, Wolfsburg, Augsburg
	FEM Berechnungsingenieur	Standort: A-6973 Höchst, Österreich
	Berechnungsingenieur (m/w) Crash & Safety Automotive	Standort: 38442, 65428, 74177, 80939, 85080 Wolfsburg, Rüsselsheim, Bad Friedrichshall, München, Ingolstadt
	Wissenschaftlicher Mitarbeiter (m/w) im Bereich numerischer Simulation mit Promotionsmöglichkeit	Standort: 52134 Herzogenrath bei Aachen
	Entwicklungsingenieure Berechnung (m/w)	Standort: 74172 und 85080 Neckarsulm und Ingolstadt
	Berechnungsingenieur Mechanik /m/w)	Standort: 42551 Velbert
	Berechnungsingenieure Automotive (m/w)	Standort: 38114, 71063, 65439 Braunschweig, Sindelfingen, Flörsheim
	Softwareentwickler/innen C++, CAD/CAE (Hochschule)	Standort: 38114, 71063, 65439 Braunschweig, Sindelfingen, Flörsheim



Extreme
Belastbarkeit



Technische Berechnung & Simulation

P+Z Engineering GmbH ist ein führender Anbieter für Entwicklungsdienstleistungen. Seit über 40 Jahren begleiten und unterstützen wir unsere Kunden in unseren Kompetenzbereichen Konstruktion, Technische Berechnung & Simulation, Erprobung & Versuch, Elektrik & Elektronik sowie Projekt- & Qualitätsmanagement.

P+Z Engineering ist mit zweihundert Ingenieuren im Kompetenzbereich **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)**
- **Team-/ Gruppenleiter NVH und Festigkeit (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.

Weitere 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

Unterstützung des neuen Edison2 Very Light Car

Altair ProductDesign gab bekannt, dass die Engineering Abteilung Altairs eine Partnerschaft mit Edison2 eingegangen ist. Im Rahmen der Partnerschaft werden die Altair Ingenieure die Entwicklung des neuen Very Light Car 4.0 (VLC 4.0) unterstützen. Die Neuauslegung des innovativen, leichten und kraftstoffeffizienten Fahrzeuges basiert auf dem Vorgängermodell, das bereits 2010 am Progressive Automotive X PRIZE teilnahm und den mit fünf Millionen Dollar dotierten Preis für die Mittelklasse gewann. Das ursprüngliche Edison2 Fahrzeug wird durch einen Einzylinder Verbrennungsmotor angetrieben. Das VLC 4.0 ist ein neuartiges Fahrzeug, das im Verbrauch eine unübertroffene Kraftstoffeffizienz erreichen wird, indem es die Eigenschaften eines ultraleichten Fahrzeugs mit einem für ein übliches Vierpersonnenfahrzeug niedrigen aerodynamischen Luftwiderstand verbindet. Während des Programms wird Altair ProductDesign eine dreiphasige Studie zur Fahrwerkssensibilität, Fahrzeugaufprallstrategie und zur strukturellen Optimierung durchführen. Um die Fahrzeugentwicklung zu erleichtern, wird Altair Ingenieure, Experten und erfahrene Technikspezialisten zur Verfügung stellen, die CAE Optimierungen, Crash-Safety-Analysen und Mehrkörperdynamik-Simulationen durchführen. Die Altair Mitarbeiter werden das Edison2 Team bei der Ausführung jeder der drei Studienphasen unterstützen und dabei helfen, den Prototypen für den VLC 4.0 schneller zu entwickeln.

Composite Angebot erweitert

Altair kündigte an, dass die Composite-Werkzeuge der MultiMech Softwaresuite der stetig steigenden Zahl an Anwendungen in der HyperWorks Partner Alliance (HWP) hinzugefügt wurde. Die MultiMech Suite ermöglicht es Nutzern vieler Branchen, Materialien zu analysieren und zu optimieren. Dabei kommt der einzigartige bidirektionale Multi-

skalen Ansatz zum Tragen, der als Antwort auf den stetig steigenden Einsatz moderner Materialien entwickelt wurde. Die Softwaresuite bietet modernste Lösungen, um die mikrostrukturellen Designvariablen des Materials präzise und kosteneffizient mit den makroskopischen Materialeigenschaften zu verbinden. So trägt die Suite zur Lösung der Probleme, die bei mechanischem Versagen und bei einer eher ineffizienten iterativen Produktentwicklung auftreten, bei.

TES International im Partner Alliance Programm

Altair gab bekannt, dass die Wärmeanalysesoftware „ElectroFlo“ von TES International in das Anwendungsangebot der HyperWorks Partner Alliance (HWP) aufgenommen wurde. ElectroFlo ist ein Anwendungspaket für die Auslegung von Elektronik Kühlungssystemen, das für Applikationen mit einer hohen Energiedichte entwickelt wurde. Es wird für die thermische Analyse von elektrischen Komponenten und Systemen verwendet. HyperWorks Nutzer haben mit ihren vorhandenen HyperWorks Units nun über die HWP auch Zugriff auf ElectroFlo. ElectroFlo ist eine effiziente Lösung für thermische Analysen, die die Leistung von gekoppelter thermischer/elektrischer Analyse mit einer nutzerfreundlichen grafischen Oberfläche verbindet, um so Lösungen für komplexe Probleme bereit zu stellen, die von Analysten und Designern untersucht werden. ElectroFlo war das erste Softwarepaket, das eine gekoppelte thermische/elektrische Analyse enthält und damit für die Untersuchung von Kabel- und Leitungssystemen sehr viel exaktere Ergebnisse liefert. Die Software kann in jeder Elektronikanwendung genutzt werden, vom Komponentenlevel über die Analyse von Leiterplatten bis hin zum Systemlevel. Es ist besonders hilfreich bei der Analyse von Starkstromanwendungen. ElectroFlo von TES ist spezialisiert auf die thermische Analyse von Elektronik, ist aber auch in anderen Disziplinen einsetzbar. ElectroFlo kann berechnete Strömungsdyna-

mik (CFD) messen, was eine Ausweitung seiner Nutzung auf andere Branchen, wie die Automobil-, Konsumgüter-, Schwermaschinen- und Energieindustrie, ermöglicht. Thermische Analyse und CFD arbeiten zusammen, um den besten Pfad für Heiz- und Kühlmedien zu bestimmen, um so die thermische Leistung zu optimieren. Darüber hinaus hilft ElectroFlo, durch die Messung von starken und schwachen Bereichen, den Analysten dabei, während des Design- und Entwicklungsprozesses bessere Entscheidungen zu treffen.

ADESS entwickelt LOTUS T128 LMP2

Altair gab bekannt, dass seine HyperWorks Computer-Aided Engineering (CAE) Plattform beim strukturellen Design des LMP2 LOTUS T128 Rennwagens für die Le Mans Prototype Serie verwendet wird. Die technische Entwicklung des Wagens wird von der Advanced Design & Engineering Systems Solutions AG (ADESS), einem Design und Engineering Unternehmen aus München mit Fachwissen aus der Formel 1 und Le Mans Prototyp Sportwagen, durchgeführt. Der T128 wurde nach dem Reglement für 2013 entwickelt und wird Dank des Einsatzes der neuesten Designs und Technologien bezüglich seiner Aerodynamik und seiner Monocoqueausführung ein hochmoderner Wagen. Die ADESS Ingenieure verwenden in diesem Projekt mehrere der HyperWorks Werkzeuge, darunter das Vernetzungswerkzeug HyperMesh, für die Erstellung der Finite Elemente Modelle; RADIOSS für lineare und nichtlineare Analysen, besonders bei Crashsimulationen der Frontstruktur des Wagens; und HyperView zur Aufbereitung der Ergebnisse.

Rennteams setzen sich mit Altair HyperWorks durch

Altair zog Bilanz aus seinem Engagement als Unterstützer studentischer Rennteams. Altair sponsert deutschlandweit derzeit an die 30 Hochschulteams, die unter anderem an der Formula Student und weiteren Rennevents teilnehmen, mit Softwarelizenzen und Trainings.

Das diesjährige Rennen der Formula Student Germany fand vom 31. Juli bis zum 5. August 2012 zum 7. Mal am Hockenheimring statt. Das Starterfeld teilte sich in Verbrenner (FSC) und Elektrofahrzeuge (FSE) auf. Die Teams der Universität Stuttgart, die in Form von HyperWorks Lizenzen, Trainings und Support von Altair Engineering unterstützt wurden, gewannen in der Kategorie Verbrennungsfahrzeuge in diesem Jahr den Wettbewerb und belegten im Bereich Elektrofahrzeuge den dritten Platz.

Radioss erzielt mit Nvidia GPUs bisher unerreichte Leistung

Altair präsentiert auf der Siggraph 2012 in Los Angeles mit Radioss, beschleunigt durch Nvidias professionelle Grafikprozessoren (GPU), eine weitere seiner führenden HyperWorks Simulationslösungen. Radioss ist der führende moderne Finite Elemente Struktursolver für lineare und nichtlineare Simulationen. Die Software ist sowohl in der Automobilindustrie als auch in der Luft- und Raumfahrt weit verbreitet und wird zur Maximierung der strukturellen Lebensdauer, der Verbesserung von NVH-Eigenschaften, des Crash-Verhaltens, der Sicherheit und für Untersuchungen zur Herstellbarkeit von Produktentwürfen eingesetzt. Die Solver sind das Herzstück der Altair HyperWorks CAE Simulationsplattform. Der implizite Solver von Radioss zeigt bei der Verwendung eines hybriden Parallelisierungsansatzes eine bisher unerreichte Leistung. Die benötigte Zeit für die Computeranalyse konnte durch diesen Ansatz signifikant reduziert werden. Der implizite direkte Solver von Radioss wird meist bei Struktur- und Sensitivitätsanalysen verwendet, während der implizite iterative Solver im Besonderen dafür ausgelegt ist, große Modelle mit Millionen von Freiheitsgraden zu lösen. Werden die intensiven Matrizenberechnungen einer der beiden Solver auf Nvidia GPUs durchgeführt und eine heterogene Berechnung mit GPU und CPU verwendet, kann die Solver-Geschwindigkeit, im Vergleich zu einem reinen CPU-

Mehrfachkern-Ansatz, signifikant gesteigert werden. Diese innovative – auf Message Passing Interface (MPI) zur Verteilung über mehrere GPUs unter Verwendung von Nvidia CUDA und multiplen CPU-Kernen mit OpenMP Parallelisierung basierende – hybride Parallelisierung, ermöglicht eine enorme Reduzierung der Lösungszeit. Testergebnisse, bei denen eine Nvidia Tesla M2090 GPU verwendet wurde, haben, verglichen mit einer neuen Sechskern-CPU beim Ablauf der gleichen Simulation, eine Leistungsverbesserung um den Faktor 4 gezeigt.

www.altair.de

ANSYS

ANSYS beliefert EADS

EADS, einer der weltgrößten Luft-, Raumfahrt- und Rüstungskonzerne, und Ansys, Inc. haben ein Rahmenabkommen unterzeichnet. EADS wird die Technologie von Ansys in allen seinen Geschäftsbereichen einsetzen und für Simulationen auf den Gebieten der Strukturmechanik, Fluidodynamik und Elektromagnetik nutzen. Hiermit sollen unter anderem virtuelle Tests an Verbundwerkstoffen, aerodynamische Optimierung, Wärmemanagement und Signal-Integritätsnachweise durchgeführt werden. Der Einsatz von Ansys bei EADS erstreckt sich auf die verschiedensten Produkte - angefangen bei den Flugzeugen über Hubschrauber und Raumfahrtsysteme bis hin zur Militärtechnologie. „EADS und Ansys arbeiten bereits seit etwa 15 Jahren zusammen, und diese Vereinbarung stärkt unsere Geschäftsbeziehung“, sagte Robert Harwood, Aerospace and Defense Industry Director, Ansys. „Durch die Nutzung hochentwickelter Simulationstools von Ansys liefert uns EADS fundierte Informationen darüber, was die Industrie insgesamt benötigt, um ihre anspruchsvollen Engineering-Probleme zu lösen. Diese Erkenntnisse fließen anschließend in unsere Produktentwicklung ein. Vor dem Hintergrund dieser Zusammenarbeit haben sich die

Ansys-Tools von einer Engineering-Lösung zu einer Business-Strategie weiterentwickelt.“

www.ansys-germany.com

AUTODESK

Autodesk baut Barrieren für Simulation ab

Autodesk bringt mit Autodesk Simulation 360 ein umfangreiches Toolset auf den Markt, das in der Cloud bereitgestellt und nach dem Pay-as-you-go-System, einem vertragsungebundenen, bedarfsorientierten Modell, bezahlt wird. Damit kann jedes Unternehmen Simulation für die tägliche Konstruktions- und Planungsarbeit nutzen. Mit Autodesk Simulation 360 können Konstrukteure, Ingenieure und Analysten die Leistungsfähigkeit von Dingen des täglichen Lebens leichter vorhersagen, optimieren und validieren. Die nahezu unbegrenzte Rechenkapazität in der Cloud ermöglicht den Anwendern, komplexe technische Tests durchzuführen, für die bisher Simulationsspezialisten erforderlich waren.

Einige Beispiele: Produktentwickler können testen, wie unterschiedliche ergonomische Designs von Möbeln, beispielsweise Stühlen, bequemer gemacht werden können. Außerdem ist es möglich, die Produkte schon vor der Herstellung perfekt an unterschiedliche Körpergrößen und Verwendungsbereiche anzupassen. Konstrukteure können die Hitzeentwicklung in elektronischen Geräten besser verstehen und somit die Kühlung darauf abstimmen. So lassen sich die Gefahr von Überhitzung und teure Kunden-Rückruf-Aktionen vermeiden. Architekten und Ingenieure bekommen einen besseren Einblick, wie sich die Luftströmung in Gebäuden oder Fabriken verhält. Mit Hilfe von Simulation können eine angenehme Wärmeentwicklung sichergestellt, Umwelteinflüsse auf Brücken und Bauten analysiert und das Verhalten von Baumaterial inklusive Beton getestet werden, noch bevor mit dem Bau begonnen wird. Autodesk Simulation 360 ist das

neueste Angebot der Cloud-basierten Autodesk 360 Produktpalette. Durch die Auslagerung von rechenintensiven Simulationaufgaben in die Cloud können Konstrukteure, Ingenieure und Analysten mehrere „Was-wäre-wenn-Szenarien“ parallel durchführen. Durch die Rechenleistung in der Cloud ist vor Ort keine spezialisierte Hardware notwendig. Dadurch werden bisher bestehende Einschränkungen beseitigt, was zur Verbesserung der Produktivität beiträgt. „Die Möglichkeit, mehrere Simulationsstudien in der Cloud innerhalb derselben Zeit durchzuführen, in der wir bisher eine einzige Simulation mit nur einem Parameter berechneten, öffnet uns alle Türen. Denn wir verstehen innerhalb kürzerer Zeit viel mehr von einem System“, freut sich Matt Nowicki, Senior Product Engineer bei BioLite, Inc. „Es ist beeindruckend, wie einfach, nützlich und makellos die Simulation in der Cloud für ein Unternehmen wie das unsere sein kann.“ „Unsere Kunden können jetzt den Komfort eines Gebäudes visualisieren, bevor das Projekt überhaupt gebaut wurde. Das verhilft ihnen zu fundierten Entscheidungen bezüglich Projektkosten und unterstützt sie auch bei Abwägungen hinsichtlich der Anordnung sowie energetischen Überlegungen“, erklärt Darry McClelland, BIM und Virtual Design Manager bei Heapy Engineering. Das Unternehmen bietet Dienstleistungen für mechanisch-elektrisch-technologisches Systemdesign, Gebäudeinbetriebnahme und Planung sowie Consultingleistungen rund um LEED und Energie. Das Portofolio von Autodesk Simulation 360 umfasst eine breite Palette an Cloud-basierten Werkzeugen für Mechanik, Flüssigkeitsströmung, Thermik sowie Spritzguss zu einem erschwinglichen Preis. Weitere Vorteile sind unter anderem der direkte Austausch von Geometrie, robuste Vernetzungstools, umfangreiche Materialbibliotheken sowie eine erprobte Solvertechnologie, um gerade in den wichtigsten Bereichen die Genauigkeit zu erhöhen. „Unternehmen können es sich nicht leisten, vor dem Bau ihrer Produkte

nicht zu wissen, wie sie sich verhalten werden“, verdeutlicht Robert „Buzz“ Kross, Senior Vice President Design, Lifecycle und Simulation bei Autodesk. „Leistungsfähige Simulationmöglichkeiten stehen jetzt mit Autodesk Simulation 360 Planern und Konstrukteuren aus nahezu jedem Unternehmen zur Verfügung. Damit haben sie das notwendige Werkzeug, um ihre Entwürfe und Konstruktionen bereits früh im Entwicklungsprozess vorauszuberechnen, zu optimieren und zu validieren.“ Im Gegenteil zu traditionellen Software-Lizenzen erleichtert das einfache und erschwingliche, bedarfsorientierte Modell von Autodesk Simulation 360 den Kauf und bietet beispiellose Flexibilität. Das Cloud-basierte Angebot ist ab sofort in Englisch verfügbar und gibt es demnächst auch in anderen Sprachen.

Weitere Informationen, auch dazu, wie man am „Simulation Liberation Event“ teilnehmen kann, gibt es unter www.autodesk.com/simulationliberation. Zusätzliche Informationsmöglichkeiten wie der Kontakt zu Experten, On-demand-Videos und Tutorials stehen unter www.autodesk.com/simulation-360 zur Verfügung.

www.autodesk.de

BETA CAE SYSTEMS

ANSA v13.2.3

BetaCAE gab die neue Version von ANSA v13.2.3. bekannt.

www.beta-cae.gr

CADFEM

Cadferm ihf Toolbox erleichtert Simulationen

Die von Cadferm und dem Ingenieurbüro Huß & Feickert (ihf) entwickelte Cadferm ihf Toolbox, die jetzt erheblich erweitert wurde, vereinfacht die tägliche Berechnungsarbeit mit der Simulationssoftware Ansys und Ansys Workbench. In die Toolbox ist nun unter anderem auch der richtlinienkonforme Festigkeits-

nachweis nach FKM (WB/FKM), die Körperschallbewertung schwingender Strukturen (SBSound), die Modellordnungsreduktion zur Einbindung von 3D-FEM-Modellen in die Systemsimulation (MOR4Ansys) sowie die Cadferm IDAC Materialdatenbank integriert.

Viele Cadferm Kunden haben in den vergangenen Jahren einen besonderen Service in Anspruch genommen: Die Ansys Customization durch Cadferm, das heißt die Anpassung von Ansys an besondere unternehmens- oder branchenspezifische Anforderungen. Dieser Cadferm Service reicht von der Prozessautomatisierung über die Integration vorhandener Lösungen und der Programmierung individueller Workflows bis hin zur Entwicklung von Zusatzapplikationen. Die Funktionalitäten der Cadferm ihf Toolbox werden als Source-Code Musterlösungen ausgeliefert. Somit lassen sie sich flexibel an die individuellen Bedürfnisse der Anwender anpassen, um den Nutzen zusätzlich zu erhöhen. Unterstützung dabei bieten entsprechende Einführungsseminare. Eine darüber hinausgehende Beratung zur Anwendung oder Weiterentwicklung kann von Cadferm in Form von Consulting-Projekten geleistet werden.

Der in Ansys Workbench integrierte richtlinienkonforme Festigkeitsnachweis nach FKM (WB/FKM) wurde vom ihf gemeinsam mit Cadferm entwickelt. Die FKM-Richtlinie „Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile“ beschreibt einen statischen Festigkeitsnachweis und einen zyklischen Betriebs- bzw. Dauerfestigkeitsnachweis. WB/FKM erleichtert die Bewertung einer FEM-Analyse, indem ein vollflächiger Festigkeitsnachweis nach FKM-Richtlinie für das Rechenmodell durchgeführt wird. Durch die vollständige Integration in Ansys Workbench wird eine schnelle und einfache Definition der Nachweisparameter ermöglicht. Der vollflächige Nachweis garantiert ein sicheres Auffinden von kritisch beanspruchten Stellen, wobei die Visualisierung des Auslastungsgrades die Ergebnisinterpretation unterstützt.

Mit SBsound wird der Körperschall berechnet, so wie er in der einschlägigen Literatur zur Maschinenakustik beschrieben wird. Dies geschieht auf Basis der Ergebnisse der vorab durchgeführten Frequenzganganalyse mit modaler Superposition in Ansys. MOR4Ansys schließt die Lücke zwischen hoch dimensionierten FE- und kompakten System-Modellen. Damit können Entwickler strukturmekanische Ansys-Modelle mit Verhaltensmodellen verknüpfen und eine Gesamtsimulation vornehmen, die auch die Eigenschaften einzelner Schaltungskomponenten einschließt. Die Cadfem IDAC Materialdatenbank beinhaltet neben statischen Materialkennwerten verschiedenster Werkstoffe (z.B. den E-Modul, die Dichte, die Zugfestigkeit, die Streckgrenze, etc.) auch die für eine Betriebsfestigkeitsrechnung notwendigen zyklischen Kennwerte (z.B. Nennspannungswöhlerlinien oder Exponenten/Koeffizienten für Verfestigungen, zyklische Dehnungen oder zyklische Spannungen). Die Cadfem ihf Toolbox ist als Gesamtpaket erhältlich und wird Schritt für Schritt um neue Werkzeuge erweitert.

Neue Geschäftsstelle Innsbruck

Aufgrund der zunehmenden Anzahl an Kunden in Österreich hat die Cadfem (Austria) GmbH zusätzlich zum Hauptsitz in Wien eine neue Geschäftsstelle in Innsbruck eröffnet. Seit dem 1. Juli 2012 ist die Cadfem (Austria) auch im Westen Österreichs, in Innsbruck, mit einer Geschäftsstelle vertreten. Sie befindet sich im modernen SOHO 2.0 Bürokomplex und ist verkehrstechnisch und infrastrukturell hervorragend angebunden. Geführt wird sie von Thomas Lange, der früher selbst Kunde von Cadfem war und über eine 15-jährige ANSYS Erfahrung verfügt. Kontakt Cadfem Innsbruck auf der Homepage der Cadfem (Austria) GmbH: www.cadfem.at/innsbruck

Berufsbegleitender Master ACM – Studienbroschüre 2013 ist da

Die aktuelle Studienbroschüre für den berufsbegleitenden Masterstu-

diengang Applied Computational Mechanics mit Studienbeginn 2013 ist ab sofort erhältlich. Die Aufnahme eines berufsbegleitenden Studiums ist eine bedeutsame Entscheidung – sowohl für Arbeitgeber als auch Arbeitnehmer ergeben sich viele Fragen, die im Vorfeld zu klären sind. Eine informative Unterstützung im Entscheidungsprozess ist die neue Broschüre, mit vielen Informationen, z.B. zu Verlauf, Inhalten, Terminen, Zugangsvoraussetzungen des Studiums. Homepage zum Studium mit Downloadmöglichkeit der Broschüre: www.esocaet.com/studium

Komatsu Hanomag baut Simulation aus

Der Baumaschinenhersteller Komatsu Hanomag aus Hannover steigt bei der Entwicklung seiner Radlader und Mobilbagger auf Simulationstechnologie von Ansys um und wird dabei von Cadfem unterstützt. Viele Belastungsnachweise können jetzt zuverlässig per Simulation erbracht werden. Dadurch werden die Entwicklungszeiten und -kosten ohne Qualitätsverlust erheblich gesenkt. Komatsu Hanomag nutzt die von Cadfem angebotene FEM-Software Ansys Workbench zur Berechnungen von mechanischen Strukturen. In der Vergangenheit wurde hierfür vornehmlich eine bereits in der CAD-Software integrierte Lösung verwendet, um beispielsweise die Belastungen von Rahmen, Auslagern, Schaufeln und anderen Schweißbaugruppen aus Stahl zu simulieren. „In den letzten Jahren sind jedoch die Berechnungsaufgaben, die Annahmen der Lastfälle und auch die zu untersuchenden Bauteilstrukturen immer komplexer geworden“, berichtet Jörg Hermanns, Leiter des Europäischen Entwicklungszentrums EUTC bei Komatsu Hanomag. „Wir mussten feststellen, dass die vorhandenen Werkzeuge den neuen Aufgaben teilweise nicht mehr gewachsen waren, beziehungsweise dass der Aufwand zur Abbildung der komplexen Lastfälle und Randbedingungen nicht mehr im richtigen Verhältnis zu den erzielten Ergebnissen stand.“ Folglich haben sich die Baumaschi-

nen-Ingenieure in Hannover nach alternativen Lösungen umgeschaut und Kontakt mit den Simulationsspezialisten von Cadfem aufgenommen. „Cadfem konnte uns die Anwendung von Ansys Workbench schnell und nachvollziehbar anhand von unseren eigenen Aufgabenstellungen demonstrieren“, erläutert Jörg Hermanns. Besonders überzeugt haben dabei der modularen Aufbau von Ansys, die Unterstützung einer klar strukturierten Vorgehensweise sowie die vielfältigen Anpassungsmöglichkeiten am Berechnungsmodell, die einfach durchführbar sind. Vom Nutzen, der mit dem Einsatz von Ansys erzielt wird, war Jörg Hermanns schnell überzeugt: „Der Hauptnutzen liegt klar auf der Hand, denn bereits in der frühen Designphase untersuchen wir verschiedene Konzepte auf ihre Vor- und Nachteile hin und reduzieren damit den Aufwand für die Erprobung sowohl zeitlich als auch finanziell.“

www.cadfem.de

DASSAULT SYSTÈMES

Rückblick: Deutsche Simulia-Konferenz

Die diesjährige Deutsche Simulia-Konferenz fand am 17. und 18. September in Hamburg im Hotel Radisson Blu statt. Die wieder über 100 Teilnehmer konnten sich in einer Fülle an Vorträgen über Anwendungen und geplante Weiterentwicklungen der Simulia Programme informieren. Dabei wurde einmal mehr die Strategie von Simulia deutlich, dass neben dem klassischen Anwendungsbebereich der Strukturmechanik benachbarte Themen wie beispielsweise die Optimierung sowie multiphysikalische Anwendungen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Teilnehmer der Konferenz konnten sich in der begleitenden Fachausstellung über Produkte und Dienstleistungen von Partnerfirmen und an einem Gemeinschaftsstand über andere Brands von Dassault Systemes und deren Zusammenspiel mit SIMULIA informieren. Ein Hamburg-Flair ver-

sprühendes Abendprogramm mit Besuch des Prototypenmuseums und Abendessen im alten Zollhaus rundeten das informative Vortragsprogramm ab.

Umzug Büro München

Im Zuge der DSONE Strategie von Dassault Systèmes zur stärkeren Integration seiner Brands werden die drei bisherigen Standorte von Dassault Systemes in München zusammengelegt. Dies betrifft auch das bisherige Simulia Büro am Sendlinger-Tor-Platz. Das neue Büro befindet sich in München-Riem in unmittelbarer Nachbarschaft zum Messegelände. Das neue Büro ist bequem vom Hauptbahnhof in München mit der U2 ohne Umsteigen in 20 Minuten zu erreichen (Haltestelle Messestadt-West). Ab dem 8.10. können Sie Simulia in München wie folgt erreichen: Dassault Systemes Deutschland GmbH, Joseph-Wild-Str. 20, 81829 München, Tel.: 089 960948 - 0 (Zentrale), Fax: 089 960948 - 399

www.3ds.com

DYNAMORE

Neue Büroräume in Dresden

Die DYNAmore Niederlassung in Dresden hat zum 1. September 2012 größere Geschäftsräume (410 qm) bezogen. Starkes Wachstum insbesondere im Bereich Softwareentwicklung für Prozess- und Simulationsdatenmanagement machte den Wechsel erforderlich. Die neue Anschrift lautet: DYNAmore GmbH, Niederlassung Dresden, Pohlandstraße 19, D-01309 Dresden, Tel. +49(0)351-46676985, Fax +49(0)351-4519561

www.dynamore.de

ESI GROUP

Erste Niederlassung in Russland

Die ESI Group gab die Eröffnung seiner ersten Niederlassung in Russland am 18. September 2012 bekannt. Das neu gegründete ESI-Team in Jekaterinburg, einem der

besten Standorte für Industriekon-sortien in Russland, soll den Aufbau einer lokalen Kundenbasis in diversen Industriesektoren unterstützen. Die Eröffnung der neuen Filiale wurde angeregt durch das Wachstum, das ESI im russischen Markt im Verlauf des letzten Jahrzehnts erzielte.

ESI begann vor über zehn Jahren mit dem Vertrieb seiner Software-Lösungen in Russland und betreute den russischen Markt bis dato intensiv und mit engagiertem Personal von der benachbarten Tschechischen Republik aus. Als einer der BRIC-Staaten stellt Russland (zusammen mit Brasilien, Indien und China) für ESI eine bedeutende Chance für die geographische Ausweitung seiner Vertriebsaktivitäten dar. Zu Beginn dieses Jahres machte der Markt in diesen Ländern zusammen 13 Prozent der Lizenzverkäufe aus; im Gegensatz zu 10 Prozent 2010/2011 und 11,5 Prozent 2011/2012.

Im Luftfahrtsektor unterhält ESI enge Beziehungen zum Moskauer Staatlichen Luftfahrtinstitut (MAI) und dem Zentralinstitut für Flugmotoren (ZIAM). Hier werden Lösungen von ESI vor allem angewandt, um industriellen Herausforderungen in Verbindung mit der Entwicklung von Flugzeugtriebwerken und der Verwendung innovativer Verbundmaterialien gerecht zu werden. Andere in Russland stark vertretene Industriesektoren, wie Energiewirtschaft, Schwermaschinen und die Automobilindustrie, stellen ebenfalls eine bedeutende Kundenbasis dar. Das Anwendungsspektrum für die ESI-Lösungen ist außerordentlich breit. Ein besonders starker Fokus liegt auf dem Virtual Manufacturing in den Bereichen Gießerei, Blechumformung, Schweißen und Hitzebehandlung sowie auf Verfahren zur Verbundstoffentwicklung, die für die russische Industriewirtschaft von essentieller Bedeutung sind. Zu den wichtigsten ESI-Kunden in Russland zählen PK Bezhicky Statelityny Zavod, ein großes Maschinenbauunternehmen, das die Gießsimulation-Suite von ESI mit ProCAST & QuikCAST nutzt; PZ

Mashinostroitel OAO (Maschinen), die Flugzeugfabrik Irkutsk (Aeronautik), die russische Akademie der Wissenschaften mit Sitz in Jekaterinburg und andere führende akademische Institute, wie die Staatliche Polytechnische Universität St. Petersburg, die Moskauer Staatliche Technologische Universität STANKIN und die Staatliche Technische Universität Perm (PSTU).

ESI kündigt VA One 2012 an

Die ESI Group gab die Veröffentlichung der neuesten Version von VA One 2012 bekannt. VA One ist eine Komplett-Lösung zur NVH-Simulation in sämtlichen Frequenzbereichen, bei der die Finite-Elemente-Methode (FEM), die Randelemente-Methode (BEM) und die statistische Energieanalyse (SEA) in einem einzigen Modell nahtlos miteinander kombiniert werden. Die neue Version beinhaltet ein nutzerfreundliches, vollständig in die VA One-Umgebung integriertes Modul zur Konstruktionsoptimierung sowie einen leistungsfähigeren Solver zur Gleichungslösung bei Randelementen, der Lösungszeiten wesentlich verkürzt. Um definierte Leistungsvorgaben zu erreichen, empfiehlt es sich bei der Planung des Produktverhaltens hinsichtlich der Entwicklung von Geräuschen und Vibrationen, Parameter automatisch zu optimieren oder die unterschiedlichen Konstruktionsparameter aufeinander abzustimmen. Häufig findet dies Anwendung bei der Abstimmung von Innenraumgeräuschen von Fahrzeugen um eine Massereduktion bei gleichzeitiger Einhaltung verschiedener Leistungsvorgaben zu erreichen.

VA One 2012 enthält ein vollständig in die VA One Umgebung integriertes Modul zur Konstruktionsoptimierung. Mit der graphischen Benutzerschnittstelle lassen sich Parameteränderungen, -optimierungen und Monte-Carlo-Simulationen schnell und einfach durchführen, u. a. aufgrund des intelligenten Datencaching von VA One. „Die Optimierung der Innenraumgeräusche ist wichtig, um die Zielvorgaben hinsichtlich Fahrzeugkosten, Geräuschen, Gewicht und Kraftstoffeff-

fizienz einzuhalten“, sagt Fumihiko Kosaka, NHV-Ingenieur bei Mitsubishi Motors Corporation (MMC), „VA One ist ein Standardtool bei MMC, das uns beim Erreichen unserer Vorgaben hilft.“ Die zunehmende Verbreitung des Cloud-Computings hat neue Möglichkeiten für die Verarbeitung großer BEM-Modelle auf Desktop-Computern eröffnet. VA One 2012 unterstützt den systemimmanenten Support für die parallele Gleichungslösung bei BEM-Modellen auf mehrkernigen Desktop-Computern, Remoterechnern mit Linux, Abteilungsnetzwerken, Clustern und Clouds.

VA One BEM-Modelle in der Automobil- sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie, deren Berechnungen auf Standardclustern bisher über Nacht durchgeführt wurden, können mittels Cloud-Computing innerhalb von Minuten berechnet werden (bei lediglich geringfügigen Hardwarekosten wurden 800 Kerne parallel genutzt). Erstmals wird in VA One 2012 diese Funktionalität durch eine flexible, bedarfs-gesteuerte Lizenzierung unterstützt. Die BEM-Solver von VA One 2012 wurden darüber hinaus mit einem neuartigen adaptiven Integrationsschema für Standard-BEMs erweitert, was sich in kürzeren Lösungszeiten bemerkbar macht. Ein neuer Prekonditionierer und iterativer Solver für Fast Multipole BEM führt darüber hinaus zu einem deutlich verbesserten Konvergenzverhalten.

VA One 2012 wurde weiterhin mit neuen Funktionen zur schnellen Bearbeitung von Attributen multipler SEA-Subsysteme versehen. Die zur Gestaltung und Modifikation von SEA-Modellen erforderliche Zeit verkürzt sich hierdurch beträchtlich und bedeutet einen wesentlichen Produktivitätsgewinn. „Es freut uns, die Veröffentlichung von VA One 2012 bekannt geben zu dürfen“, sagt Dr. Phil Shorter, Direktor des Bereichs vibroakustische Produkte der ESI Group. „Diese Version eröffnet unseren Kunden Zugang zu fortschrittlichen Methoden der Geräusch- und Vibrationssimulation für ihre Konstruktionsprozesse, ohne dass sie individuell angepasste

Prozesse zur Optimierung oder Berechnung großer BEM-Modelle benötigen.“

www.esi-group.com

FE-DESIGN

Tosca Fluid 2.3.0

Die Software Tosca Fluid 2.3.0 zur Erstellung topologieoptimierter Designkonzepte für strömungsführende Systeme und Bauteile ist ab 9. August 2012 bei FE-Design und seinen Vertriebspartnern erhältlich. Durch den Einsatz von Tosca Fluid in einer frühen Entwicklungsphase können kostengünstig und zuverlässig mögliche Produktpotenziale erkannt, gezielt ausgebaut sowie mögliche Schwachstellen im Vorfeld identifiziert und eliminiert werden. Die Integration von Tosca Fluid in den Designprozess führt zu innovativen Designideen, die automatisch für den zur Verfügung stehenden Bauraum generiert werden. Neben naheliegenden Anwendungen wie Druckverlustverringerung für z.B. Motoren-, Abgas- und Klimasysteme können auch weitergehende Optimierungsziele wie Strömungsvergleichmäßigung, Geräuschreduktion, verringerte Ablagerungsneigung oder ganz allgemein eine Verbesserung ineffizienter Strömungsstrukturen verfolgt werden. Zahlreiche Industrien, u.a. Automobil-, Energie-, Medizin-, Verfahrens- und Anlagentechnik sowie der Maschinenbau profitieren von der effizienteren Produkt- und Designentwicklung mit Tosca Fluid.

Die Integration von Tosca Fluid in den Designprozess ermöglicht eine effektivere Produktentwicklung mit einer gesteigerten Produktqualität und -leistung sowie eine bessere Energieeffizienz. Für die gesamte Topologieoptimierung ist nur ein CFD-Solver-Lauf notwendig. Tosca Fluid kommuniziert hierfür direkt mit gängigen kommerziellen Solvern - existierende CFD-Modelle können unmittelbar genutzt werden. Durch die innovative Tosca Fluid Technologie lässt sich ein großes Effizienzpotential für strömungsführende Bauteile erschließen.

Dabei wird der klassische, iterative Konstruktionsprozess verkürzt: Die Designfindung beginnt nicht wie üblich mit einem ersten Entwurf des Konstrukteurs, der dann meist schrittweise verbessert wird. Tosca Fluid liefert direkt, nur aufgrund von Strömungsrandbedingungen und verfügbarem Bauraum bereits eine erste Konstruktionsidee. Diese ist bei optimaler Ausnutzung des Bauraumes bereits höchst effizient durchströmt. Die Umsetzung der optimierten Designvorschläge in den Konstruktionsprozess erfolgt dann über eine Interpretation der Ergebnisse und Rekonstruktion in CAD. In der neuen Version Tosca Fluid 2.3.0 ist jetzt eine leichtere Umsetzung der Designergebnisse in einen konkreten Designentwurf für die Konstruktion möglich. Durch eine weiter verbesserte Glättungstechnologie mit noch effektiverer Vermeidung von Einschnüreffekten sowie flexiblerer Erzeugung von Ergebnisgeometrien in Form von Drahtmodellen werden Ergebnisinterpretation und Rekonstruktion deutlich vereinfacht.

Weitere neue Funktionalitäten und Verbesserungen in Tosca Fluid 2.3.0: Intuitivere Benutzung und überarbeitete grafische Benutzeroberfläche: Erweiterte Funktionalitäten und Einstellungen wie das ‚Setup‘ für Parallelberechnungen sind jetzt auch über die grafische Benutzeroberfläche zugänglich; weiter beschleunigte Rechenzeiten für Optimierungslauf und Auswertung, insbesondere auch für komplexe bzw. sehr große Modelle. „Mit der neuen Release von Tosca Fluid gehen wir konsequent den Weg weiter in Richtung ‚Usability‘ und ‚Value‘. Intuitivere Bedienung, beschleunigte Prozesszeiten und einfachere Ergebnisgenerierung stehen im Vordergrund. Mit den weiterentwickelten Ansätzen für die Ergebnisglättung legen wir einen klaren Schwerpunkt auf Prozessintegration und Ergebnissrückführung“, so Dr. Markus Stephan, Produktmanager Tosca Fluid bei der FE-Design GmbH.

Höher belastet und trotzdem leichter

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind heute Standard in der Produktentwicklung. Um diesen virtuellen Produktentwicklungsprozess weiterzuentwickeln, haben sich Wissenschaftler der Universität Erlangen-Nürnberg, Mitarbeiter der Softwareunternehmen FE-Design GmbH und B&W Software GmbH sowie des Automobilzulieferers Federal-Mogul Nürnberg GmbH, im Forschungsprojekt ShapOpt2CAD zusammengefunden.

„ShapeOpt2CAD“ war bei der Ausschreibung der Forschungsförderung KMU Innovativ „IKT 2020 – Forschung für Innovationen“ erfolgreich und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Das 2-jährige Forschungsprojekt hat das ausgewiesene Ziel, „die Entwicklung und Integration einer fertigungs- und belastungsgerechten Gestaltoptimierung in modernen Produktentwicklungsumgebungen“ voranzutreiben. Um eine schnelle Umsetzung der Ergebnisse in die praktische Ingenieurstätigkeit zu gewährleisten, sind die Firmen Adam Opel AG (Entwicklungszentrum Rüsselsheim) und Robert Bosch GmbH als assoziierte Partner am Projekt beteiligt. Zusätzlich werden die großen Softwareanbieter Siemens PLM Software, Dassault/Simulia und PTC inhaltlich und beratend tätig sein. Federführend für die Softwareentwicklung im Forschungsprojekt sind der Optimierungsspezialist FE-Design und der Konstruktionsspezialist B&W Software. Die Unternehmen vertreten die Sichtweise der beiden innerbetrieblichen Bereiche von Berechnungsingenieuren und Konstrukteuren, die in den Optimierungsprozess eingebunden sind. Traditionsgemäß legt der Konstrukteur das Produktdesign fest, konstruktive Schwachstellen werden aber zunehmend nachgelagert in der Berechnung identifiziert. Zur Lösung werden heute vermehrt parametrisierte CAD Modelle aufgebaut, welche in einem automatisierten Simulations- und Veränderungspro-

zess verbessert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass das CAD Modell höchst flexibel aufgebaut sein muss. Konkret bedeutet dies, dass die einzelnen geometrisch entscheidenden Kenngrößen individuell veränderbar sein müssen, um eine belastungsgerechte Konstruktion erzielen zu können. Da dies in den meisten industriellen Anwendungen mit hoher geometrischer Komplexität nicht möglich ist, bietet sich die alternative Vorgehensweise der „Parameterfreien Gestaltoptimierung“. Die aufwendige Parametrisierung in CAD-Geometriedaten kann so komplett entfallen. Ziel des Vorhabens ist es, Methoden und Softwarewerkzeuge zu entwickeln bzw. weiterzuentwickeln, die basierend auf einer CAD-Konstruktion eine parameterfreie und automatisierte, belastungsgerechte Gestaltoptimierung auch für hochkomplexe Geometrien erlauben. Neu entwickelt werden soll ein parameterfreier Gestaltoptimierer, der alle wesentlichen mechanischen Anforderungen berücksichtigen kann, sowie zugehörige Werkzeuge zur Integration in die CAD-Welt. Die im Forschungsprojekt entwickelte Software soll sich in die bewährte und bei den Anwendern bereits vorhandene Softwareumgebung - mit ihren verschiedenen CAD-Systemen und den FEM-Solvern Abaqus, Nastran und Ansys - eingliedern lassen.

Im Rahmen des Projektes soll die Konstruktionsmethodik zum „Performance Driven Product Design“ von KTMfK weiterentwickelt werden. Das LTM bringt hierzu seine Mechanikkompetenz in die Optimierung ein. Die Praxistauglichkeit der Software wird zunächst an einem Aluminium-Kolben für moderne Ottomotoren der Firma Federal-Mogul Nürnberg getestet. Dieser ist aufgrund der aktuellen Downsizing-Anforderungen sehr hohen thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt und wegen seiner komplexen Geometrie ideal geeignet, um die Erfolge des Forschungsprojektes zusammenfassend darzustellen.

www.fe-design.de

GRANTA DESIGN

Rahmenlizenzvereinbarung mit United Technologies

Granta Design Ltd. gab bekannt, dass es mit United Technology Corp. (UTC), einem globalen Anbieter hochentwickelter technischer Produkte und Dienstleistungen in der Luft- und Raumfahrt und der Gebäudetechnikindustrie, eine Rahmenlizenzvereinbarung unterzeichnet hat. Diese Rahmenvereinbarung ermöglicht den UTC Geschäftsbereichen den Erwerb und die Implementierung der Granta Software sowie der Referenzdaten und Dienstleistungen zur Verwaltung und Anwendung von Materialinformationen. Grantas Expertise im unternehmensweiten Management geschäftskritischer Materialdaten in internationalen Unternehmen stammt aus seiner Zusammenarbeit mit dem Materialdaten Management Konsortium (MDMC), einem einzigartigen Konsortium aus Organisationen der Luft- und Raumfahrt, dem Energie- und dem Verteidigungssektor.

Grantas Werkzeuge und Dienstleistungen sind daher optimal auf die Bedürfnisse der UTC Luft- und Raumfahrt Geschäftsbereiche abgestimmt. Die erste UTC Luft- und Raumfahrt Sparte, die das Granta MI Materialdaten Managementsystem einführt, war die ehemalige Hamilton Sundstrand, die jetzt ein Teil UTC Aerospace Systems ist. Der Bereich hat damit begonnen Werkzeuge zu nutzen, mit denen relevante Werkstoffdaten und -informationen zusammengeführt und kontrolliert werden können. Gleichzeitig gewährleisten sie einen hohen Grad an Rückverfolgbarkeit und Sicherheit, der in der Luft- und Raumfahrtindustrie erforderlich ist. Da Granta MI speziell dafür ausgelegt wurde, mit den komplexen Anforderungen sich entwickelnder Materialdaten umgehen zu können, bietet es Ingenieuren und Designern die Sicherheit, nur genaue, aktuelle sowie freigegebenen Informationen zu verwenden.

Ein weiteres international tätiges UTC Unternehmen, das die Granta Software verwendet, ist Carrier, eine

Abteilung von UTC Climate, Controls & Security. Carrier war einer der ersten Anwender von Granta MI. Die Anwendung konzentrierte sich auf den globalen Zugriff auf die Materialdaten des Unternehmens. Dies deckt sowohl relevante Eigenschaften und Tests entsprechend ihrer Anwendungen, als auch die Umgebungsbedingungen, in denen ihre Produkte eingesetzt werden, ab. Das Software- und Dienstleistungsangebot von Granta unterstützt eine kontinuierliche Verbesserung, indem es hilft, Werkstoffstrategien zu optimieren und zu implementieren. Dies führt zu Verbesserungen hinsichtlich Kosten, Leistung und Umwelteinflüssen sowie zu einer erhöhten Effizienz und einem geschützten firmeninternen Know-how. Grantas Werkzeuge helfen außerdem bei der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, wie zum Beispiel der EuP, RoHS, Reach und WEEE, bei der Integration von Werkstoffdaten im CAD/CAE Prozess, mit Werkzeugen für die Visualisierung von Materialeigenschaften und beim Auswählen sowie der Substitution von Werkstoffen.

www.grantadesign.com

IBM

Neue Großrechner-Generation zEnterprise EC12 vor

IBM kündigt eine neue Großrechner-Generation an – das IBM zEnterprise EC12 Mainframe-System. Es handelt sich um das bisher leistungsfähigste und technologisch am weitesten entwickelte IBM Großrechner-System. IBM System z-Mainframes sind seit der Einführung des System/360 im Jahr 1964 konzipiert für Enterprise-Computing-Aufgaben. Das neue System enthält eine Reihe neuer "First-of-a-kind-Technologien", die die Schlüsselrolle der Mainframe-Plattform aufzeigen, um den wachsenden Bedarf vieler Kunden in Punkto sicherer Verarbeitung sensibler und wichtiger Unternehmensdaten zu decken. Mainframes verarbeiten einen großen Teil der zentralen Betriebsdaten

bei vielen großen Unternehmen. Diese Unternehmen kämpfen mit dem starken Anstieg der Datenmengen. Sie suchen neue Wege zur Gewinnung von relevanten Erkenntnissen beispielsweise aus Finanz-, Kunden- und ERP-Systemen. Das neue IBM zEC12-System bietet dabei ein besonders hohes Maß an Sicherheit und hohe Bandbreiten für den Analytikbetrieb. Es kann Kunden dabei helfen, sehr große Rohdatenmengen zu verarbeiten und sie in wettbewerbsvorteilhaftes Wissen zu transformieren. Der neue IBM Mainframe ist eines der sichersten Enterprise-Systeme (1) und verfügt über eingebaute Security-Einrichtungen, die die Sicherheits- und Compliance-Anforderungen verschiedener Branchen abdecken. Ebenso verfügt der zEC12-Rechner über Analytikmöglichkeiten hinsichtlich des Systembetriebs und kann annähernd in Echtzeit Workload-Monitoring und -Analyse betreiben. Mit bis zu 25 Prozent mehr Leistung pro Rechenkern, dem derzeit weltweit schnellsten kommerziell verfügbaren Chip mit 5,5 GHz und bis zu 50 Prozent erhöhter Systemkapazität (2) ist das zEC12-System für Hybrid-Cloud-Lösungen gut geeignet.

www.ibm.com

INTES

Neue Permas-Version freigegeben

Für die FEM-Berechnungssoftware Permas und den zugehörigen Pre- und Postprozessor VisPER wurden von INTES nach zweijähriger Entwicklungsarbeit die neuen Programmversionen Permas V14 und VisPER V3 freigegeben und an die Kunden ausgeliefert. Unter den zahlreichen Erweiterungen und Verbesserungen sind vor allem zu nennen: Die Kontaktanalyse in Permas wurde durch ein Update der Kontaktgeometrie erweitert, das mit einem neuen Kontaktalgorithmus signifikante Änderungen des Kontakts während der Belastung berücksichtigt. Sowohl große Relativverschiebungen als auch be-

sonders genaue Kontaktsergebnisse können mit dieser Methode erzielt werden. Sie kann mit oder ohne Reibung verwendet und in linearen und nichtlinearen Analysen eingesetzt werden. Auch dynamische Schwingungsberechnungen können noch schneller durchgeführt werden, vor allem bei einer großen Anzahl von Moden (> 10000). So konnte die Rechenzeit für die Ermittlung von über 15000 Moden mehr als halbiert werden. Eine nachfolgende modale Berechnung einer periodischen Antwort kann über ein neues Lösungsverfahren um etwa den Faktor drei verkürzt werden. Ein neues Kondensationsverfahren für Modelle mit gemischten Randbedingungen (MBCB-Verfahren, Mixed-Boundary Craig-Bampton Methode) erlaubt auch freie oder gemischt freie und feste Randbedingungen in einfach anzuwendender Weise. Damit können realistische Randbedingungen in einem allgemeinen und sehr effizienten Kondensationsverfahren berücksichtigt werden. Neue effiziente Möglichkeiten für frequenzabhängige Steifigkeit und Dämpfung bei modalen Antwortberechnungen sowie drehgeschwindigkeitsabhängige Steifigkeit und Dämpfung für komplexe Schwingungsberechnung und Zeitintegration stehen zur Verfügung.

Viele Erweiterungen betreffen die integrierte Optimierung in Permas und das zugehörige Pre- und Postprocessing mit VisPER. VisPER unterstützt mit seiner modernen graphischen Oberfläche in einfacher Weise die Modellierung für die Topologie-Optimierung, die Dimensionsoptimierung (Sizing), die Formoptimierung und die Sicken-generierung. Alle diese Optimierungsverfahren sind in Permas integriert und erlauben so eine effiziente Durchführung der Optimierung in einer Software. Insgesamt haben alle Funktionalitäten in Permas, von der linearen und nichtlinearen Statik über NVH und Akustik bis hin zur Optimierung, von den Entwicklungen profitiert und bieten den Anwendern höhere Leistung bei erweiterter Funktionalität.

www.intes.de

INSTAL ENGINEERING

Instal-Plattform mit neuem Layout
Die neue Instal-Plattform ist vor kurzem „ans Netz gegangen“. Da es sich nicht nur um ein Update handelt, sondern komplett neu gestaltet und programmiert wurde, hat sich auch der RSS-Link zum Blog geändert. Abonnenten müssen deshalb den Link umstellen.

www.instal-online.de

MSC SOFTWARE

Adams spielt Schlüsselrolle bei Curiosity Marslandung

MSC Software teilte mit, dass die Mehrkörperdynamik-Software Adams entscheidenden Anteil hatte an der außergewöhnlichen Landung des Curiosity-Rovers auf dem Mars. Ein Ingenieurteam am NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) führte vor dem Flug eine Reihe von schwierigen Computersimulationen der Himmelskran-Manöver durch. Aufgrund der extremen Umweltbedingungen auf dem Mars, konnten diese Manöver nicht auf der Erde physisch getestet werden. Elegant und präzise platzierte das JPL-Team den Rover vorab virtuell auf dem Roten Planeten. Die Computersimulationen, die JPL in Adams ausführte, waren für die Mission unverzichtbar. Zum Beispiel musste während der Entfaltung der Steuerungseinrichtung des Rovers verhindert werden, dass Teile der Flugausrüstung miteinander kollidierten. Mit Adams konnten die Ingenieure diesen Vorgang modellieren und simulieren. Diese Simulationen waren anders als die meisten Studien für auf der Erde eingesetzte Produkte. Das Team wusste, dass es die extremen Belastungen, denen Curiosity in den letzten Phasen von Anflug, Trennung und Landung ausgesetzt sein würde, nur in Computersimulationen untersuchen konnte. Viele Umweltbedingungen des Mars konnten nirgendwo auf dem Planeten Erde physisch getestet werden. Die Ingenieure befassten sich mit

komplexen Problemen wie der Mars-Schwerkraft und -Atmosphäre, der Oberflächenneigung und Landegeschwindigkeiten, die auf der Erde nicht genau reproduziert werden konnten. Mit Adams wurde eine ganze Reihe von Ereignissen simuliert, dazu gehörten der Anflug, das Aufsetzen und die Trennung vom Fahrzeug, das den Rover transportierte. Dieser Flugkörper bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von 21.000 km/h und musste auf eine Geschwindigkeit abgebremst werden, bei der der Rover mit einem Himmelskran-Manöver sicher auf der Marsoberfläche abgesetzt werden konnte. Das Ingenieurteam bei JPL erstellte dafür Teilmodelle mit Adams, darunter auch ein wirklichkeitsgetreues, detailliertes Modell des Rovers selbst. Diese Aufgabe war um ein Vielfaches schwieriger als bei vorherigen Rovern, denn die Ingenieure mussten für die verschiedenen Szenarien mehrere Modelle entwickeln: für die Bereitstellung des Mobilitätsmoduls, die Trennung vom Flugkörper und für die eigentliche Landung.

„Die Mitarbeiter bei MSC sind sehr stolz auf die Leistungen des JPL-Teams“, sagte Dominic Gallelo, CEO & President bei MSC Software. „Wir beglückwünschen das NASA-Team und freuen uns, dass unsere Software zu einer so außergewöhnlichen Meisterleistung beitragen konnte. Es ist immer erstaunlich, wie unsere Kunden Nutzen aus Simulationen ziehen. Manchmal müssen sich unsere Kunden ausschließlich auf die Technik verlassen, um komplizierte Missionen wie Curiosity durchzuführen. Dies ist ein Ereignis, das wir nie vergessen werden.“

AdWiMo für die Modellierung von Windkraftanlagen

MSC Software Corporation hat die neue Version 2012 seiner Lösung AdWiMo präsentiert. AdWiMo, kurz für Advanced Wind Turbine Modeling, ist ein numerisches Berechnungstool, um Windkraftanlagen zu modellieren. Als Plug-In für die Mehrkörpersimulationssoftware Adams unterstützt AdWiMo Ingenieure in allen Entwurfsphasen einer

Windkraftanlage und erleichtert die Zertifizierung. In der neuen Version von AdWiMo ist ein Load & Analysis Manager (LAM) integriert, der alle Simulationen automatisieren kann, die für die Zertifizierung benötigt werden.

Der Anwender wählt mit dem LAM aus, nach welchen Richtlinien die Windkraftturbine zertifiziert werden soll. Der LAM setzt diese Vorgaben in Lastfälle um, modifiziert automatisch das Turbinenmodell entsprechend der jeweiligen Lastfallsituation, stößt die Simulationen an und extrahiert zertifizierungsrelevante Ergebnisse. Im Zertifizierungsprozess wird die Auslegung der kompletten Windenergieanlage inklusive der Lastannahmen und aller Komponenten wie Turm, Blatt oder Maschine geprüft. Dazu sind umfangreiche Simulationen mit mehr als 1.000 Rechenläufen notwendig. Daher stoßen Berechnungsingenieure bei detaillierten Finite-Elementen (FE)-Analysen schnell an Ihre Grenzen. Die Modelle sind oft sehr groß und durch die hohen Rechenzeiten sind umfangreiche Variantenstudien oder Zertifizierungsläufe kaum möglich. AdWiMo koppelt daher Finite-Elemente (FE)-Analysen mit der Mehrkörperdynamik. In der Mehrkörpersimulation sind die Modelle mit einigen hundert Freiheitsgraden vergleichsweise klein und erfordern entsprechend wenig Rechenzeit. Eine weitere Neuerung der Version 2012 ist der parametrische Antriebsstrang. Getriebe und Rotor haben unterschiedliche geometrische Längen und Masse-Eigenschaften. Diese und der axiale Versatz von Rotorwelle zu Generatorwelle werden nun bereits im Aufbau berücksichtigt.

Zudem berücksichtigt AdWiMo 2012 die Massenunwucht der Rotorblätter und kann die Querschnittsbelastung an flexiblen Körpern wie Turm oder Blatt berechnen. AdWiMo 2012 wird komplett vom neuen Adams 2012 View Interface unterstützt. In Adams 2012 wurde die Benutzeroberfläche komplett überarbeitet und ein neuer Modellbrowser für die vereinfachte Modellbearbeitung eingeführt. Der Browser sorgt für eine verbesserte

Modellnavigation und flexible Körper können automatisch in der Adams/View Oberfläche generiert werden.

MSC Nastran 2012.2

MSC Software präsentiert die neue Version Nastran 2012.2. Entwicklungsschwerpunkte der neuen Version sind High Performance Computing, Kontaktanalysen und nichtlineare Simulationen. Mit der neuen Version steht Ingenieuren ein leistungsstarker Solver zur Verfügung, der für multidisziplinäre, implizite und explizite nichtlineare Analysen sowie Berechnungen von linearer Statik und Dynamik geeignet ist. Die Version Nastran 2012.2 steht im MSC Software Solutions Download Center unter <https://mscsoftware.subscribenet.com> zum Download bereit. Verbesserte Analyse von Kontakten: MSC Nastran 2012.2 verfügt über eine neue Methode der Kontaktsuche, die einen Segment-to-Segment Kontakt nutzt.

Außerdem wurden unsymmetrische Steifigkeitsmatrixen und das sogenannte „Finite Sliding“ implementiert. Dadurch können jetzt zwei Körper beliebig gegeneinander verschoben werden. Diese Verbesserungen erleichtern Kontaktanalysen und führen zu genaueren Berechnungsergebnissen. Unterstützung neuer Prozessoren: In Zusammenarbeit mit Intel wurde MSC Nastran um die Möglichkeit erweitert, die Advanced Vector Extension (AVX) des Intel-Prozessors Sandy Bridge in Windows-Betriebssystemen zu nutzen. Anwender profitieren automatisch von einer Leistungssteigerung, da die AVX eigens für die Unterstützung rechenintensiver Anwendungen wie MSC Nastran konzipiert wurde.

Darüber hinaus hat MSC in diesem Jahr die Unterstützung von Linux-Systemen realisiert. Schnellere nichtlineare Analysen: MSC Nastran 2012.2 ist in der Lage, nichtlineare Analysen sowohl im Distributed Memory Parallel (DMP)-Modus als auch im Shared Memory Parallel (SMP)-Modus durchzuführen. Durch diese verbesserte Skalierbarkeit können Ingenieure den Durchsatz an Berechnungen deutlich erhöhen. Ebenfalls verbessert wurde das I/O-

Caching, was die Bearbeitungszeit umfangreicher Modelle nochmals reduziert. Verbesserungen an der DMP-Technologie des expliziten Solvers von MSC Nastran sorgen außerdem für erhebliche Leistungssteigerungen bei komplexen Berechnungen mit Fluid-Struktur-Kopplung. „Bei Hankook Tire ist die Reifensicherheit von großer Bedeutung und hat höchste Priorität für die Entwicklung“, erklärt Joonyong Heo, Manager im Structure Analysis Research Team beim Unternehmen Hankook Tire. „Die Reifenleistung auf nassen Oberflächen vorherzusagen, ist eine CPU-intensive, komplexe Anwendung mit Fluid-Struktur-Kopplung. Dafür haben wir in MSC Nastran 2012.2 ein Reifenmodell mit etwa zwei Millionen Elementen in einer DMP-Umgebung mit mehreren Prozessorkernen ausgeführt. Die Leistung des expliziten Solvers von MSC Nastran 2012.2 hat sich verdreifacht. Das war beeindruckend.“

www.mscsoftware.com

NVIDIA

Nvidia Maximus revolutioniert die Workstation

Nvidia startete auf der Siggraph 2012 die zweite Generation seiner revolutionären Workstation-Plattform: Nvidia Maximus mit Kepler-Architektur - die schnellste und effizienteste GPU-Architektur der Welt. Die Maximus-Plattform der ersten Generation wurde im November 2011 vorgestellt und bietet Anwendern einer Workstation die Möglichkeit, gleichzeitig komplexe Analysen und Visualisierungen auf einem einzigen Rechner durchzuführen. Jetzt, mit der auf Kepler-GPUs basierenden Maximus-Technologie, bekommen professionelle Anwender aus den Bereichen Produktion, Visual Effects und Ölförderung noch mehr Leistung und Effizienz zur Verfügung gestellt. Maximus begibt Neuland, indem ein einziges System interaktive Grafik-Berechnungen und gleichzeitig rechenintensives Simulieren und Rendern bewältigen konnte, was zu einer dramatischen

Beschleunigung der Arbeitsprozesse führt. Mit der zweiten Generation von Maximus wird die Rechenarbeit auf die neue Nvidia-Tesla-K20-GPU übertragen, um die neue Nvidia-Quadro-K5000-GPU für die grafischen Prozesse freizuhalten. Die Maximus-Technologie weist dabei automatisch das Visualisieren, Simulieren und Rendern dem jeweils richtigen Prozessor zu. „Mit den parallelen Rechenabläufen, die durch die Nvidia-Maximus-Systeme ermöglicht werden, können wir jetzt zehnmal so kreativ sein“, erklärt Alan Barrington, Designer beim Mercedes-Benz Advanced Design Center in Kalifornien. „Mit den Maximus-Umgebungen schaffen wir es bis zur letzten Minute, unsere Designs zu verbessern und zu verfeinern. Wir sind effizient, erledigen mehrere Jobs gleichzeitig und wir müssen im Bereich der Kreativität keine Kompromisse mehr eingehen.“

MSC Software beschleunigt das Design mit Nvidia-GPUs

Nvidia hat bekannt gegeben, dass die MSC Software Corp., ein führender Anbieter von Softwarelösungen für Multi-Disziplin-Simulationen, eine GPU-beschleunigte Version der Applikation Marc 2012 Finite Element Analysis veröffentlicht hat, um die Arbeitsgeschwindigkeit einer ganzen Reihe von ingenieurwissenschaftlichen Simulationen zu erhöhen. Ingenieure, die auf der Suche nach Lösungen für komplexe Herstellungs- und Design-Probleme sind, können das durch Nvidia-Tesla-GPUs unterstützte Marc 2012 nutzen, um ingenieurwissenschaftliche Simulationen zwischen zwei- und sechsfacher Geschwindigkeit zu beschleunigen. Dies versetzt die Ingenieure in die Lage realistischer Modelle und qualitativ hochwertiger Simulationen zu entwickeln, wodurch sich die Produktivität erhöht und die Entwicklungszyklen verkürzt. „Die Kombination von GPU-Beschleunigung und den Multi-Physics-Funktionen von Marc erlaubt es Ingenieuren echtes, nichtlineares Verhalten zu erfassen. Daraus resultieren dramatische Verbesserungen bei einer Vielzahl von Modellen

und sogar ganzer Branchen“, sagt Ted Wertheimer, Senior Director of Product Management bei MSC Software. „Marc 2012 hilft Ingenieuren ihre Designarbeiten in kürzerer Zeit zu optimieren, so dass fertige Produkte schneller auf den Markt kommen können.“ Andrew Cresci, General Manager for ISV Strategic Alliances bei Nvidia, sagt: „Das GPU-beschleunigte Marc 2012 ermöglicht es Ingenieuren eine höhere Anzahl von High-Fidelity-Design-Simulationen in einer bestimmten Zeitspanne durchzuführen. Dadurch lassen sich Probleme schneller und besser identifizieren und die Ingenieure können optimierte hochleistungsfähige Produkte abliefern. Im Falle der Autoindustrie etwa kann dies eine erhöhte Zuverlässigkeit des gesamten Antriebssystems durch optimiertes Temperatur-Management, langlebigerer Getriebe-Bauteile mit robusteren Gummimanschetten und –Dichtungen sowie eine bessere Kraftstoff-Effizienz bedeuten.“ Bei Marc handelt es sich um eine erweiterte, leistungsfähige und allzwecktaugliche nichtlineare Multi-Physics-Lösung, die exakt das Verhalten einer Reihe von Produkten unter statischen, dynamischen und multiphysikalischen Einflüssen simuliert. Sie versetzt Ingenieure in die Lage, das komplexe Verhalten von mechanischen Systemen in der realen Welt zu simulieren, wie sie im Automotive-Bereich, im Luft- und Raumfahrtsektor, bei Öl- und Gasbohrungen, bei Baumaschinen und bei medizinischen Geräten vorkommen. Komplexe Herstellungs- und Designprobleme können so in einer einzelnen Software-Umgebung gelöst werden. Marc 2012 unterstützt Single- und Multi-GPU-Konfigurationen und ist für x86-basierte Windows-64-Bit- und

Linux-64-Bit-Systeme erhältlich. Für weitere Informationen, oder um Marc 2012 zu beziehen, kontaktieren Sie bitte MSC Software.

www.nvidia.com

PART ENGINEERING

S-Life V 2.1 jetzt freigegeben

S-Life ist die zuverlässige und einfach zu bedienende Software zur Auswertung von FEM-Berechnungsergebnissen gemäß FKM-Richtlinie. Mit S-Life werden auf Knopfdruck die mit der FEM berechneten Spannungen so ausgewertet, dass sowohl eine richtliniengerechte Aussage zur statischen Festigkeit als auch zur Ermüdungsfestigkeit des Bauteils getroffen werden kann. Folgende Nutzen: Eindeutige Festigkeitsaussagen durch systematisierte Vorgehensweise, Ausnutzung von plastischen Reserven durch Berücksichtigung der plastischen Stützwirkung, umfassende Dokumentation der Festigkeitsbewertung durch vollständigen numerischen Report für den Nachweispunkt, erhebliche Zeitersparnis gegenüber manueller Auswertung einzelner Knotenwerte und durch automatische Bestimmung der kritischen Lastfallkombination bei Zusammenwirken mehrerer Lasten, Vermeidung von Fehlerquellen durch einfache und automatisierte Vorgehensweise und einfache Identifikation des Nachweispunkts durch vollständige Darstellung der Auslastungsgrade als Contour-Plot. Die Funktionen umfassen: Abaqus- und Ansys-Schnittstelle, grafische Benutzeroberfläche zum Festlegen von Einstellungen und Vorgabewerten, 3D-Viewer zur Ergebnisdarstellung und -auswertung, integrierte und erweiterbare

Werkstoffdatenbank für alle Stahl, Eisen- und Aluguss-Werkstoffe nach FKM-Tabellen, automatische Bestimmung kritischer Lastfallkombinationen, Durchführung des statischen Festigkeitsnachweises und des Ermüdungsfestigkeitsnachweises für nichtgeschweißte Bauteile nach FKM-Richtlinie gemäß dem Konzept der örtlichen Spannungen, Ausgabe der statischen und zyklischen Auslastungsgrade und Bauteilfestigkeiten als Contour-Plot und automatisiertes umfassendes Reporting von FKM-Auswerte- und Ausgabegrößen für frei wählbare Knoten.

www.part-gmbh.de

SIEMENS PLM SOFTWARE

NX 8.5

Siemens PLM Software hat die neueste Version von NX vorgestellt. NX ist die integrierte Lösung für Computer-Aided Design (CAD), Manufacturing (CAM) und Engineering (CAE). Die aktuelle Version NX 8.5 enthält verbesserte neue Funktionen, die kundenbezogen entwickelt wurden. Diese erhöhen in der gesamten Produktentwicklung und -fertigung die Flexibilität und Produktivität und sorgen so für eine schnellere Markteinführung. Mit NX 8.5 baut Siemens PLM Software weiter auf seiner High-Definition-PLM (HD-PLM)-Vision auf. Sie soll Unternehmen helfen, fundiertere Entscheidungen effizienter und sicherer zu treffen. „Die vielen kundengetriebenen Verbesserungen und neuen Funktionen in NX 8.5 werden unsere Kunden dabei unterstützen, ihre Markteinführungszeiten weiter zu verkürzen und intelligentere Entscheidungen zu ermöglichen. Das Ergebnis sind bessere Produkte“, sagt Jim Rusk,



www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

Vice President Product Engineering Software bei Siemens PLM Software. „Indem wir Informationen intelligent verknüpfen, basierend auf der High-Definition-Anwendererfahrung, bekräftigen wir unser Engagement für HD-PLM. Mit NX 8.5 fokussieren wir uns weiterhin darauf, dass sich die PLM-Investitionen unserer Kunden schnell amortisieren. Umfangreiche Tests gewährleisten die Kompatibilität der Versionen mit jedem neuen Release. So liefern wir eine zukunftssichere Architektur, die mit unseren Kunden wachsen wird.“ NX 8.5 liefert eine breite Palette an neuen und erweiterten Funktionen in der Konstruktion, die die Effizienz verbessern und die Konstruktionszeit senken.

Optimierte Workflows und eine verbesserte Anwendererfahrung sorgen für mehr Produktivität, minimieren den Input und reduzieren den Aufwand für Konstruktionsaufgaben. Zusätzlich helfen neue Konstruktionsbefehle, die Durchlaufzeiten in der Konstruktion um bis zu 30 Prozent zu verkürzen. Zum Beispiel erfordert der neue Befehl zum Prägen dünnwandiger Bauteile erheblich weniger Schritte bei der Kombination oder Verschneidung mehrerer Deckflächenbereiche von Volumen- oder Flächenkörpern. NX 8.5 enthält auch neue Funktionen für Feature-basiertes Modellieren, Blechkonstruktion, Freiform-Modellierung, Gültigkeitsprüfung und Konstruktionszeichnung.

In NX 8.5 wurde die Synchronous Technology, eine Innovation von Siemens PLM Software, optimiert und erweitert. Sie verbindet die Geschwindigkeit und Flexibilität direkter Modellierung mit der präzisen Steuerung parametergetriebener Modellierungsmethoden. Anwender aus den verschiedensten Bereichen profitieren von der Synchronous Technology und können so besser Konstruktionen entwerfen und bearbeiten. NX 8.5 beinhaltet Erweiterungen in der Simulation, die den Engineering-Teams helfen, Produkte effizienter zu entwickeln. Neue Tools zur Optimierung, wie NX Shape Optimization, schlagen zum Beispiel konkrete, detaillierte Verbesserun-

gen an einem bestehenden Bauteil vor, um Spannungskonzentrationen zu verringern. NX 8.5 enthält außerdem viele Verbesserungen zur Berechnung von Strukturmechanik, Temperaturfeld, Strömung, Mehrkörperbewegung und Multiphysik. So lassen sich genauere Berechnungsmodelle schneller vorbereiten, die Lösungszeit kann um mehr als 25 Prozent verkürzt werden.

NX 8.5 beinhaltet ebenfalls eine neue Version der vielfach eingesetzten Software NX Nastran. NX Nastran ist ein führender Finite-Elemente-Methode (FEM)-Solver mit hoher Rechenleistung, Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit. Die neue Version NX Nastran 8.5 erhöht die möglichen Lösungsansätze. Dies bringt eine Reihe von Verbesserungen bei der Rechenleistung und beim Entwicklungsablauf mit sich, wie zum Beispiel neuer Kontaktkleber für passgenaue Klebeverbindungen. NX 8.5 erweitert nun den Umfang für volumenbasiertes 2,5-Achsen-Fräsen. Dieser neue Ansatz beschleunigt insbesondere die NC-Programmierung prismatischer Bauteile. Kunden, die erstmalig damit arbeiten, attestieren ausgezeichnete Benutzerfreundlichkeit und schnellere Programmierzeiten. Neu sind auch die Funktionen zur Unterstützung und Automatisierung von mehrteiliger und mehrstufiger spanender Bearbeitung. Diese neuen CAM-Funktionen sind besonders für maschinenbautypische Teile relevant.

NX CMM Inspection Programming bietet eine automatisierte Messplanung und Programmierung von Koordinatenmessmaschinen sowie nun auch die Auswertung und Anzeige der Messergebnisse innerhalb von NX. NX CMM erweitert den Nutzen von NX und schafft damit eine einheitliche und umfassende Lösung für die Fertigungsplanung. Darüber hinaus unterstützt eine neue Bibliothek für Schneidwerkzeuge und Funktionen für das CAM-Daten-Management eine schnellere NC-Programmierung und erleichtert den Informationszugang zu den vorhandenen Fertigungsressourcen und deren Wiederverwendung. Da-

mit wird die Nutzung der richtigen Daten von der NC-Programmierung bis hin zur Fertigung abgesichert. NX 8.5 ist voraussichtlich ab Oktober verfügbar. Weitere Details zu allen neuen Funktionen in NX 8.5 sind unter <http://www.siemens.com/plm/nx85> erhältlich.

www.siemens.com/plm

SILICON GRAPHICS - SGI

SGI UV – das größte In-Memory-System der Welt

Die neue SGI UV 2-Produktfamilie ist verfügbar. Im Vergleich zur vorherigen Generation kann die SGI UV 2000 auf die doppelte Anzahl an Cores (bis zu 4096 Cores) und die vierfache Größe des kohärenten Hauptspeichers (bis zu 64 Terabytes), die für In-Memory-Computing auf einem Single-Image-System zur Verfügung stehen, ausgebaut werden. Die SGI UV 2000 kann auf acht Petabytes gemeinsamen Speicher skaliert werden. Bei einer I/O-Spitzen Geschwindigkeit von vier Terabytes pro Sekunde (14 PB/Stunde) ist das SGI UV 2000 System in der Lage eine Datenmenge vom Umfang vergleichbar zum gesamten Druckbestand der Library of Congress, der größten frei zugänglichen Bibliothek in den USA mit 31 Millionen Büchern und anderen Druckerzeugnissen in etwa drei Sekunden aufzunehmen. Diese beispiellose Aufnahmekapazität ermöglicht kurze Lösungszeiten für datenintensive Probleme auf einem System, das so einfach zu verwalten ist wie eine Workstation. Die SGI UV 2000 ist auf Industriestandards aufgebaut und unterstützt eine Vielzahl an Speicheroptionen. Damit bietet sie eine umfassende Lösung für unbegrenztes Computing.

www.sgi.com

SIMUFACT ENGINEERING

Simufact und Schuler SMG: Technologiepartnerschaft

Simufact Engineering GmbH und Schuler SMG GmbH & Co. KG, Kompetenzzentrum für hydraulische Pressensysteme innerhalb des Schuler-Konzerns und Marktführer bei der Herstellung von hydraulischen Umformanlagen, haben eine Technologiepartnerschaft geschlossen. Kern der Zusammenarbeit ist die Anpassung der Simulationsprogramme von Simufact auf hydraulische Anlagen von Schuler SMG. Von der Technologiepartnerschaft profitieren vor allem Unternehmen aus der Schmiedeindustrie, die auf Basis dieser Lösung nun komplette Prozessketten auf Anlagen der Schuler SMG durchgängig simulieren können.

Die Partnerschaft haben Simufact und Schuler SMG Mitte September anlässlich der Hausmesse INFORM live in Waghäusel besiegelt. Mit dem Erwerb einer Schmiedeanlage der Schuler SMG können Kunden eine prozessspezifische, integrierte Softwarelösung erwerben, mit der sie den Fertigungsprozess ganzheitlich im Rechner abbilden und optimieren können. Dazu wird die Simufact-Simulationssoftware so auf die Anlagen von Schuler SMG abgestimmt, dass die mehrstufigen Umformprozesse innerhalb der Prozesskette mit höchster Genauigkeit simuliert werden können. Die Integration zusätzlicher Funktionalitäten erlaubt eine durchgängige Kommunikation zwischen Maschinensteuerung, übergeordneter Anlagensteuerung und Prozessplanung. Die Simulation der Fertigungsprozesse eröffnet den Kunden neue Wege zur Optimierung der Umformstrategien und der Werkzeuggeometrien. Der Zeitraum für die Entwicklung neuer Bauteile wird deutlich verkürzt und die Prozesssicherheit erhöht. Daraus resultieren eine optimale Nutzung der Ressourcen und eine Reduzierung der Bauteilkosten.

Simufact.forming 11 und Simufact.welding 3.1

Simufact Engineering GmbH stellt ab sofort die neuen Versionen seiner Simulationssoftware Simufact.forming und Simufact.welding zur Verfügung. Mehr Funktionalität für ein vergrößertes Einsatzfeld bei zugleich vereinfachter Bedienerführung – so lautet das Credo für die neuen Software-versionen, die für die Auslegung und Optimierung von Produktionsprozessen in der Metallverarbeitung zum Einsatz kommen. Unternehmen, die verschiedene Fertigungsprozesse in der Prozesskette (vom Halbzeug zum Bauteil) miteinander verknüpfen wollen, kommen mit den neuen Simufact Software-Releases dem Ziel einer ganzheitlichen Betrachtung und prozessübergreifenden simulatorischen Abbildung gesamter Prozessketten wieder ein Stück näher.

Mit seinen Simulationslösungen deckt Simufact alle wesentlichen Produktions- und Fügeprozesse ab – vom Schmieden über die Kaltmassivumformung, Walzen, Blechumformung, mechanisches Fügen bis hin zur Wärmebehandlung und dem Schweißen. Standardisierte Schnittstellen unterstützen die Kunden dabei, die Simufact-Lösungen schnell und zuverlässig in vorhandene CAD-/CAE-Umgebungen zu integrieren. Einen großen Schritt nach vorne macht Simufact bei der Integration von Materialdaten in die Simulation von Umform- und Fügeprozessen: Simufact.forming 11 und Simufact.welding 3.1 erschließen dem Anwender nicht nur eine Vielzahl von neuen, experimentell ermittelten Materialdaten, sondern ermöglichen mit der Anbindung an JMatPro® den Zugang zu qualitativ hochwertigen analytischen Materialdaten zugunsten einer deutlich höheren Genauigkeit der Simulationsergebnisse.

www.simufact.de

SIMPACK

Neue Version Simpack 9.2

Das Ende September 2012 erscheinende Upgrade der Mehrkörper-simulationssoftware Simpack auf Version 9.2 beinhaltet zahlreiche Neuerungen und Verbesserungen. Diese ca. 500 neuen bzw. verbesserten Funktionalitäten vereinfachen für den Kunden die projektbezogene Nutzung der Software. Im Folgenden die wichtigsten Verbesserungen und Hauptmerkmale seit dem Release von Simpack 9.

Im Simpack Solver: Neuer Solver-Modus "Preload" zur automatischen Berechnung von Vorspannkräften, neu: IPC Co-Simulation, neu: Co-Simulation mit Simulink, verbesserte Robustheit und höhere Leistung des Solvers für statische Gleichgewichtsberechnungen und große Modelle, weitere signifikante Beschleunigung des parallelen Solvers, interne Optimierung des Solver für erhöhte Performance bei gleicher Ergebnisqualität. Im Simpack User Interface: Erhöhte Interoperabilität mit Microsoft Excel und Desktop Clipboard durch Copy/Paste bei Tabellen, Tool zur graphischen und tabellarischen Messung von Distanzen und Winkeln, Data Explorer zur tabellarischen Darstellung, Suche und Vergleich vom Modellierungselementen, einfache Umschaltung zwischen Darstellung von Formeln und Formelerggebnis in allen Dialogen, graphischer Debugger für Solver Scripting. Im Generellen und übergreifenden

Bereich innerhalb von Simpack: FMI 1.0 Model-Import und Co-Simulation Unterstützung für z. B. Dymola, Amesim, SimulationX, neu entworfene und stark verbesserte technische Dokumentation, 3D-Kontaktmarker 87 für starre Körper, primitive 43 zur Darstellung beliebiger Oberflächen, inklusive Checkplots und Kontaktfunktionalität mit Marker 87, INA Wälzlagermodell (Bearinx), IST Tower auch unter Windows 64 bit, Solver Scripting um Funktionalität zur Erzeugung von Dialogen und GUI Elementen erweitert. Im Bereich Simpack Automotive und

Engine: Erweiterter Simpack Wizard Funktionsumfang, neues Automotive Driver Element, komplett neues Simpack „Chain Drive set-up“ Modul, „Valve Spring coil contact“ Verbesserungen. Im Bereich Simpack Rail: Automatische harmonische und äquivalente Quasilinearisierung des Rad-Schiene-Kontakts. Im Bereich Simpack Wind: Verbesserungen bei Simpack wind rotorblade, controller und aerodynamic forces. Im Bereich Simpack flexible Körper:

Loads: Berechnung von Materialbeanspruchungen (Spannungen) in Kombination mit einem der FE-Programme Abaqus, Ansys, MSC Nastran oder NX Nastran (verbesserte bzw. vereinfachte Handhabung des Berechnungsprozesses, Darstellung als Contour – oder 2D Plot im Simpack Postprozessor, automatisierte Ergebniserzeugung via Scripting, Interface zu Femfat-MAX), Simbeam: Berechnung und Darstellung von Balkenschnittkräften, Flex-Modal (verbesserte Performance bei Verwendung von Dummy Körpern auf flexiblen Körpern, optional vollständig benutzerdefinierte Interface Mode Bestimmung, Unterstützung aktuell verwendeter FE Programmversionen). Die Simpack AG arbeitet ständig daran, die Software gemäß den Bedürfnissen und Wünschen der Kunden zu verbessern und so sicherstellen, dass die Anwender von Simpack in Ihren Projekten optimal unterstützt werden können.

www.simpack.com

TRANSTEC

Erste RAID-Storage-Systeme mit 4-Terabyte-Festplatten

Dank der neuen Enterprise-Festplatten mit jeweils 4 Terabyte Gesamtkapazität können jetzt auch RAID-Storage-Systeme ein Drittel mehr Kapazität erreichen und gleichzeitig 20 Prozent Energie sparen. Die vier Höheneinheiten (HE) großen Rackmount-Systeme mit einer Gesamtkapazität von 192 Terabyte und Fibrechannel- oder iSCSI-Host-Schnittstellen sind als einfaches Single-Controller-Storage-System für die Anwendungen als Datenarchiv geeignet. Die RAID-Storage-Systeme mit redundanten Dual-Controllern und 96 Terabyte Gesamtkapazität empfehlen sich als zentraler Massenspeicher in Fibrechannel- oder iSCSI-basierenden Storage-Area-Network-Umgebungen.

Die 4-Terabyte-Festplatten sind bereits in den CALLEO-Servern von transtec verfügbar und werden dort insbesondere bei Disk-Servern über Hardware-RAID-Controller betrieben. Die Festplatten nach dem SATA-Standard sind für Enterprise-Anwendungen für einem 24x7-Dauerbetrieb ausgelegt und haben sich in hochkapazitiven Anwendungen bewährt. Durch die Zertifizierung der 4-Terabyte -Festplatten für die RAID-Storage-Systeme der Infortrend EonStor DS G6 Serie stehen diese nunmehr auch als Block-basierende Speichersysteme für Storage Area Networks zur Verfügung. Als Host-Schnittstellen stehen neben Fibrechannel 8 Gb/s auch iSCSI-Systeme mit 1 Gb/s- oder 10 Gb/s-Ethernet für den individuellen Einsatz bereit. Die Skalierbarkeit der Systeme mit JBOD-Erweiterungseinheiten ist gegeben, so dass je

nach System bis zu 240 Festplatten in einem Systemverbund betrieben werden können. Dadurch wäre eine Gesamtkapazität als einfaches Single -Controller-System von nahezu einem Petabyte möglich.

Neuer Compact PC ist 50 Prozent kompakter

transtec hat eine neue Hardware-Lösung für Unternehmen entwickelt: Der Senyo Compact PC 710USF passt mit einem Volumen von unter sechs Litern überall dorthin, wo PCs bisher keinen Platz fanden. Das wird ermöglicht durch den Ultra Small Form Factor und einen Intel Mikroprozessor der dritten Generation auf Basis von Intel Ivy Bridge mit bis zu 65 Watt Thermal Design Power (TDP). Damit eignet sich der Compact PC ausgezeichnet für vernetzte Umgebungen und Office-Anwendungen in Großunternehmen wie Banken und Versicherungen, aber auch für Verwaltungen und Behörden sowie alle Bereiche mit Kundenverkehr. Darüber hinaus ist der neue Senyo Compact PC 710USF besonders leise und ermöglicht eine angenehme Arbeitsumgebung. Der niedrige Stromverbrauch garantiert ein signifikantes Einsparungspotenzial und bringt einen doppelten Mehrwert: weniger Energieverbrauch heißt weniger CO2 und weniger Kosten. Das Innenleben verspricht beste Leistungen für seine vielfältigen Anwendungsgebiete: mit einem Intel H77 Express Chipsatz, einem Hauptspeicher von bis zu 16 GB und den Schnittstellen IEEE 1394a, eSATA und USB 3.0 für besonders schnelle Datenübertragungen. Der Compact PC kann sowohl vertikal als auch horizontal aufgestellt werden.t.

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: Elements of Turbulence Modeling

02.10. (2 Wo) Internet www.nafems.org/e-learning

NAFEMS

LS-DYNA Forum

09.-10.10. Ulm, D www.dynamore.de

DYNAmore

SimManager User Meeting

09.10. München, D www.mscsoftware.com

MSC.Software

Marc User Meeting

10. -11.10. München, D www.mscsoftware.com

MSC.Software

NAFEMS European Conference: Multiphysics Simulation

16.-17.10. Frankfurt, D www.nafems.org/mp2012

NAFEMS



Optimus World Conference

16.-17.10. München, D www.noessolutions.com

Noesis Solutions

NAFEMS e-Learning Kurs: Nonlinear Analysis

18.10. (2 Wo) Internet www.nafems.org/e-learning

NAFEMS

NAFEMS e-Learning Kurs: Advanced Dynamic FE Analysis

23.10. (3 Wo) Internet www.nafems.org/e-learning

NAFEMS

AVL Advanced Simulation Technologies Konferenz

23.-24.10. Heidelberg, D www.avl-ast.de

AVL

EuroBlech

23.-27.10. Hannover, D www.euroblech.com

Mack Brooks Exh.

Int. Kongress: Composites in Automotive & Aerospace

24.-25.10 München, D www.composites-kongress.de

MunichExpo GmbH

ISCM - International Symposium on Composites Manufacturing

24.-25.10 Stade, D www.iscm.eu

NLR / DLR

ANSYS Conference & CAXFEM Users`Meeting

24.-26.10. Kassel, D www.usersmeeting.com

Ansys/Cadferm

SIMPACT Academy

30.-31.10. München, D www.simpact.com/simpact_academy.html Simpack AG

NAFEMS Seminar: Schallentstehung und -ausbreitung in Festkörpern und Fluiden

06.-07.11. Wiesbaden, D www.nafems.org/aku2012

NAFEMS

NAFEMS e-Learning Kurs: Essentials of Fluid Mechanics for CFD

13.11. (4 Wo) Internet www.nafems.org/e-learning

NAFEMS

simvec

20.-21.11. Baden-Baden, D www.simvec.de

vdi Wissensforum

NAFEMS Trainingskurs: Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications				
26.-27.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org		NAFEMS
Euromold				
27.-30.11	Frankfurt, D	www.euromold.com		Demat
Simulation im mechatronischen Umfeld				
27.-28.11.	Aachen, D	www.fluidon.com		Fluidon
Weimarer Optimierungs- und Stochastiktage				
29.-30.11.	Weimar, D	www.dynardo.de/wost.html		Dynardo
ESI DACH Anwenderforum				
10.-11.12.	Fulda, D	www.esigmbh.de/EAF		ESI Group

2013

NAFEMS Trainingskurs: Einführung in die praktische Anwendung der FEM				
23.-25.09.	Wiesbaden, D	www.nafems.org		NAFEMS
NAFEMS Seminar: Innovative Anwendungen der Strömungssimulation (CFD) in der Produktentwicklung – Einsatzgebiete, Methoden, Grenzen				
18.-19.03.	Wiesbaden, D	www.nafems.org/cfd2013		NAFEMS
NAFEMS Seminar: Unterstützung der Konzeptfindung durch Simulationen				
20.-21.03.	Wiesbaden, D	www.nafems.org/konz2013		NAFEMS



nwc 2013

NAFEMS WORLD CONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

Incorporating the 1st

spdm **INTERNATIONAL CONFERENCE**
Simulation Process & Data Management

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

Systemsimulation für das Schlagwerk eines elektro-pneumatischen Bohrhammers unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Kolbendichtung

Dr. Manfred Achenbach

(Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Seal Group Europe / Packing Division)

1 Einführung

Elastomere Bauteile (z.B. Dichtungen) in Systemen werden immer noch weitgehend über experimentelle Untersuchungen weiterentwickelt. Das ist oft langwierig und kostspielig; daher besteht das Bestreben neben der Komponente (hier die Dichtung) auch das System in die numerische Simulation mit einzubeziehen, um so das Optimieren zu erleichtern.

Im Beitrag werden anhand einer Kolbendichtung eines Flugkolbens im Schlagwerk eines elektro-pneumatischen Bohrhammers die vielfältigen Wechselwirkungen mit dem System behandelt. Z.B. hat die Dichtungsreibung einen starken Einfluss auf den Schlag (Impulsaustausch) des Flugkolbens (oder auch Schläger genannt), der über den Döpper die Schlagkraft auf das Werkzeug (Bohrer) überträgt. Dieser Transfer von Schlagenergie erfolgt ca. 30 Mal in der Sekunde und sorgt so für einen kontinuierlichen Vortrieb auch bei extremer Härte des Baustoffes in der er eindringen soll. Wird allerdings die Kontaktkraft der Kolbendichtung zur Zylinderwandung zu gering, so kann damit zwar die Reibung stark reduziert werden; allerdings besteht damit auch die Gefahr einer Undichtigkeit und damit verbunden eine zu geringe Kompressionsarbeit an der pneumatischen Feder, die damit den Kolben nicht mehr auf die erforderlichen Schlaggeschwindigkeit beschleunigen kann. Es ist also ein delikates Gleichgewicht zwischen der in Kauf zu nehmenden Dichtungsreibung und einer wirksamen Dichtheit am Schlagkolben zu wahren, um eine optimale Bohrleistung zu erzielen. Zu berücksichtigen ist ebenfalls die Gasdynamik der abwechselnd komprimierten und wieder entspannten Luftsäule (die sogenannte pneumatische Feder vor dem treibenden und hinter dem fliegenden Kolben). Die Berücksichtigung der Luft als reales Gas wird ebenfalls erforderlich, wenn man die Kopplung zur Thermodynamik vervollständigen will. Dies führt zu anisothermen Verhältnissen, die wiederum auf die mechanischen Eigenschaften der elastomeren Dichtung Einfluss nehmen können. So entstehen Rückkopplungen, die das Systemverhalten entscheidend mitbestimmen und damit auch Bestandteil des numerischen Modells sein müssen.

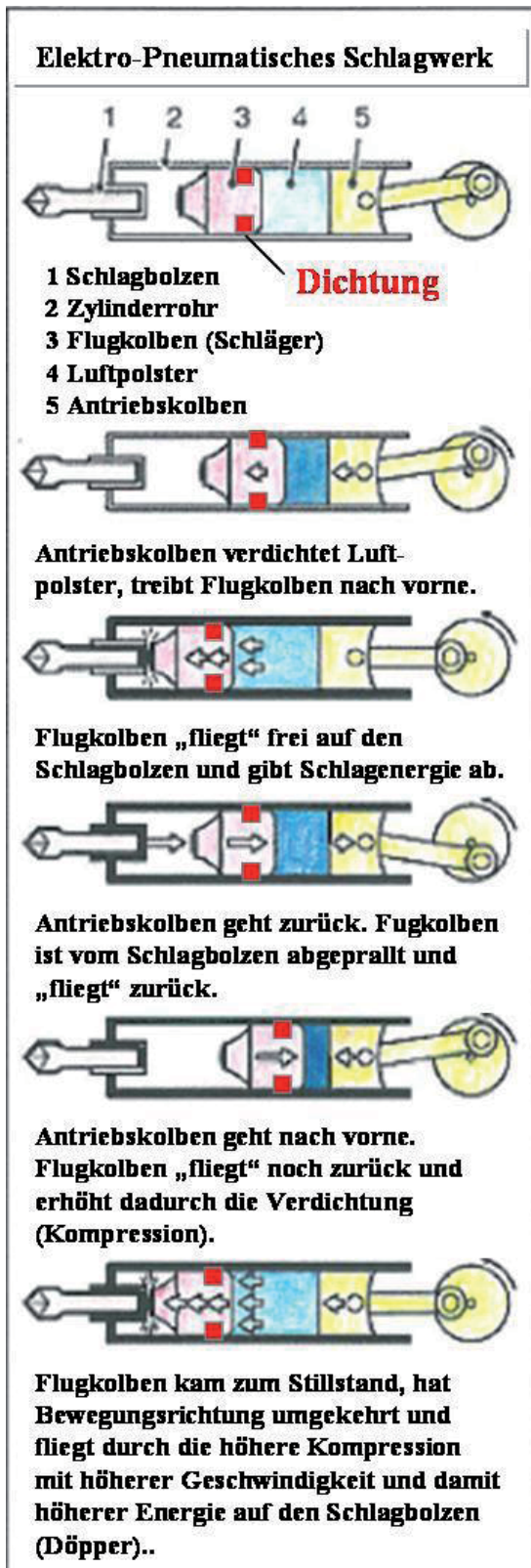
Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass der Nutzen einer angemessenen Systemsimulation darin besteht, Systeme durch dynamische Modelle nachzubilden. Damit können Konzepte im Entwurfsstadium an geeigneten numerischen Modellen virtuell erprobt werden, ohne dass sogleich ein Prototyp hergestellt werden muß. Der numerischen System-Simulationstechnik kommt daher eine wachsende Bedeutung zu, da mit ihrer Hilfe Entwicklungszeiten und -kosten eingespart werden können. Es entstehen Modelle, deren dynamische Eigenschaften mit denen des nachzubildenden Systems weitgehend übereinstimmen. Auf die Frage: **Was passiert, wenn ... ?** kann ein mit den erforderlichen Ressourcen ausgestatteter Komponentenhersteller (Dichtungshersteller) durch numerische Untersuchungen am Modell schnell, zuverlässig und kostengünstig verbindliche Antworten für den optimalen Einsatz seiner Komponente finden. Wichtig dabei ist, dass die thermo-mechanischen Eigenschaften der Dichtungswerkstoffe adäquat beschrieben werden; und dies stellt im Falle elastomerer Bauteile wegen der ausgeprägten hyperelastischen und viskoelastischen Eigenschaften hohe Ansprüche an die Modellbildung.

2 Problemstellung

Elektropneumatische Bohrhämmer ermöglichen das Hämmern mit Bohr- und Meißelwerkzeugen in Beton und Stein. Das elektropneumatische Prinzip (siehe schematische Darstellung in Abb.1) beruht auf einem Exzenter, der die Rotationsbewegung des Elektromotors in Hubbewegungen eines Erregerkolbens umsetzt. Über ein Luftpolster, das als pneumatische Feder zwischen dem Erregerkolben und dem Flugkolben wirkt, wird dieser mehrere zigmale pro Sekunde gegen den Schlagbolzen, auch Döpper genannt, geschleudert. Dieser wiederum gibt den empfangenen Impuls auf den Bohrer oder Meißel ab, so dass dieser das sich vor der Schneide befindliche Material zertrümmert. Mit der pneumatischen Luftfeder wird kontinuierlich zugeführte mechanische Energie pneumatisch gespeichert und diskontinuierlich wieder in Form von Schlagenergie abgegeben. Für die Auslegung

eines elektro-pneumatischen Schlagwerkes ist letztlich ein vertieftes Verständnis der teilweise nicht-linearen Zusammenhänge zwischen den Komponenten des Schlagwerkes erforderlich. Hierzu ist der Blick auf das Systemverhalten auch dann noch zielführend, wenn nur noch das Verhalten einer Komponente des Systems (hier der Kolbendichtung) im Vordergrund stehen mag. Im vorliegenden Bericht wird die Abdichtung eines Flugkolbens näher betrachtet. Es zeigt sich, dass die Dichtung mit ihren spezifischen Eigenschaften auf die Arbeitsweise des gesamten Systems zurückwirkt.

2.1 Das elektropneumatische Schlagwerk



Elektropneumatische Schlagwerke bestehen prinzipiell aus einem Antriebskolben und einem Flugkolben oder auch Schläger genannt, die sich in einem Zylinderrohr hin- und herbewegen. Zwischen Antriebskolben und Schläger befindet sich ein Luftkissen (pneumatische Feder), welches die Bewegung des Antriebskolbens auf den Schläger überträgt. Die Rückprallenergie des Schlägers wird im Luftkissen durch Kompression gespeichert und wirkt beim Vorwärtshub des Antriebskolbens zusätzlich verstärkend auf die Beschleunigung des Schlägers aus. Je härter das zu bearbeitende Material ist, umso höher ist die gespeicherte Rückprallenergie und damit die Hammerwirkung. Durch die hin- und her gleitenden Teile sind diese von zuverlässiger Schmierung abhängig und daher ist das tribologische Verhalten der eingesetzten Dichtungen von ganz besonderem Interesse.

Im vorliegenden Beitrag wird die Reibungskraft der Flugkolbendichtung durch einen neuartigen Ansatz wiedergegeben, der ursprünglich auf Carlson und Batista [1,2] zurückgeht. Hier hat die Reibung sowohl einen viskosen als auch einen Festkörperanteil. Allerdings ist das Verhältnis von viskosem und Festkörperanteil variabel und dabei abhängig von einer so genannten Zustandsvariable, oder auch innere Variable, θ , genannt, die den Schmierungszustand in der Kontaktzone der Dichtung beschreibt. $\theta = 1$ bedeutet, dass sich kein Schmiermittel zwischen Dichtung und Rohr befindet (Festkörperreibung); dagegen bedeutet $\theta = 0$ die Existenz eines voll ausgebildeten Schmierfilms unter der Dichtung, was bedeutet, dass in diesem Fall kein Festkörperkontakt mehr zwischen Dichtung und Rohr besteht. Der Übergang von der Festkörperreibung zur voll ausgebildeten viskosen Reibung ($\theta: (1 \rightarrow 0)$) bewirkt einen Abfall der spezifischen Reibungskraft um einen gewissen Betrag $\Delta F = F_a - F_b$ der wie folgt angesetzten spezifischen Reibungskraft:

$$F = (F_a - F_b)\theta + F_b + \gamma \dot{x} \quad (1)$$

Abb. 1: Schematische Darstellung des elektro-pneumatischen Schlagwerkes (Darstellung in Anlehnung an: Lexikon der Elektrowerkzeuge [3]).

Der viskose Anteil in der Reibungskraft nimmt proportional mit der Geschwindigkeit des Flugkolbens zu. Die innere Variable θ ist ebenfalls von der Geschwindigkeit $\dot{x}$ – oder besser gesagt von ihrer zeitlichen Entwicklung, also ihrer Geschichte, abhängig und wird durch die folgende Ratengleichung beschrieben:

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{\tau}(1 - \theta) - \frac{1}{D}\theta|\dot{x}| \quad (2)$$

Diese gewöhnliche Differentialgleichung 1.ter Ordnung kann wie folgt interpretiert werden: der erste Term auf der rechten Seite der Differentialgleichung (2) beschreibt das Verhalten, wenn sich der Flugkolben und damit die Dichtung in Ruhe befindet. In diesem Fall ist die stationäre Lösung von (2) $\theta=0$ oder $\theta=1$. Diese Lösungen korrespondieren mit dem nicht Interagierenden Fall ($\theta=0$; keine Festkörperreibung) bzw. mit dem Interagierenden Fall ($\theta=1$; Festkörperreibung). Die Interaktion bezieht sich hier auf den Grad einer unmittelbaren Berührung der Rauigkeitstopologien der gegenüberliegenden Gleitflächen zwischen Dichtung und Rohr; diese Interaktion ist nicht mehr gegeben, wenn ein Schmierfilm die Flächen trennt. Nur eine von diesen beiden stationären Lösungen ist auch stabil. Unabhängig von der Anfangsbedingung ist die stabile Gleichgewichtslösung immer $\theta=1$ (d.h. maximale Interaktion). Physikalisch bedeutet das, dass ein zunächst vorhandener Schmierfilm unter der Dichtfläche bei hinreichend langer Haltezeit praktisch vollständig ausgedrückt wird und somit am Ende nur Festkörperkontakt vorherrscht. Die Rate mit der ein anfangs vorhandener Schmierfilm aus der Kontaktzone ausgedrückt wird ist proportional zu τ^{-1} , wobei τ die charakteristische Zeitkonstante für diesen Vorgang darstellt und sowohl von den Eigenschaften des Schmierfilms als auch der Rauigkeits-Topologie der Kontaktflächen abhängt. Der zweite Term auf der rechten Seite von (2) repräsentiert die Tendenz zur Reduzierung der Festkörperkontakte bei Relativbewegung ($\dot{x} \neq 0$), wenn ausreichend Schmierung zur Verfügung steht. Die Größe D ist dabei eine charakteristische Länge, über welche der Übergang vom Haften zum Gleiten erfolgt.

2.2 Bewegungsgleichungen des Schlagkolbens

Bei pneumatischen Schlagwerken stellen Schlägermasse (Masse des Flugkolbens) und Luftfeder zusammen ein nichtlineares schwingungsfähiges System dar, das mit der Bewegung des Erregerkolbens zu einer erzwungenen Schwingung geführt wird. Die Newton'sche Bewegungsgleichung des Flugkolbens unter Berücksichtigung der Dichtungsreibung als wichtigsten Bewegungswiderstand sowie der Annahme, dass die eingeschlossene Luft in der pneumatischen Feder als ideales Gas behandelt werden kann, folgt mit der zusätzlichen Annahme, dass die thermische Randbedingung zunächst noch offen bleiben soll, die Formel (3):

Bewegungsgleichung des Schlägers:

$$M_S \ddot{x}_S = (p - p_0)A - F(\dot{x}_S; \theta)$$

$$M_S \ddot{x}_S - \left(\frac{\ell_0}{x_S - x_K} \cdot \frac{T}{T_0} - 1 \right) p_0 A + \Delta F \theta + F_b + \gamma \dot{x}_S = 0$$

$$x_K = R [1 + \cos(2\pi nt)] - L + \sqrt{L^2 - R^2 (\cos^2(2\pi nt))} \quad (3)$$

Abb. 2: Schematische Darstellung des elektro-pneumatischen Schlagwerks eines Bohrhammers inklusive der Bewegungsgleichung des Schlägers: x_S stellt die Schwerpunktskoordinate des Schlägers dar, wohingegen x_K die Schwerpunktskoordinate des Erregerkolbens repräsentiert. F ist die Reibungskraft und T die absolute Temperatur. Die Dichtungsreibung F hängt neben dem Schmierungszustand (siehe auch Formel 2) ab von der effektiven Verpressung der Dichtung und diese wird wiederum moduliert durch den variablen Druck im Luftpolster (pneumatische Feder).

Dabei ist V_L (siehe Abb.2) das Luftvolumen der pneumatischen Feder und m_0 ist die durch die beiden Kolben eingeschlossene Luftmasse, die als konstant angenommen wird. R_L ist die Gaskonstante der Luft und p_0 der Atmosphärendruck. n ist die Umdrehungszahl des Elektromotors und R ist die Länge des Pleuels und L ist die Länge der Pleuelstange; damit lässt sich das Bewegungsgesetz des Erregerkolbens $x_k(t)$ explizit darstellen (siehe Abb.2). Neben der Newton'schen Bewegungsgleichung benötigt man aber noch eine weitere Gleichung, um das System abzuschließen. Die noch fehlende Gleichung ist die Energiegleichung des Systems, welche schließlich eine Aussage über die Temperatur T erlaubt, die in Gleichung (3) bis auf ihren Anfangswert T_0 noch unbestimmt ist. Wir nehmen im folgenden adiabatische Verhältnisse an, das heißt, es werde keine Wärme aus der pneumatischen Feder an das Rohr übertragen. Diese Annahme erscheint gerechtfertigt, da die Druckwechsel in der pneumatischen Feder sehr schnell erfolgen und somit kaum Zeit für einen Wärmeübergang verbleibt. Führt man diese Annahme in die Gleichung (3) ein, so folgt die in Abb.3 gezeigte Formel (4) für die Bewegungsgleichung des Flugkolbens. Man erkennt das 4/3-Gesetz, welches typisch ist für Adiabatie. Gleichzeitig erkennt man auch die komplexe Abhängigkeit der Dichtungsreibung, die nicht nur von dem augenblicklichen Bewegungszustand abhängt, sondern auch von dem vorangegangenen Geschwindigkeitsverlauf; das gleiche gilt für die Abhängigkeit vom Druck p . Daher ist es nahe liegend die Dichtung in der numerischen Simulation durch ein detailliertes Finite Elemente Modell abzubilden, damit Ort-, Zeit- und eventuelle Nachwirkungseffekte adäquat abgebildet werden können. Dagegen können all anderen Komponenten des Systems „Hammerwerk“ wie z.B. Kolben, Döpper, Rohr etc. als konzentrierte Massen bzw. konzentrierte Elastizitäten dargestellt werden.

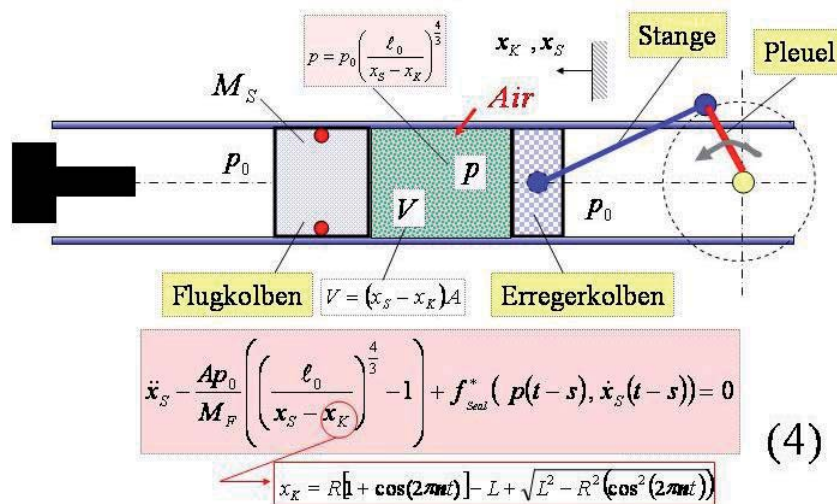


Abb. 3: Schematische Darstellung des elektro-pneumatischen Schlagwerks eines Bohrhammers inklusive der Bewegungsgleichung des Schlägers (siehe auch Abb.2). Im Vergleich zu Abb.2 ist hier eine adiabatische Bedingung eingeführt worden. Berücksichtigt wurde ebenfalls im Ansatz, dass die resultierende Dichtungsreibung eine Geschichtsabhängigkeit zeigt; s steht dabei für Werte der Zeit vor der jeweiligen Momentanzeit, also $s < t$ (t ist Momentanzeit).

Um dies umsetzen zu können, benötigt man detaillierte Kenntnisse der thermo-viskoelastischen Eigenschaften des eingesetzten Dichtungsmaterials. Die Darstellung dieses wichtigen Teils der Modellbildung muss hier wegen des begrenzt zur Verfügung stehenden Raumes unterbleiben und wir verweisen ersatzweise auf die zusammenfassende allgemeine Darstellung in [4].

3 Ergebnisse der numerischen Simulation

Abb. 4 zeigt den Ablauf eines typischen Schlagzyklus im elektro-pneumatischen Bohrhammer. In der vorliegenden Simulation wurde ein O-Ring als Dichtelement für den Schlagkolben eingesetzt. Eine Möglichkeit die Dichtungsreibung deutlich zu reduzieren oder sie doch zu mindestens stärker den Bedürfnissen während der Bewegung bzw. den schnell veränderlichen herrschenden Systemdrücken anzupassen, wird durch die Verwendung einer Lippendichtung möglich. Eine solche Lösung wird in Abb. 5 angedeutet.

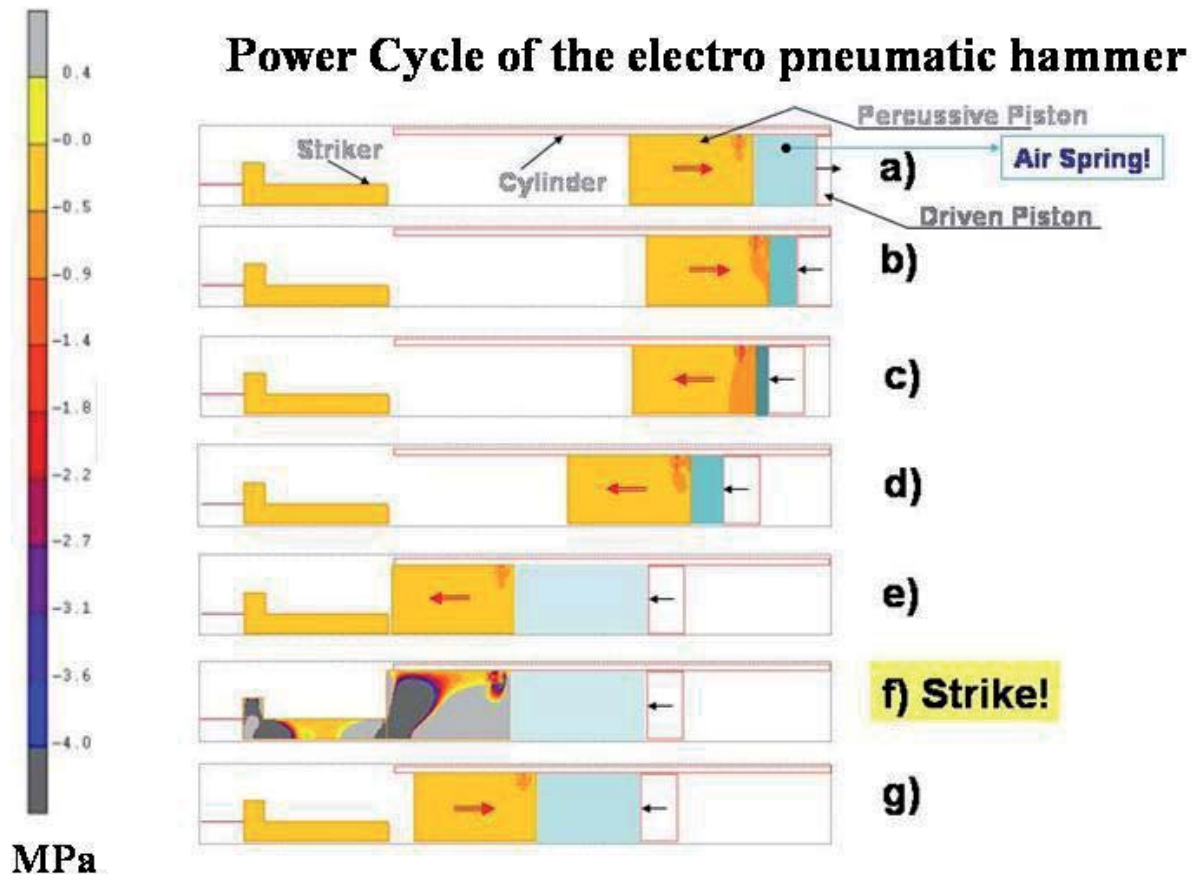


Abb. 4: Ein Simulationsergebnis eines Arbeitszyklus im elektro-pneumatischen Bohrhämmer (Zeitdauer ca. 0.03s):

- a) der Schlagkolben wird durch den Rückschlag des vorangegangenen Schlages in Richtung des sich nach auswärts bewegenden Erregerkolbens bewegt;
- b) der Erregerkolben hat seine Bewegungsrichtung geändert und bewegt sich nun auf den ausfahrenden Schlagkolben zu; dadurch wird das Luftkissen komprimiert und der Druck steigt stark an;
- c) durch den rasanten Druckanstieg wurde die Bewegung des Schlagkolbens zwischenzeitlich angehalten und eine Bewegungsumkehr ist eingeleitet. Zunächst bewegt sich der Erregerkolben noch bedeutend schneller als der Schlagkolben, was dazu führt, dass das Volumen im Luftkissen abnimmt und damit der Druck weiter ansteigt; dies resultiert in einer rasch ansteigenden Triebkraft, die auf den Schläger wirkt und ihm eine hohe Beschleunigung erteilt.
- d) hier hat der beschleunigte Schlagkolben bereits eine höhere Geschwindigkeit wie der Erregerkolben angenommen.
- e) der Schlagkolben hat den Döpper nahezu erreicht; in
- f) gibt der Schläger im Gefolge des Stoßes seine Bewegungsenergie an den Döpper ab. Man erkennt die Spannungswellen die durch Schläger und Döpper laufen. Nach Vollendung der Restitutionsperiode des elastischen Stoßes bewegt sich der Schlagkolben mit der ihm zugeteilten Rückstoßenergie nach auswärts und der Zyklus beginnt erneut
→ g).

→ Sealing pressure distribution

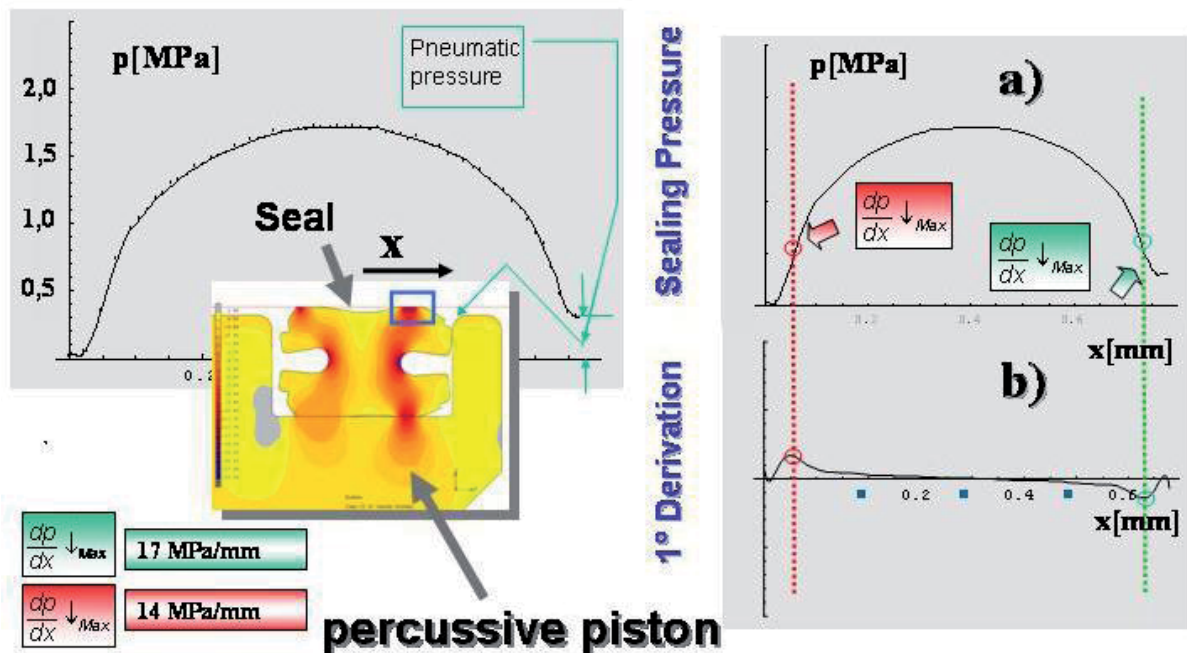


Abb. 5: Die in Abb. 4 verwendete O-Ring Abdichtung im Schlagkolben des elektropneumatischen Hammers wird hier durch eine Lippendichtung ersetzt; sie ist so gestaltet, dass ein falscher Einbau der Dichtung in den vorgesehenen Einbauraum gar nicht erst entstehen kann (symmetrischer Querschnitt). Für die dynamische Dichtheit ist der Dichtungs-Gradient am linken und rechten Rand der Druckverteilung (durch Kreise gekennzeichnet und kann im Teildiagramm b) abgelesen werden) unter der Dichtlippe verantwortlich. Er ist so gestaltet, dass das Schmierfett (Lebensdauerschmierung), mit dem das Innenrohr bestrichen wurde praktisch nicht durch die Dichtung abgestreift wird und damit dauerhaft erhalten bleibt (lange Lebensdauer!).

4 Literatur

- [1] Carlson J. M. & Batista A.A. : "Constitutive relation for friction between lubricated surfaces", Phys. Rev. E, Vol 53 issue 4, 1996, Seite 4153, 4165
- [2] Perrson B. N. J. , Chem-Phys. Letter, 1999, Seite 114-121
- [3] Robert Bosch GmbH, Lexikon der Elektrowerkzeuge, 1999
- [4] Achenbach M., Streit G. : Thermodynamische Beschreibung der Gummielastizität, Gummi Fasern Kunststoffe (54), 2001, S: 164 - 178

5 Autor

Dr. Manfred Achenbach
 Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG
 Seal Group Europe / Packing Division
 Arnold-Jäger-Str. 1
 D-74321 Bietigheim-Bissingen
 Tel: 0049 7142 351 276
 Fax.: 0049 7142 351 314
 E-mail: manfred.achenbach@parker.com
 www: <http://www.parker.com>

Ein CAE-basiertes Konzept zur automatischen Identifikation von Leichtbauteilen im Gesamtsystem

Prof. Dr.-Ing. Albert Albers, Dipl.-Ing. Andreas Schmid, Qi Zhang, Onno Grönheim, Jannis Schipperges
(IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT))

Das Thema Leichtbau spielt heutzutage bei einem Großteil der Entwicklungsaufgaben eine wichtige Rolle. Die Vielzahl an Leichtbaukonzepten macht es dem Konstrukteur bei seiner täglichen Arbeit nicht leicht, den jeweils optimalen Leichtbauansatz (Werkstoffsubstitution, Struktur- und Topologieoptimierung, Multi-Material-Design, Bauteilintegration, Differenzialbauweise, Systemleichtbau, etc.) für seine aktuelle Aufgabe zu identifizieren. Auch die Identifikation von Bauteilen, die ein hohes Leichtbaupotential besitzen, erfolgt derzeit meistens intuitiv oder ergibt sich aus vorangegangenen Optimierungsschritten. Was derzeit fehlt, ist ein Entwicklungswerkzeug, welches dem Konstrukteur das Leichtbaupotential von bereits bestehenden Bauteilen aufzeigt, so dass er die Entwicklungsressourcen im weiteren Entwicklungsprozess auf diese Bauteile konzentrieren kann.

Der hier vorgestellte Systemansatz AutoSysLite (Abkürzung für automatisierter Systemleichtbau) ist die konsequente Weiterentwicklung eines bereits bestehenden Ansatzes zur Identifikation des Leichtbaupotentials von Bauteilen im Fahrzeug, der sich darauf abzielt, die Bauteileignung für den Einsatz eines Faserverbundwerkstoffes als Alternative zu einem metallischem Werkstoff zu analysieren. Die Berechnungsschritte, die in dieser Arbeit durchgeführt werden, bieten weiteres, bislang ungenutztes Potential zur Unterstützung des Konstrukteurs beim Leichtbau. Dieses Potential wird in der vorliegenden Arbeit unter Verwendung von Abaqus und Matlab anhand von akademischen Beispielen demonstriert.

1 Einleitung

Wo immer in der Technik bewegte Bauteile anzutreffen sind, besteht auch ein Potential zu Energieeinsparung durch Reduktion der zu beschleunigenden Massen. Damit kommt dem Leichtbau nicht nur in mobilen Anwendungen ein hoher Stellenwert zu, sondern auch in stationären Anwendungen, in denen bewegte bzw. zu beschleunigende Teile, wie beispielsweise Antriebswellen, Zahnräder etc. vorkommen. In vielen technischen Anwendungen wie beispielsweise der Luft- und Raumfahrt oder des Motorsports wird Leichtbau von Grund auf als einer der wichtigsten Aspekte der Konstruktion erachtet. In der Automobilindustrie wird das Thema Leichtbau aus den bekannten Gründen wie z. B. Rohstoffknappheit und Umwelt-/Klimaschutz mit erhöhter Aufmerksamkeit verfolgt und auch durch die Öffentlichkeit intensiv wahrgenommen.

Die in der Automobilindustrie entwickelten Leichtbautechnologien reichen vom Stoffleichtbau, bei dem durch Materialsubstitution Gewicht eingespart wird, bis zum Systemleichtbau, bei dem sich durch die Veränderung eines Bauteils eine ganze Reihe von Bauteilen gewichtsoptimieren lässt, da alle Teile des Systems miteinander in Wechselwirkung stehen.

Bei all den möglichen Leichtbauansätzen und -technologien fällt es dem Konstrukteur immer schwerer den Überblick zu behalten und für seinen konkreten Anwendungsfall den richtigen Ansatz auszuwählen bzw. die richtige Mischung aus den verschiedenen Ansätzen zu erkennen. Häufig stellen firmenspezifische Best-Practice-Kataloge die einzige Möglichkeit dar, systematisch vorzugehen, um für seinen Anwendungsfall, sofern dieser katalogisiert ist, die optimale Lösung zu finden.

Die Auswahl der Bauteile, die einer Optimierung unterzogen werden sollen, erfolgt derzeit in den aller meisten Fällen auf der Intuition des Konstrukteurs oder ist die logische Konsequenz aus Leichtbaumaßnahmen an einem angrenzenden Bauteil. Eine automatisierte Auswahl von Bauteilen oder Baugruppen, durch deren Gewichtsoptimierung die größten Einsparpotentiale im Gesamtsystem nutzbar werden, ist derzeit nicht bekannt. Die Gewichtsanalyse eines Systems gegliedert nach Baugruppen, die in einem CAD-System durchgeführt werden kann – sofern alle Teile sorgfältig mit Materialdaten belegt sind – kann dem Konstrukteur kein Leichtbaupotential aufzeigen. Nur der erfahrene Konstrukteur ist in der Lage, aus der Erfahrung heraus, ihm übermäßig schwer erscheinende Baugruppen zu erkennen und sie genauer unter die Lupe zu nehmen. Einen methodischen Ansatz,

das Leichtbaupotential bestehender Systeme automatisiert zu identifizieren ist bislang nicht bekannt. Das liegt in erster Linie an der Vielfalt der Einflussmöglichkeiten und der Komplexität der Zusammenhänge in den heute üblichen technischen Systemen.

Eine erste Möglichkeit, Bauteile mit Leichtbaupotential bezüglich des Einsatzes von langfaserverstärkten Kunststoffen im Gesamtsystemkontext automatisch zu identifizieren, wurde in der Dissertation von Durst (1) erarbeitet. Diese ermöglicht dem Konstrukteur zumindest Leichtbau auf Ebene der Werkstoffsubstitution, indem visualisiert wird, welche metallischen Bauteile durch Faserverbundwerkstoff ersetzt werden könnten. Weitere Diagnosewerkzeuge, die es dem Konstrukteur ermöglichen, schnell und effizient einen Überblick über die noch auszuschöpfenden Leichtbaupotentiale in seinem Gesamtsystem zu erhalten, sind allerdings nicht bekannt bzw. veröffentlicht.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich deshalb mit der Entwicklung neuer Diagnosewerkzeuge, die auf neuen Analysemethoden beruhen. Im hier dargestellten ersten Schritt dieser Arbeit wird die Weiterentwicklung der bereits erwähnten Analysemethode nach Durst (1) beschrieben.

Nach Durst kann auf der Basis der Simulationsergebnisse einer Gesamtfahrzeugsimulation und den im Bauteil auftretenden Beanspruchungszuständen ein globaler Anisotropiekennwert für jedes Bauteil des Gesamtfahrzeugs berechnet werden. Die Visualisierung der Kennwerte im Gesamtfahrzeugmodell erlaubt es dem Konstrukteur Bauteile mit hohem Leichtbaupotential zu erkennen.

2 Vorbemerkungen

Bevor auf die CAE-basierte Berechnung von Kennwerten und die Weiterentwicklung des methodischen Ansatzes eingegangen wird, soll an dieser Stelle zunächst auf das typische Einsatzszenario dieser Methode eingegangen, sowie die Rahmenbedingungen für die Gültigkeit dieser Methode erläutert werden.

2.1 Typisches Anwendungsszenario der Methode

Mit Hilfe des Anisotropiekennwertes kann festgestellt werden, ob ein bestehendes, aus homogenem, isotropem Werkstoff bestehendes Bauteil eine Leichtbaueignung für den Einsatz von faserverstärktem Kunststoff (FVK) bietet. Dazu werden zunächst aus den Simulationsergebnissen des Gesamtfahrzeugs (prinzipiell auch anwendbar bei beliebigen technischen Gesamtsystemen) die Spannungswerte für alle finiten Elemente analysiert.

2.2 Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Verfahrens

- Referenzsystem ist durch Simulationsmodell ausreichend genau abgebildet (Geometrie, Konkretisierungsgrad, Werkstoffdaten, Kontaktbedingungen).
- Genaue Kenntnis der Anwendungsszenarien und Einsatzbedingungen.
- Anwendungsszenarien und Einsatzbedingungen werden durch modellierte Belastungsfälle ausreichend genau beschrieben.
- Bauteile bestehen aus homogenen, isotropen Werkstoffen.
- Es wird rein linear-elastisches Verhalten betrachtet. Diese Vorgehensweise stellt keine Einschränkung dar, da sich Faserverbundwerkstoffe in einem sehr großen Bereich linear-elastisch verhalten und sich erst mit Einsetzen des Versagens Verhaltensunterschiede zu homogenen, isotropen Werkstoffen zeigen.
- Bei Baugruppenanalysen müssen die unterschiedlichen Steifigkeiten der verschiedenen homogenen, isotropen Bauteile berücksichtigt werden, wenn später Faserverbundwerkstoffe mit anderen Steifigkeiten eingesetzt werden sollen, da sich konsequenterweise der Verlauf der Hauptlastpfade ändern kann.

2.3 Besonderheiten der Methode AutoSysLite

Zur Bestimmung der anisotropen Spannungszustände müssen dem FE-Modell homogene, isotrope Werkstoffe zugrunde gelegt werden.

Per Definition gilt: $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$. Zur Bestimmung der optimalen Faserorientierung müssen aber immer Spannungsbeträge betrachtet werden, da für Faserverbundwerkstoffe mit unidirektionaler Faserverstärkung die Steifigkeiten und Festigkeiten in Faserlängsrichtung immer deutlich größer sind als quer zur Faserlängsrichtung.

(Abb. 1), egal ob Zug- oder Druckspannungen vorliegen (1) (vgl. Tabelle 1). Die Fasern sollen also immer entlang der betragsmäßig größten Spannung (Zug oder Druck) orientiert werden (Anisotropie). Abb. 1a) zeigt beispielhaft die Richtungsabhängigkeit des E-Moduls eines unidirektionalen (UD) Laminats. Abb. 1b) zeigt vergleichsweise dazu die Richtungsabhängigkeit des E-Moduls eines aus unidirektionalen Schichten aufgebauten bidirektionalen, tridirektionalen und quasiisotropen Laminats.

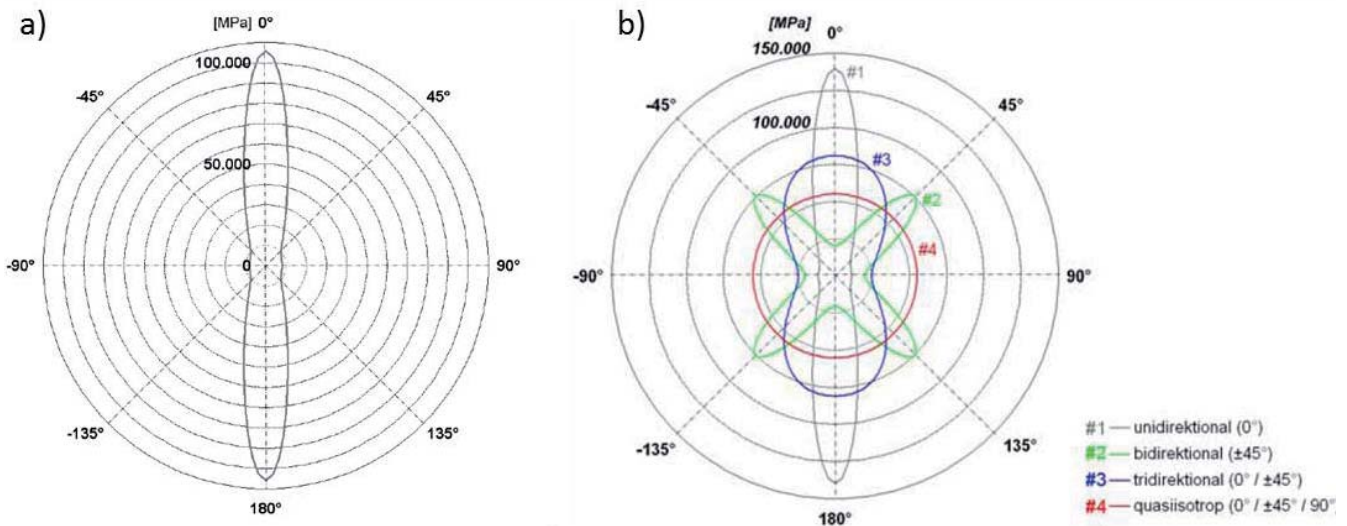


Abb. 1: Richtungsabhängigkeit des E-Moduls bei einem UD-Laminat und Vergleich der E-Moduln unterschiedlicher CFK-UD-Laminatarchitekturen ($\varphi = 50\%$) (1)

Größe	FZ	Einheit	GFK	CFK
Faserparalleler Elastizitätsmodul	$E_{ }$	MPa	45000	140000
Fasersenkrechter Elastizitätsmodul	$E_{\perp}$	MPa	14000	12000
Faserparallele Zugfestigkeit	$R_{ ,Z}$	MPa	1300	2000
Faserparallele Druckfestigkeit	$R_{ ,D}$	MPa	800	1400
Fasersenkrechte Zugfestigkeit	$R_{\perp,Z}$	MPa	35	50
Fasersenkrechte Druckfestigkeit	$R_{\perp,D}$	MPa	140	200

Tab. 1: Gegenüberstellung mechanischer Kennwerte von GFK und CFK basierend auf UD-Schichten nach (2)

3 Grundlagen zum Anisotropiekriterium

Die Weiterentwicklung des Anisotropiekennwertes nach (1) erfordert zunächst ein detailliertes Verständnis vom Zustandekommen des Bauteilkennwertes K_{Bauteil} . Im Rahmen dieses Abschnittes werden darum die wesentlichen Schritte bei der Ermittlung des Bauteilkennwertes kurz vorgestellt. Für eine detaillierte Herleitung und Erläuterung sämtlicher zu berücksichtigender Sonderfälle sei auf die (1) verwiesen.

3.1 Bauteilkennwert K_{Bauteil}

Formal wird der Bauteilkennwert K_{Bauteil} durch (Gl. 1) beschrieben:

$$K_{\text{Bauteil}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n K_{\text{Element}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m a_i \cdot b_i \cdot c_i \quad (\text{Gl. 1})$$

Darin ist a_i der Hauptnormalspannungsfaktor, b_i der Orientierungsfaktor und c_i der Gewichtungsfaktor. Auf diese drei Faktoren wird in den nachfolgenden Abschnitten separat eingegangen.

Die Laufindizes $j = 1..n$ und $i=1..m$ indizieren die zugrunde gelegten Elemente (j) des FE-Netzes und die Lastfälle (i).

Die in dieser Arbeit weiterentwickelten, neuen Funktionalitäten werden - beziehend auf Kapitel 3 - in Kapitel 4 beschrieben. Es sei an dieser Stelle bereits vorweggenommen, dass für die Weiterentwicklungen ausschließlich die Elementkennwerte $K_{Element}$ (Gl. 2) Verwendung finden, die quasi den lokalen Anisotropiegrad darstellen.

$$K_{Element} = \sum_{i=1}^m a_i \cdot b_i \cdot c_i \quad (Gl. 2)$$

3.2 Hauptnormalspannungsfaktor a_i

Der Hauptnormalspannungsfaktor $a_i \in [0..1]$ nach (1) beschreibt das Verhältnis der Hauptnormalspannungen σ_1 und σ_2 im betrachteten finiten Element j. Da per Definition $\sigma_1 > \sigma_2$ gilt, lassen sich prinzipiell drei unterschiedliche Zustände unterscheiden:

1. $\sigma_1 \gg \sigma_2$, was quasi einen stark einachsigen Spannungszustand darstellt ($a_i = 1$), bei dem σ_1 σ_2 deutlich dominiert und somit ein stark anisotropes Materialverhalten vorteilhaft wäre.
2. $\sigma_1 > \sigma_2$, was einem zweiachsigen (ebenen) Spannungszustand entspricht.
3. $\sigma_1 \approx \sigma_2$; was ebenfalls einem zweiachsigen Spannungszustand entspricht und die ideale Anforderung für einen Werkstoff mit isotropen Eigenschaften darstellt ($a_i = 0$).

Dabei können σ_1 und σ_2 ohne Verstoß gegen die Forderung $\sigma_1 > \sigma_2$ sowohl positive (Zugspannungen) als auch negative (Druckspannungen) Werte annehmen.

Da für die Bestimmung der optimalen Faserorientierung jedoch nicht zwischen Zug- oder Druckspannung unterschieden werden muss, um die Faser ihren Eigenschaften entsprechend parallel zur Hauptlastrichtung zu orientieren (vgl. Tab. 1), wird für die Definition des Hauptnormalspannungsfaktors das Verhältnis der Beträge von σ_1 und σ_2 betrachtet. Damit sind im Hauptspannungsfaktor alle relevanten Spannungsverhältnisse berücksichtigt (Abb. 22).

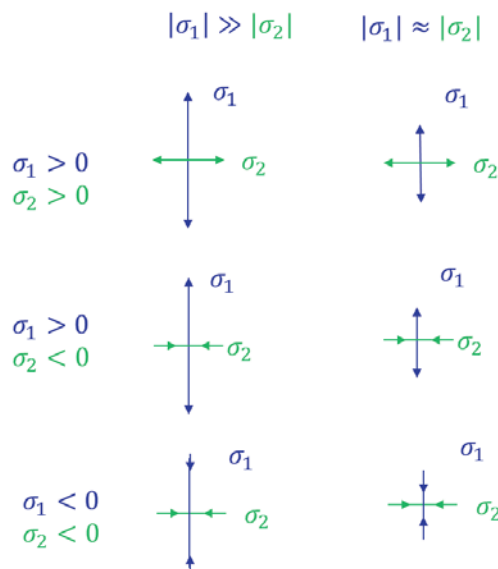


Abb. 2: Relevante Spannungsverhältnisse bei der Definition des Hauptnormalspannungsfaktors

Um auf eine robuste mathematische Beschreibung des Hauptspannungsfaktors a_i im Intervall zwischen 0 und 1 zu gelangen, formuliert Durst den Hauptspannungsfaktor a_i gemäß (Gl. 3):

$$a_i = \left(\frac{\max \{|\sigma_1|, |\sigma_2|\}}{|\sigma_1| + |\sigma_2|} - 0,5 \right) \cdot 2 \quad (Gl. 3)$$

Damit sind auch diejenigen Fälle berücksichtigt, in denen $\sigma_1 > 0$ und $\sigma_2 < 0$ aber $|\sigma_2| > |\sigma_1|$ ist und Fälle, in denen $\sigma_1 \approx \sigma_2$ bzw. $\sigma_1 = -\sigma_2$.

3.3 Orientierungsfaktor b_i

Der Orientierungsfaktor $b_i \in [0 \dots 1]$ nach (1) beschreibt, wie stark sich die Hauptlastrichtungen $\varphi_{1,j,i}$ der verschiedenen Lastfälle i im Element j unterscheiden. Als Bezugsrichtung von der aus die i Hauptspannungsrichtungen $\varphi_{1,j,i}$ abweichen, definiert Durst den Winkel φ_{ref} , der den Winkel zwischen der x-Achse des Bauteilkoordinatensystems und dem arithmetischen Mittelwert aller i Hauptspannungsrichtungen darstellt.

Im Falle, dass $|\varphi_1 - \varphi_{\text{ref}}| \leq 2^\circ$ genügt – sofern zusätzlich $\sigma_2 = 0$ gilt – theoretisch eine unidirektionale Laminatschicht, die in allen auftretenden Lastfällen k , die im Element j auftretenden Spannungszustände aufnehmen kann. In der Praxis wird allerdings immer mindestens eine zur ersten UD-Schicht senkrechte DU-Schicht eingesetzt werden, um die Querkontraktion zu behindern oder die in der Praxis meist doch vorhandenen, durch äußere Kräfte induzierten, σ_2 -Spannungen aufzunehmen.

In Fällen, in denen $|\varphi_1 - \varphi_{\text{ref}}| > 2^\circ$ beträgt, nimmt gemäß Abb. 1, die Steifigkeit und analog die Festigkeit der UD-Schicht sehr schnell ab.

In seiner Arbeit zeigt Durst, dass es drei sinnvolle mathematische Beschreibungen des Orientierungswinkels gibt, die sich lediglich in der Skaleneinteilung unterscheiden, also unterschiedlich schnell von 1 zu 0 übergehen.

1. Linearer Ansatz:

$$b_i = \left| \frac{90^\circ - |\varphi_1 - \varphi_{\text{ref}}|}{90^\circ} \right| \quad (\text{Gl. 4.1})$$

2. Proportionale zur Kosinusfunktion:

$$b_i = |\cos(\varphi_1 - \varphi_{\text{ref}})| \quad (\text{Gl. 4.2})$$

3. Proportional zum Quadrat der Kosinusfunktion:

$$b_i = |\cos^2(\varphi_1 - \varphi_{\text{ref}})| \quad (\text{Gl. 4.3})$$

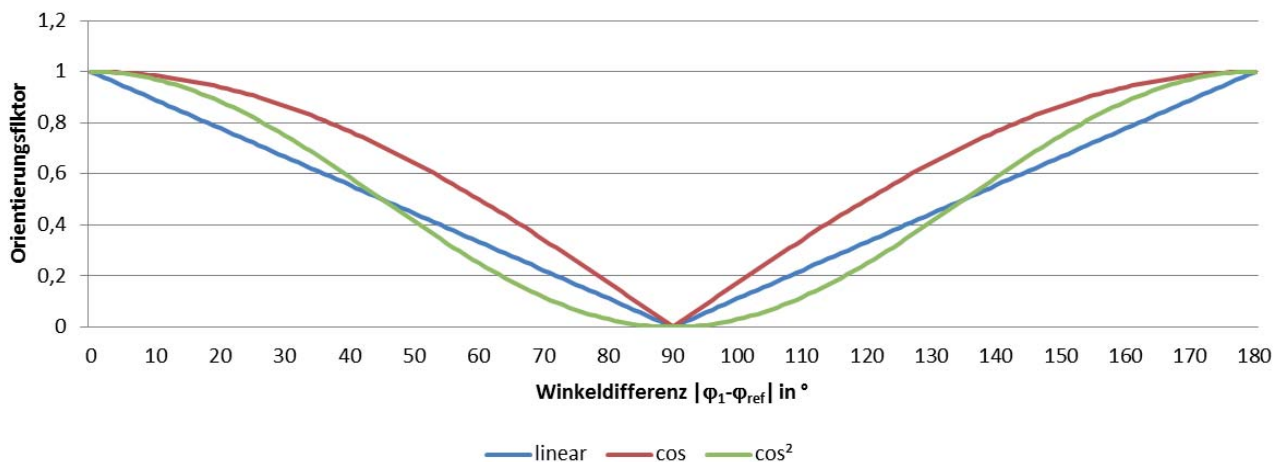


Abb. 3: Orientierungsfaktor als Funktion der Winkeldifferenz

Aus Abb. 3 wird ersichtlich, dass der lineare Ansatz entsprechend (Gl. 4.1) den Orientierungsfaktor im Bereich zwischen 1 und 0,5 am strengsten bewertet, d.h. zum niedrigsten der drei möglichen Werte für den Orientierungsfaktor a_i führt und damit auch den niedrigsten Anisotropiegrad bewirkt.

3.4 Gewichtungsfaktor c_i

Im Regelfall müssen bei der Auslegung eines Bauteils mehrere Lastfälle gleichzeitig berücksichtigt werden (diese müssen aber nicht simultan auftreten), so dass die Überlagerung der lastfallspezifischen Spannungszustände bei der Bauteilauslegung in geeigneter Weise berücksichtigt werden muss. Dazu definiert Durst einen Gewichtungsfaktor c_i , mit dem die Lastfälle entsprechend der Höhe ihres jeweiligen Spannungsniveaus gewichtet werden. Damit soll verhindert werden, dass Lastfälle, die nur geringe Spannungen im Bauteil hervorrufen die Faserorientierung übermäßig stark beeinflussen. Der Gewichtungsfaktor c_i ist nach Gl. 5 definiert:

$$c_i = \frac{\sigma_i}{\sum_{i=1}^m \sigma_i} \quad (\text{Gl. 5})$$

$$\text{mit } \sigma_i = |\sigma_{1,i}| + |\sigma_{2,i}| \quad (\text{Gl. 6})$$

Das Spannungsniveau σ_i jedes Lastfalls i wird gemäß (Gl. 6) als Summe aus den Beträgen der beiden Hauptnormalspannungen gebildet.

4 Weiterentwicklung und neue Funktionalitäten

Aufbauend auf den in Kapitel 0 beschriebenen Grundlagen zum Verständnis und zur Ermittlung des Anisotropiekennwertes nach (1) werden hier, in Kapitel 4, die Weiterentwicklungen und die daraus resultierenden neuen Analysewerkzeuge erläutert. Anschließend werden im folgenden Kapitel 5 die geplanten, nächsten Entwicklungsschritte und das Potential der Analysemethoden aufgezeigt.

4.1 Visualisierung des lokalen Anisotropiegrades

Noch bevor im Rechenverlauf nach Durst der Bauteilkennwert K_{Bauteil} aus den Elementkennwerten ermittelt wird, können die Elementkennwerte, die hier als *lokaler Anisotropiegrad* bezeichnet werden sollen, geplottet werden. Damit kann die räumliche Verteilung der anisotrop und isotrop beanspruchten Stellen im Bauteil visualisiert werden (Abb. 4). Die dazu notwendigen Anpassungen des Berechnungsverfahrens wurden in der Arbeit von Zhang erarbeitet (3). Da anisotrop beanspruchte Bauteilbereiche für die Umsetzung als Faserverbundwerkstoff geeignet sind, werden diese grün dargestellt. Die isotrop beanspruchten Bauteilbereiche werden dagegen rot dargestellt. Dazwischen finden sich die gelb dargestellten Übergangsbereiche. Mathematisch sind die *lokalen Anisotropiekennwerte* durch den Elementkennwert nach (Gl. 2) bzw. für dreidimensionale Bauteile durch den dreidimensionalen Elementkennwert nach (Gl. 7.1) definiert. Die Erweiterung der Methode auf die Anwendbarkeit für dreidimensionale Bauteile mit räumlichen Spannungszuständen wurde in der Arbeit von Grönheim erarbeitet (4). Die Eignung der Bauteilbereiche zur Umsetzung in Faserverbundbauweise lässt sich analog der Werteskala zwischen 0 (isotrop beanspruchter Bereich, rot) und 1 (anisotrop beanspruchter Bereich, grün) entsprechend 0%-geeignet bis 100%-geeignet ablesen.

Die für die Darstellung von Abb. 4b) verwendeten Formeln zur Berechnung des dreidimensionalen Anisotropiefaktors sind in den Gleichungen 7.1 bis 7.4 in aller Kürze zusammengefasst. Für eine detaillierte Erläuterung sei auf die Arbeiten (3) und (4) verwiesen.

$$K_{\text{Element},3D} = \sum_{i=1}^m a_{i,3D} \cdot b_{i,3D} \cdot c_{i,3D} \quad (\text{Gl. 7.1})$$

Mit dem dreidimensionalen Hauptnormalspannungsfaktor

$$a_{i,3D} = \left(\frac{\max \{|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|\}}{|\sigma_1| + |\sigma_2| + |\sigma_3|} - \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{3}{2} \quad (\text{Gl. 7.2})$$

dem dreidimensionalen Orientierungsfaktor

$$b_{i,3D} = \left| \frac{90^\circ - |\varphi_i|}{90^\circ} \right| \quad (\text{Gl. 7.3})$$

und dem dreidimensionalen Gewichtungsfaktor

$$c_{i,3D} = \frac{|\sigma_{1,i}| + |\sigma_{2,i}| + |\sigma_{3,i}|}{\sum_{i=1}^m (|\sigma_{1,i}| + |\sigma_{2,i}| + |\sigma_{3,i}|)} \quad (\text{Gl. 7.4})$$

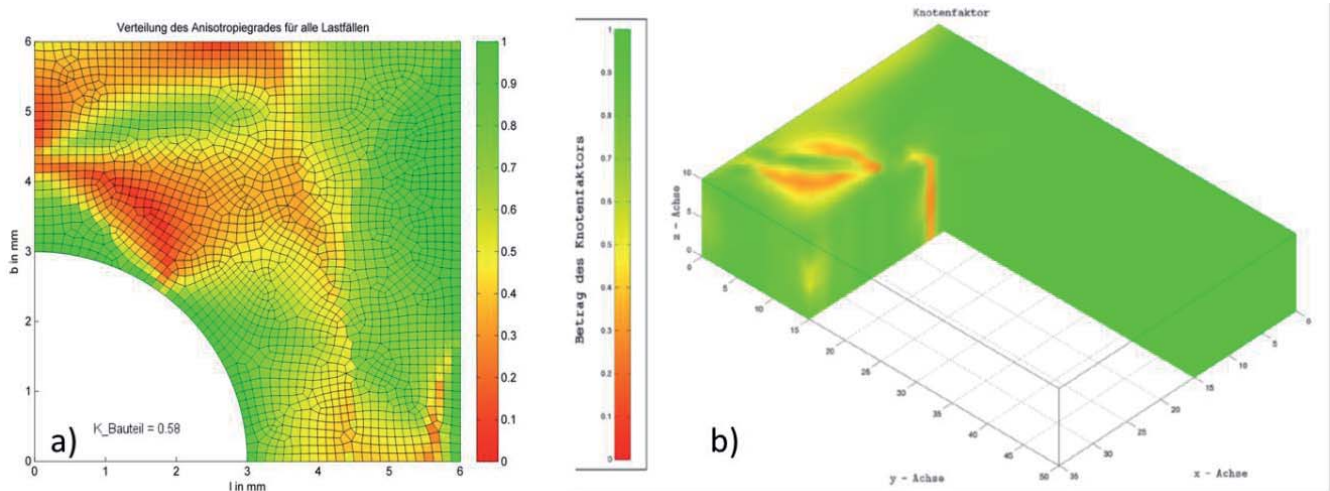


Abb. 4: a) Visualisierung lokaler Anisotropiegrade am Beispiel einer Viertel-Lochplatte, basierend auf der Überlagerung mehrerer Lastfälle und b) lokaler Anisotropiegrad am Beispiel eines dreidimensionalen Winkels. Grün indiziert einen hohen Anisotropiegrad; rot einen hohen Isotropiegrad.

4.2 Visualisierung des optimalen Faserverlaufs

Anhand der in der Gesamtsystemsimulation je finitem Element j ermittelten Spannungskennwerte (σ_{xj} , σ_{yj} , σ_{zj} , τ_{xyj} , τ_{xzj} , τ_{yzj}) können die Hauptnormalspannungsvektoren $\vec{\sigma}_{1j}$, $\vec{\sigma}_{2j}$, $\vec{\sigma}_{3j}$ und deren Richtungen φ_{1j} , φ_{2j} , φ_{3j} bezüglich dem Referenzkoordinatensystem (x,y,z) bestimmt werden. Anschließend ist es möglich, diese Größen wie in Abb. 5 für $\max\{|\vec{\sigma}_{1j}|, |\vec{\sigma}_{2j}|\}$ dargestellt, für jedes Element zu plotten. Der aus diesen Größen erzeugte Vektorplot enthält alle für die Optimierung des Faserverlaufs relevanten Informationen. Zusätzlich ist in Abb. 5 die Verteilung der Spannungswerte als Contourplot hinterlegt.

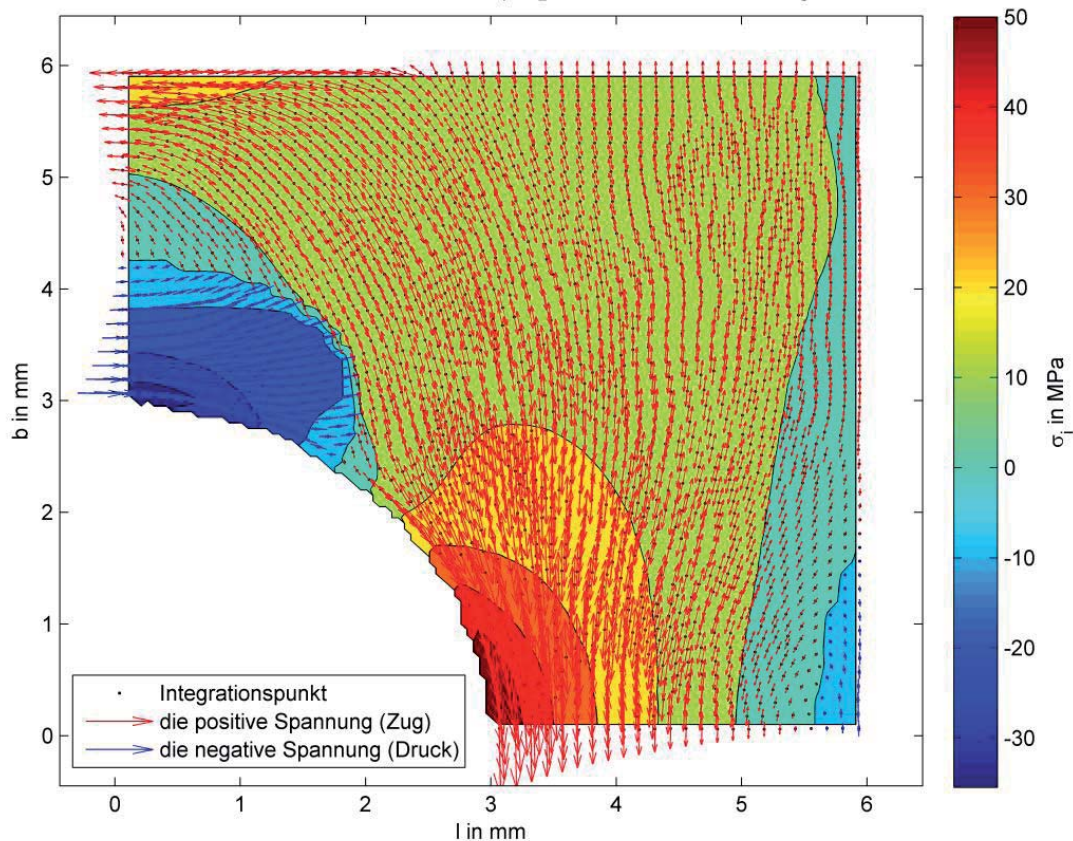


Abb. 5: Hauptnormalspannungsfeld ($\max\{|\sigma_1|, |\sigma_2|\}$) und Contourplot der Hauptnormalspannungswerte $|\sigma_j|$.

Anhand des Hauptnormalspannungsfeldes kann in Matlab der *Optimale Faserverlauf* generiert und geplottet werden. Dazu wird die Matlab-Funktion `streamlines` verwendet, die normalerweise dazu verwendet wird, um aus Geschwindigkeitsvektoren Stromlinienplots zu erstellen. Als Besonderheit bei der Verwendung der `streamline`-s-Funktion ist anzumerken, dass sich wie in Abb. 6 dargestellt, das Ergebnisbild aus zwei überlagerten `streamline`-Plots zusammensetzt. Dies ist notwendig, weil die Spannungsvektoren im Unterschied zu Geschwindigkeitsvektoren auch in die entgegengesetzte Richtung wirken. Darum wird dem ersten Stromlinienplot (Abb. 6a)) das Hauptnormalspannungsfeld zugrunde gelegt und im zweiten Stromlinienplot (Abb. 6b)) das um 180° gedrehte Hauptnormalspannungsfeld.

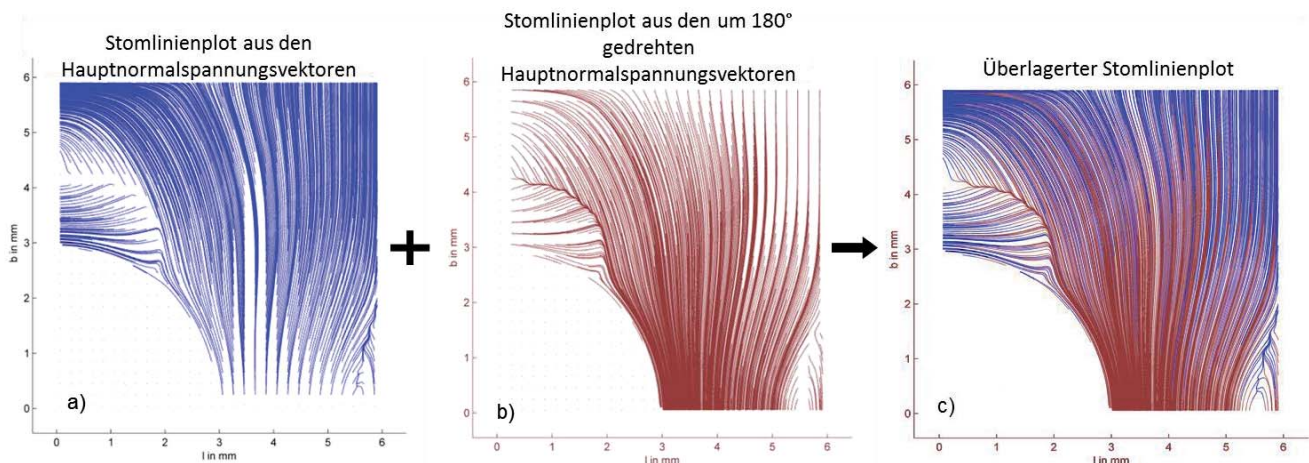


Abb. 6: Stromlinienplots a) und b) und überlagerter Stromlinienplot c) zur Visualisierung des Optimalen Faserverlaufs entlang des Hauptnormalspannungsverlaufs

4.3 Automatische Bauteilseparation/ Designvorschläge für eine Differenzialbauweise

Ausgehend von der Visualisierung des *lokalen Anisotropiegrades* nach Abb. 4a) und 4b) kann nach Festlegung eines Grenzwertes für den lokalen Anisotropiegrad eine binäre Darstellung der geeigneten und nicht geeigneten Bauteilbereiche erfolgen (Abb. 7). Diese erlaubt es dem Konstrukteur, optisch zu erkennen, ob für das vorliegende Bauteil aufgrund der Anisotropieverteilung eine Differenzialbauweise in Frage kommt oder nicht. Im in Abb. 7 dargestellten Fall wurde für die als geeignet zu betrachtenden Bauteilbereiche ein Anisotropiegrad von 90% vorgegeben.

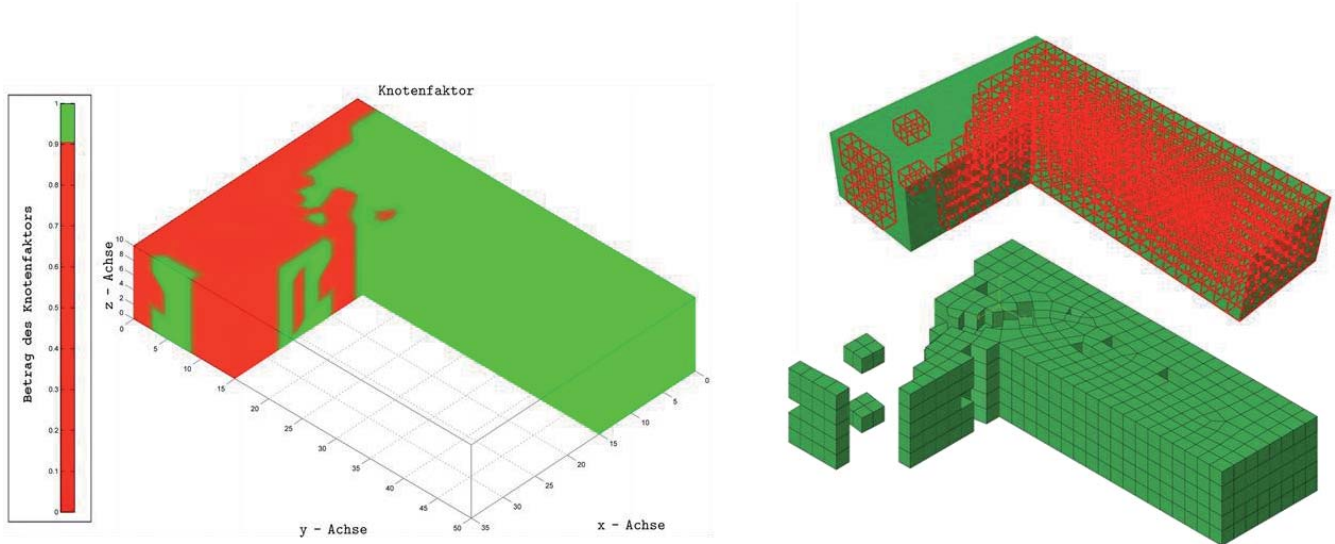


Abb. 7: a) Visualisierung der für den Einsatz von Faserverbundwerkstoff geeigneten Bauteilbereiche (grün) und b) automatisch durchgeführte Separation der geeigneten Bereiche im FE-Modell.

4.4 Designvorschläge für eine Integralbauweise

Ausgehend von der in Abb. 4 visualisierten Anisotropieverteilung, wird in der Arbeit von Schipperges (5) eine bauteilübergreifende Bauteilseparation und Integration von mehreren, aneinander angrenzenden Bauteile angestrebt. Ziel ist die automatische Generierung von Integralbauteilen aus Faserverbundwerkstoff. Zu prüfen ist dabei nicht nur, ob der lokale Anisotropiegrad für eine Bauteilintegration spricht, sondern auch, ob der Faserverlauf über die ehemaligen Bauteilgrenzen hinweg kontinuierlich verläuft. Abb. 8 zeigt die Verteilung des lokalen Anisotropiegrades von drei aneinander angrenzenden Karosseriebauteilen.

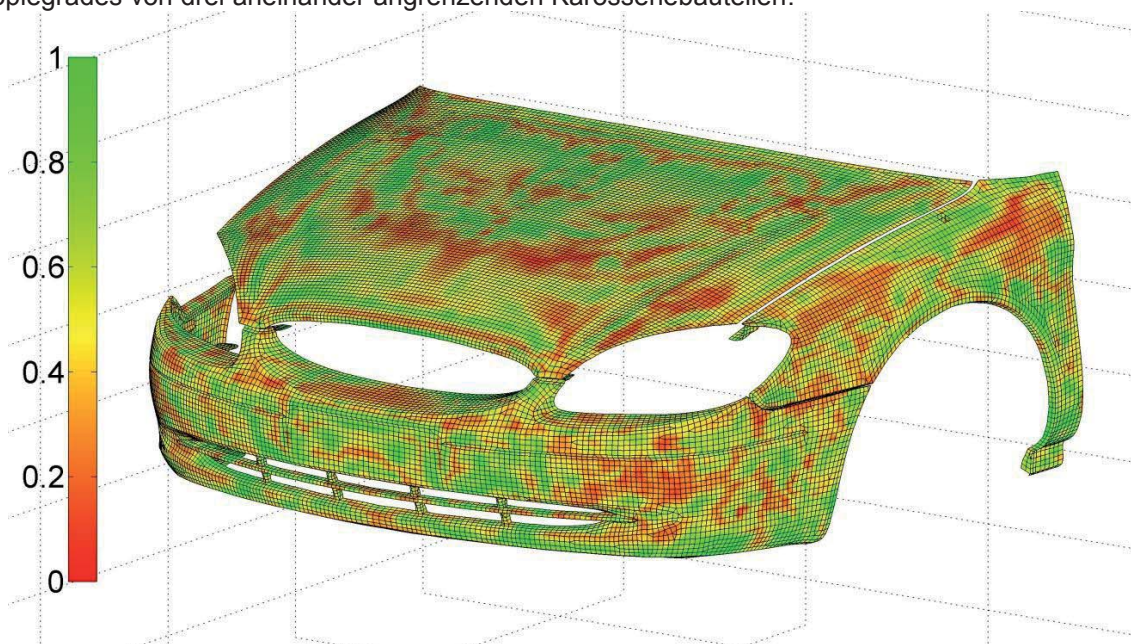


Abb. 8: Verteilung des lokalen Anisotropiegrades an ausgewählten Bauteilen des Ford Taurus-Modells, zur Verfügung gestellt von der NCAC (6).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel der Arbeit ist es, dem Konstrukteur neue Analysewerkzeuge bereitzustellen, mit denen er schneller und effizienter zu einer mechanisch sinnvollen und technisch umsetzbaren Lösung bezüglich der Nutzbarkeit von Leichtbaupotentialen im Gesamtsystem findet.

Die dargestellten Weiterentwicklungen zum Anisotropiekriterium - die Visualisierung des lokalen Anisotropiegrades, die Visualisierung des optimalen Faserverlaufs, die automatische Bauteilpartitionierung durch Separation der geeigneten von den ungeeigneten Bereichen und die automatische Bauteilintegration - stellen die ersten Schritte dazu dar.

5.1 Weiterentwicklung der automatischen Bauteilseparation und -integration

Wie aus Abb. 7 und Abb. 8 ersichtlich wird, sind noch einige Erweiterungen der Methode notwendig, bis dem Konstrukteur mechanisch sinnvolle Lösungen oder gar fertigbare Differenzial- und Integralbauteile automatisch vorgeschlagen werden. Die nächsten Schritte in diese Richtung werden sich demnach mit der Berücksichtigung von Fertigungsrandbedingungen und einer intelligenten Bauteilseparation und -integration befassen. Außerdem drängt sich die Frage auf, wie die Bauteilverbindungen zwischen den Faserverbundwerkstoffbauteilen und den metallischen Bauteilen die Bauteilseparation beeinflussen müssen.

6 Literatur

- [1] Durst, Karl-Georg. Beitrag zur systematischen Bewertung der Eignung anisotroper Faserverbundwerkstoffe im Fahrzeugbau. Stuttgart : Institut für Flugzeugbau (IFB) Universität Stuttgart; Audi, 2008.
- [2] Kleinholz, Rudolf. Handbuch Faserverbundkunststoffe. Frankfurt am Main : AVK - Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. (Hrsg.), 2010.
- [3] Zhang, Qi. Automatisierte Erkennung potentieller Faserverbundbauteile und Bestimmung des variablen Faserverlaufs. Simulation und Optimierung. Karlsruhe : IPEK - Institut für Produktentwicklung am KIT, 2011. Diplomarbeit. Projektleiter: Dipl.-Ing. Andreas Schmid. 2043.
- [4] Grönheim, Onno. Dreidimensionale Adaptierung des Kennwertes zur quantitativen Bewertung des Leichtbaupotentials eines existierenden Bauteils. Simulation und Optimierung. Karlsruhe : IPEK - Institut für Produktentwicklung am KIT, 2011. Bachelorarbeit. Projektleiter: Dipl.-Ing. Andreas Schmid.
- [5] Schipperges, Jannis. Gesamtsystemanalysemethode zur Feststellung der geeigneten Bauteile für eine Differenzial- und Integral-Faserverbundbauweise. Simulation und Optimierung. Karlsruhe : IPEK - Institut für Produktentwicklung am KIT, 2012. Bachelorarbeit. Projektleiter: Dipl.-Ing. Andreas Schmid.
- [6] NCAC - National Crash Analysis Center. NCAC - Finite Element Model Archive. NCAC - Finite Element Model Archive. [Online] 26. 08 2010. [Zitat vom: 01. 02 2012.] <http://www.ncac.gwu.edu/vml/models.html>.

CAE zur Simulation von Filterelementen

Heiko Andrä, Oleg Iliev, Matthias Kabel, Ralf Kirsch, Zahra Lakdawala (Fraunhofer ITWM)

Michael Dederling (IBS Filtran GmbH)

Steigende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Filterelementen stellen die Produktentwickler vor immer größere Herausforderungen bei der optimalen Auslegung solcher Bauteile. Wie in vielen anderen Bereichen zeigt sich auch hier, dass sich Entwicklungszyklen erheblich verkürzen lassen, wenn in geeignete CAE-Methoden in den Designprozess integriert werden. In diesem Artikel werden am konkreten Beispiel der Ölfilter für Kfz-Automatikgetriebe die Herausforderungen bei Design und Simulation von Filterelementen vorgestellt und einige Aspekte der Modellierung und praktischen Umsetzung näher betrachtet.

1 Filterelemente: Herausforderungen bei Design und Simulation

Die Leistungsfähigkeit von Kfz-Automatikgetrieben ist in den letzten Jahren enorm gestiegen. Zur Steigerung des Fahrkomforts und zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs verfügen die Getriebe über immer mehr Gänge und die Schaltvorgänge werden in immer kürzerer Zeit durchgeführt. Automatikgetriebe werden hydraulisch betrieben, so dass diese Leistungssteigerungen mit erhöhten Anforderungen an die Versorgung mit ausreichend gesäubertem Getriebeöl einhergehen. Daraus folgt unmittelbar, dass die Getriebeölfilter mit dieser Entwicklung Schritt halten müssen. Die Auslegung der Filterelemente stellt somit eine immer größere Herausforderung dar.

In nahezu allen Anwendungsbereichen wird die Qualität von Filterelementen nach folgenden Kriterien beurteilt:

- Filtereffizienz, d.h. der erreichte Reinheitsgrad, der möglichst hoch sein soll,
- Energieeffizienz, gekennzeichnet durch ein möglichst geringen Druckabfall über einen möglichst langen Betriebszeitraum,
- ökonomische/ökologische Effizienz bzw. Nachhaltigkeit, d.h. die Schmutzaufnahmekapazität soll in einem möglichst günstigen Verhältnis zum eingesetzten Material und/oder Fertigungsaufwand stehen.

Da die Beladung des Filtermediums dessen Permeabilität und somit den Druckabfall verändert, bestimmen diese Faktoren im Wesentlichen die Standzeit des Filterelements. Bei der Entwicklung müssen natürlich auch Nebenbedingungen berücksichtigt werden. Beispiele hierfür aus dem Automobilbereich, die aber zumindest in Teilen auch auf andere Anwendungsgebiete der Filtration zutreffen, sind:

- Zunehmende Verknappung des zur Verfügung stehenden Bauraums,
- starke Schwankungen in den Betriebsbedingungen (z.B. stark unterschiedliche Viskositäten auf Grund von Temperaturänderungen, Druckstöße im System durch Start-Stopp-Systeme, Vibrationen),
- immer höhere Reinheitsgrade des Öls bzw. Ausfilterung immer kleinerer Schmutzpartikel erforderlich,
- zunehmende Volumenströme des zu filternden Fluids bzw. starke Erhöhung der (lokalen) Fließgeschwindigkeit.

Im Zuge des „Downsizings“ bei Verbrennungsmotoren und den damit einhergehenden Veränderungen in der Peripherie (z.B. neuartige Getriebekomponenten, stark veränderte Betriebsbedingungen) haben einige dieser Aspekte eine besondere Bedeutung erlangt. Oft muss ein zuvor allen Anforderungen genügendes Filterdesign überarbeitet oder gar komplett neu entwickelt werden.

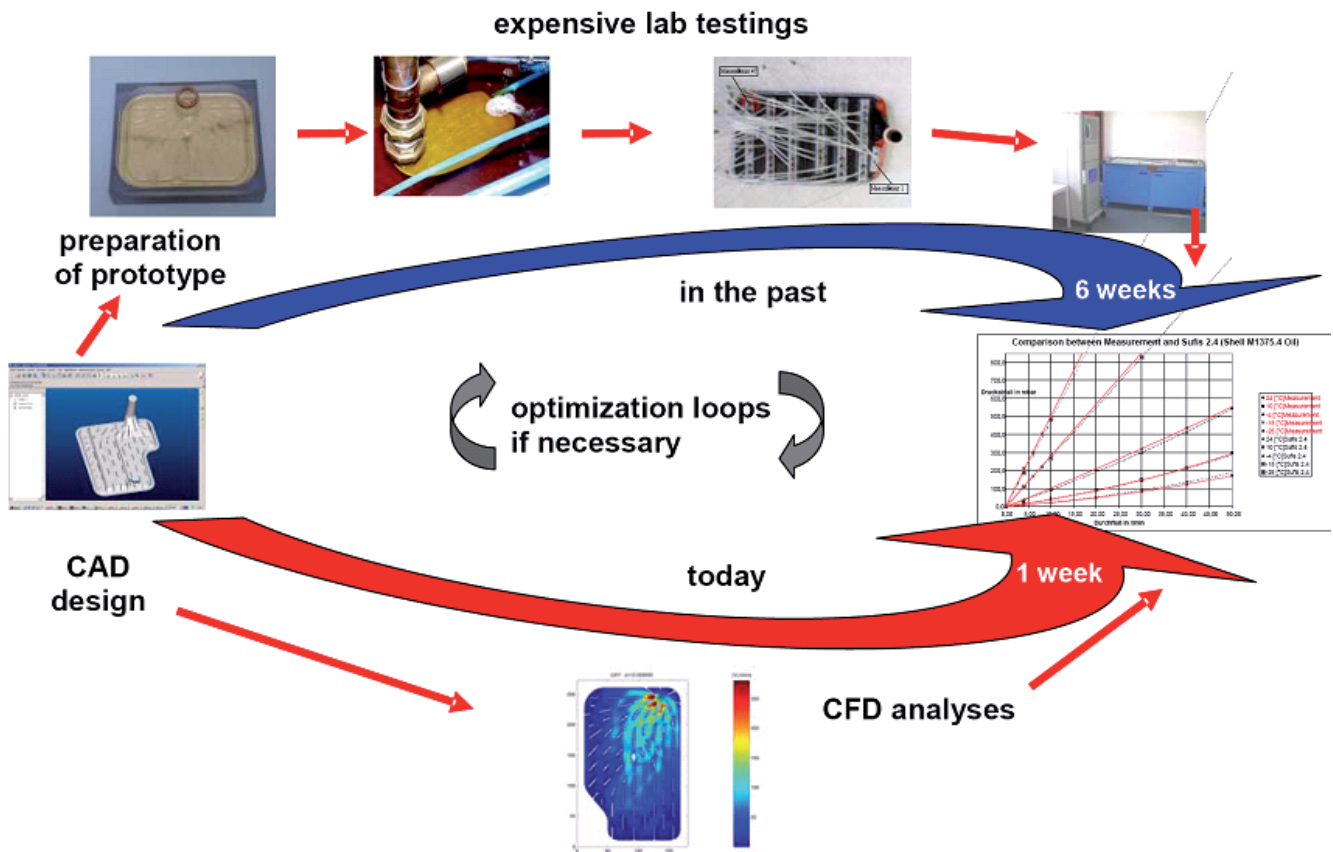


Abb. 1: Beschleunigung der Designentwicklung bei Einsatz geeigneter CFD-Software.

Es hat sich gezeigt, dass Computer Aided Engineering (CAE) auch in diesem Produktbereich den Entwicklungszyklus in erheblichem Maße verkürzt (siehe Abb. 1).

Die hierzu notwendigen Computersimulationen stellen ihrerseits in vielerlei Hinsicht eine Herausforderung dar. Filtrationsvorgänge sind gekennzeichnet durch das Zusammenspiel mehrerer Teilprozesse, die jeder für sich bereits sehr komplex sein können. Erschwerend kommt hinzu, dass sich diese Phänomene auf stark unterschiedlichen Größenskalen abspielen (wie z.B. die Strömung des Fluids durch das Filtergehäuse im Vergleich zur Ablagerung einzelner Partikel im Filtermedium). In den folgenden Abschnitten werden ausgewählte Aspekte der rechnergestützten Untersuchung von Filterelementdesigns diskutiert.

2 Mathematische Modellierung

Wie bereits erwähnt, beinhaltet der Filtrationsvorgang mehrere Teilprozesse, die z.T. auf sehr verschiedenen Größenskalen stattfinden. Für die Simulation eines ganzen Filterelements würde eine zu detaillierte Nachbildung der Vorgänge auf der Mikro- bzw. Nanoskala des Filtermediums einen außerordentlich großen Aufwand nach sich ziehen, so dass eine makroskopisch-phänomenologische Sichtweise zweckmäßiger erscheint. Auf dieser Betrachtungsebene lässt sich die Filtration mit Hilfe der folgenden Teilprozesse und Größen beschreiben, wobei x für den Ort und t für die Zeit steht:

- **Strömung:** In Abhängigkeit von der Geometrie des Filtergehäuses und des Filtermediums sowie den Randbedingungen bildet sich eine Strömung, gegeben durch Geschwindigkeitsfeld $\vec{u}(x,t)$ und Druckverteilung $p(x,t)$, aus.
- **Transport und Beladung:** Die Konzentration $C(x,t)$ der im Fluid gelösten Partikel wird mit der Strömung transportiert, wobei u.U. auch Diffusionseffekte zu berücksichtigen sind. Im Filtermedium kommt es zur Ab-

scheidung eines Teils der gelösten Partikel, so dass sich mit der Zeit die (abgeschiedene) Masse $M(x, t)$ ansammelt.

- **Permeabilitätsänderung:** Die abgeschiedenen Partikel verändern die Porosität $\phi(x, t)$ des Filtermediums und damit die Permeabilität $K(x, t)$. Durch die geänderte Permeabilität wiederum bilden sich ein neues Geschwindigkeitsfeld $\vec{u}(x, t)$ sowie eine neue Druckverteilung $p(x, t)$ aus und der Prozess beginnt von vorn.

Im Folgenden werden die entsprechenden Modellierungsaspekte detaillierter betrachtet.

2.1 Modellierung der Strömung

Die Strömung des Fluids durch das Filtermedium wird mathematisch beschrieben durch die inkompressiblen Navier-Stokes-Brinkman-Gleichungen (siehe [2]):

$$\nabla \cdot \vec{u} = 0, \quad \underbrace{\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\rho \vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} - \nabla \cdot (\tilde{\mu} \nabla \vec{u})}_{\text{Navier-Stokes}} + \overbrace{\mu K^{-1} \vec{u}}^{\text{Darcy}} = -\nabla p + f \quad (1.1)$$

Dabei ist $\tilde{\mu}$ die so genannte effektive Viskosität, die - wie auch der Darcy-Term - nur im porösen Medium relevant ist. Außerhalb des Filtermediums entfällt der Darcy-Term und die effektive Viskosität wird durch die Viskosität μ ersetzt, so dass die Strömung dort durch die üblichen inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen modelliert wird. Das System wird abgeschlossen die durch Vorgabe von Randbedingungen für Druck und Geschwindigkeit.

2.2 Modellierung von Partikeltransport und Filterbeladung

Wie bereits zu Beginn des Abschnitts erwähnt, wird die Konzentration der im Fluid gelösten Partikel mit der Strömung transportiert, wobei ggf. auch Diffusion stattfindet. Im Filtermedium kommt noch hinzu, dass die sich Konzentration pro Zeiteinheit um die ausgefilterten Partikel verringert:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla C - D \Delta C = -\frac{\partial M}{\partial t}. \quad (1.2)$$

Die rechte Seite dieser Gleichung spielt die Rolle eines Reaktionsterms. Die Abscheidungsrate hängt im Allgemeinen von der Konzentration und der bereits abgeschiedenen Masse ab,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \Psi(C, M). \quad (1.3)$$

Die Funktion Ψ beschreibt das jeweilige Filtrationsmodell und modelliert auch den Einfluss von Materialien und Umgebungsbedingungen. Aus der großen Anzahl an Filtrationsmodellen seien hier nur einige wenige kurz vorgestellt: Im einfachsten Fall hängt die Abscheidungsrate linear von der Konzentration ab,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \alpha C, \quad (1.4)$$

wobei der Proportionalitätsfaktor α auch als Absorptionskoeffizient bezeichnet wird. In [3], [6] wurde ein Modell betrachtet, bei dem die Abscheiderate linear mit der abgeschiedenen Masse ansteigt,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \alpha \left(1 + \frac{M}{M_0} \right) C. \quad (1.5)$$

Dabei wird α als konstant angenommen. Für Prozesse, in denen es auch zur Auswaschung von Partikeln aus dem Filtermedium kommt, lässt sich u.a. das folgende Modell aus [10] anwenden:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \alpha C - \gamma M. \quad (1.6)$$

Der Parameter γ wird entsprechend Desorptionskoeffizient genannt. In [11] wurde das zweistufige Modell

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \begin{cases} \alpha \left(1 + \frac{M}{M_0} \right) C & , M < M_1 \\ \alpha \left(1 + \frac{M}{M_0} + a \frac{M - M_1}{M_0} \right) C & , M \geq M_1 \end{cases} \quad (1.7)$$

untersucht: Bis zum Erreichen einer bestimmten Abscheidung M_1 verläuft die Filtration gemäß dem linearen Modell (1.5). Bei Überschreitung dieses Schwellenwerts beginnt eine zweite Phase des Filtrationsvorgangs, bei der die Abscheidungsrate schneller ansteigt. Dieses Modell kann u.a. dazu verwendet werden, den Übergang von der Tiefenfiltration zur Kuchenfiltration zu nachzubilden.

2.3 Permeabilitätsmodelle

Mit zunehmender Beladung steigt der Druckabfall durch das Filterelement an. Die zuverlässige Vorhersage des Druckabfalls in Abhängigkeit von der abgeschiedenen Masse ist eines der wichtigsten Ziele der rechnergestützten Simulation von Filterdesigns. Von entsprechender Bedeutung ist die angemessene Modellierung der (lokalen) Permeabilität, die neben der Viskosität wesentlich für den Druckabfall durch das Filtermedium ist. Da die im Filtermedium abgelagerten Partikel das Volumen des Porenraums im Medium verändern, liegt es nahe, die Abhängigkeit der Permeabilität von der Porosität zu betrachten.

Auch hierzu existiert in der Literatur eine Vielzahl von Modellen. Recht verbreitet ist u.a. das Modell von Jackson-James (siehe [7]), das für poröse Medien mit Faserstruktur hergeleitet wurde. Bezeichnet r_f den Faser-radius, so lautet die Formel für die Permeabilität:

$$K_{JJ}(\phi) = -r_f^2 \frac{3}{20} \frac{\ln(1-\phi) + 0.931}{1-\phi}. \quad (1.8)$$

Das ebenfalls gebräuchliche Kozeny-Carman-Modell (siehe z.B. [8]) betrachtet dagegen ein granulares poröses Medium. Besteht dieses aus sphärischen Partikeln mit Radius r_p , so lässt sich der folgende Ausdruck herleiten:

$$K_{KC}(\phi) = r_p^2 \frac{1}{45} \frac{\phi^3}{(1-\phi)^2}. \quad (1.9)$$

Bei der Simulation von Filterelementen zeigte sich jedoch, dass bei exklusiver Verwendung eines einzelnen Modells z.T. erhebliche Abweichungen von den Messdaten im Labor auftraten. Dies legte den Verdacht nahe, dass den geometrischen Unterschieden zwischen der Struktur des Filtermediums einerseits und den ausgefilterten Partikeln andererseits nicht ausreichend Rechnung getragen wurde. Daher wurde am Fraunhofer ITWM aus den beiden obigen Modellen ein Hybridmodell abgeleitet, das von einem faserigen Medium ausgeht, dem durch die Beladung eine granulare Komponente hinzugefügt wird:

$$K_{\text{hybrid}}(\phi) = \left(\frac{1}{r_p^2} 45 \frac{(\phi_0 - \phi)^2}{\phi^3} - \frac{1}{r_f^2} \frac{20}{3} \frac{1 - \phi_0}{\ln(1 - \phi_0) + 0.931} \right)^{-1} \quad (1.10)$$

Hierbei bezeichnet ϕ_0 die Anfangsporosität des sauberen Filtermediums. Mit diesem kombinierten Modell ließen sich deutliche Verbesserungen in der Qualität der Simulationsergebnisse erzielen (siehe Abschnitt 4).

3 Schätzung von Filtrationsparametern mit Hilfe analytischer Lösungen

Einige der für die Simulation benötigten Materialparameter wie etwa die Viskosität des Fluids oder die Permeabilität des sauberen Filtermediums sind im Vorfeld bereits bekannt oder sehr leicht zu bestimmen. Mit den Filtrationsparametern, die in den Modellen aus Unterabschnitt 2.2 auftreten, verhält es sich anders, da Effizienzangaben seitens der Hersteller weitgehend standardisiert sind und keine Rückschlüsse auf das korrekte Filtrationsmodell im obigen Sinne zulassen. Daher ist es häufig erforderlich, die benötigten Parameter aus Messreihen zu schätzen.

Eine übliche Praxis hierfür ist die Diskretisierung der Transport- und Beladungsgleichungen mit Hilfe von finiten Differenzen. Diese Methode ist zwar einerseits recht flexibel einsetzbar, andererseits aber sehr sensitiv gegenüber den unvermeidlichen Messfehlern in den Daten.

Für eine spezielle Art von Experimenten kann man alternativ wie folgt vorgehen: Man stellt eine stationäre Strömung durch ein flaches Filtermedium her und sorgt für eine zeitlich konstante Partikelkonzentration C_{in} am Eingang zum Filtermedium. Für diesen Fall vereinfacht sich (1.2) zu der eindimensionalen stationären Gleichung

$$u \frac{\partial C}{\partial x} = - \frac{\partial M}{\partial t}, \quad (1.11)$$

und man kann für eine ganze Klasse von Filtrationsmodellen (inklusive der hier vorgestellten) die exakte Lösung für Konzentration und abgeschiedene Masse herleiten. Man misst nun zu verschiedenen Zeitpunkten t_k die so genannte „beta ratio“

$$\beta_k = \frac{C_{\text{in}}}{C_{\text{out}}(t_k)}, \quad (1.12)$$

d.h. das Verhältnis der Partikelkonzentrationen vor und nach Durchgang des Fluids durch das Filtermedium. Durch Kenntnis der exakten Lösung können aus einer solchen Messreihe durch Datenfitting die gesuchten Parameter gewonnen werden. Es zeigt sich, dass diese Methode recht robust gegenüber verrauschten Daten ist (siehe Abb. 2). Diese Vorgehensweise eignet sich auch für bestimmte nicht-stationäre Situationen. Details hierzu und zu den analytischen Lösungen finden sich in [5].

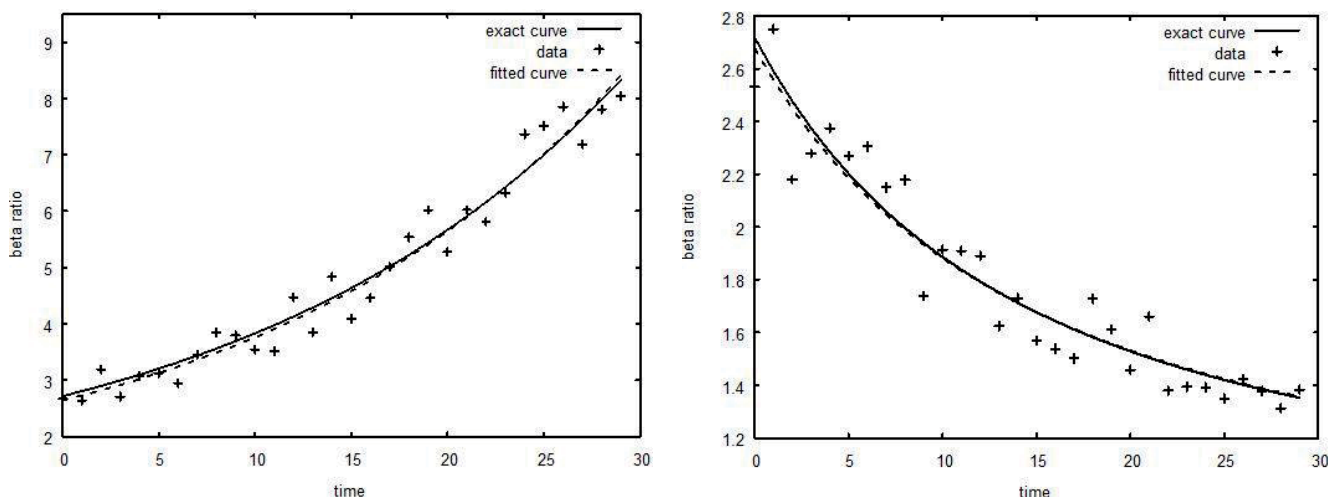


Abb. 2: Parameterschätzung (qualitativ) mittels exakter Lösungen für die Filtrationsmodelle (1.5) (links) und (1.6) (rechts). Zwecks Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wurden die exakten Daten jeweils mit 12 % Rauschen überlagert und die Parameter aus den gestörten Daten rekonstruiert.

4 Simulation von Filterelementen mit SuFiS

Seit mehreren Jahren wird am Fraunhofer ITWM in enger Kooperation mit der Firma IBS Filtran GmbH die Simulationssoftware SuFiS entwickelt. Dieses an die speziellen Erfordernisse der Filterelement-auslegung angepasste Tool erstellt aus dem Computermode des Filters (CAD-Geometrie) ein Voxelgitter, auf dem die numerische Diskretisierung der Gleichungen (1.1) - (1.3) mit geeigneten Finite-Volumen-Methoden durchgeführt wird.

Da die Filtrationsparameter im Allgemeinen auch von der lokalen Strömungsgeschwindigkeit abhängen, werden die in Abschnitt 3 erwähnten Messungen für verschiedene Volumenströme durchgeführt. Die aus den Messdaten bestimmten Parameter werden in Tabellen gespeichert und bei der Simulation die jeweils gültigen Parameterwerte mit Hilfe von Interpolationsmethoden bestimmt. Mit SuFiS können Gemische unterschiedlicher Partikelgrößen sowie Elemente mit mehreren Filtermedien verschiedener Art simuliert werden.

Die Software berechnet u.a.

- Geschwindigkeitsfeld und Druckverteilung des Fluids,
- Konzentrationen der gelösten sowie abgeschiedenen Partikel (für jede Partikelgröße),
- Permeabilität der Filtermedien,
- Filtereffizienz, Gesamtabscheidung, Gesamtdruckabfall.

Die Möglichkeit der Simulation von TFEM (Transmission Filter Effectiveness Method) und anderen standardisierten Effizienztests (ISO) ermöglicht die Einsparung kostenintensiver Laborzeit.

Die vielfältigen Optimierungsmöglichkeiten für ein bestimmtes Filterelementdesign wie z.B. Art, Anzahl und Positionierung von Filtermedien sowie Lage und Form von Distanzhaltern und Stützstrukturen können mit Hilfe von SuFiS gezielt untersucht werden (siehe hierzu auch [4], [9]).

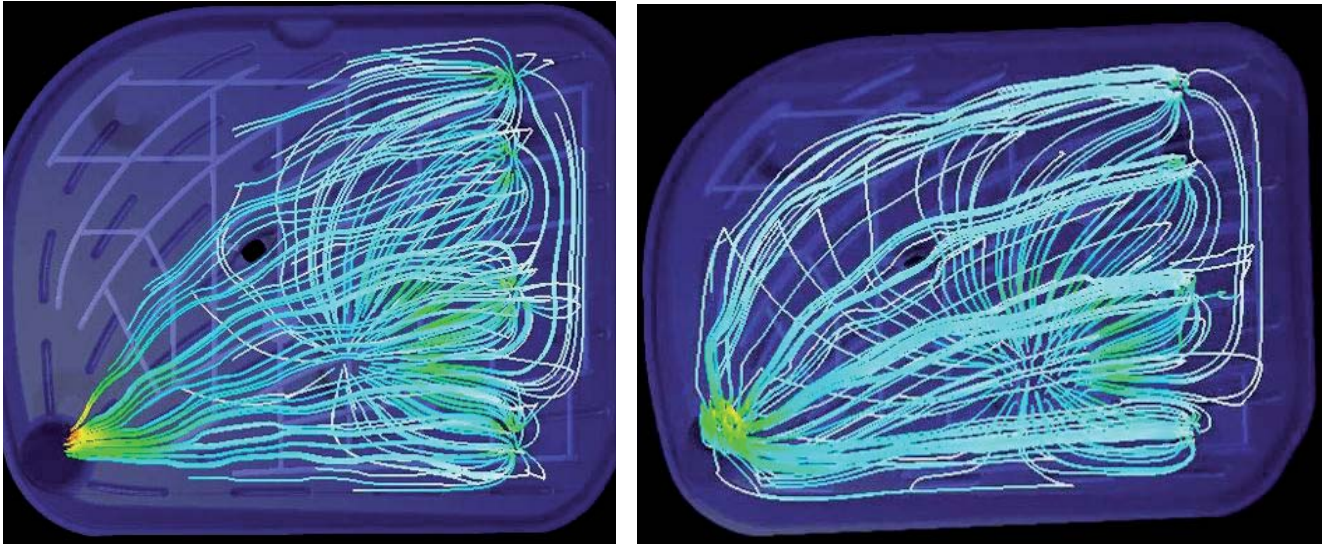


Abb. 3: Simulation eines Filterelements: Stromlinienvisualisierung des von SuFiS berechneten Geschwindigkeitsfelds bei Betrieb unter kalten (links) und warmen Umgebungsbedingungen (rechts). Die Viskosität des Öls ist rechts um den Faktor 150 geringer als links (Quelle: IBS Filtran GmbH).

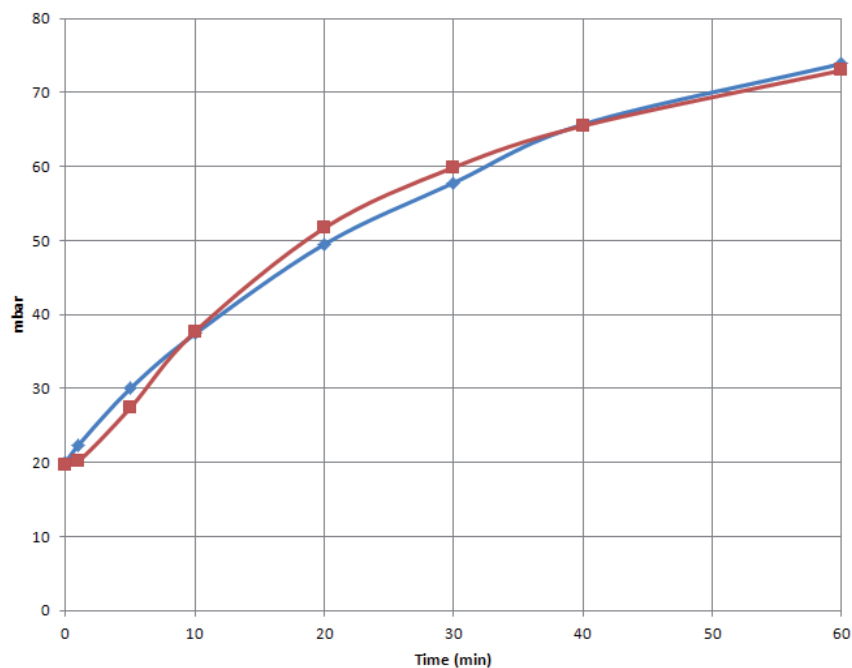


Abb. 4: Validierung des Hybridmodells für die Permeabilität: Die blaue Kurve zeigt den im Labor gemessenen Druckabfall (gegen Zeit) in Folge der Beladung, die rote Kurve stellt die von SuFiS vorhergesagten Werte dar (Quelle: IBS Filtran GmbH).

In Abb. 3 ist die Visualisierung einer mit SuFiS durchgeführten Strömungssimulation zu sehen. Dabei wurde u.a. untersucht, wie unterschiedlich die verschiedenen Schichten eines mehrlagigen Filtermediums in Abhängigkeit von der Viskosität (und damit der Temperatur) durchströmt werden. Die gewonnenen Einblicke in die Fließsituation im Filter sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage für weitere Optimierungen, denn es ist ja wünschenswert, dass es unter den verschiedenen Betriebsbedingungen zu einer möglichst gleichmäßigen Anströmung und Beladung der Filtermedien kommt.

Schließlich ist in Abb. 4 ein Vergleich des im Labor gemessenen Gesamtdruckabfalls durch ein Filterelement mit der von SuFiS berechneten Vorhersage dargestellt. Hierfür wurde die Erweiterung des Hybridmodells (1.10) für Gemische von Partikeln verschiedener Größe eingesetzt. Wie man sieht, lassen sich mit diesem Modell zuverlässige Vorhersagen für den Druckabfall treffen.

5 Deformierbare Filtermedien

In den bisherigen Betrachtungen wurde das Filtermedium als starres Objekt angenommen. Es kann jedoch vorkommen, dass die Druckverteilung zu nicht vernachlässigbaren Verformungen des Mediums führt (Poroelelastizität). Dies ist von besonderer Bedeutung für gefaltete Filtermedien, denn das Verengen von Strömungskanälen zwischen den Falten oder gar „Verkleben“ von Filterfalten während des Betriebs soll möglichst ausgeschlossen werden.

Die mathematische Modellierung und numerische Simulation der Interaktion des Fluids mit der porösen Struktur (FPSI) war Gegenstand eines am Fraunhofer ITWM durchgeführten Forschungsprojekts (siehe [1]). Hierzu wurde SuFiS mit dem FEM-basierten Elastizitätslöser FeelMath gekoppelt, d.h. die in der CFD-Simulation berechneten Druckwerte und -gradienten wurden auf geeignete Art und Weise auf das FEM-Gitter übertragen.

Die Wechselwirkung zwischen Strömung und Form des Filtermediums wird bei der Simulation nachgebildet, indem man die Strömungsberechnung mit anschließender Verformung so lange wiederholt, bis sich ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Im Anschluss erfolgt die weitere Simulation von Transport und Beladung wie in Abschnitt 2 beschrieben, bis die Permeabilität sich um einen vorgegebenen Wert geändert hat. Dann beginnt die Iteration von Strömungsberechnung und Verformung des Filtermediums erneut. Beispielsimulationen wurden u.a. für einzelne Filterfalten durchgeführt. Die berechneten Ergebnisse gewährten interessante Einblicke in die Änderung der Faltenform und des Geschwindigkeitsfeldes (siehe Abb. 5).

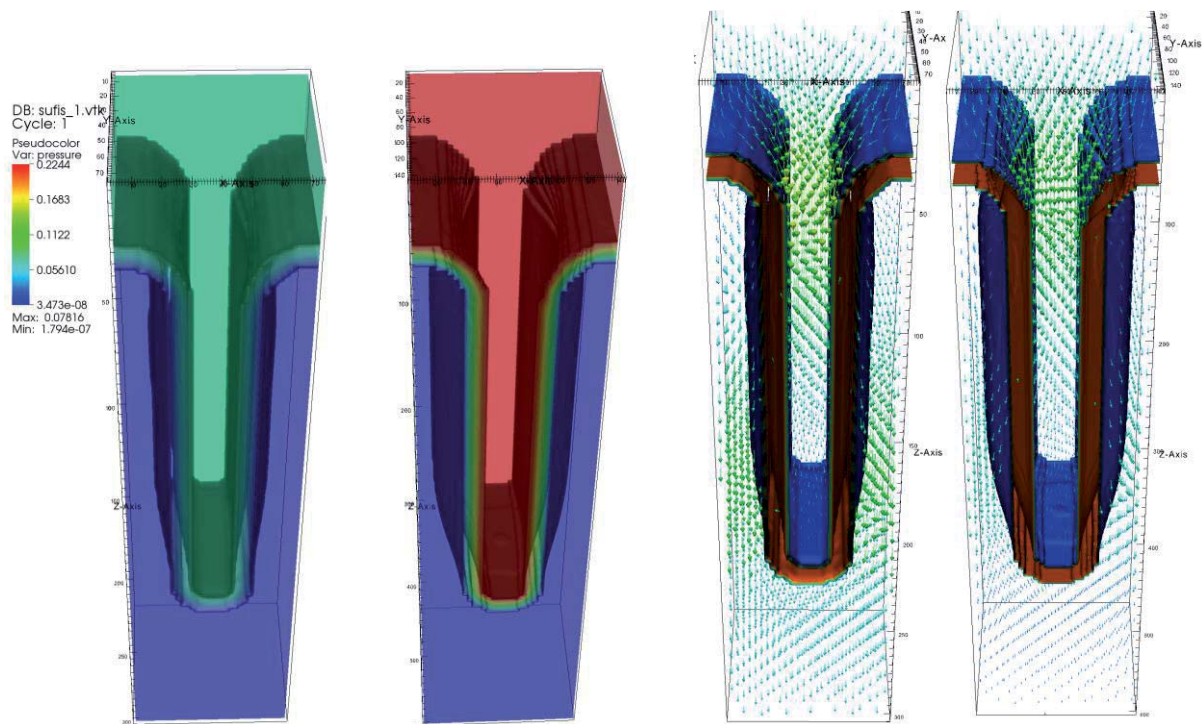


Abb. 5: Fluid-Poröse-Struktur-Interaktion (FPSI), Druckabfall (links) und Geschwindigkeitsfeld (rechts). Jeweils links im Bild ist die saubere Filterfalte zu sehen, rechts die beladene Falte.

6 Resümee

Auch beim Design von Filterelementen verkürzt der Einsatz von angepassten CFD-Methoden den Entwicklungsprozess erheblich, denn Designmängel können bereits in einer recht frühen Phase des Entwicklungszyklus durch Simulationen aufgedeckt werden. Zusätzlich sind standardisierte Effizienztests simulierbar, die zuvor ausschließlich im Labor realisiert wurden.

Die Komplexität des Filtrationsprozesses macht die Entwicklung zuverlässiger Simulationstools zu einer großen Herausforderung. Dies gilt umso mehr, wenn zusätzlich die Verformung des Filtermediums, Turbulenzeffekte oder die zu Beginn erwähnten Vibrationen und Druckstöße zu berücksichtigen sind. Die adäquate Modellierung solcher Phänomene ist ebenso Gegenstand aktueller und künftiger Aktivitäten wie die numerisch effiziente Behandlung komplizierter Geometrien, wobei hier ein Schwerpunkt auf den gefalteten Filtermedien liegt.

7 Literatur

- [1] Andrä, H.; Iliev, O.; Kabel, M.; Lakdawala, Z.; Kirsch, R.; Starikovicius, V.: "Modelling and simulation of filter media loading and of pleats deflection", Filtech 2011 Conference Proceedings, Vol. I, 480 - 486 (2011)
- [2] Brinkman, H.C.: "A calculation of the viscous force exerted by a flowing fluid on a dense swarm of particles", Appl. Sci. Res., Vol. A1, 27 - 34 (1947)
- [3] Brown, R.C.; Wake, D.: "Loading Filters with Monodisperse Aerosols: Macroscopic Treatment", J. Aerosol. Sci., Vol. 30, No. 2, pp. 227 - 234 (1999)
- [4] Dederich, M.; Stausberg, W.; Iliev, O.; Lakdawala, Z.; Ciegis, R.; Starikovicius, V.: "On new challenges for CFD simulation in filtration", World Filtration Congress, Leipzig (2008).
- [5] Iliev, O.; Kirsch, R.; Lakdawala, Z.; Starikovicius, V.: "On some macroscopic models for depth filtration: Analytical solutions and parameter identification", Filtech 2011 Conference Proceedings Volume I, 440 - 447 (2011)
- [6] Iwasaki, A.: "Some Notes on Sand Filtration", J. Am. Wat. Wks. Ass. Vol. 29 (10), 1591 - 1602 (1937)
- [7] Jackson, G.W., James, D.F.: "The permeability of fibrous porous media", Can. J. Chem. 64, 364 - 374 (1986)
- [8] Kaviany, M.: "Principles of Heat Transfer in Porous Media", Springer New York-Berlin-Heidelberg (1991)
- [9] Lakdawala, Z.; Iliev, O.; Dederich, M.; Starikovicius, V.: "On the recent progress in predicting filtration efficiency for filter elements", Proceedings Filtech Europa, Wiesbaden (2011)
- [10] Mints, D.M.: "Kinetics of the Filtration of Low Concentration Water Suspensions through Water Filters", Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R., Vol. 78, No. 2, pp. 315 - 318 (1951)
- [11] Podgórski, A.: "Macroscopic Model of Two-Stage Aerosol Filtration in a Fibrous Filter without Reemission of Deposits", J. Aerosol Sci. Vol. 29, Suppl. 1, pp. S929 - S930 (1998)

Leichtbau durch Strukturoptimierung an einem Formula Student Rennwagen

Johannes Jachning, Tobias Sehnke, Franziska Bombis
(Racetech Racing Team der TU Bergakademie Freiberg)

1 Einleitung

Die Formula Student ist ein internationaler Konstruktionswettbewerb, bei dem mittlerweile rund 480 studentische Teams aus weltweit 40 Ländern einen einsitzigen Formelwagen entwickeln, fertigen und fahren. Seit 2005 beteiligt sich auch das Racetech Racing Team der TU Bergakademie Freiberg an diesem Wettbewerb. Entstanden sind in dieser Zeit bereits 5 Rennwagen mit Verbrennungsmotoren. In der aktuellen Saison 2011/2012 entsteht der 6. Rennwagen (RT06), der im Gegensatz zu seinen Vorgängern mittels zweier Elektromotoren angetrieben wird (Abb. 1).



Abb. 1: Rendering des RT06

Das Antriebskonzept basiert auf zwei permanent erregten Synchronmotoren, die ihre Energie aus einem Akkumulator beziehen. Die von der Firma Bosch stammenden Motoren liefern ein maximales Drehmoment von je 200 Nm und eine Gesamtleistung von 85 kW. Der Akkumulator befindet sich für eine optimale Massenverteilung direkt hinter dem Fahrersitz. Er besteht aus 384 Einzelzellen mit einem Gesamtgewicht von 70 kg. Ein vergleichbarer Benzintank wiegt hingegen lediglich 7 kg. Die gespeicherte Energie beträgt 7,3 kWh. Mit Hilfe eines zweistufigen Getriebes wird die Antriebsleistung auf die Hinterräder übertragen. Dabei treibt je ein Motor ein Hinterrad an, wodurch das volle Potential der Elektromobilität genutzt werden kann. Ein Beispiel dafür ist die mögliche Umsetzung von Torque Vectoring.

Leichtbau ist im Formelsport ein wichtiges Konstruktionskonzept, lässt aber einen Rennwagen alleine noch nicht erfolgreich sein. Auch Zuverlässigkeit, Handling, optimale Kraftübertragung und viele weitere Punkte spielen in der Entwicklung eine entscheidende Rolle. Um diese, sich teilweise widersprechenden Anforderungen, erfüllen zu können bietet es sich an, mit Hilfe computergestützter Optimierung neue organische, der Belastung angepasste Konstruktionen zu entwickeln. Der Einsatz moderner Simulationssoftware ermöglicht kurze Entwicklungszeiten, unter vier Monaten, für einen zuverlässigen und leistungsstarken Rennwagen der Formula Student. Die Umsetzung der numerischen Simulation erfolgt mit Hilfe von HyperWorks von der Firma Altair Engineering GmbH.

2 Grundlagen der computergestützten Optimierung

2.1 Mathematische Betrachtung der Optimierung

Unter Optimierungen werden Methoden und Verfahren verstanden, die für gegebene Problemstellungen die beste mögliche Lösung suchen. Dabei helfen Restriktionen den Ergebnisbereich einzugrenzen. Mathematisch formuliert bedeutet das, dass die Problemstellung in Form einer Zielfunktion

$$\psi_0(p_i) \Rightarrow \min \quad p_i = p_1, p_2, \dots, p_n \quad (2.1)$$

definiert wird. Diese Zielfunktion ist abhängig von n Parametern p_i , die die Problemstellung hinreichend genau beschreiben. Die den Ergebnisbereich begrenzenden Restriktionen unterscheiden sich nach [1] in:

$$g_j(p_i) \leq 0 \quad j = 1, \dots, m_g \quad (2.2)$$

$$h_k(p_i) = 0 \quad k = 1, \dots, m_h \quad (2.3)$$

$$p_i^l \leq p_i \leq p_i^u \quad i = 1, \dots, n \quad (2.4)$$

Entsprechend der mathematischen Formulierung werden (2.2) als Ungleichheitsrestriktionen, (2.3) als Gleichheitsrestriktionen und (2.4) als explizite Restriktionen bezeichnet. Die Aufgabe der Optimierung ist es, solange alle Parameter zu variieren, bis ein Minimum oder Maximum der Zielfunktion erreicht ist. Die mathematische Beschreibung einer Maximierungsaufgabe in (2.1) erfolgt mittels

$$\max[\psi_0(p_i)] = -\min[\psi_0(p_i)] \quad (2.5)$$

Zur Lösung dieser Problemstellung können verschiedene Optimierungsverfahren eingesetzt werden. Auf eine genaue Betrachtung aller unterschiedlichen Verfahren wird an dieser Stelle verzichtet und nur auf entsprechende Fachliteratur, z.B. [1], verwiesen. Ein häufig verwendetes Verfahren ist das Gradientenverfahren. Es eignet sich dabei sehr gut für linear statische und dynamische Optimierungsprobleme, die mit Hilfe der FEM gelöst werden sollen. Zum Finden des Minimums wird hier der Gradient der Zielfunktion genutzt. Der Optimierungsprozess ist dabei ein iterativer. In mehreren Iterationsschritten wird der Gradient der Zielfunktion ermittelt und mit Hilfe der negativen Gradientenrichtung (2.7) werden die Parameter (2.6) der Zielfunktion angepasst.

$$X_i = \begin{bmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

$$X_{i+1} = X_i - \gamma \text{grad} F(X_i) \quad (2.7)$$

Ein lokales Optimum ist erreicht, wenn die Funktion $F(X_i)$ gegen ein Minimum konvergiert. Wichtig ist hierbei die Abschätzung, welcher zu optimierende Parameter welchen Einfluss auf das Gesamtsystem hat. Diese Abschätzung wird als Sensitivitätsanalyse bezeichnet. Die Sensitivitätsanalyse hat einen direkten Einfluss auf die Ergebnisqualität. Sie vereinfacht die geschickte Wahl eines Startwertes X_0 und erhöht damit die Wahrscheinlichkeit, ein besseres lokales oder globales Optimum zu erreichen.

2.2 Optimierung mit OptiStruct

Die Strukturoptimierung mit Hilfe von HyperWorks beruht auf der finiten Element Methode (FEM). Mit OptiStruct bietet HyperWorks eine spezielle Lösung für Optimierungsprobleme im Designprozess an. Dazu wird eine statische FE-Rechnung um die Definition eines Zielparameters und den, den Lösungsraum begrenzende, Restriktionen erweitert. Die Lösung erfolgt dann mit Hilfe des vorgestellten Gradientenverfahrens (2.7). Für die Sensitivitätsanalyse stehen zwei Verfahren zur Verfügung, die automatisch durch HyperWorks gewählt werden. Die Unterscheidung erfolgt anhand der Anzahl von Design Variablen und Restriktionen. Bei Size- und Shape-Optimierung wenige Design Variablen und vielen Restriktionen wird ein anderes Verfahren zur Sensitivitätsana-

lyse gewählt als bei einer Topologieoptimierung (viele Design Variablen und wenige Restriktionen) [2]. Als Design Variablen werden die veränderlichen Parameter des Optimierungsproblems verstanden. Da OptiStruct je nach Problemstellung das Verfahren zur Sensitivitätsanalyse selbst festlegt, soll auf die mathematische Formulierung nicht genauer eingegangen werden. Eine ausführliche Beschreibung der Verfahren ist in [2] zu finden.

Für die folgenden Betrachtungen ist vor allem die Topologieoptimierung von Bedeutung. Dabei handelt es sich um eine mathematische Technik, die eine optimale Materialverteilung (meist eine, der Belastung angepasste, Materialverteilung) innerhalb eines vorgegebenen Bauraums ermittelt [2]. Als Bauraum sei der maximal für ein Bauteil zur Verfügung stehende Platz definiert. Damit stellt der Bauraum die erste Restriktion im Optimierungsproblem nach (2.4) dar. Die Design Variable ist in diesem Fall die fiktive Dichte eines jeden Elements, die in einem Bereich

$$0 \leq \frac{\rho}{\rho_0} \leq 1 \quad (2.8)$$

variiert. Im Fall einer statischen Analyse bedeutet das, dass an hochbelasteten Stellen die fiktive Dichte eins ist und an niedrig belasteten Stellen null. Die Variation der fiktiven Dichte erfolgt in mehreren Iterationsschritten. Dabei wird in jeder Iteration eine statische Analyse des Problems durchgeführt. Auf Grundlage dieser Analyse wird die Geometrie an die Restriktionen durch Materialzu- oder -abnahme angepasst. Ergebnis sind dann Bauteile, deren Geometrie der Belastung angepasst sind.

Da OptiStruct ein speziell für die Strukturoptimierung entwickelter FE-Solver ist, bietet HyperWorks verschiedene für die Topologieoptimierung entwickelte Modellierungswerkzeuge an. Eins davon ist die Voxal-Vernetzung. Mit Hilfe dieses automatisierten Vernetzungstools ist es möglich, den Bauraum mit Hilfe exakter Würfel zu diskretisieren (Abb. 2).

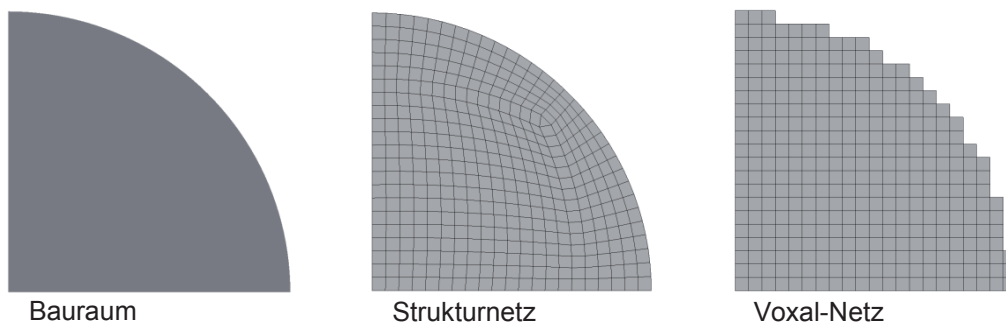


Abb. 2: Vergleich Struktur- und Voxal-Vernetzung

Der Vorteil der Voxal-Vernetzung liegt in der höheren numerischen Genauigkeit von exakten Würfeln im Vergleich zu anderen Elementformen. Außerdem ist die Vernetzung sehr einfach und schnell möglich, da wie in Abb. 2 zu erkennen ist, die Bauraumgeometrie nicht exakt abgebildet wird. Das heißt, dass schwer vernetzbare Geometrien, wie Freiformflächen, kein Problem darstellen. Die exakte Diskretisierung des Bauraums ist bei der Topologieoptimierung nicht erforderlich, da, wie bereits beschrieben, diese lediglich als Restriktion dient. Ein weiteres nützliches Modellierungskonzept ist die Unterteilung des Bauraums in Design und NonDesign Space. Der NonDesign Space umfasst die Bereiche, die während der Optimierung nicht verändert werden dürfen. Damit ist es möglich, Funktionsflächen, wie Bohrungen, Lagersitze oder Anlageflächen bei der Topologieoptimierung zu berücksichtigen. Weiterhin bietet OptiStruct spezielle Restriktionen für die Designfindung an. So besteht die Möglichkeit mit Hilfe von Fertigungsrandbedingungen das Ergebnis an das gewünschte Fertigungsverfahren anzupassen. Im Fall von Gusskonstruktionen ist es so möglich, minimale und maximale Wandstärken bereits vor der Optimierung festzulegen. Auch können Hinterschnitte ausgeschlossen und Entformungsrichtungen definiert werden. Die symmetrische Ausführung von Bauteilen ist genauso möglich wie ein Bauteil, dass aus sich wiederkehrenden Strukturen zusammengesetzt sein soll (z.B. Flugzeugtragflügel).

3 Strukturoptimierung im Entwicklungsprozess des RTo6

In der Entwicklung des RTo6 wurde die Designfindung bei 11 Bauteilen mittels Strukturoptimierung unterstützt. Sie ermöglicht Konstruktionen, die fast komplett unabhängig von den Vorkenntnissen des Konstrukteurs sind. Gerade dieser Punkt ist in der Formula Student, wo ausschließlich Studenten einen Rennwagen bauen, die im Allgemeinen über wenig bis gar keine Praxiserfahrung verfügen, von großer Bedeutung. Auch konnte so der Umstieg in der Antriebstechnologie im konstruktiven Bereich erleichtert werden.

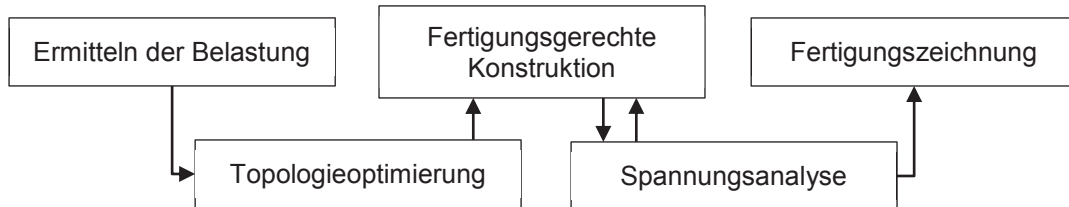


Abb. 3: Schema des Entwicklungsprozesses eines Bauteils

Das Schema in Abb. 3 zeigt den Entwicklungsprozess für ein Bauteil. Deutlich zu erkennen sind die zwei Ebenen der Entwicklung. Sie kennzeichnen die unterschiedlichen Arbeits- und Verantwortungsbereiche. Die obere Ebene wird vom Konstrukteur des Bauteils bearbeitet, während die untere in das Aufgabenfeld des Berechners fällt. Der Ausgangspunkt für die Topologieoptimierung ist die vom Konstrukteur übergebenen Bauteilbelastungen sowie das Bauraummodell. Die Belastungen werden aus bekannten Beanspruchungen ermittelt und anhand vom Messergebnissen an vorherigen Fahrzeugen verifiziert. An die Topologieoptimierung schließt sich die fertigungsgerechte Konstruktion an. Trotz der beschriebenen Fertigungsrandbedingungen (Abschnitt 2.2) müssen noch spezielle Anpassungen wie Gussaufmaße und Funktionsflächen in der Konstruktion berücksichtigt werden. Dabei dienen die Ergebnisse als Grundlage für die Konstruktion. Die fertige Konstruktion wird abschließend durch eine Spannungsanalyse überprüft. Je nach Ergebnis erfolgt die Überarbeitung der Konstruktion oder die Erstellung der Fertigungszeichnungen durch den Konstrukteur.

3.1 Radträger

Die primäre Aufgabe des Fahrwerks ist es, einen optimalen Kontakt zwischen Reifen und Fahrbahn zu gewährleisten. Zusätzlich werden durch das Fahrwerk die Kräfte zwischen Reifen und Rahmen übertragen. Im RTo6 kommt dazu ein Doppelquerlenkerfahrwerk, wie es in Abb. 4 zu sehen ist, zum Einsatz. Dabei handelt es sich um eine Einzelradaufhängung, bei der der Radträger über Querlenker mit dem Rahmen des Fahrzeugs verbunden ist und über Radlager die Radnabe aufnimmt. Das Ansprechverhalten des Fahrwerks kann durch die Minimierung von ungefederten Massen verbessert werden. Somit kann computergestützte Topologieoptimierung zu signifikanten Vorteilen im Fahrverhalten des Rennwagens beitragen.

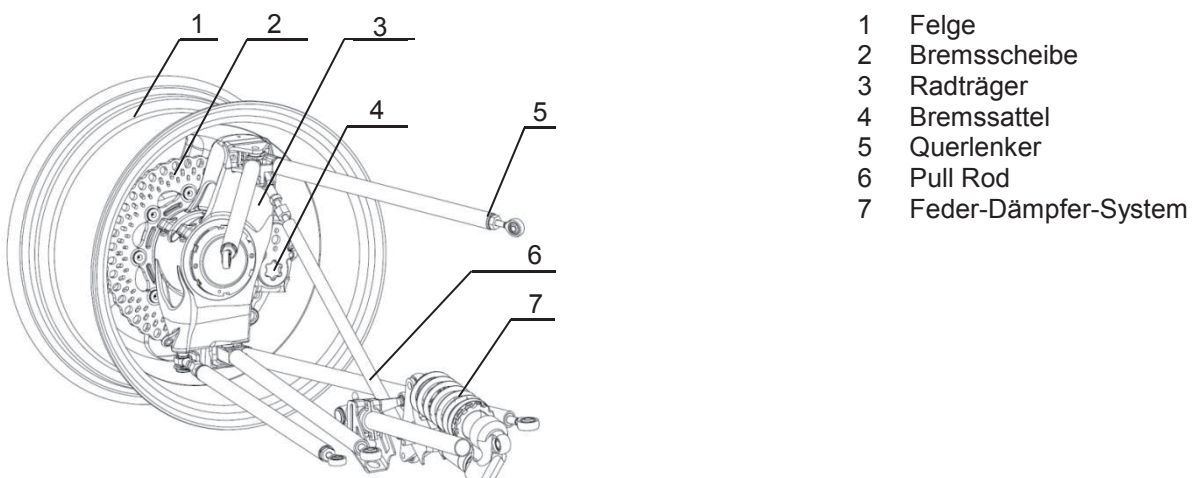


Abb. 4: Fahrwerksbaugruppe vorne

Wie bereits erwähnt ist der erste Schritt immer die Identifikation der Belastungen. Dazu werden die Radkräfte und die Kinematik mit Hilfe von Telemetrie Daten und einem Mehrkörpersystem (MKS) - Modell ermittelt. Die Telemetrie Daten sind auf dem Formula Student Event in Hockenheim am RT05 (dem Vorjahres Rennwagen) mittels eines Beschleunigungssensors aufgenommen. Ausgewertet werden diese Daten für verschiedene Fahr-situationen, aus denen auch die Lastfälle abgeleitet sind. Für jeden betrachteten Zeitpunkt werden mit Hilfe eines Zweispurmodells in einem MKS-Programm die Reifenkräfte ermittelt. Mit den bekannten maximalen Reifenkräften und der Kinematik des Fahrzeuges wird ein Berechnungsmodell erstellt. Optimierte wird der Radträger, der Modellaufbau umfasst aber die komplette Fahrwerksbaugruppe für das Vorderrad (Abb. 5). Lediglich das Feder-Dämpfer-System sowie der Reifen werden vernachlässigt. Beide Vereinfachungen sind zulässig, da der Einfluss der Komponenten bereits in den, aus dem MKS-Modell ermittelten, Reifenkräften berücksichtigt sind. Die Krafteinleitung erfolgt hier über den dynamischen Halbmesser r_{dyn} des Reifens. Dies ist ein gedachter radfester Kreis [3], der aus dem Abrollumfang des Reifens ermittelt werden kann. Zusammen mit dem Radaufstandspunkt bildet der dynamische Halbmesser den Momentanpol. Die Lage dieses Punktes ist nicht nur von den Reifenkennwerten, sondern auch von den Fahrwerkeinstellungen und der Fahrsituation abhängig. Durch Berücksichtigung dieser Faktoren ist es möglich, im Momentanpol statische Kräfte angreifen zu lassen. Ausgehend vom Momentanpol wirken die Kräfte mit einem dynamischen Nachlauf- und Spreizungshebelarm [4] auf die Felge als Flächenlast (Abb. 5). Diese Hebelarme sind mit Hilfe der Reifendaten ermittelt worden und damit spezifisch für das Fahrzeug. Dadurch ist es möglich, mit Hilfe statischer Belastungen reale Fahrsituationen hinreichend genau abzubilden. Auf weitere Ausführungen zur Ermittlung der einzelnen Größen wird hier verzichtet und auf entsprechende Literatur [3], [4] verwiesen.

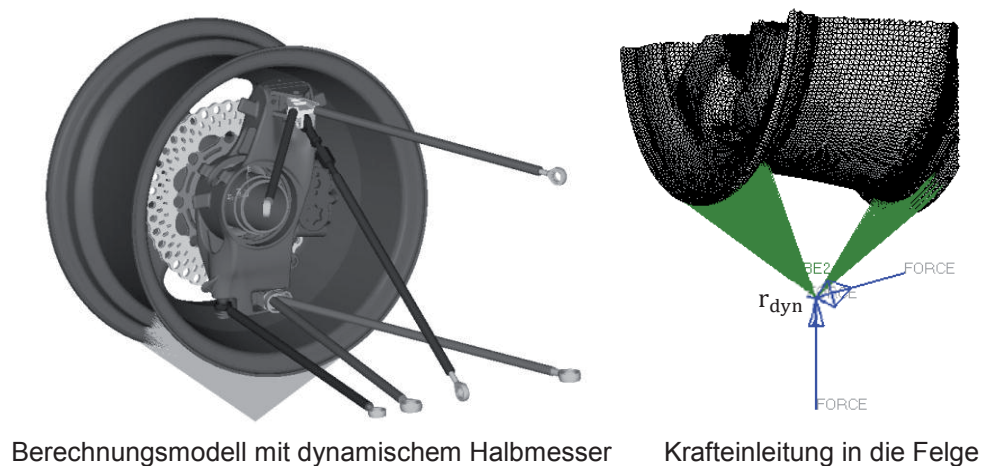


Abb. 5: Definition der Kräfte und Beschleunigungen am Fahrwerk

Eine getroffene Annahme ist die Reduzierung der Querlenker auf eine eindimensionale Modellierung. Unter der Voraussetzung, dass in einem Doppelquerlenkerfahrwerk lediglich Zug- und Druckkräfte wirken, ist eine Modellierung als Balkenelemente zur Minimierung der Rechenzeit zielführend. Alle anderen Komponenten sind mit dreidimensionalen Elementen diskretisiert. Die Berücksichtigung fast aller Fahrwerkskomponenten im Berechnungsmodell ermöglicht es, eine genau definierte Krafteinleitung in das System Fahrwerk zu realisieren. Außerdem nehmen die, als elastisch betrachteten, Fahrwerkskomponenten Kräfte auf und leiten diese entsprechend ihrer Funktion in den Radträger ein.

Das in Abb. 5 abgebildete Berechnungsmodell enthält bereits einen ausmodellierten Radträger und stellt damit das Modell für die Spannungsanalyse dar. Im Falle des Radträgers wird der zur Verfügung stehende Bauraum zum einen durch die Felge begrenzt. Zum anderen muss berücksichtigt werden, dass neben dem Radträger auch noch die Radnabe, die Bremsscheibe und der Bremssattel innerhalb der Felge Platz finden müssen. Das sich daraus ergebende Bauraummodell ist in Abb. 6 dargestellt.

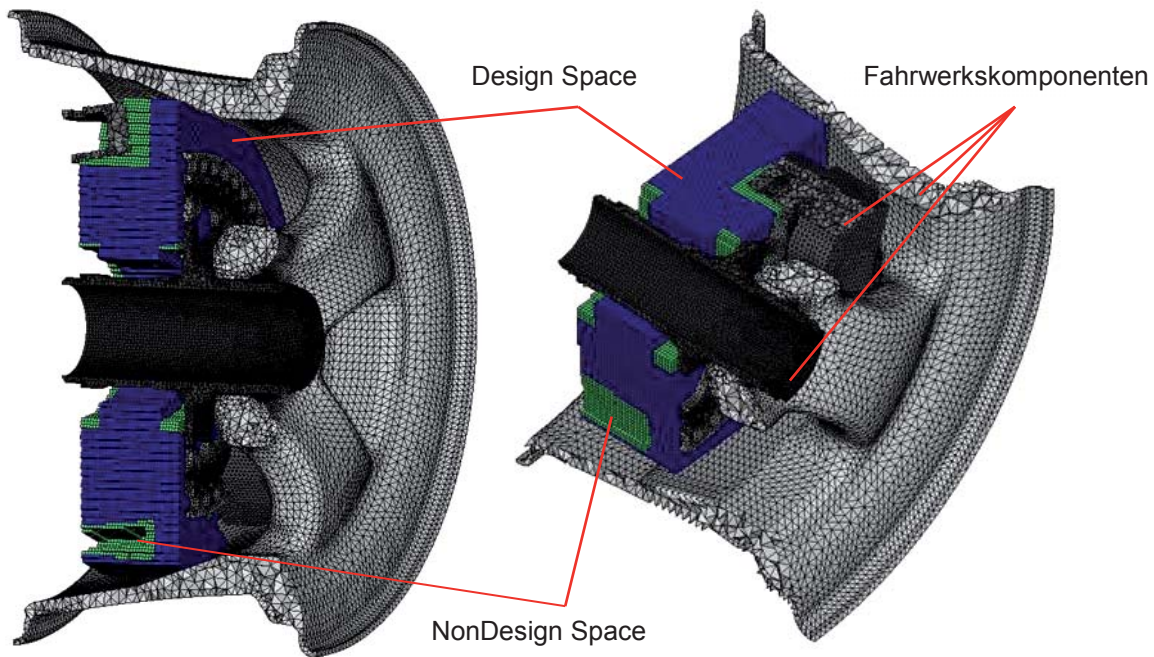


Abb. 6: Bauraummodell Radträger

Der Bauraum für den Radträger (blau und grün) ist mit Voxal-Elementen vernetzt. Deren Vorteile sind bereits in Abschnitt 2.2 beschrieben. Innerhalb dieses Bauraums soll die Geometrie des neuen Radträgers numerisch bestimmt werden. Zu erkennen ist, dass der Bauraum keine großen Einschränkungen für die Geometrie darstellt. Durch die bereits beschriebene Trennung von Design und NonDesign Space können die Lagersitze und die Anbindungsflächen der Querlenker und des Bremssattels von der Optimierung ausgeschlossen werden. Damit wird garantiert, dass durch die Radträgergeometrie die Fahrwerkskinematik nicht beeinflusst wird.

Neben dem Bauraum des Radträgers müssen für die FE-Rechnung auch alle anderen Fahrwerkskomponenten vernetzt werden. Diese Bauteile sind mittels Tetraeder-Elementen vernetzt. Die Geometrie wird hier exakt abgebildet und Spannungen sowie Verformungen können hinreichend genau abgebildet werden. Neben dem Vorteil der guten Spannungs- und Verformungsergebnisse bietet diese unterschiedliche Vernetzung rechentechnische Vorteile. Die Vernetzung mit Voxal-Elementen erzeugt pro Element 8 Knoten, während ein Tetraeder-Element lediglich 4 Knoten aufweist. Dadurch kann die Gesamtknotenzahl reduziert und die Rechenzeit minimiert werden. Auch ist der optische Wiedererkennungswert bei einer Strukturvernetzung größer. Neben der optimalen Geometrie des Radträgers interessiert auch die Positionierung des Bremssattels. Ziel ist es, eine räumliche Anordnung und auch Anbindung an den Radträger zu finden, die eine möglichst steife und leichte Konstruktion zulässt. An einem einmal aufgebauten Berechnungsmodell lassen sich innerhalb kurzer Zeit verschiedenste Möglichkeiten betrachten. Dies begünstigt kurze Entwicklungszeiten, wie sie in der Formula Student allgegenwärtig sind. Beim Radträger des RTo6 wurden zwei unterschiedliche Bremssattelpositionen sowie jeweils eine axiale und eine radiale Anbindung untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 7 dargestellt.

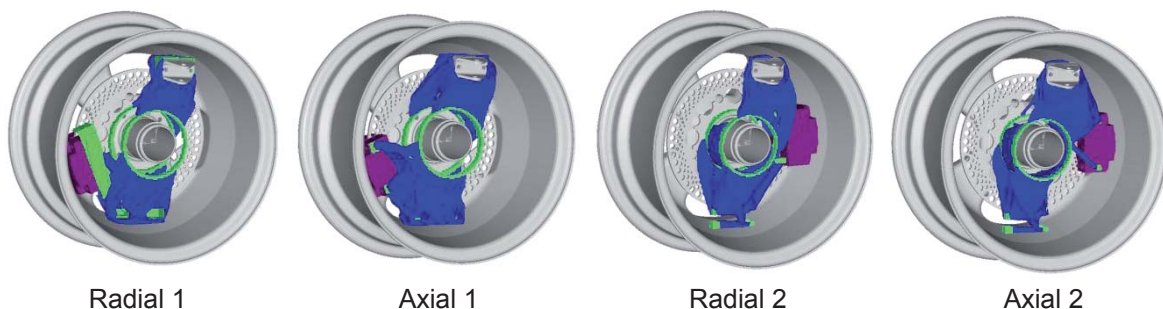


Abb. 7: Untersuchung der Bremssattelposition

Der optische Vergleich der Berechnungsergebnisse lässt bereits erste Aussagen zu. Die Vergleichbarkeit ist hier auf Grund gleicher Berechnungsmodelle und Zielparameter gewährleistet. Die verwendete Zielfunktion minimiert bei allen Modellen die gewichtete Nachgiebigkeit (engl.: *weighted compliance*). Dieser Wert summiert für alle Lastfälle das Produkt aus dem Gewicht des Berechnungsmodells und der Nachgiebigkeit auf. Definiert ist die Compliance als reziprokes Maß für die Steifigkeit einer Struktur [2]. Für die Zielfunktion bedeutet das, dass bei einer Minimierung der *weighted compliance* die Steifigkeit des Berechnungsmodells maximiert wird. Bei zu geringer Steifigkeit in der Fahrwerksbaugruppe wird das Fahrverhalten sonst schwammig. Da dieser Wert im Out-File am Ende der Optimierung durch HyperWorks ausgegeben wird, eignet er sich sehr gut um verschiedene Modelle miteinander zu vergleichen.

Variante	Radial 1	Axial 1	Radial 2	Axial 2
Sum of Weighted Compliance	2,673E+4	1,913E+4	1,529E+4	2,477E+4

Tab. 1: Vergleich der Bremssattelpositionen

Neben der optischen Bewertung von Ergebnissen ist es wünschenswert, Entscheidungen anhand von fundierten Fakten treffen zu können. Der in Tab. 1 aufgeführte Wert, *Sum of Weighted Compliance*, liefert so ein Kriterium. In ihm werden alle gewichteten Nachgiebigkeiten der einzelnen Lastfälle zu einem Wert aufsummiert. Für eine steife und leichte Konstruktion muss diese Summe möglichst klein werden. Die untersuchte Variante „Radial 2“ ist damit die zu bevorzugende. Zu beachten ist, dass dieser Wert keine Aussagen über die Steifigkeit des Radträgers zulässt, sondern die gesamte Baugruppe in allen betrachteten Lastfällen umfasst.

Die Umsetzung der Topologieoptimierung der Variante „Radial 2“ erfolgt nach den bereits genannten Kriterien mittels Voxal- und Strukturvernetzung sowie der Trennung von Design und NonDesign Space. Eine weitere Topologieoptimierung ist sinnvoll, da anhand der bekannten Ergebnisse die Randbedingungen des Modells angepasst werden können. Die Vorgabe eines zulässigen Zielgewichtes ermöglicht so das Einhalten von Vorgaben aus der Konzeptphase. Weiterhin können NonDesign Bereiche angepasst werden und so die Funktion des Radträgers noch besser in der Optimierung berücksichtigt werden.

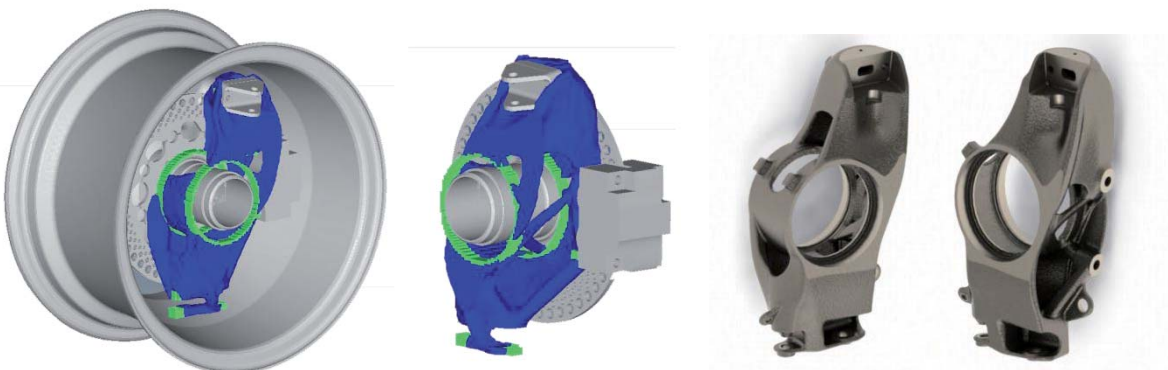


Abb. 8: Topologieergebnis und Konstruktion vorderer Radträger

Das Topologieergebnis in Abb. 8 lässt deutlich die Lastpfade erkennen. Optimiert ist in diesem Fall auf ein Zielgewicht von 500 g bei maximaler Steifigkeit in der Baugruppe. Als Fertigungsrandbedingungen sind das Fertigungsverfahren Magnesiumsandguss berücksichtigt, sowie eine minimale und maximale Wandstärke vorgegeben. Da bereits aus der Konzeptphase die Vorgabe eines Gussradträgers besteht, sind keine Vergleiche zwischen unterschiedlichen Fertigungsverfahren durchgeführt worden. Die konstruktive Umsetzung ist ebenfalls in Abb. 8 zu sehen. Hier wurden die Funktionsflächen umgesetzt und die, in der Optimierung nicht berücksichtigten, Halterungen für beispielsweise Sensoren eingearbeitet. Auch die anschließende Spannungsanalyse (Abb. 9) des Radträgers bestätigt das Ergebnis der Topologieoptimierung. Im Gegensatz zum Optimierungsmodell wird der Radträger bei der Spannungsanalyse auch mittels Tetraeder-Vernetzung diskretisiert. Zur Steigerung der Ergebnisgenauigkeit kommen hier aber Second-Order-Elemente zum Einsatz. Das bedeutet, dass die Elemente mit Mittelknoten erweitert werden und eine quadratische Ansatzfunktion zum Einsatz kommt.

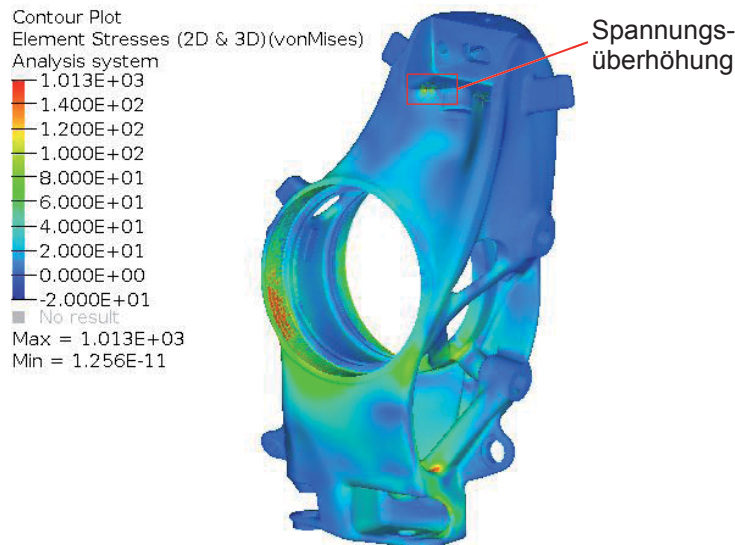


Abb. 9: Analyseergebnisse Magnesiumradträger

Die Auswertung der Spannungsanalyse zeigt, dass es im Bereich der oberen Konsolenanschlüsse auf Grund der Modellierung zu Spannungsüberhöhungen kommt. Diese lassen sich auf den hier betrachteten Lastfall (cornering) zurückführen. Die in der Kurvenfahrt wirkenden Kräfte führen zu einer Drehung des Radträgers um die horizontale Achse im Schwerpunkt. Im oberen Anschlussbereich der Konsolen wird der Radträger gegen diese gedrückt. Auf Grund der festen Lagerung des Modells über das Pull Rod kann sich die Konsole nicht vertikal verschieben. Im realen Einsatz sind diese Spannungsüberhöhungen aufgrund des Feder-Dämpfer-Systems und des sich damit mitbewegenden Fahrwerks nicht zu erwarten.

	Fahrzeuggewicht ohne Fahrer	Gesamte ungefederte Masse	Verhältnis
RT05	200 kg	44,8 kg	0,224
RT06	290 kg	53,6 kg	0,185

Tab. 2: Vergleich ungefederte Massenverhältnis RT05 und RT06

Durch den Einsatz und die Umsetzung der Topologieoptimierung im Fahrwerksbereich kann der Anteil der ungefederten Massen für alle vier Einzelradaufhängungen im Verhältnis zum Vorjahr gesenkt werden (Tab. 2).

3.2 Stirnrad

Im Antriebsstrang ist eine möglichst verlustarme Übertragung der, von den Synchronmotoren, erzeugten Leistung auf die hinteren Radnaben anzustreben. Unter Berücksichtigung eines möglichst geringen Fahrzeuggewichts ist es auch hier sinnvoll, Bauteile mittels Topologieoptimierung zu verbessern. Beim RT06 wird je ein zweistufiges Getriebe für jeden Motor eingesetzt (Abb. 10). Die erste Stufe ist dabei eine Kegelradstufe, die zweite eine Stirnradstufe. Das gesamte Übersetzungsverhältnis beträgt $i=3,1$. Beide Getriebe sind mechanisch getrennt im selben Getriebegehäuse platziert.



Abb. 10: Antriebsstranges des RTo6

Für eine optimale Massenausnutzung und zur Reduktion der Trägheit im Getriebe wurden alle Zahnräder optimiert. Für den Modellaufbau werden die Verzahnung und der Wellensitz des Zahnrades als NonDesign Bereich definiert. Die Vernetzung erfolgt in diesem Fall nur mittels Tetraeder Elementen, da auf Grund der kreisförmigen Trennebenen zwischen Design und NonDesign Space eine Voxal-Vernetzung unpraktisch ist.

Zunächst soll der Einfluss der Fertigungsrandbedingungen untersucht werden. Speziell interessiert der Einfluss einer Auszugs- oder Entformungsrichtung auf die Geometrie des Stirnrades. Dazu wird ein Stirnrad mit dreifacher Symmetrie ohne Auszugsrichtung betrachtet (Abb. 11). Die vorgegebene Symmetrie ist deutlich zu erkennen. Ein Vergleich mit den in Abb. 12 gezeigten Topologieergebnissen, bei denen eine Auszugsrichtung berücksichtigt wurde, lässt deren Einfluss sofort erkennen. Ohne Vorgabe dieser Fertigungsrandbedingungen sind Hinterschnitte zulässig. Die so entstandene Geometrie erfordert einen erhöhten Fertigungsaufwand und somit auch höhere Kosten. Die Vorgabe bei der Entwicklung des Stirnrades ist aber die Fertigungskosten gering zu halten. Somit können die Fertigungsrandbedingungen auch einen direkten Einfluss auf die Bauteilkosten haben.

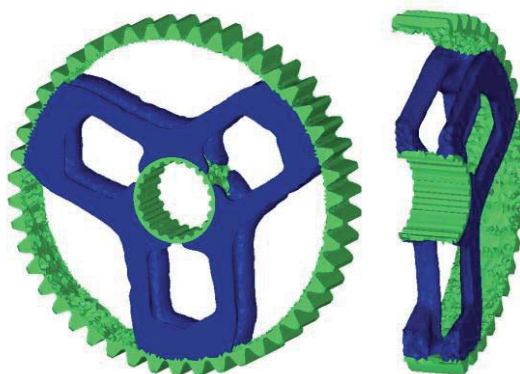


Abb. 11: Stirnrad mit dreifacher Symmetrie und ohne Auszugsrichtung

Neben den Fertigungsrandbedingungen können aber auch Symmetrierandbedingungen die Bauteilkosten senken. Der Einfluss von Rotationssymmetrie wurde am Stirnrad in drei Modellen untersucht. HyperWorks ermöglicht dabei sowohl Rotationssymmetrie als auch die Definition von Symmetrieebenen. Neben den möglichst geringen Fertigungskosten sollte das Materialpotential ausgereizt werden.

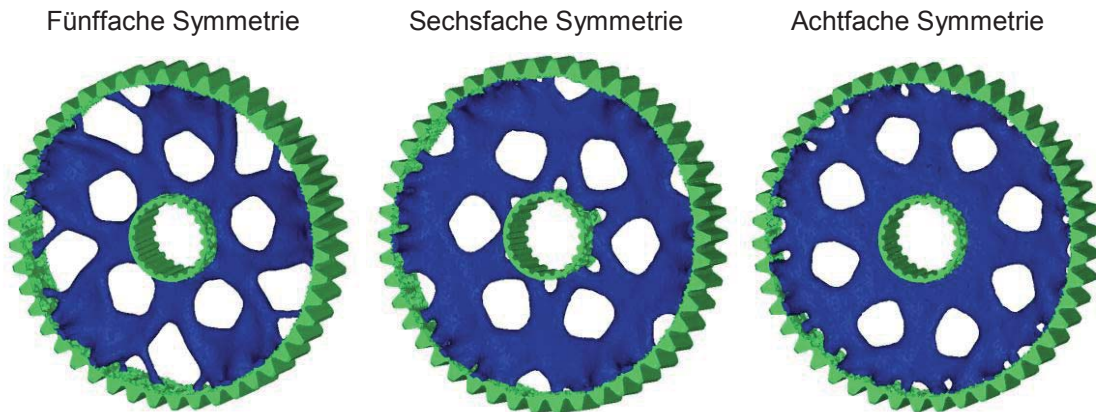


Abb. 12: Vergleich des Einflusses von Symmetrie auf die Bauteilgeometrie

Der Einfluss der Symmetrierandbedingung ist in Abb. 12 deutlich zu erkennen. Die weiteren Randbedingungen bei der Optimierung sind hingegen unverändert zwischen den drei Modellen. Ein Vergleich zeigt, dass der konstruktive und fertigungstechnische Aufwand bei einer achtfachen Symmetrie erheblich geringer ist als in den anderen untersuchten Symmetriefällen. Die Herstellung der Geometrie bei der fünffachen Symmetrie ist so komplex, dass sie an dieser Stelle nicht mehr weiter berücksichtigt werden soll.

Symmetrie	Masse in [g]	Compliance	Maximale Spannung in [MPa]
Sechsfach	768,25	1,218E+3	883,3
Achtfach	666,45	1,654E+3	1026

Tab. 3: Vergleich sechs- und achtfache Symmetrie

Aus Tab. 3 geht hervor, dass bei der Umsetzung der achtfachen Symmetrie eine Gewichtsersparnis von rund 100 g (rund 13 %) möglich ist. Die hier aufgeführte Compliance beschreibt wieder das gesamte Berechnungsmodell. Da dieses aber nur aus dem Stirnrad besteht, ist im Gegensatz zum Radträger hier eine direkte Aussage zur Steifigkeit des Zahnrades möglich. Daraus folgt, dass die Steifigkeit bei achtfacher Symmetrie im Vergleich sinkt. Die steigende maximale Spannung ist aber noch in einem, für ein aus 42CrMo4 gefertigtem Zahnrad, zulässigen Bereich (Abb. 13).

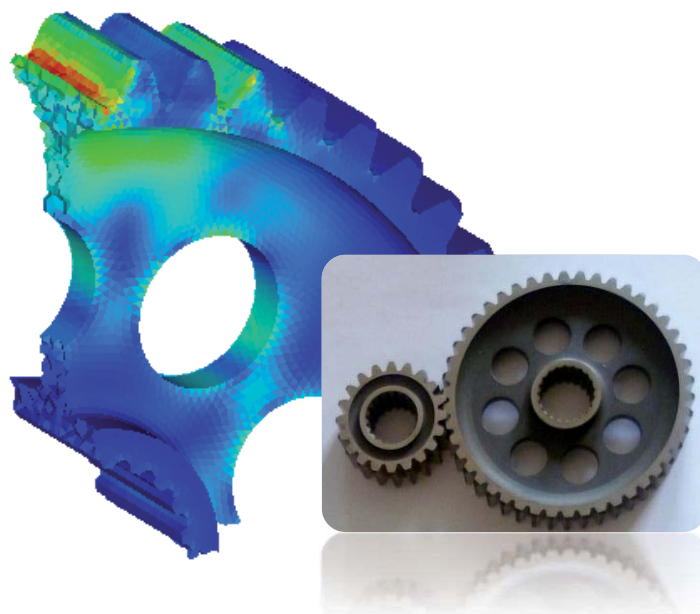
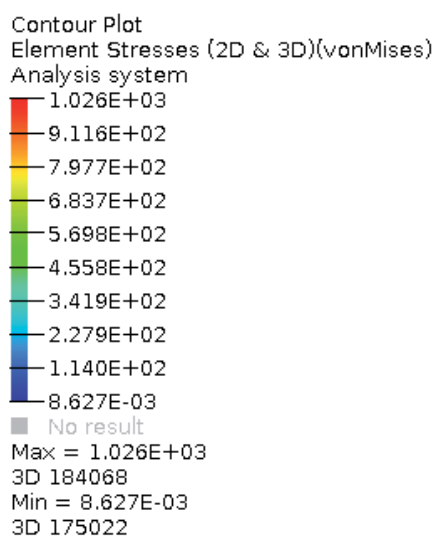


Abb. 13: Spannungsanalyse Stirnrad achtfache Symmetrie und Umsetzung

Die Umsetzung der achtfachen Symmetrie ist in Abb. 13 zu erkennen. Die Untersuchung von Topologiemodellen mit verschiedenen Symmetrierandbedingungen führt in diesem Fall zu leicht fertigbaren, massenreduzierten und trotzdem zuverlässigen Bauteilen. Genau diese Kombination von Bauteileigenschaften ist für den studentischen Rennwagensport von großer Bedeutung.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der Umstieg im Antriebskonzept von Verbrennungs- auf Elektromotoren, stellt die Rennwagenentwicklung beim Racetech Racing Team vor neue Herausforderungen im Bereich des Leichtbaus. Die unumgängliche Massenzunahme im Bereich des Energiespeichers, sollte durch den Einsatz von Topologieoptimierungen möglichst weitgehend kompensiert werden. Anhand von verschiedenen Untersuchungen wurden Berechnungsmodelle aufgestellt, die neue organische Bauteilgeometrien als Vorgabe für die Konstruktion berechneten. Mit Hilfe von Fertigungsrandbedingungen und Bauteilsymmetrien konnten Bauteilanforderungen erfüllt werden. Auch konnte durch Vergleichsrechnungen die Positionierung verschiedener Bauteile erleichtert werden.

Damit hat der Einsatz von HyperWorks den Konstruktionsprozess des RTo6 signifikant beeinflusst und vorange-
trieben. Aufbauend auf den gewonnen Erkenntnissen ist es möglich, die Topologieoptimierungen in der nächsten Saison zum Beispiel um Size und Shape-Optimierungen zu erweitern.

5 Danksagung

Der Einsatz eines modernen CAE-Softwarepaketes zur Entwicklung eines Rennwagens durch ein studentisches Team ist nur möglich dank der Unterstützung der Firma Altair Engineering, die durch die Bereitstellung der Software und die Unterstützung bei der Anwendung die Umsetzung eines solchen Projektes, den Bau eines Rennwagens innerhalb von 9 Monaten, ermöglicht.

6 Literatur

- [1.] Schumacher, A. *Optimierung mechanischer Strukturen*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2005.
- [2.] Altair Engineering. *OptiStruct Optimization - Analysis, Concept and Optimization*. Michigan, USA : Altair Engineering, 2011.
- [3.] Schramm, D., Hiller, M. und Bardini, R. *Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen*. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2010.
- [4.] Tresniowski, M. *Rennwagentechnik*. Wiesbaden : Vieweg+Teubner Verlag, 2010.

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 (3/2012)

☐ 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
T H E I N T E R N A T I O N A L
A S S O C I A T I O N F O R
T H E E N G I N E E R I N G
A N A L Y S I S C O M M U N I T Y



www.nafems.org