

NAFEMS

Großer Online-Stellenmarkt:
www.CAE-Stellenmarkt.de
 Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure
 Kostenlos Stellenanzeigen schalten!

Online-Magazin

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

Großes Gewinnspiel:

Gewinnen Sie einen Apple iPod Touch, 4G, 32 GB, schwarz

Machen Sie mit!

Mehr auf Seite 32



Fachbeiträge in dieser Ausgabe

Akustik:
 Simulation hochfrequenter transienter Körperschallausbreitung mit Hilfe der Ray Tracing Methode
 M. Kohlhuber, M. Luegmair (P+Z Engineering GmbH)

Getriebesimulation:
 Verbessertes Simulationsmodell für Zahnriemengetriebe
 H. Bankwitz, J. Sumpff, K. Nendel (TU Chemnitz)

Optimierung:
 Bewertung von Parameterstreuung beim Umformfügen
 M. Israel (Fraunhofer IWU)

sowie Neuigkeiten, Veranstaltungskalender, Schulungen, ...

Alle bisherigen Ausgaben kostenlos zum Download unter:

www.nafems.org/magazin

Trainingskurse – Quick-Info

FEM-Einführung	10. - 12. Juni, Salzburg
CFD-Einführung	10. - 12. Juni, Salzburg
e-Learning-Kurse	www.nafems.org/e-learning

Nur noch 4 Wochen - der Countdown läuft:



nwc 2013
 NAFEMSWORLDCONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

Incorporating the 1st

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
 Simulation Process & Data Management

Über 250 internationale CAE-Fachvorträge

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

Hochkarätige Keynote-Speaker

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

Wissensaustausch, Entwicklungen, Trends

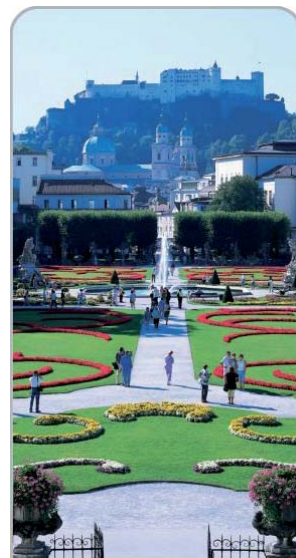
Diskussionen, Networking, Short Courses, FEM/CFD-Schulungen

Hard- und Softwareausstellung

Umfangreiche Ausstellung von etwa 40 Hard-/Softwareanbietern

Jetzt anmelden:

www.nafems.org/congress



Sponsoren dieser Ausgabe:



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

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

froh und dankbar, aber auch ein wenig stolz, nehme ich zur Kenntnis, dass Sie wieder in das NAFEMS onlineMagazin hineinschauen – gibt es uns, dem Redaktionsteam, doch eine gewisse Sicherheit, dass wir mit unserer Konzeption auf dem richtigen Weg sind. Auch in Zukunft werden wir einen bunten Strauß aus aktuellen Informationen, einem interessanten Stellenmarkt und einem Kern aus wissenschaftlich fundierten Fachbeiträgen für Sie binden.

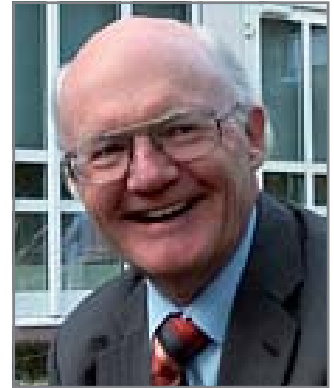
Ankündigungen und Einladungen zu Seminaren, Tagungen, Kolloquien und Konferenzen mit Themen aus dem Bereich numerische Simulation flattern uns fast täglich ins Haus. Häufig handelt es sich dabei um Veranstaltungen eines einzelnen Software-Anbieters oder um eine Eingrenzung auf einen bestimmten Themenkreis oder eine Region. Der in zweijährigem Turnus stattfindende NAFEMS World Congress dagegen bietet eine neutrale, weltweite Plattform, auf der die Teilnehmer aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen miteinander diskutieren und voneinander lernen können. In diesem Jahr wird er zudem ergänzt durch SPDM, eine parallel veranstaltete Konferenz zu Themen der Simulation im Daten- und Prozessmanagement. Es lohnt sich also doppelt, am NAFEMS World Congress in Salzburg teilzunehmen.

Das onlineMagazin kann und will die aktive Teilnahme an solchen Veranstaltungen nicht ersetzen; es kann jedoch Hinweise geben auf deren Ausrichtung und Niveau. Kennzeichnend sind dafür besonders die Fachbeiträge. Das vorliegende Heft enthält drei solcher Beiträge. Aus dem Seminar 'Schallentstehung und -ausbreitung in Festkörpern und Fluiden', das im November letzten Jahres in Wiesbaden stattfand, stammt ein Beitrag, in dem über die Transient Ray Tracing Methode berichtet wird, ein Verfahren, das zum Beispiel für die Simulation eines Fahrzeugcrashes von Bedeutung ist. Die beiden anderen Beiträge wurden direkt eingesandt. Es handelt sich zum einen um ein verbessertes Modell für Zahnriemengetriebe, das die Biegesteifigkeit des Zahnriemens berücksichtigt und damit besonders in der Nähe des Nennmoments das reale Verhalten besser simuliert. Zum anderen werden am Beispiel des Clinch-Prozesses Einsatzpotentiale und Grenzen FE-basierter Sensitivitätsanalysen und Optimierungsaufgaben für die Kaltfügetechnik erläutert.

Bereits aus dieser Zusammenstellung wird deutlich, wie weit gefächert das Anwendungsspektrum der numerischen Simulation sein kann. Ich wünsche mir, dass bei der getroffenen Auswahl auch für Sie etwas Anregendes und Lehrreiches dabei ist.

Mit freundlichen Grüßen

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



*Prof. Dr.-Ing.
Klaus Rohwer*

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



www.altair.com



www.comsol.de



www.simulia.com/de



www.esi-group.com



www.intes.de



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

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

Die derzeitigen NAFEMS Working Groups sind:

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

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

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

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

Mitglied bei NAFEMS?

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

NAFEMS Mitglieder erhalten unter anderem:

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

Werden auch Sie Mitglied !

www.nafems.org/involved



Impressum

Editor-in-Chief

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

Redaktioneller Beirat

Gerhard Müller
cae concept
Dr. Alfred Svobodnik
Konzept-X
Prof. Dr. Manfred Zehn
TU Berlin / Femcos mbH

Redaktion

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

Gestaltung / Layout / Anzeigen

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

Bezugspreis / Aboservice

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

Anzeigenpreise

Preisliste vom 29.01.2013

Verteilung / Bezug

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

Copyright © 2013, Werbos GbR.

Nachdruck – auch auszugsweise -, 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..... 4

Inhalt / Impressum 5

NAFEMS Mitgliedschaft im Detail 6

NAFEMS Training

 Schulungstermine 7

 e-Learning Kurstermine..... 7

 Werden Sie NAFEMS Trainer 7

 Trainingskurs: Einführung in die praktische Anwendung der FEM..... 8

 Trainingskurs: Introduction to CFD Analysis: Theory & Applications..... 9

 Inhouse-Kurse: Kommunikation für Ingenieure..... 10

NAFEMS World Congress / Int. SPDM Conference

 Einladung mit vorläufiger Agenda 11 - 29

Literatur

 Introducing e-library / Bestellvorgang..... 30

 Werden Sie NAFEMS Buchautor: Therma / Fatigue..... 31

Who knows? Gewinnspiel: Gewinnen Sie einen Ipod Touch 4G 32

Das Jobportal für Ingenieure: www.CAE-Stellenmarkt.de 33 - 35

Neuigkeiten 36 - 51

Veranstaltungskalender 52 - 53

Fachbeiträge

Akustik

**Simulation hochfrequenter transienter Körperschallaus-
breitung mit Hilfe der Ray Tracing Methode** 54 - 64
M. Kohlhuber, M. Luegmair (P+Z Engineering GmbH)

Getriebesimulation

Verbessertes Simulationsmodell für Zahnriemengetriebe 65 - 77
H. Bankwitz, J. Sumpf, K. Nendel (TU Chemnitz)

Optimierung

Bewertung von Parameterstreuung beim Umformfügen..... 78 - 88
M. Israel ((Fraunhofer IWU)

Rückmeldeformular 89

Werbeanzeigen

 Comsol Multiphysics 38

 esocaet..... 41

 MSC Software 37

 CAE-Stellenmarkt.de..... 47

 sags einfach 10

 NAFEMS 43, 49, 51



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.

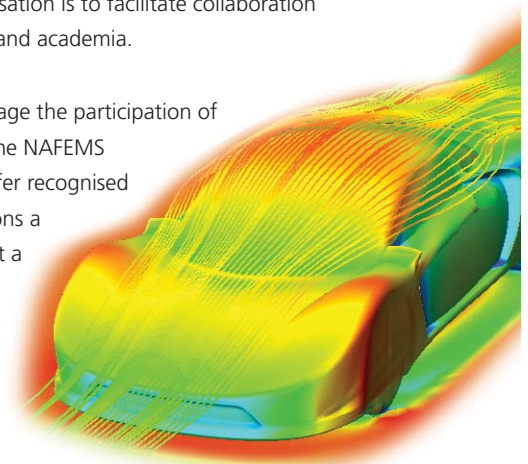
Small Company Membership is tailored to the specific needs of small to medium sized enterprises, and can also be appropriate in areas without a NAFEMS Regional Group.

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

Schulungstermine

Einführung in die praktische Anwendung der FEM Salzburg, A Inhalte und Infos auf Seite 8 www.nafems.org/events/nafems/2013/dach-fea3-2	10. - 12. Juni 2013
Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications Salzburg, A Inhalte und Infos auf Seite 9 www.nafems.org/events/nafems/2013/cfd-11_12-2013	10. - 12. Juni 2013
Zahlreiche Short-Courses während des NAFEMS World Congresses www.nafems.org/congress/agenda/training/	09. - 12. Juni 2013

e-Learning Kurstermine

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

Fatigue & Fracture Mechanics	18. Juni (4 Wo.)
Practical Introduction to CFD	26. Juni (4 Wo.)
Basic & Advanced Dynamic FE Analysis	31. Juli (8 Wo.)
Basic Dynamic FE Analysis	31. Juli (5 Wo.)
Advanced Dynamic FE Analysis	18. Sept. (3 Wo.)
Non-Linear Analysis	siehe Web
Structural Optimization	siehe Web
Basic FE Analysis (Basis für „Einführung in FEM“)	siehe Web
Practical Modelling of Joints and Connections	siehe Web
Elements of Turbulence Modeling	siehe Web
Composite FE Analysis	siehe Web
Essentials of Fluid Mechanics for CFD	siehe Web
www.nafems.org/e-learning	

Werden Sie NAFEMS Trainer

NAFEMS Course Tutors Required

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

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

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

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

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

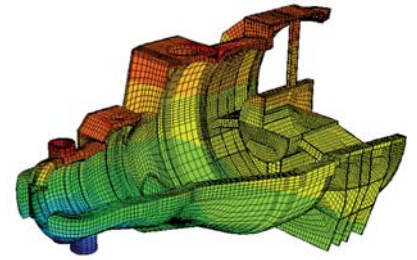
Bei Interesse senden Sie bitte eine e-mail an info@nafems.de

www.nafems.org/tutors

3-tägiger NAFEMS Trainingskurs FEM

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

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



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

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

Inhalte

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

Referent



Dr.-Ing. Wolfgang Senger

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

Kursprache

Deutsch

Inhouse-Kurs

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

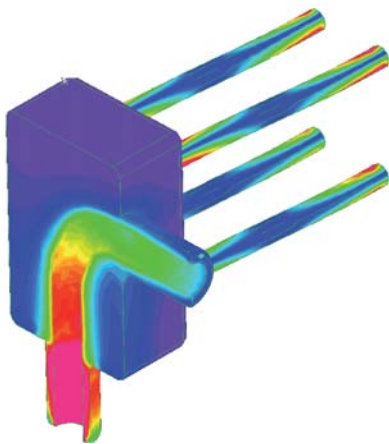
www.nafems.org/events/

3-tägiger NAFEMS Trainingskurs CFD

Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

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

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



Inhalte

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

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

Kurssprache

Englisch / Deutsch, falls nur deutschsprachige Teilnehmer.

Inhouse-Kurs

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

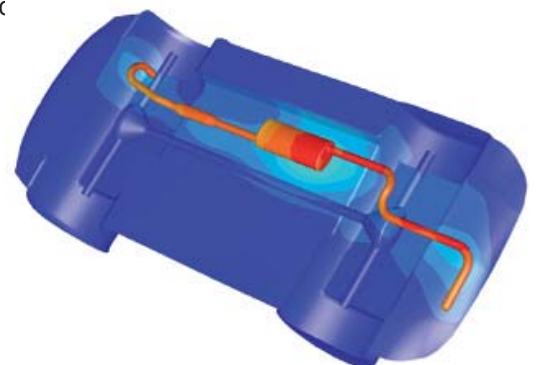
www.nafems.org/events/

Referent



Prof. Dr.-Ing. Gangolf Kohnen

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



Inhouse Training

Kommunikation für Ingenieure

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



Georg Schöpf

*Mein Know-how – Ihr Vorteil
Als Trainer mit technischem Hintergrund, einer fundierten methodisch didaktischen Ausbildung und über 15 Jahre Praxiserfahrung in verschiedenen Industriebereichen vermittele ich Kommunikationskompetenz in der Sprache des Technikers.*

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

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

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

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

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

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

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



NWCE 2013

NAFEMS WORLD CONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the first

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

Preliminary Agenda & Invitation
www.nafems.org/congress



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



NWC 2013

NAFEMSWORLDCONGRESS

9-12 JUNE | SALZBURG | AUSTRIA

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

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

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

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

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

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

Location

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

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

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

Keynote Speakers

Frank Popielas Dana Corporation, USA

Steven Sirman TATA Steel Automotive, UK

Jérôme Buffe Thales Alenia Space, France

Koichi Ohtom Toshiba, Japan

Ralph Sundermeier Volkswagen, Germany

Harald Hasselblad Volvo, Sweden

Grant Steven University of Sydney, Australia



A Conference Like No Other

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

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

The International SPDM Conference

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

Two Conferences – One Package

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



**Secure Your
Place Today
by Registering at**

www.nafems.org/congress



Sunday 9th June

Monday 10th June

09:30 Short Training Courses

Structural Optimization in FE Analysis

Composites FE Analysis

Fatigue & Fracture Mechanics in FE Analysis

Dynamic FE Analysis

Introduction to SPDM

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

11:00 Exhibition set-up

15:00 Author & delegate registration

19:00 Exhibition Opening and Welcome Concert

08:30 Congress Opening

Keynote Speaker: Ralph Sundermaier, Volkswagen, Germany

Keynote Speaker: Frank Popielas - Dana Corporation, USA

session 1

10:55 - 12:45

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

SPDM Automotive

session 2

13:40 - 15:05

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

SPDM Industry & Collaboration

Training Course - Non-linear FE Analysis

session 3

15:45 - 17:40

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

SPDM Vendor

Training Course - Practical CFD

18:20 NAFEMS TLG meeting

19:30 Optional Dinner

Tuesday 11th June

Wednesday 12th June

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

Keynote Speaker: Koichi Ohtomi - Toshiba, Japan

Introduction to NAFEMS Professional Simulation Engineer Certification

session 4

10:55 - 12:40

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

SPDM Aerospace

session 5

13:40 - 15:05

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

SPDM Automotive

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

Keynote Speaker: Harald Hasselblad - Volvo, Sweden

Keynote Speaker: Grant Steven - University of Sydney, Australia

session 8

10:55 - 12:40

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

SPDM 8

session 6

15:45 - 17:10

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

SPDM Solutions

session 7

17:40 - 18:45

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

SPDM Solutions

session 9

13:40 - 14:00

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

SPDM - Research

Training Course - FEA for Managers

congress at a glance

spdm

INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

...at a glance

Monday 10th June

SPDM - Automotive

SPDM - Industry & Collaboration

SPDM - Vendor

Tuesday 11th June

SPDM - Aerospace

SPDM - Automotive

SPDM - Solutions

SPDM - Solutions

Wednesday 12th June

SPDM - Open Discussion

SPDM - Research

Registration Opens & Exhibition Set up

Short Training Courses

08:30

09:30 -
11:00

Structural Optimization in FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

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

11:30 -
13:00

Composite FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

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

14:00 -
15:30

Fatigue & Fracture Mechanics in FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

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

16:00 -
17:30

Dynamic FE Analysis

T. Abbey (NAFEMS)

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

16:00 -
17:30

Introduction to SPDM

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

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

17:30 -
19:00

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

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

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

19:00

Exhibition Opening and Welcome Concert

Short Training Courses

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

Attendees must book their place on these courses in advance by registering at

www.nafems.org/congress

Day 1 Monday 10th June

Morning Sessions 08:30 - 12:40

Congress Opening

Keynote Speaker: Ralph Sundermaier, Volkswagen, Germany

Keynote Speaker: Frank Popielas - Dana Corporation, USA

08:30

09:00

09:30

10:00

10:55

12:40

BREAK

LUNCH

1A CFD 1 - Multiphase

Mixing Process by Gas Bubbling: An Example of Model Validation for Industrial Engineering *

H. Rouch, O. Geoffroy (Inopio, FRA)

Prediction of the Windscreen Defrost Performance using CFD Techniques

K. Sandhu (Jaguar Landrover, GBR)

Advances in Industrial Multiphase Flow Simulations

F. Muggli, M. Haack, R. Waeger (Sulzer Pumps, SUI)

Study of the Urea Decomposition in an Exhaust System

J. Braun, T. Wolf, L. Mare-Hieber, (Eberspächer Exhaust Technology, GER)

Digital Prototyping Methodology for Cyclonic Multiphase Flow Separation

A. Kulkarni, M. Kulkarni, P. More (Eaton Technologies, IND); S. Showalter (Eaton Corporation, USA)

1B Composites 1

Development, Implementation and Demonstration of a Composite Tool Chain for Concurrent Engineering

T. Wille, R. Hein, M. Horn, A. Knaile, M. Opitz (German Aerospace Center DLR, GER); N. Mayer, J. Proewe (GDS Innovation Works, GER); M. Calomfirescu (Cassidian, GER); J. Balvers (Eurocopter, GER); H. Aprmann (Premium Aerolec, GER)

Consistent Virtual CFRP Process Chain using a Modular CAE Interface

M. Dix, S. Bickerton (BMW Group, GER); M. Tryfonidis (BETA CAE Systems, GRE); R. Hintenbühl (Technical University of Munich, GER)

Analysis of Process Induced Shape Distortions and Stresses on an Integral Composite Flap

C. Brauner, A.S. Hermann (Faserinstitut Bremen, GER); S. Bauer (Airbus, GER)

Virtual Process Chain for an Integrated Assessment of High-Performance Composite Structures

L. Käger, F. Henning, D. Magagnoli (Karlsruhe Institute of Technology, GER); A. Schön, P. Böhrer, (University of Stuttgart, GER); F. Fritz (German Institute of Textile Technology and Process Engineering Denkendorf, GER)

Finite Element Analysis of the Thermoforming Process of Thermoplastic Composite Parts *

F. Pascon, M. Bruyneel (IMS Samtech, BEL); C. Brauner, M. Schulz, H. Haselbruch (University of Bremen, GER); H. Krieger, T. Gries (University of Aachen, GER); K. Jata (Ismans, FRA)

1C Multiphysics 1

Swelling of Deformed Polymers, A Case of Multiphysics

M. Achenbach, R. Boschet, P. Klein (Parker Hannifin Manufacturing, GER)

Simplified Numerical Analysis of Fuel Cell Stacks Using Image Processing Technique

J. Kim, C. Yim (Hyundai Motor Group, KOR)

3D Multiphysics Finite Element Model of a Highly Nonlinear Glass Forming Process

C. Janya-anurak, H. Birkhofer, T. Bernard (Fraunhofer IOSB, GER); Q. Ma (Heraeus Tenevo, USA)

Modeling and Simulation of an Acrylic Acid Production Process

M. Laffi, M. Lei, F. Lesage (University of Lorraine, FRA); S. Trefjak (Arkema CRDE Carling, FRA)

Wading Simulation – Challenges and Solutions

P. Knappe, U. Ganeshwade (Jaguar Landrover, GBR)

1D Optimization 1 - Topology

CAE-Driven Design of an Aluminum Bus Body

W. Na, J. Park, J. Moon, S. Lee (Hyundai Motor Group, KOR)

Fatigue Based Topology Optimization of Large and Flexible Multibody Dynamic Systems

W. Witteveen (University of Applied Sciences Upper Austria, AUT); K. Puchner (Magna Powertrain, AUT); K. Smet (Linz Center of Mechatronics, AUT)

Topology Optimization By Coupling a Commercial FE Software and an External Mathematical Optimizer *

C. Ballauf (Siemens, GER); L. Konzisk (Siemens PLM Software, USA)

Design for Energy Efficiency: Structural Optimization Process for Mechanical Parts in Dynamic Systems

C. Sander, M. Kellner, A. Albers (Karlsruhe Institute of Technology, GER)

Development of a Numerical Design Tool for Topological Optimization of High Pressure Compressor Rotors with Circumferential Blade Root Configuration *

K. Elangovan, S. Shankar, S. Steenivas (Cambridge Institute Technology, IND)

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



BREAK

IE Fatigue 1

Accurate and Efficient Methods for Multiaxial Fatigue Analysis

C. Goler, K. Holwimmer, H. Dambauer (Magna Powertrain, AUT)

Cyclic Stress-Strain Behaviour of AE44 Cast Magnesium Alloy and its Impact on Durability CAE Processes

Z. Lu, P.A. Blackmore (Jaguar Landrover, GBR)

A New Frequency Request Method on Vibration Fatigue Analysis

J. Koo (Hyundai Mobis, KOR)

Fatigue Analysis of Polymer Components with Short Fiber Reinforcement

S. Vervoort (Hoffinger Baldwin Messtechnik, GER)

Prediction of Potential Durability Concern on the Truck Chassis **

M. Som Paul (Ashok Leyland Technical Centre, IND)

IF Automation

Best Demonstrated CAE Praxis Builds up by Tool Scripting *

W. Moretti (Schindler Elevator, SUJ)

Development of a Multidisciplinary Process Chain for the Preliminary Design of Aircraft Structures

D. Schwinn, D. Kohgrueber, K. Harbig, J. Scherer (German Aerospace Centre, GER)

Design Studies and Optimization of Functional Surfaces utilizing Open Source CFD

J. Palluch, S. Weickgenannt, M. Saroch (Friendship Systems, GER), B. Leroy, A. Zimmer (COON, GBR)

Automatic Generation of FE Input Cards for Fastener Modeling

C. Oberitscheider, F. Westermann, M. Fleischmann, J. Noisternig (FAOC, AUT)

Automation of Day-To-Day Analysis – By using Manual Python Scripting *

R. Paßmann, M. Herrmann, M. Holzner (SynOpt, GER)

IG Emerging Issues 1 - HPC

Computing Challenges for Today's Engineering Analysis - Is Cloud the Answer?

A. Mosquera, Y. Khandnia, D. Hung (Applied Computing & Engineering, GBR); G. Georgiou (University of Liverpool, GBR)

The UberCloud HPC Experiment: Helping Bridge the Gap between Potential and Realized Benefits of High-Performance Cloud Computing for Engineering Simulation

D. Nagy (BeyondCAE, USA); W. Gentzsch (Consultant, GER); B. Yenier (CashEdge, USA)

Towards A Seamless Access to HPC Resources for Users and Applications

B. Depardon (SysFera, FRA); S. Kortas (EDF Smeatics, FRA)

HPC in Structural Mechanics: Accommodating both Research and End-User Interest Inside an All-Purpose Software

T. De Soza, N. Sellenet (EDF, FRA)

High Performance Computing for Machining Simulations

S. Usui, X. Men, S. Joyanti, L. Teo, T.D. Manusch (Third Wave Systems, USA)

SPDM 1 - Automotive

SPDM 2.0 Evolution of Solutions and Potential Business Value

M. Naris (Insys, GBR)

Simulation and Testing Data Management at Faurecia Automotive Seating *

C. Lemaitre, M. Debroy (Faurecia Automotive Seating, FRA)

Introduction of Simulation Data Management in a Global Automotive Company *

T. Pohl, U. Wamecke (Adam Opel, GER); Z. Petrovic (Siemens Industry Software, GER)

Continuous Integration of Simulation Data Management **

M. Heilain (BMW Group, GER)

Sources of Value in Simulation Data and Process Management

N. Kandragunta, S. R. Shankar (Siemens PLM Software, USA)

LUNCH

Day 1 Monday 10th June

13:40

2A CFD 2 - Design Process

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

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

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

15:05

15:45

3A Fluid-Structure Interaction 1

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

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

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

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

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

2B Materials 1 - Polymers

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

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

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

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

BREAK

3B Materials 2

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

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

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

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

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

2C Multiphysics 2

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

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

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

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

3C CAD/CAE Integration 1

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

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

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

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

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

2D Stochastics 1

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

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

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

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

3D Stochastics 2

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

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

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

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

17:40

END OF DAY 1

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

Afternoon Sessions 13:40 - 17:40

2E Dynamics & Testing

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

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

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

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

3E Contact

Highly Accurate Elastic Contact in Moving Structures
M. Klein, R. Hellfrich (Innes, GER), A. Traub (Volkswagen, GER)

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

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

Simulation of Hyperelastic Sealings

C. Gebhardt, N. Nagl (Cadtem, GER)

2F V+V 1

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

An Adaptation of Quality Function Deployment for Planning Structural Analysis in Product Design Environment
S. Mobasser (University of Brunel, GBR); S. Sivathogathan, T. Shahnin (United Arab Emirates University, UAE);

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

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

3F MBS 1

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

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

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

Optimization of a Coal Wagon Tippler Design using Multibody Dynamics Simulations and Optimization Routines*

S. Kumar, G. Muggal, A. Chaudhuri (TimeTooth Technologies, IND), S. Dasgupta, A. Banerjee (TPE, IND)

Design and Analysis of Lightweight Transmission Mechanism for Sub-10 Gram Ornithopters

T. Rangaswamy, K. Karisiddappa, M. Suseendar (Government Engineering College, IND)

Design and Analysis of Torque Driven Planar Five Bar Closed Chain Mechanism for Ensuing Applications in Flapping Wing Micro Air Vehicles (MAV) *

S. Chitra, P. Mallar, J. Anupama (E. Perumal College of Engineering, IND); M. Suseendar (Government College of Engineering, IND)

2G HPC 1

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

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

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

Product Innovation using HPC Cloud

R. Kuntju, V. Parameshwaran (Altair Engineering, USA)

3G HPC 2

Discussion Session: HPC Birds of a Feather

moderated by
L. Margels
(University of Manchester, GBR),
NAFEMS HPC Working Group

SPDM 2 - Industry & Collaboration

Multifunction CFD Model Creation: A Step Towards Simulation Data Management (SDM)

D. Wellman (Jaguar Landrover, GBR)

Collaboration Strategy for Multidisciplinary Process in R&D Environment

D. Pinna (Ansaldo Energia, ITA), M. Proprazi (Siemens, ITA)

Managing Simulation Data to Assess Dams' Safety at Centre d'Expertise Hydraulique du Québec (CEHQ) *

L. Desjardins, C. Simier (Le Groupe SimulTech, CAN); E. Auzelles (Centre d'Expertise Hydraulique du Québec, CAN); T. Lehnhäuser (ANSTYS Germany, GER)

Standardization of CAE Data Management - Collaborative CAD/CAE Integration with CAE Services *

J. Boy (Prostep, GER), M. Krastel (sem engineering methods, GER)

SPDM 3 - Vendor

Using Simulation Process & Data Management to Massively Scale Simulation via Cloud Computing

L. Kilroy, D. Hagstrom (MSC Software, USA)

Managing CAE Data for Effective Decision Making in Product Development Process

J. Seybold, R. Sivastava (Altair Engineering, GER)

A Framework for Simulation Process Management and Data Mining *

C. Schönie (GNS, GER), R. Iza-Teran, J. Garcke (Fraunhofer SCAI, GER)

Executing Optimization Processes in the Extended Enterprise

H. Wenzel (Dassault Systèmes, GER), R. Parache (Rolls-Royce, GER)

spdm

Training Courses

Non-linear FE Analysis

by T. Abbey (NAFEMS)

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

Practical CFD

by K. Foujdat (InhoMec, USA)

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

Day 2 Tuesday 11th June

Morning/Afternoon Sessions 08:30 - 15:05

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

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

* subject to requested modifications

BREAK

4F V+V 2 - Dynamics

When Is Enough, Enough? - An Investigation of The Finite Element Simulation of a Simple Tensile Test *
A.S. Duvall (AMEC, GBR)

Development of System Identification Technique for the Control of Structurally Flexible SMT Machines
S. Lee, S. Nam, Y. Han, S. Yoon (Samsung Technwin, KOR)

Nonlinear Dynamic of a TLP for Wind Turbines - Verification of Calculated Results
F. Adam, C. Steinke, F. Dahlhaus (TU Bergakademie Freiberg, GER); J. Grobmann (Gicon, GER)

Experimental Modal Analysis and Damage Assessment of Skewed Railway Plate Grider Bridge
J.W. Kim (University of Semyung, KOR); J. Yang (University of Inha, KOR); M. Lee (University of Chung-Ang, KOR)

Calibration of Field Data and Simulation as an Optimization Task with Signals
T. Mosir, R. Niemeier, R. Schlegel, J. Will (Dynamod, GER)

5F V+V 3 - CFD

Validation of Experimental Results of a Realistic Natural Laminar Swept Wing through Advanced Stability Methods
D. de Rosa, R. Donelli (GIRA, ITA); D. Romano (Piaggio Aero Industries, ITA)

Computational Fluid Dynamics Validation Utilizing a Tracer Gas Study Related to a Mine Mill Area Toxic Gas Release for Emergency Response Planning
D. Hall, C. Stodds, A. Korchevskiy, J. Rasmussen, R. Strode (Chemistry & Industrial Hygiene, USA)

Calibration of CFD Simulations with 202D Particle Image Velocimetry on a Single Vane Rotary Vacuum Pump
M. Janowiak, A. Gh-Gabrie (Volkswagen, GER); G. Bramer (University of Technology/Cranfield, GER); F. Klinge (University of Applied Sciences Ostfalia, GER)

Validation Methodology for Modern CAD-Embedded CFD Code: From Fundamental Tests to Industrial Benchmarks
A.V. Ivanov, T.V. Trebunskikh, V.V. Platonovich (Memor Graphics, RUS)

4E Fatigue 2

Damage Analysis of Casting Materials Under Creep-Fatigue Load Conditions
F. Längler (BorgWarner Turbo Systems Engineering, GER); T. Mao, A. Scholz (Technical University of Darmstadt, GER)

Durability of Muffler with Dynamic and Heat Loading
S. Yoo, J. Park (Hyundai Motor Group, KOR)

Fatigue Life Design of Wind Turbine Components for Total Life
G. Willmerding, J. Höckh (Steinbeis Transferzentrum, GER); W. Althier (Awolec, AUT)

Mould Stress and Fatigue Analysis with Injection Moulding Simulation
X. Jin, H. Zhong, J. Wang (Autodesk, USA)

Experimental Fatigue Life Evaluation of an Annular Combustor Casing of a Gas Turbine Engine and Correlation of Test Data with Numerical Analysis
N. Sarangi, P. Ramesh, U. Chandrasekhar (Gas Turbine Research Establishment, IND)

5E Fatigue 3 - Crack Growth

Modelling for Measurement of Corrosion and Cracking
L. Wright, L. Crocker (National Physical Laboratory, GBR)

Development of a Solution Mapping Technique and Comparison with a Traditional Approach to Cracked Body Analysis
D. Duggan (Rolls-Royce, GBR)

Simulation of Complex 3D Non-Planar Crack Propagation using Robust Adaptive Re-Meshing and Radial Basis Functions
C. Timbrell, A. Maligno (ZentechInternational Limited, GBR); D. Stevens (GLOS International, GBR)

The Influence of a Circumferential Crack upon the Dynamic Behaviour of a Rotating Shaft using FEA *
P. Shrivastava, S. Kuo, A. Verma (Chhatrapati Shivaji Institute of Technology, IND)

4G Methods

The Analysis of the Turbo-Propeller Aviation Engines Blades by Finite Element Method *
V.P. Agapov (Moscow State University of Civil Engineering, RUS)

Computer Aided Process Engineering in Ironmaking *
A. Smith, J. Riggs (Siemens Metals Technologies, GBR)

Addressing Integration Challenges in the Design of Complex Aerospace Systems
S.L. Briceno, D.N. Morris, O.J. Piron, B. Laughlin (Aerospace Systems Design Laboratory, USA)

Detailed Auto-Refinement of the Mesh of Structural Models for Small Deformation Analysis *
E. Kasirnakis (BETA CAE Systems, GRE)

Combining Mesh Refinement and XFEM for Fracture Mechanics Simulations: Contradiction or Strength?
C. Henard, M. Bynnee, J.P. Delemme (LMS Sambre, BEL)

5G HPC 3

GPU Acceleration Benefits for Applied CAE
S. Posey (Nvidia, USA)

Real-Time Flow Computations using an Image Based Depth Sensor and GPU Acceleration
M. Lawson, G. Leaver, A. Revell (University of Manchester, GBR)

Better Performance for Simulations through use of High Speed RAM vs. Flash Memory *
B. Gollig, M. Schulman, S. Fulhelm (ScaleMP, USA)

Tool-Supported Integration of Hardware Acceleration in Automotive CFD-Simulations
F. Ries, M. Ditz, A. Pflaier, E. Singer, V. Föbber (VMT, GER); S. Dreßler (Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin, GER); T. Söldenram (Fraunhofer SCA, GER)

SPDM 4 - Aerospace

Engineering Value of Simulation Process and Data Management Applied to Aero-Engine Design
G. Harlin (Rolls-Royce, GBR)

Collaborative Engineering by Multi-Partner Distributed Simulation for Powerplant Thermal Integration
Y. Sommerer, Q.H. Nguyen (Airbus Operations, FRA); G. Dubourg (Siemens PLM Software, FRA)

Illustration Of Comprehensive Behavioural Digital Aircraft Enablement through Use Cases
O. Tabaste (MSC Software, FRA); P. Arbez, S. Grillon, T. Loudon, M. Thomas (Airbus, FRA)

High Lift System Virtual Testing
T. Ulmer, A. Joynt, P. Neuhaus (Airbus Operations, GER)

Turbofan Simulation Environment for Engine-Aircraft Coupling **
V. Makarov, S. Andreev, E. Pashkevich, J. Fedorchenko (Central Institute of Aviation Motors, RUS)

SPDM 5 - Automotive

Three Years of SDM Deployment at PSA Peugeot Citroen *
S. Castellani (PSA Peugeot Citroen, FRA)

Integrated, Modular Management of CAE Information with the Ford Motor Company CAE PLM Solution **
U. Fox (Ford Motor Company, GER)

Experience Report on the Application of a Process and Data Management System for CAE of AUDI
M. Thiele, T. Landschoff, H. Müllerschön (DYNAmore, GER); S. Brack, R. Lujikx (AUDI, GER)

A Smart SDM-Solution for Automotive Suppliers *
G. Staub, A. Mahl (PDItec, GER)

Practical Modelling of Joints and Connections

by T. Abbey (NAFEMS)

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

Elements of Turbulence Modeling

by K. Fouladi (InfoMec, USA)

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

Day 2 Tuesday 17th June

Afternoon Sessions 15:45 - 18:45

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

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

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

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

BREAK

7A CFD 4	<p>Discussion session: Future Trends in CFD:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technical Trends / Requirements / Role of CFD in the Development Process • ROI / Processes • Qualifications / Training / Quality • Infrastructure / IT / Cloud • Open Source in CFD <p>moderated by A. de Souza (Quesada Solutions, GBR) NAFEMS CFD Working Group; DACH CAB group</p>
-----------------	---

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

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

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

18:45 **END OF DAY 2**

19:30 **NAFEMS WORKING GROUP & STEERING COMMITTEE MEETING**

20:00 **CONGRESS BANQUET**

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

6E Fatigue 4 - Joints

New Developments for Improved Fatigue Prediction of Welded Joints

M. Hock (LMS International, GER); B. Hagedorn (BPW Bergische Achsen, GER); T. Weyh (Fraunhofer ITWM, GER)

Compliance Calibration of an Adhesively Bonded ENF -Specimen using the Virtual Test Specimen

K. Duha, T. Kartunonen, M. Komparien, (Mikkeli University of Applied Science, FIN); M. Wiesinger (University of Applied Science of Upper Austria, AUT)

Fatigue Life Estimation of a Welded Tubular Joint with Crack Growth and Hot Spot Stress Method

K. Posiniloglu, M. Hossain (Turkish Aerospace Industries, TUR)

Simulation of Fretting and Hammer-Wear Characteristics of Critical Components of Gas-Turbine Engines: A Gap Analysis and Simulation Strategy

K. Ramachandra (R V College of Engineering, IND)

7E Analysis Management

Improving Simulation Quality Management and Risk informed Decision Support to Deliver the Behavioural Digital Aircraft **

L. Vincent (EADS Innovation Works, FRA); J. Dunyach (Airbus, FRA); T. Polacek (Onera, FRA); O. Tabaste (MSC Software, FRA)

One-Model One-Solver Methodology on Structural Analysis

C.N. Ahn, B.S. Kang, Y.D. Kim, M.G. Seo, D.Y. Jang (Hyundai Motor Group, KOR)

MUSIC Project: Intelligent Management of Manufacturing Information to Drive Metal and Plastic Production Line for Injected Components **

N. Gramaglia (EnginSoft, ITA); F. Bonollo (Universita di Padova, ITA)

How to Leverage the PSE Competences for Effective CAE Competence Management *

G. Borzi (EnginSoft, ITA)

6F V+V 4

Discussion session: Modeling & Simulation Validation by Physical Tests: an Endless Challenge

moderated by J.-F. Imbert (SIMconcept Consulting, FRA)

Discussion contribution:

A. Haute (DYNAmore, GER); L. Schwaer (Schwaer Consulting & Services, USA)

6G Systems Simulation 1

Complex Systems Integrative Engineering Applied to an Aircraft System

E. Thomas, M. Ravachol (Dassault Aviation, FRA); J. B. Quinicy, M. Maintheden (Dassault Systèmes, FRA)

A Nearly Energy-Preserving Coupling Element for Holistic Weak-Coupled System Co-Simulations

M. Benedikt, D. Watzel, J. Zehner (Virtual Vehicle Research Center, AUT); A. Hoier (University of Technology Graz, AUT)

Architecture-Driven Design Study of Smart Helicopter Blades

W. Dehandschutter, V. Lemmens, V. Braibant (LMS International, BEL)

Interface-Jacobian based Co-Simulation

S. Sicklinger, R. Wüchner, K.O. Bletzinger (Technical University Munich, GER); V. Belsky, B. Engelmann (Dassault Systèmes Simulia, USA); H. Elmqvist, H. Olsson (Dassault Systèmes STIA, SWE)

BREAK

7F Joints 1

Use of Hyperelastic Material Models to Simulate the Structural Response of Polyurethane Adhesive Joints

S.P. Sikora, M. Kogi (Daimler, GER); G. Meschur (University of Paderborn, GER); S. Kolling (TH Mittelhessen Gießen, GER)

Evaluation of Energy Dissipation Capacity of a T-Stub Fastened by SMA Bars and Subjected to Axial Tensile Force *

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

A Method to Find Suitable Internal Hub Geometries for Shaft-Hub-Connection Manufactured by Lateral Extrusion using FEM

M. Funk, F. Dörr, H. Brinz, M. Liewald (University of Stuttgart, GER)

SPDM 6 - Solutions

Automotive Simulation Process Scenario Implemented in a Simulation Process, Data and Resources Environment *

M. Pappas, M. Stampouli (Bentley CAE Systems, GRE)

SDM for System Simulation - Challenges and Solution Approaches for Process and Data Management **

G. Staub (PTTec, GER)

Collaborative Design Optimization with Simulation Workflow Management

P. Vercesi, M. Nicolich (Esteco, ITA); S. Pleinich (Airworks, ITA); G. Cassio, C. Poloni (University of Trieste, ITA)

From a Stochastic Information Management to a Simulation-Data-Management Oriented "LastInactor" **

B. Glimmer, J. Panzer, T. Mosthammer, M. Hengstberger (Siemens AG Österreich, AUT)

SPDM 7 - Solutions

Knowledge Sharing *

T. Lehnhäuser, T. Frank, (Ansys Germany, GER); M. Wilson, D. Clifton, S. Angadi, S. Bhubu, C. Guettari (Ansys, USA); A. Adhya (Ansys, IND)

Examples of "Collaborative Engineering" through the Implementation of an SDM Application **

A. Chambard, J. Cazeaux (ESI Group, FRA)

spdm

Training Courses

FEA for Managers

by T. Abbey (NAFEMS)

FE analysis tools are now widely available and relatively inexpensive, creating an increased need for analysis resource across industry, and a growth in Consultancy firms. The cost of investing in people increases and 'career analyst' numbers are falling. The result is a shortage of engineers familiar with FEA in industry and increased outsourcing. This course will discuss the need to buy time upfront to focus on the key questions, so that the team can start work effectively.

Keynote Speaker: Steven Sirman - Tata Steel Automotive, UK

Keynote Speaker: Harald Hasselblad - Volvo, Sweden

Keynote Speaker: Grant Steven - University of Sydney, Australia

08:30

09:00

09:30

10:00

10:55

8A CFD 5 - Optimization/Postprocessing

A Visualization Tool for Foam Research *
D. Lipsa, R. Laramee (University of Swansea, GBR); S. Cox, T. Davies (University of Aberystwyth, GBR)

Conservative Interpolation of CFD Results by a Calibrated Finite Volume Method
A. Domingo (Virtual Vehicle Research Center, AUT); R. A. Almbauer, B. Somogyi (University of Technology Graz, AUT); N. Peller, W. Puntigam (AUDI, GBR); A. Lichtenberger, J. Hager (Wagna Powertrain Engineering Center Steyr, AUT)

Simulation and Optimization of Vertical Axis Wind Turbines
H. Norberg, R. Fuchs, S. Boiler (University of Applied Sciences Rapperswil, SWI)

Topology Optimization of a SOR Flue Gas Ductwork for Reduced Pressure
M. Stephan, J. Issler (FE-Design, GER); H. Zindler, F. Yang (EON, GER)

9A CFD 6 - Free Surface

Three-Dimensional Flow Model for High Velocity Channel *
A. Abo, D. Greaves, A. Ruby, A. Kyle (University of Plymouth, GBR); R.J. Muhammad (University of Dumik, IRQ)

Progress in Numerical Analysis of Free Surface Flows in the Context of the Water Management of Production Cars **
C. Kussmann (pumpki, AUT)

BREAK

8B Materials 3

Determining Local Material Properties via Inverse Parameter Identification of Instrumented Indentation Experiments
M.J. van Enkhuizen, C. Dresbach, S. Reh (German Aerospace Center, GER)

Benefits of Integrated Materials Information Management in the CAE Process
T. Weninger, A. Fairfull (Grantia Design Ltd., GER)

New Developments in a Database of Advanced Material Properties for CAE Use
V. Pooaji, D. Bosman (Key to Metals AG, SWI)

Microstructure-Based Simulation of Multi-Phase High Strength Steel
W. Liu, F. Yu, H. Patel (MSC Software, USA)

9B Open Source

Open Source Simulation is Sharing Code, Ideas & Innovation *
E. Payer, M. Pucher, K. Payer (evolution OSSP KG, AUT)

Open Discussion

8C Emerging Issues 2

Open Discussion

8D Optimization 5

Optimization Centers: a Successful Implementation Strategy for Simulation Driven Vehicle Development **
L. Fredriksson (Altair Engineering, GER)

Numerical Simulation of Ballistic Tests to Improve the Effect of Modern Armor in an Iterative Optimization Process *
H. Rohde, D. M. Huber, A. Ramezani (University of the Federal Armed Forces Hamburg, Germany, GER)

Strengthening and Stabilization of Locally Weakened Steel Tubes under Crash Conditions using Optimised Distribution of Material Hardening *
X. Jing, W. Pülicher, T. Ludewig (Volkswagen AG, GER); J. Schrödter, S. Hubner, B.A. Behrens (University of Hanover, GER)

9D Thermal 2

Elasto-Plastic Analysis of Heat Absorbers in Diamond Light Source
H. Huang, N. Hammond, J. Kay (Diamond Light Source, GBR)

Analysis of the Influence of Different Test Rig Setups on The Contact Temperature of Radial Lip Seats By Conjugate Heat Transfer Simulation
S. Feldmeth, F. Bauer, W. Haas (University of Stuttgart, GER)

Thermal Efficiency Analysis of Slotted Steel Studs in Double Leaf Partition Walls Using FEM and Experimental Tests *
A. Altunan, C.J. Wang, K. Yehiaoui (University of Wolverhampton, GBR); D. Myers (University of Sussex, GBR); T. Morgan, M. English (Hadley Industries PLC, GBR)

LUNCH

9C NAFEMS

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

14:00

14:05

14:45

15:20

BREAK

BEST PAPER AWARDS

FAREWELL

CLOSE OF CONGRESS

BREAK

8E Simulation Driven Design

Breaking Down the Barriers to Simulation -
Harnessing the Cloud for Broader Adoption **

G. Rochelle (Autodesk, USA)

A Holistic Approach for the Automotive Power Net
Development: Cross-Domain Analysis and Design
with Co-Simulation and Model Library

W. Lu, J. Zehner, D. Wazeng (Virtual Vehicle Research Center, AUT)

Overcoming the Traditional Obstacles in Simulation
Driven Design **

B. Yergey Dassault Systèmes Simulia, USA

Virtual Prototyping Augmented By Virtual Reality:

State of the Art Industry Solution **

F. El-Khalil (ESI Group, FRA)

8F Joints 2 - Welding

Improving Finite Element Based Fatigue Life
Prediction of Spot-Welds through an Adapted Spot-
Weld Model and Modified Damage Parameter

S. Joseph, A. Schick (Adam Opel AG, GER); T. Wallmerspiger
(Technical University of Dresden, GER)

Efficient and Conforming-to-Standard Fatigue
Assessment of Welded Structures using Unstructured
Continuum Element Meshes

N. Friedl, W. Vonach, P. Loeffler (CAE Simulation & Solutions, AUT)

Development of an Efficient Numerical Model to
Predict the Behaviour of Spot Welded Railway
Vehicle Car Bodies

M. San-Sebastian, I. Sellen, A. Echeverria (IK4 Lorlek, ESP)

Stress Analysis of Cylinder to Cylinder Intersections: A
Review of Analytical and Finite Element Approaches

A. Bhatnagar (Chicago Bridge and Iron Company, GBR)

9E Dynamics 2

Comparison of Modal and Non-Modal Model
Reduction Approaches from a Mechanical
Application Engineer's Perspective

W. Witteveen (University of Applied Sciences Weis, AUT)

Residual Loads Versus Modes Energy Analysis to
Understand Mode Excitation, Load Path, and
Structural System Behavior **

J. Maronick (ESI Group, USA); W. van Hal (ESI Group, GER)

Gear Transmission System Finite Element Modeling
and Nonlinear Dynamic Analysis **

C. Theodosiou (Drech, GRE); D. Giagopoulos (University of Western
Macedonia, GRE)

8G CAD/CAE Integration 2

Parametric Surface Modelling for Rapid Shell Mesh
Setup of Railway Vehicle Car-Bodies

C. Echer, T. Grougruber, M. Seitzberger (Siemens AG Österreich,
AUT)

Automating Analyses Modelling through the use of
Simulation Intent

D. Nolan, C. Tierney, C. Armstrong, T. Robinson (University of Belfast)

Virtual Prototyping of Lightweight Designs made with
Cold and Hot Formed Tailored Solutions *

E. Billur, T. Altan (University of Ohio, USA); H. Potzner, D. Dooghe (ESI
Group, USA); Y. Vincent (ESI Group, FRA)

Development of the Automation Tool Between CAD
and CAE for the Flow Analysis

I. Song, S. Yoon (Samsung Technwin, KOR)

9G Civil Engineering

Full Control of Structural Concrete Design by NLFEA

A. de Boer (Centre for Infrastructure, NED); C. van der Veen
(University of Technology Delft, NED); C. Frissen, G.J. Schreppers
(TNO Diamo, NED)

Modelling the Influence of Compensation Grouting
and Multiple Tunnel Construction using Advanced
Finite Element Analysis

A. Mar, C. Eddle (Morgan Sindall Underground Professional Services,
GBR)

SPDM 8 - Open Discussion

Discussion Contribution:

Multi-Tiered Simulation Data Management

R. Darogisch (Parker Aerospace, USA); R. Dreisbach (Boeing, USA); J.
Hoenisch (John EPM Technology, NOR); J. Walsh, K. Peters
(Mitsumi, USA)

Open Discussion

Discussion: Will SPDM become a Mainstream in the
Engineering Process?

moderated by the NAFEMS SDM Working Group

SPDM 9 - Research

SimulationDB – Simulation Data Management
System *

P. Malinowski, J. Suchy (University of Science and Technology AGH,
POL)

Unified Product Data in the Transmission System
Development Process *

H. Bing, L. Geng, Y. Xiaohui, W. Haiwei (Northwestern Polytechnical
University, CHN)

Business-task Coupled Process Management for
Complex Product Simulation

W. Haiwei, L. Geng, Y. Xiaohui, H. Bing, C. Shaolet (Northwestern
Polytechnical Technical University, CHN)

BREAK

LUNCH

sponsors

principal sponsor



gold sponsors



— Mechanical Analysis



silver sponsors



spdm sponsor



media sponsors



function sponsor



EXHIBITORS

- Altair Engineering
- Ansys
- Autodesk
- AVL List
- Beta CAE Systems
- CD-adapco
- CEI
- Contact Software
- Dassault Systemes Simulia
- DYNAMore
- Dynardo
- EnginSoft
- ESI Group
- Esteco
- FE-Design
- Friendship Systems
- GNS + GNS Systems
- Granta Design
- HBM
- IncoSe
- Intes
- ITI
- Key To Metals
- Kompetenzzentrum - ViF
- LMS, A Siemens Business
- Mentor Graphics
- MSC Software
- NAFEMS
- Noesis Solutions
- Parsolve
- PDTEC
- Phoenix Integration
- PSE & Training
- ScaleMP
- Sharc
- Siemens PLM Software
- SpaceClaim
- Zentech International

Register your Interest

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

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

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

Title	Family Name	First Name
Organisation		
Mailing Address		
Post/Zip Code	Country	
Tel. No.	Fax. No.	
Email		
<input type="checkbox"/> I am interested in attending NWC13 <input type="checkbox"/> I am interested in attending SPDM Conference		
<input type="checkbox"/> I am interested in receiving information about sponsorship and exhibition opportunities.		
Congress Fees		
NAFEMS Members	€900*	Congress fees include
Non NAFEMS Members	€1155*	<ul style="list-style-type: none">• Attendance at the NWC13 & SPDM Conference• Lunches• Refreshments• Congress Banquet• Cocktail Reception• One set of Proceedings from each event
<small>* all prices subject to Austrian VAT</small>		

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

T +44 (0) 1355 225688

F +44 (0) 1565 654774

E roger.oswald@nafems.org

ONLINE REGISTRATION AT

WWW.NAFEMS.ORG/CONGRESS/REGISTRATION

Introducing ...



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

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

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

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

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

[Find out about subscription today](#)

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

NAFEMS Publikationen auch über NAFEMS GmbH bestellen

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

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

Wir hoffen, Ihnen damit den Bestellvorgang zu erleichtern.

invitation²TENDER



An Introduction to Thermal Analysis in Solid Structures

Introduction

The NAFEMS Education and Training Working Group wishes to commission a new book in the "WHY DO" series on Thermal FE analysis.

Readership

This book should be aimed at a graduate level industrial user who is familiar with basic linear FE analysis, but is inexperienced in advanced FE analysis, who wishes to start analysing thermal problems.

Content

The book should cover all modern aspects of FE thermal analysis in solid structures. The following topics are expected to be covered:

- Heat transfer mechanisms; conduction, convection, radiation
- Steady state and transient problems

- Thermal boundary conditions, e.g. temperatures and heat transfer coefficients
- Linear and non-linear thermal analysis
- Thermal material properties
- Thermal stresses (and associated structural properties and loading)
- Sequential and coupled thermal-stress analysis

Cost

The total cost is not expected to exceed £7,000. It is expected that the book will be completed within 12 months from NAFEMS approval.

Proposals

Potential authors should submit the following:

- A brief description of the main topics to be covered
- Chapter and section headings with an approximate number of pages per chapter
- Timescale for completing the book
- Cost
- CVs of the authors (Maximum two pages per author)

Closing Date May 7th 2013

E-mail proposals to: etwg@nafems.org

Fatigue Benchmarks

Introduction

The NAFEMS Education and Training Working Group wishes to commission a new book on "Fatigue Benchmarks"

Readership

This book should be aimed at a graduate level industrial user who is familiar with basic linear FE analysis, but is inexperienced in advanced FE analysis where fatigue life is analysed.

Content

The book should cover benchmarks demonstrating the use of modern FE software to analyse fatigue problems and fatigue life methods. The following topics are expected to be included:

- Life prediction methods
- When to use Safe-life, strain-life and damage tolerant approaches
- Crack propagation criteria
- Linear and non-linear material behaviour
- Variable amplitude loading
- Multi-axial stress states
- Non-zero mean stresses
- Thermal fatigue

- The problem must have a reliable reference solution; ideally a closed form analytical solution or alternatively a reliable numerical solution. The limitations or assumptions used in the reference solution must be stated.
- Data input needed to define the benchmark should be kept to a minimum so that lengthy data generation is avoided.
- Ideally, the benchmark should have some educational merit, in order to provide teaching material on particular aspects of fatigue life through a case study.
- Whenever possible, the benchmark should reflect real-life fatigue applications.
- The objectives of the benchmark, and the features it is devised to test should be clearly stated.

Cost

The total cost is not expected to exceed £7,000. It is expected that the book will be completed within 12 months from NAFEMS approval.

Proposals

Potential authors should submit the following:

- A brief description of the main topics to be covered
- Chapter and section headings with an approximate number of pages per chapter
- Timescale for completing the book
- Cost
- CVs of the authors (Maximum two-pages per author)

Closing Date May 7th 2013

E-mail proposals to: etwg@nafems.org

www.nafems.org/publications/tender

Machen Sie mit und gewinnen Sie einen

Apple iPod Touch 4G 32GB schwarz

Und hier die Preisfrage:

„Wer hat als Erster die Entstehung und die Ausbreitung des Schalles richtig beschrieben und wann wurde das veröffentlicht?“



So einfach geht's:

Senden Sie eine e-mail mit dem Betreff „Gewinnspiel“ und der richtigen Antwort bis zum 15. Juli 2013 an magazin@nafems.de.

Bitte vergessen Sie nicht, Ihre vollständige Adresse anzugeben. Bei mehreren richtigen Einsendungen wird der Gewinner am 16. Juli 2013 gezogen. Der Preis wird per Post zugestellt. Der Gewinner wird in der nächsten Ausgabe des NAFEMS Online-Magazins bekannt gegeben.

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

Der Gewinner des IPOD touch aus dem Gewinnspiel der letzten Ausgabe des NAFEMS Online-Magazins (Ausgabe 25) ist Herr Dirk Engel aus Braunschweig. Herzlichen Glückwunsch.

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



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

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

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

www.intes.de

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

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



www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

Das neue Jobportal www.CAE-Stellenmarkt.de ist seit dem 1. Mai 2012 online. Speziell zugeschnitten auf den Bereich CAE (Computer Aided Engineering) richtet die 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 Stellenausschreibungen. ~~Die aktuelle Preisliste finden Sie auf Seite 25.~~ Das Portal entstand in Kooperation mit dem NAFEMS Online-Magazin. Durch die enge Kooperation erreichen Stellenanbieter speziell CAE-Ingenieure – vom Einsteiger bis zum Spezialisten.

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

Und so einfach geht's:

**Aktion weiter verlängert:
Stellen Sie auch weiterhin Ihre
Stellenausschreibungen kostenlos online!**

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

AKTUELLE STELLENAUSCHREIBUNGEN STELLENAUSCHREIBUNGEN AUFGEBEN STELLENAUSCHREIBUNGEN SUCHE

Willkommen beim CAE-Stellenmarkt

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

Neue Stellenausschreibungen

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

Stellenausschreibungen suchen

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

Ihr Suchbegriff:

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

Stellenausschreibung aufgeben

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

>>> Hier können Sie Ihre Stellenausschreibung aufgeben ...

Stöbern nach Haupt-Kategorien Stöbern nach Sub-Kategorien

JOBANBIETER

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

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

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

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

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

IN KOOPERATION MIT

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.

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** Ingenieur/-in Technische Berechnung Elektromaschinen Standort: 77815 Bühl
- SCHAEFFLER** Berechnungsingenieur/in NVH/Akustik Standort: 77815 Bühl
- SCHAEFFLER** Ingenieur/-in Technische Berechnung Strukturmechanik Standort: 77815 Bühl
- SCHAEFFLER** Berechnungsingenieur/in Strategische Modellentwicklung Gesamtfahrzeuge Standort: 91074 Herzogenaurach
- 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		
Individuell (pdf), je		
Mengenstarke		
Bei gleichzeitiger Buchung		
Online-Eingabe, je	200	275
Individuell (pdf):		
3 und mehr Anzeigen, je	175	240
3 - 4 Anzeigen, je	280	435
5 und mehr Anzeigen, je	250	385

Aktion weiter verlängert: Stellen Sie auch weiterhin Ihre Stellenanzeigen kostenlos online!

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 eine Ermäßigung auf die Online-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).

ALTAIR ENGINEERING

TES International in Altair Partner Alliance

Die Altair Partner Alliance hat angekündigt, dass TES International sein drittes Werkzeug über das Partnerprogramm zur Verfügung stellt. TESuite verwendet einen hybriden Ansatz, um die Eigenschaften der anderen Softwarewerkzeuge von TES, ElectroFlo und ThermoFlo, zu kombinieren und eine noch effizientere Lösung zu bieten.

„Die Ergänzung der APA durch die TESuite erweitert nicht nur Altairs Angebot zur Berechnung von Wärmeübertragung und Elektronik Kühlung, sie bietet darüber hinaus eine größere Freiheit bei der Steuerung und Abstimmung von Qualität und Geschwindigkeit“, sagte Molly Heskitt, Altairs Senior Director of Electronics. „Die TESuite hilft bei der Verkürzung der Simulations- und Auslegungszeiten, was für Elektronikdesigner und Ingenieure sehr nützlich sein kann, da Ihnen nur sehr kurze Design- und Entwicklungszyklen zur Verfügung stehen.“

TES International ist der Altair Partner Alliance mit seinem ersten Werkzeug ElectroFlo, eine Software zur Auslegung von Elektronik Kühlung bei Anwendungen mit hoher Leistungsdichte, im September 2012 beigetreten. Kurz darauf folgte im November ThermoFlo, ein Werkzeug, mit dem thermische und strömungsmechanische Analysen auf der Basis von 1D Komponenten durchgeführt werden können. Jedes der beiden Werkzeuge trägt mit einer Reihe von Funktionen zur dritten Lösung, TESuite, bei. Gemeinsam bilden die Werkzeuge damit eine komplette thermische Modellierungs- und Simulationsumgebung. Diese Lösung bietet nun eine Vielzahl an Methoden für die Modellierung einer großen Bandbreite an Systemen und Komponenten. Der Nutzer kann nun jeweils das passende Werkzeug auswählen und weitere Arbeitsschritte, die mit der Verwendung einer Analyse mit einem einzigen Modellierungsansatz verbunden sind, vermeiden.

„TESuite ist unser bisher beacht-

lichstes Werkzeug“, sagte Jeff Lewis, Präsident von TES International. „Diese komplette Lösung stellt die jeweils besten Funktionen von ElectroFlo und ThermoFlo in einem komfortablen Paket zur Verfügung und unsere APA Kunden werden davon, bei der Lösung von Herausforderungen im Bereich Elektronik Kühlung, Wärmefluss und Strömung, erheblich profitieren.“

TESuite kombiniert die Eigenschaften von ElectroFlo und ThermoFlo. So kann der Nutzer bei seinen Untersuchungen besser zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit abwägen und verfügt so über die bisher effizienteste TES Lösung. Die Software ermöglicht Analysen, die eine schnelle und präzise Optimierung des Kühlungssystems und seiner Komponenten zulässt. Dies führt zu einem deutlich reduzierten Risiko hinsichtlich möglicher Ausfälle. Die Geschwindigkeit und Genauigkeit werden durch die Eigenschaft verbessert, detaillierte 3D Modelle ausgewählter Subsysteme in einem Gesamtsystem zu berücksichtigen. Die Software bietet Anwendern ein breites Modellierungspotenzial mit anpassbarem Detaillierungsgrad.

TESuite unterscheidet sich von anderen verfügbaren Softwarepaketen durch die Möglichkeit, eine schnelle eindimensionale und eine hochpräzise dreidimensionale CFD Analyse von Komponenten in Kombination durchzuführen. Dies bietet dem Nutzer die Freiheit, entweder eine hochpräzise physikbasierte Analyse, wie bei den meisten relevanten Komponenten nötig, zu nutzen und, wenn ausreichend, alternativ auf eine schnelle Netzwerkanalyse zurückzugreifen. Mit diesen Funktionen werden die Ressourcenanforderungen drastisch reduziert, während die erforderliche Qualität zum Aufbau eines genauen Systemmodells gewährleistet wird.

PBS Analytics 12.0 angekündigt

Altair hat eine neue Version des Analyse- und Visualisierungstools PBS Analytics 12.0 angekündigt. Die nunmehr völlig überarbeitete Software bietet eine neue High

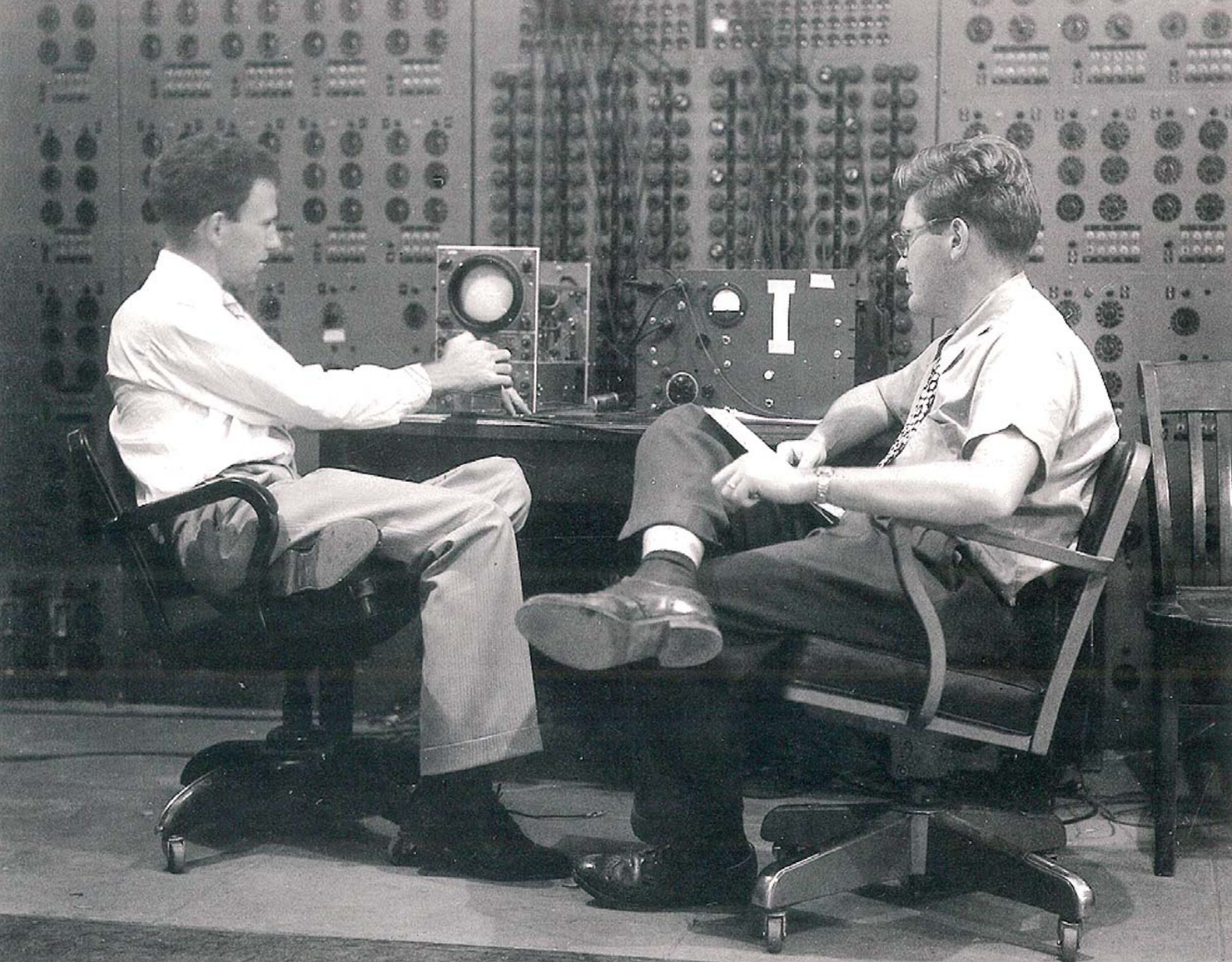
Performance Datenbank sowie eine verbesserte Datenerfassung und ermöglicht damit den Nutzern eine noch schnellere und einfachere Analyse großer Datenmengen.

PBS Analytics 12.0 ist ein webbasiertes Werkzeug zur umfassenden Analyse von HPC Workloads. Es beinhaltet einen neuen Chart-Designer, mit dem die Anwender aussagekräftige und präzise Diagramme erstellen können. Darüber hinaus gibt es zusätzliche Diagramm-Optionen, wie beispielsweise XYZ Plots zum besseren Verständnis der HPC Infrastruktur einer Organisation oder für eine genauere Analyse der Lastverteilung auf ihrem HPC System. Die Anwender bekommen zusätzliche Standarddiagramme an die Hand, mit denen sie die Produktivität und Effizienz ihrer Arbeitsabläufe genau analysieren und damit die neue Software sofort produktiv nutzen können.

„Altair hat mit seiner weltweiten Kundenbasis eng zusammengearbeitet, um sicherzustellen, dass PBS Analytics die relevanten Fragestellungen der Anwender adressiert“, sagt Bill Nitzberg, Chief Technology Officer für PBS Works bei Altair. „Basierend auf diesen Erkenntnissen hat Altair ein innovatives Werkzeug entwickelt, das die gewünschten Arbeitsabläufe schnell ausführt und gleichzeitig Millionen von Job-Einträgen berücksichtigt.“

PBS Analytics 12.0 erfasst und visualisiert die Nutzung der HPC Ressourcen und führt Ursachenanalysen durch. Die Funktionen dieser Software stellen wichtige Elemente zum tiefergehenden Verständnis der HPC Arbeitsabläufe dar. Dadurch werden eine bessere Ressourcenauslastung und Kostenerfassung, ein höherer ROI sowie eine exaktere Planung ermöglicht.

Außerdem beinhaltet PBS Analytics 12.0 neue Diagramme, die die Nutzung des Systems in Abhängigkeit von der aktuellen Konfiguration erfasst und so beispielsweise aufzeigt, wie das Hinzufügen oder Entfernen von Rechenknoten die Durchsatzleistung des Gesamtsystems beeinflusst. Darüber hinaus ermöglicht es PBS Analytics, Auslastungsspitzen



50

YEARS
OF INNOVATION

MSC Software®

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

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

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

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

zu erkennen und zeigt auf, wo zusätzlicher Hardwareinsatz den größten Nutzen bringen würde bzw. wo „Auslastungstiefs“ entstehen und folglich Ressourcen eingespart werden können.

Crash Cad Calculate in Altair Partner Alliance

Die Altair Partner Alliance hat angekündigt, dass Impact Design Europe dem Programm mit seinem Aufprallanalysewerkzeug, Crash Cad Calculate (CCC), beigetreten ist. CCC unterstützt bei Design und Optimierung dünnwandiger Querschnitte von Balkenstrukturen, wie sie bei jeglichen, auf Crashsicherheit ausgelegten Strukturen vorkommen. CCC ist bei allen Anwendungen einsetzbar, bei denen das Energieaufnahmevermögen von Balkenstrukturen entscheidend ist, unter anderem in der Automobil-, Schienenfahrzeug- sowie der Luft- und Raumfahrttechnik.

„Die Altair Partner Alliance ist eine sehr gute Möglichkeit unser Produkt weltweit bekannt zu machen“, sagte Agata Sokoll, CEO bei Impact Design, Europe. „Crash Cad Calculate ist ein vielseitiges Werkzeug, das auf jede Struktur angewandt werden kann, die einen starken Aufprall überstehen muss. Wir sind überzeugt, dass das Werkzeug das bestehende Angebot für Crash-Analysen innerhalb der APA sehr gut ergänzen wird.“

CCC basiert auf der Makro-Element Methode, die in den späten 80er Jahren entwickelt wurde und kann dazu verwendet werden, verschiedene Querschnitte zu modellieren und zu berechnen, das Material zu verändern und Ergebnisse zu vergleichen. CCC besteht aus fünf verschiedenen Elementen: dem Cross Section Optimizer, dem Cross Section Editor (CSE), dem Cross Section Comparison Tool, dem Material Editor und dem Characteristics Editor.

Key to Metals in Altair Partner Alliance

Die Altair Partner Alliance gab bekannt, dass der bestehende Partner Key to Metals AG die neue „Premium Edition“ seiner Software exklusiv

für die Nutzung der Altair Partner Alliance (APA) Anwender aktiviert hat. Der erweiterte Key to Metals Umfang „Extended Range“ ergänzt die bisherige Bibliothek um eine umfassende Liste an neuen Metallen. Die Premium Edition enthält alle Funktionen und Eigenschaften aus Key to Metals und Extended Range und wurde um neue Werkstoffe, wie Keramik, Composite- und Polymer-Materialien erweitert. Exklusiv für APA Nutzer wurde darüber hinaus auch eine neue Funktion hinzugefügt, mit der die Nutzer komplexe Materialeigenschaftsdaten aus der Datenbank direkt in spezifische CAE Solver importieren können.

Key to Metals (KtM) ist seit Januar 2012 über die Partner Alliance verfügbar und hatte bisher großen Erfolg, was sich darin zeigt, dass das Werkzeug sehr stark und von vielen APA Anwendern genutzt wurde. KtM wurde sehr schnell eines der am häufigsten heruntergeladenen Werkzeuge der APA. Bis heute nutzen durchschnittlich über 50 Unternehmen das Werkzeug monatlich, insgesamt hat es weltweit über 300 Anwender.

www.altair.de

ANSYS

Übernahme von EVEN AG

Ansys, Inc., führender Anbieter von Simulationslösungen, gab aktuell die Übernahme der Firma EVEN - Evolutionary Engineering AG („EVEN“) bekannt, eines Anbieters von Analyse- und Optimierungstechnologie für Verbundstoffe, die so genannten Composites, auf der Basis von Cloud-Computing. EVEN wird künftig unter der Bezeichnung Ansys Switzerland als 100 %iges Tochterunternehmen von Ansys, Inc. geführt. Die genauen Bedingungen der Transaktion wurden nicht mitgeteilt. EVEN mit Geschäftssitz in Zürich (Schweiz) beschäftigt 12 Mitarbeiter und kooperierte bereits als Partner mit Ansys. Die Composites-Technologien von EVEN werden bisher durch das Produkt Ansys Composite PrepPost angeboten. Dieses

Produkt ist eng mit Ansys Mechanical in Ansys Workbench und mit Ansys Mechanical APDL integriert. EVEN bietet außerdem erstklassige Engineering-Dienstleistungen in Composites-Anwendungen und andere Bereiche innerhalb seiner Fachkompetenz an.

Composites verknüpfen zwei oder mehr Werkstoffe mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften. Da sie Parameter wie geringes Gewicht, hohe Festigkeit und hervorragende Flexibilität miteinander kombinieren, sind Composites zu Standardwerkstoffen für die Produktion in zahlreichen Bereichen der Industrie geworden, unter anderem im Automobilbau, in der Luft- und Raumfahrtindustrie, in Energietechnik, Schiffbau, Rennsport und im Freizeitbereich. Daher hat die Verwendung von Composites in den vergangenen zehn Jahren rasant zugenommen. Bedingt durch diese Popularität mussten neue Technologien für Design, Analyse und Optimierung entwickelt werden. Da EVEN ein führender Anbieter von Lösungen für die Composites-Simulation ist, unterstreicht diese Übernahme die hohe Priorität, die Ansys dieser neuen Technologie zuordnet. Composites bringen vielfältige Herausforderungen für FuE-Teams mit sich, wenn es darum geht, die richtige Rezeptur für eine bestimmte Anwendung zu finden. Für die erfolgreiche Herstellung mehrlagiger Verbundstoffe müssen die Ingenieure die optimale Materialformel festlegen, die sich wiederum u. a. nach der Anzahl der Schichten, deren Dicke und ihrer relativen Lage zueinander richtet.

Ansys Composite PrepPost ist eine Pre- und Postprocessing-Lösung für Schichtverbundstoffe, die Bestandteil des Ansys-Softwareangebotes ist. Die Lösung erlaubt ihren Anwendern, auch hochgradig komplexe Composite-Strukturen effizient zu modellieren und gleichzeitig zu verstehen, unter welchen Bedingungen bestimmte Produktmodelle Ausfälle zeigen können. Hierzu kann man die Produktdesigns am Rechner einfachen physikalischen Belastungen aussetzen und die zunehmende Beschädigung, Delaminierung und

Rissbildung berechnen. Dank der Postprocessing-Fähigkeiten dieser technologischen Lösung können die Anwender fundierte Untersuchungen zur Integrität und zum Verhalten des Endproduktes durchführen. Die Ergebnisse lassen sich als globale Übersicht darstellen oder erlauben eine detaillierte Analyse einzelner Schichten.

„Wir freuen uns, dass unsere langjährige Partnerschaft mit dem EVEN-Team dazu geführt hat, dass EVEN jetzt zur Ansys-Familie gehört“, sagte Jim Cashman, President und CEO von Ansys. „Die Composites-Simulation ist ein schnell wachsender Markt mit Anwendungen in zahlreichen Industriebereichen, wodurch wir unsere Branchenkenntnisse und Kompetenzen in diesem Bereich weiter ausbauen können. Die enge Kopplung der Produkte von EVEN mit unserer Plattform ist dabei ein großer Vorteil, und wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit EVEN und seinen Kunden.“

www.ansys-germany.com

COMSOL

Comsol Multiphysics

Die Comsol Multiphysics GmbH kündigte die Veröffentlichung maßgeblicher Erweiterungen der Comsol Simulationsplattform an. Die neueste Version 4.3b von Comsol Multiphysics beinhaltet fünf neue anwendungsspezifische Module sowie erweiterte Modellierungs- und Analysewerkzeuge. Eine Übersicht über die Highlights der neuen Version sowie eine vollständige Beschreibung der neuen Module, Eigenschaften und Funktionen finden Sie unter www.comsol.de/4.3b.

Mit der Einführung der fünf neuen Module haben Ingenieure für typische Anwendungsbereiche der wichtigsten Branchen nun Zugriff auf die neuen Modellierungs- und Simulationswerkzeuge von Comsol.

- **Multibody Dynamics Modul** – Bietet Anwendern die Möglichkeit, ein Gesamtsystem aus starren und flexiblen Körpern zu analysieren. Translatorische und rotatorische

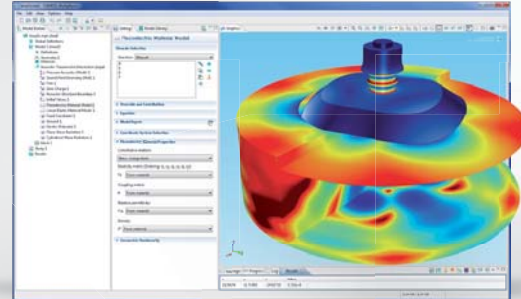
Auslenkungen sowie Sperren können mit einer Vielzahl an Gelenktypen simuliert werden, darunter Schub-, Dreh- und zylindrische Gelenke, Verschraubungen, Planar-, Kugel- und Schiebegelenke sowie eingeschränkte Schiebegelenke.

- **Wave Optics Modul** – Ermöglicht den Anwendern die Analyse elektromagnetischer Wellenausbreitung in optisch großen Strukturen wie Lichtleitern und optischen Sensoren, bidirektionalen Kopplern, Bauelementen für die Plasmonik,

Metamaterialien, nichtlinearen optischen Komponenten und Laserstrahlausbreitung.

- **Molecular Flow Modul** – Bietet die Möglichkeit der Simulation verdünnter Gase in komplexen CAD-Geometrien von Vakuumsystemen. Darunter fallen Anwendungen wie Massenspektrometer, Halbleiterverarbeitung, Satellitentechnologie, Teilchenbeschleuniger, Schiefergasexploration und Strömung in nanoporösen Materialien.

ULTRASCHALLWANDLER: Dieser Tonpilz-Piezo-Wandler wird zum Senden von Schallwellen niedriger Frequenzen verwendet. Das Modell zeigt die Potentialverteilung in den piezokeramischen Ringen, die Deformation in den Masseelementen sowie die Druckverteilung unter dem Wandler.



Analysieren und Optimieren mit COMSOL Multiphysics®

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

© Copyright 2012-2013 COMSOL



- **Semiconductor Modul** – Ermöglicht die detaillierte Analyse des Betriebs von Halbleiterbauteilen und eignet sich für die Modellierung von PN-Übergängen, bipolaren Transistoren, Mosfets, Mesfets, Thyristoren und Schottky-Dioden.

- **Electrochemistry Modul** – Angepasste Benutzeroberflächen sind nun für die Elektrolyse, die Elektrolyse und für die Elektrodialyse verfügbar. Unter den typischen Anwendungen sind Glukose-Sensoren, Gassensoren, Chlor-Alkali-Elektrolyse, Meerwasserentsalzung, Abwasseraufbereitung und die Steuerung elektrochemischer Reaktionen in biomedizinischen Implantaten.

Die neuen in den Comsol Produkten enthaltenen Funktionen umfassen Verbesserungen diverser Werkzeuge in den Bereichen CAD Import und Geometriebearbeitung, Vernetzung, Physik, Löser, Darstellung der Ergebnisse und ermöglichen so eine produktive Nutzung im gesamten Produktentwicklungsprozess bei gleichzeitiger Leistungssteigerung. Comsol Multiphysics 4.3b bietet ebenso enorme Verbesserungen bei den Funktionen existierender Module und steigert so die Simulationsgeschwindigkeit und verbessert die Fähigkeiten der gesamten Produktpalette.

Durch die hohe Genauigkeit und den unmittelbaren Zugriff auf die Simulationsergebnisse, nimmt Comsol zunehmend Einfluss auf Designprozesse. „Das Ziel von Comsol ist es, Ingenieure und Wissenschaftler mit den passenden Werkzeugen auszustatten, die sie für die Auslegung zuverlässiger und sicherer Produkte benötigen“, sagt Ed Fontes, Chief Technology Officer bei Comsol.

- **Geometrie und Netz** – Eine neue Funktion ermöglicht es den Anwendern, mit einem zweidimensionalen Querschnitt einer 3D Geometrie schnelle „Was-wäre-wenn“-Studien durchzuführen. Ein neues Werkzeug für gekrümmte Koordinatensysteme erleichtert die Definition anisotroper Materialien bei gekrümmten Geometrieformen. Darüber hinaus ermöglichen erweiterte Funktionen die automatische

Erstellung sogenannter Swept Netze für eine schnellere Modellierung.

- **Schnittstellen und Produktivität** – Das neue „One Window Interface“ des LiveLink™ für Inventor ermöglicht es den Nutzern, direkt innerhalb der Inventor-Umgebung mit Comsol Multiphysics zu arbeiten. Neue Aktualisierungen im LiveLink für Excel ermöglichen den Import mehrerer Modelle und den Export von Materialkennwerten von Excel nach Comsol.

- **Elektrisch** – Ein neuer Löser ermöglicht schnellere stationäre und zeitabhängige Magnetik-Simulationen. Dem AC/DC Modul wurde eine neue elektrische Kontaktfunktion hinzugefügt, mit der sich der elektrische Strom, der zwischen zwei Oberflächen fließt, nun entsprechend der Oberflächeneigenschaften und dem Anpressdruck verändert. Die Funktion für periodische Strukturen für elektromagnetische Wellen ist nun im RF Modul verfügbar.

- **Mechanisch** – Schraubenvorspannungs- und Trägerquerschnittsanalysen können nun im Structural Mechanics Modul simuliert werden. Im Fatigue Modul ist nun kumulativer Schaden bei der Ermüdungsanalyse mit zufälligen Lastamplituden verfügbar. Das Heat Transfer Modul wurde um Fläche-zu-Fläche Wärmestrahlung unterschiedlicher Wellenlängen, Wärmeübertragung mit Phasenübergang und thermische Kontaktfunktionen erweitert.

- **Fluid** – Die neue „Frozen Rotor“ Funktion im CFD Modul löst das pseudolaminare Strömungsfeld in Rotationsmaschinen für laminare und turbulente Strömung. Eine neue „Thin Screen“-Funktion für dünne, permeable Barrieren ermöglicht die Simulation von Drahtgeweben, Gittern und perforierten Platten. Darüber hinaus sind nun das SST Turbulenzmodell und ein neuer CFD-Löser verfügbar.

- **Chemisch** – Die neue Funktion für impermeable Barrieren für den Massetransport ermöglicht es den Anwendern, dünne Wände als interne Grenzschichten zu definieren, durch die kein Massenfluss stattfindet.

Auch die neu implementierten Module und Funktionen der Simulationsplattform folgen dem gewohnten intuitiven Modellierungsprozess früherer Versionen, der den Anwendern die Modellierung vereinfacht. „Es ist außergewöhnlich, dass die Anwender unabhängig von der Simulationsaufgabe oder dem Anwendungsbereich demselben Arbeitsablauf folgen können“, sagt Bjorn Sjodin. „Dieser einzigartige Ansatz ermöglicht es den Nutzern, mit der Comsol Umgebung ihre spezifischen Anforderungen zu berücksichtigen und jeden beliebigen Löser oder jede beliebige Funktion in ihren Simulationen zu implementieren, um äußerst nützliche Ergebnisse zu erzielen.“ Da die Modellierungsumgebung gleich bleibt, können sowohl die neuen als auch die existierenden Module kombiniert und gekoppelt werden, um Simulationsmodelle zu erzeugen, die auf die jeweiligen Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten sind.

Comsol Multiphysics 4.3b ist ab sofort weltweit zum Download verfügbar. Anwender mit einer Lizenz des RF Moduls, des Structural Mechanics Moduls oder des Microfluidics Moduls unter Wartung erhalten entweder das Wave Optics Modul, das Multibody Dynamics Modul oder das Molecular Flow Modul kostenfrei. Weitere Informationen zum neuen Release finden Sie unter www.comsol.de/4.3b.

www.comsol.com

CONTACT

Studie zur Prozessverbesserung in der frühen Phase vor

Contact Software und die Hochschule München stellen auf dem 6. Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug eine Studie zur Optimierung der frühen Phase vor. Sie wurde in Kooperation mit der MAN Truck & Bus AG entwickelt. Die Studie liefert nicht nur Handlungsempfehlungen für eine bessere und nachhaltige Gestaltung der Konzeptphase. Am Beispiel einer Buskarosserie wurden zudem Methoden und IT-Werkzeuge

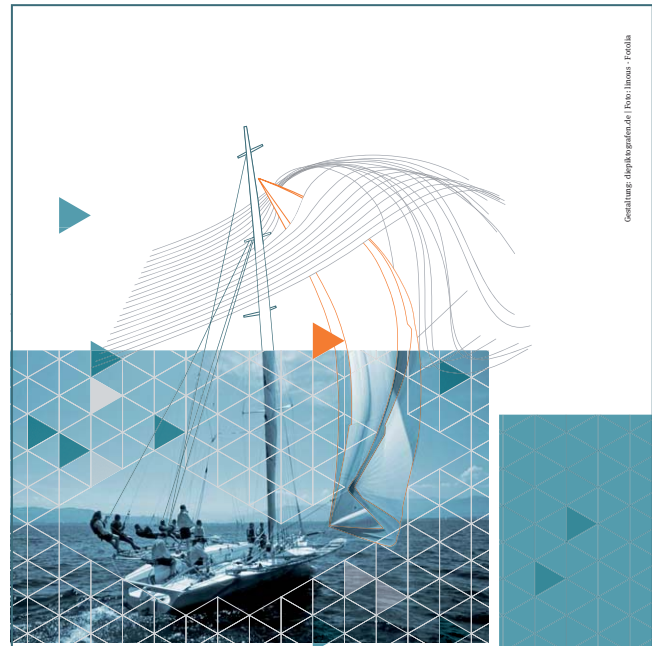
für die Zusammenarbeit von Konstruktion und Simulation erprobt, die substantielle Einsparpotenziale im Produktentstehungsprozess (PEP) belegen. Die Ergebnisse zeigen, dass Forderungen wie interdisziplinäres Arbeiten, in den klassischen Entwicklungsprozess integrierte 3D-basierte Konzeptentwicklung und eine im PEP durchgängige Datenbasis nicht nur theoretisch definierte Zielsetzungen der Forschung sind. Durch abteilungsübergreifende Interviews – auch in Fachbereichen wie Package, Design oder Produktmanagement – und eine Dokumentenanalyse bei dem Nutzfahrzeughersteller wurden die Verbesserungsmöglichkeiten im PEP identifiziert. Auf Basis der IST-Situation konnten dann Anforderungen an einen bedarfsgerechten Prozess definiert und eine Anwendung mit Contacts Fast Concept Modelling (FCM) Toolset umgesetzt und ausgewertet werden.

Die Kosten-Nutzen-Analyse zeigt klare Verbesserungseffekte auf, die durch diesen Prozess zu erzielen waren. In der Summe kann die Produktreife durch eine virtuelle, simulationsunterstützte Konzeptentwicklung und den Ausbau der interdisziplinären Zusammenarbeit speziell zwischen Design, Package, Konstruktion und Simulation frühzeitig und nachhaltig gesteigert werden. Als Schlüsselfaktoren für die Optimierung der Produktentwicklung nennt die Studie das Prozess-, Wissens- und Datenmanagement sowie entsprechend geeignete Werkzeuge und Schnittstellen in der CAx-basierten Entwicklungsprozesskette.

Japan: Kooperation mit Tecosim trägt Früchte

- siehe auch Tecosim -

Contact Software und Tecosim Japan haben das Fast Concept Modelling Toolset (FCM) bei mehreren japanischen Automobilherstellern platziert. In Japan agiert der Spezialist für numerische Berechnung und Simulation als Reseller für Contacts innovatives Konzeptwerkzeug, mit dem schon in der frühen Phase die Validierung des zukünftigen Pro-



Grafik: dpa/Agentur für Foto: Illman - Fotolia

Berufsbegleitend zum Master of Engineering

Applied Computational Mechanics

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

HOCHSCHULE
FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN FH
INGOLSTADT



esocaet

europaean school of
computer aided engineering
technology

duktverhaltens unterstützt werden kann. Kooperationen zwischen beiden Unternehmen gibt es auch in Deutschland bereits seit mehreren Jahren: in jüngerer Zeit unter anderem bei der Entwicklung des speziell für Kurzstrecken ausgelegten Elektrofahrzeuges StreetScooter oder beim Verbundprojekt „Robust Design Optimierung“, das kürzlich angelaufen ist und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird.

Tecosim ist international ein gefragter Entwicklungspartner im Bereich Computer Aided Engineering (CAE) und Marktführer im Segment Mobilität. Die Unternehmensgruppe hat ihre Unternehmenszentrale in Rüsselsheim und Tochtergesellschaften in Großbritannien, Indien und Japan. Mit dem Anspruch „Better life by simulation“ erarbeitet ein Team von weltweit rund 400 Berechnungsingenieuren Lösungen für die Geschäftsfelder Mobilität, Energie, Industrie & Technik sowie Gesundheit. Für Kunden bilden die CAE-Spezialisten das Verhalten von Bauteilen in den frühen Phasen der Produktentwicklung mit verschiedenen Simulationstools ab und legen die Daten aus.

Mit dem FCM bietet Contact ein Catia Add-on an, das eine schnelle, einfache Erstellung von Geometriemodellen sowie den automatischen Export von FE-Modellen für Crash, NVH- und statische Analysen unterstützt. „CAE ermöglicht bessere Produkte in kürzeren Entwicklungszyklen, Ressourcenschonung und geringere Umweltbelastung“, sagt Yuki Yoshi Taguchi, Managing Director von Tecosim Japan. „Der FCM-Einsatz beschleunigt den Prozess von der ersten Produktidee bis zu einem abgesicherten Konzept noch mehr, sodass wir unseren Kunden damit weitere Zeit- und Kostenvorteile erschließen können.“

www.contact-software.com

DASSAULT SIMULIA

Dassault Systèmes übernimmt FE-DESIGN

- siehe auch FE-Design - Dassault Systèmes übernimmt FE-Design, Technologieführer in Designoptimierung in der frühen Produktentwicklungsphase. Die Übernahme von FE-Design, mit Zentrale in Karlsruhe, Deutschland, erweitert Dassault Systèmes' Simulia Anwendungen zur komplettesten Designoptimierungslösung auf dem Markt. Mit über 200 weltweiten Industriekunden wie General Motors, BMW, Siemens, and Suzlon, ist FE-Design Technologieführer für nicht-parametrische Optimierungslösungen sowohl im Struktur- als auch im Fluid-Bereich. Die Höhe des Transaktionsbetrages wurde nicht mitgeteilt.

„Designoptimierung ist eine Umschreibung von 'Finde das richtige Design' für Unternehmen, für Kunden, für die Welt. Auf der 3DEXperience Plattform geht es um die Optimierung der Unternehmensgeschäfte, -prozesse und -produkte. „Aus diesem Grund passt FE-Design so gut zu Dassault Systèmes,“ erklärte Bernard Charlès, President und CEO, Dassault Systèmes. „Was wollen die Kunden? Können wir es schnell und effizient bereitstellen? Ist es zukunftsfähig? Das sind die Fragen, die sich die Industrie stellen muss, um Produkte, Natur und Leben auszubalancieren. Genau diese Fragen beantwortet unsere 3DEXperience Plattform.“

In einem schnell wachsenden Markt werden Designentwicklung und die Anwendung von Optimierungstechniken zum entscheidenden Faktor, um die Ansprüche an Produktleistung mit Ressourceneffizienz und knappen Zeitvorgaben in Einklang zu bringen. FE-Design's Produkte werden zur Stärkung von Dassault Systèmes' 3DEXperience Plattform beitragen und mit ihr die automatische Entwicklung des richtigen Designs in einem Simulationsprozess noch schneller und effizienter machen.

„Wir arbeiten bereits seit mehr als 10 Jahren eng mit Dassault Sy-

stèmes zusammen und sehen die Vorteile und den Nutzen, den unsere Kunden sofort durch die weltweite Supportunterstützung und zukünftig auch durch interne Unternehmenskooperationen und zukunftsweisende Technologien für 3D Modellierung und Simulation haben werden, „ erklärte Dr. Jürgen Sauter, Gründer und CEO von FE-Design. Als strategische Ergänzung von Dassault Systèmes werden wir in der Lage sein, unsere Kunden noch besser darin zu unterstützen, unsere Produkte in ihrem Unternehmen zum größten Nutzen anzuwenden.“ Diese Transaktion wurde am 23. April 2013 abgeschlossen.

www.3ds.com

DYNAMORE

LS-Dyna Version R7 verfügbar

Die DYNAMORE GmbH, Gesellschaft für FEM Ingenieurdienstleistungen, gab die Verfügbarkeit der neuen Version LS-DYNA R7 mit vielen neuen Features und Verbesserungen bekannt. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den drei neuen Lösern für kompressible und inkompressible Fluide sowie für Elektromagnetismus, die sich mit den vorhandenen Lösern für Struktur und Temperatur koppeln lassen.

LS-Dyna ist ein hochentwickeltes universelles Finite-Elemente-Programm, das sich ergänzend zur Crashberechnung und Tiefziehsimulation hervorragend für die Simulation anderer hochgradig nichtlinearer physikalischer Fragestellungen aus Industrie und Forschung eignet. Das für Multiprozessorsysteme sowie für massiv-parallele Computersysteme optimierte Programm ermöglicht sehr kurze Rechenzeiten und damit eine optimale Unterstützung in der Gestaltung und Auslegung von Produkten.

LS-Dyna wird von der Livermore Software Technology Corporation (LSTC) entwickelt und stellt einen gut gefüllten Werkzeugkasten mit effizienten Diskretisierungsmethoden in Raum und Zeit bereit, der die

nahtlose numerische Berechnung gekoppelter Probleme ermöglicht. Dies schließt sowohl die Klasse der oberflächen- als auch der volumengekoppelten Probleme ein und bezieht sich auf die Kopplungsmöglichkeiten des Strukturlösers mit den Lösern für inkompressible und kompressible Fluide, Temperatur und Elektromagnetismus.

Des Weiteren lassen sich innerhalb von LS-Dyna unterschiedliche Berechnungsabschnitte aneinander fügen, ohne die Notwendigkeit, einen zeitaufwendigen Übergang auf andere Softwarepakete zu definieren. Deshalb ermöglicht eine Kombination der von LS-Dyna bereitgestellten Funktionen eine einfache, prozessübergreifende Simulation von multiplen, interagierenden physikalischen Phänomenen auf unterschiedlichen Skalen.

Die Firma DYNAmore steht für exzellente Unterstützung bei der numerischen Lösung nichtlinearer physikalischer Problemstellungen. Das Produktportfolio umfasst die Finite-Elemente-Software LS-Dyna, den Pre- und Postprozessor LS-PrePost und die Optimierungssoftware LS-OPT sowie zahlreiche FE-Modelle für die Crashsimulation (Dummies, Barrieren, Fußgänger, Menschmodelle, ...). Schwerpunkte sind Support, Vertrieb, Schulung, Ingenieurdienstleistung, Software-Entwicklung und Systemintegration. DYNAmore ist eine der ersten Adressen für Pilot- und Entwicklungsprojekte zur Simulation nichtlinearer dynamischer Problemstellungen.

www.dynamore.de



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

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

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

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

Subscribe now!

FE-DESIGN

Dassault Systèmes übernimmt FE-DESIGN

- siehe auch Dassault Simulia -
Dassault Systèmes übernimmt FE-Design, Technologieführer in Designoptimierung in der frühen Produktentwicklungsphase. Die Übernahme von FE-Design, mit Zentrale in Karlsruhe, Deutschland, erweitert Dassault Systèmes' Simulia Anwendungen zur komplettesten Designoptimierungslösung auf dem Markt. Mit über 200 weltweiten Industriekunden wie General Motors, BMW, Siemens, and Suzlon, ist FE-Design Technologieführer für nicht-parametrische Optimierungslösungen sowohl im Struktur- als auch im Fluid-Bereich. Die Höhe des Transaktionsbetrages wurde nicht mitgeteilt.

„Designoptimierung ist eine Umschreibung von 'Finde das richtige Design' für Unternehmen, für Kunden, für die Welt. Auf der 3DEexperience Plattform geht es um die Optimierung der Unternehmensgeschäfte, -prozesse und -produkte. „Aus diesem Grund passt FE-Design so gut zu Dassault Systèmes,“ erklärte Bernard Charlès, President und CEO, Dassault Systèmes. „Was wollen die Kunden? Können wir es schnell und effizient bereitstellen? Ist es zukunftsfähig? Das sind die Fragen, die sich die Industrie stellen muss, um Produkte, Natur und Leben auszubalancieren. Genau diese Fragen beantwortet unsere 3DEexperience Plattform.“

In einem schnell wachsenden Markt werden Designentwicklung und die Anwendung von Optimierungstechniken zum entscheidenden Faktor, um die Ansprüche an Produktleistung mit Ressourceneffizienz und knappen Zeitvorgaben in Einklang zu bringen. FE-Design's Produkte werden zur Stärkung von Dassault Systèmes' 3DEexperience Plattform beitragen und mit ihr die automatische Entwicklung des richtigen Designs in einem Simulationsprozess noch schneller und effizienter machen.

„Wir arbeiten bereits seit mehr als 10 Jahren eng mit Dassault Systèmes

zusammen und sehen die Vorteile und den Nutzen, den unsere Kunden sofort durch die weltweite Supportunterstützung und zukünftig auch durch interne Unternehmens-Kooperationen und zukunftsweisende Technologien für 3D Modellierung und Simulation haben werden, „ erklärte Dr. Jürgen Sauter, Gründer und CEO von FE-Design. Als strategische Ergänzung von Dassault Systèmes werden wir in der Lage sein, unsere Kunden noch besser darin zu unterstützen, unsere Produkte in ihrem Unternehmen zum größten Nutzen anzuwenden.“ Diese Transaktion wurde am 23. April 2013 abgeschlossen.

Tosca Extension for Ansys Workbench

Mit der Tosca Extension for Ansys Workbench steht Anwendern von Ansys Workbench ab Version 14.5 der volle Umfang der Topologieoptimierung zur Verfügung. Durch die nahtlose Integration können Optimierungsstrategien direkt in der vertrauten Workbench-Umgebung umgesetzt werden, ohne Daten zwischen den entsprechenden Simulationsprogrammen zu transferieren. Tosca Extension for Ansys Workbench ist für Tosca Structure Kunden kostenlos ab 23.04.2013 bei FE-Design und seinen Vertriebspartnern erhältlich.

Globaler Wettbewerb, verschärfte Emissionsgesetzgebung - Produkte und Komponenten müssen nicht nur funktionalen Anforderungen genügen, sondern dies auch unter bestmöglicher Ausnutzung der eingesetzten Ressourcen erreichen. Signifikantes Potenzial zur Senkung der Entwicklungs- und Herstellungskosten bietet die Strukturoptimierung.

Bestehende CAE-Umgebungen sind meist heterogen. Damit verbunden sind teilweise ‚Defizite‘, wie unterschiedliche Benutzeroberflächen und Datenformate, die den Simulationsprozess komplexer und langsamer machen. Mit Ansys Workbench steht eine einheitliche Entwicklungsplattform zur Verfügung, bei der mit einem gemeinsamen Simulationsmodell für unterschied-

liche Anwendungen gearbeitet wird. Die Umsetzung von Entwicklungsaufgaben wird so signifikant erleichtert und beschleunigt, da u. a. Datenkonvertierungen überflüssig werden, Synergieeffekte genutzt und Übertragungsfehler vermieden werden können. Die einheitliche und vertraute Arbeitsumgebung ist die Basis für eine Produktivitätssteigerung.

Die Integration von Tosca Structure.topology in die Ansys Workbench, macht den manuellen Datentransfer zwischen Optimierung und Simulation überflüssig. Zusammen mit der einheitlichen Benutzerumgebung wird für den Anwender der Einsatz von Tosca Structure.topology wesentlich komfortabler und schneller. Die integrierte Bauteiloptimierung mit Tosca Extension for Ansys Workbench führt so zu einer deutlichen/weiteren Effizienzsteigerung.

ToscaExtension for Ansys Workbench ist einfach zu installieren und dann direkt einsetzbar. Sie ist für Tosca Structure Kunden kostenlos und unterstützt derzeit die komplette Topologieoptimierung.

Tosca Structure 7.3

Die neue Softwareversion Tosca Structure 7.3 bietet Anwendern zwei neue bzw. stark überarbeitete grafische Benutzeroberflächen zur vereinfachten und schnelleren Interaktion im Simulations- und Optimierungsprozess. Mit zusätzlichen Funktionen in der Gestalt- und Sickenoptimierung ermöglicht Tosca Structure 7.3 erweiterte Anwendungsmöglichkeiten für eine effiziente Produktentwicklung.

Mit dem neuen Tosca ANSA environment (TAe) spricht Tosca Structure 7.3 alle Nutzer an, die ihre Optimierungsaufgaben interaktiv am FE-Modell definieren wollen. Hierzu stehen umfangreiche Optimierungstemplates zur Verfügung. In dieser neugestalteten GUI sind alle Produktneuerungen der aktuellen Tosca Version enthalten. So werden nun auch die Funktionserweiterungen von Tosca Structure, wie etwa netzunabhängige Symmetriebedingungen sowie viele weitere Funktionalitäten, unterstützt. Die aktuelle

Version Tosca Structure 7.3 enthält erweiterte ‚Mesh-Smooth‘-Funktionen in der Gestaltoptimierung. Diese Funktion erlaubt sehr große Formänderungen bei nahezu gleichbleibender Netzqualität. So wird die Gestaltoptimierung für noch mehr Anwendungsfälle effizient nutzbar. Komfort und Schnelligkeit der Integration von Tosca Structure.topology in den Produktentwicklungsprozess werden auch mit der zweiten neuen Benutzeroberfläche sichergestellt: Die Tosca Extension for Ansys Workbench. Diese - für Tosca Structure und Ansys Workbench Nutzer kostenlose - Erweiterung, erlaubt dem Anwender, alle Arbeitsschritte der Optimierung in seiner gewohnten Ansys Workbench Umgebung durchzuführen. Ein Datentransfer zwischen verschiedenen Oberflächen wird überflüssig. Fehlerquellen und Zeitverlust werden vermieden.

www.fe-design.de

GRANTA DESIGN

Intelligentes Materialdatenmanagement

Granta Design, das weltweit führende Unternehmen im Bereich Werkstoff-Informationsmanagement, hat heute die Verfügbarkeit des neuen Critical Materials Data Module innerhalb der Granta MI Software bekannt gegeben. Die Entwicklung des Moduls wurde durch das Samulet Projekt vorangetrieben, ein von Rolls-Royce geführtes Gemeinschaftsprogramm, dessen Abschlussbesprechung Ende April stattfand. Das neue Datenmodul ist eine Reaktion auf das wachsende Bewusstsein für Geschäftsrisiken durch kritische Inhaltsstoffe. Es kann Unternehmen dabei helfen, bei ihrer Werkstoffauswahl gesetzliche Bestimmungen, wie den Amerikanischen Dodd-Frank Act, einzuhalten. Weiterhin werden zum Beispiel besondere Werkstofflisten, wie die Studie ‚Critical Raw Materials for the EU‘, die kritische Materialien und Konfliktminerale unter besonderer Prüfung herausstellt, berücksichtigt.

Kritische Werkstoffe, wie beispielsweise seltene Erden, sind Materialien, bei denen aufgrund von Faktoren wie geopolitischen Risiken, nationale Umweltrisiken, Kapazitätsmangel, Konfliktminerale und Preisschwankungen entsprechende Versorgungsrisiken bestehen. Das neue Datenmodul ermöglicht eine vollständige Einschätzung dieser Faktoren. Zusammen mit Grantas Werkzeugen für die Unterstützung optimaler Material- und Fertigungsentscheidungen ermöglicht es entschärfende Maßnahmen zu einem frühen Zeitpunkt im Produktentwicklungsprozess einzuleiten. Das bedeutet, dass die tatsächlichen Risiken und Kosten, die mit der Verwendung dieser Werkstoffe verbunden sind, verstanden und auf ein Minimum reduziert werden können. Um eine datenbasierte Beurteilung zu unterstützen, umfasst das Critical Materials Data Modul Informationen zu Versorgungsrisiken von 67 Kernelementen. Die Informationen, die diese Elemente beschreiben, sind an die Einträge der Werkstoffe geknüpft (z. B. Legierungen für Luft- und Raumfahrt), in denen diese Elemente gefunden werden können. Dies ermöglicht es, kritische Werkstoffe schnell zu identifizieren. Informationen zu Preisvolatilität und Preisveränderungen helfen bei der Beurteilung potenzieller Auswirkungen zukünftiger Preisschwankungen. Die Informationen werden durch eine grundlegende Ratingmethode des Versorgungsrisikos unterstützt, um einen praxisnahen, aktionsbezogenen Ansatz für die Risikominimierung sicherzustellen. Diese Werkzeuge sind als Ergebnis aus dem mit Grantas Beteiligung durchgeführten Rolls-Royce Samulet Projekt hervorgegangen, das seitens der britischen Regierung und der Industrie finanziell gefördert wurde. Die Fördermittel stammen unter anderem vom UK Technology Strategy Board und dem Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC). In der letzten Phase des Projektes lag der Schwerpunkt in der Bereitstellung von Werkzeugen für die Luft- und Raumfahrtindustrie zur Verwaltung und Analyse verbotener

Substanzen, kritischer Materialien und dem Energieverbrauch, da die Branche für die nächste Generation ziviler Flugzeuge umweltfreundlichere Triebwerke herstellen will.

www.grantadesign.com

HBM

BOA setzt auf nCode GlyphWorks

BOA ist spezialisiert im Engineering und der Produktion flexibler Verbindungen für Abgassysteme, die Motorbewegungen von der Abgasanlage entkoppeln. Jedes flexible Verbindungselement muss für die jeweilige Applikation entwickelt werden, um die statischen Lasten und dynamischen Bewegungen auszugleichen und die Anforderungen an die gewünschte Lebensdauer im Automotive-Bereich, Nutzfahrzeugen und Off-Road Anwendungen zu erreichen. Die Daten für diesen kundenspezifischen Entwicklungsprozess werden im Fahrversuch (RLDA, Road Load Data Acquisition) auf Prüfstrecken erfasst. In der Vergangenheit waren mehrere Schritte für die Datenanalyse notwendig, und in jedem einzelnen Schritt dieses komplexen Prozesses kamen unterschiedliche Softwareprodukte zum Einsatz was die Entscheidungsfindung verlangsamt hat. BOA konnte durch die Implementierung von nCode GlyphWorks den Engineering-Prozess entscheidend verbessern. nCode GlyphWorks automatisiert die meisten Analyseprozesse und erübrigt die Konvertierung von Datenformaten. Damit werden mögliche Fehlerquellen bei den Eingabedaten direkt ausgeschlossen.

„Die Optimierungen durch den Einsatz von nCode GlyphWorks und nCode DesignLife erlauben es uns, die Daten effizienter zu verarbeiten und zu analysieren... die Fähigkeit, Konstruktionsvarianten und nötige Anpassungen zu einem frühen Zeitpunkt zu evaluieren, erhöht das Vertrauen, reduziert die Risiken und hilft das Produkt schneller auf den Markt zu bringen.“ meint Srinivas Gade, Produktentwicklung, Advanced Engineering für BOA.

nCode Automation bei Turbomeca
Turbomeca (Safran) konstruiert, fertigt und vermarktet die breiteste Palette von Gasturbinen für Hub-schrauber in kleinen bis mittelgroßen Leistungen. Intensive physikalische Tests sind notwendig für die Entwicklung von neuen Turbinen und die Qualifizierung von Turbinen für neue Anwendungen. In der Vergangenheit benötigte Turbomeca mehr als zwei Monate zur Testdatenanalyse auf Basis von Microsoft Excel Tabellen für ein Standardprogramm zur Entwicklung einer Gasturbine. Die Analysen bestehen hierbei hauptsächlich aus Filterungen, statistischen Analysen und Berichten. Zur Effizienzsteigerung bei der Datenanalyse hat Turbomeca zu nCode Automation gewechselt, welches die großen Datendateien im Versuchsfeld effizienter verwalten kann und umfangreiche Automatisierungstools für die Datenanalyse bereitstellt. Die Analysezeit für die letzte Turbine konnte von zwei Monaten auf nur eine Woche verkürzt werden. "Die Verbesserungen, die wir bei der Effizienz der Datenanalyse erreichen konnten, machen es möglich die Leistung und Robustheit unserer Produkte durch Erweiterung der durchgeführten Analysen zu verbessern - ohne die Produkteinführungszeit zu verlängern." sagt Pierre Mialocq, Projektmanager bei Turbomeca.

Lebensdaueranalysen von Strukturen mit Schweißnähten

Schweißen wird in vielen Branchen als effektive und wirtschaftliche Methode für die strukturelle Verbindung zwischen Metallteilen verwendet. Allerdings besitzen Schweißverbindungen im Allgemeinen eine geringere Ermüdungsfestigkeit als die miteinander verbundenen Teile. Gleichzeitig werden Schweißnähte häufig an speziellen Orten der Struktur oder an Strukturübergängen eingesetzt. Dies resultiert darin, dass selbst gut konstruierte Strukturen häufig Ermüdungsversagen an geschweißten Punkten aufweisen. Jede Evaluierung der Betriebsfestigkeit einer geschweißten Struktur muss daher einen hohen Stellenwert

auf die Bewertung der Schweißverbindungen legen. Eine Reihe von Funktionen sind in nCode Design-Life implementiert worden, um die Lebensdaueranalyse von Schweißnähten zu erleichtern, und es gibt weitergehende Entwicklungen zur Verbesserung und Erweiterung dieser Anwendungsmöglichkeiten. Das Whitepaper skizziert die wichtigsten implementierten Methoden und bietet einige Hintergrundinformationen und Validierungsfälle.

www.hbmncode.com

IBM

Höchstleistungsrechner SuperMUC: Rechenleistung steigt ab 2014/2015 von 3 auf 6,4 Petaflops

In Anwesenheit von Staatsminister Dr. Wolfgang Heubisch unterzeichneten heute Prof. Dr. Karl-Heinz Hoffmann, Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAdW), Prof. Dr. Arndt Bode, Vorsitzender des Direktoriums des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ) der BAdW, Martina Koederitz, Vorsitzende der Geschäftsführung, IBM Deutschland GmbH, und Andreas Pflieger, Vertriebsleiter Wissenschaft und Forschung, IBM Deutschland GmbH, den Vertrag über die Erweiterung des Höchstleistungsrechners SuperMUC am LRZ.

SuperMUC wurde am 20. Juli 2012 als schnellster Rechner Europas in Betrieb genommen und zeichnet sich dadurch aus, dass er besonders universell und äußerst energieeffizient einsetzbar ist. Zu den vorhandenen 155.656 Prozessorkernen werden mit der Erweiterung Ende 2014/Anfang 2015 weitere 74.304 Prozessorkerne der dann neuesten verfügbaren Intel Xeon-Technologie hinzukommen. Der Hauptspeicher wird von 340 um 198 auf dann 538 Terabyte erweitert und zu den bisherigen 12 Petabyte Hintergrundspeicher kommen weitere 9 Petabyte hinzu.

Die Spitzenrechenleistung wird sich verdoppeln und dann 6,4 Petaflops betragen. Dies sind 6,4 Billionen,

also 6.400.000.000.000.000 Gleitkommaoperationen (Floating Point Operation, Flop) pro Sekunde.

Die Architektur des SuperMUC lässt trotz der imposanten Zahl von mehr als 229.960 Prozessorkernen einen stabilen Dauerbetrieb und sehr gute Skalierung erwarten.

Die Anwendungen, die auf den Höchstleistungsrechnern des LRZ gerechnet werden, reichen von Simulationen der Entwicklung des Universums über die Modellierung des heißen Erdinneren, der Ausbreitung von Erdbebenwellen und die Berechnung von Strömungseigenschaften der verschiedensten technischen und natürlichen Systeme bis hin zur Untersuchung biologischer und immer häufiger auch medizinischer Fragestellungen, die unmittelbar den Menschen zugutekommen. „Auch bei der Auswahl des SuperMUC hat sich die Entscheidung für eine Rechnerarchitektur, die für ein breites Spektrum wissenschaftlicher Anwendungen geeignet ist, ausgezeichnet bewährt. SuperMUC war schon kurz nach der Inbetriebnahme vollständig ausgelastet, und es gibt bereits erste Anwendungen, die praktisch den gesamten Rechner effizient nutzen können. Insbesondere in den Bereichen Bio- und Lebenswissenschaften erwarten wir in Zukunft einen deutlich erhöhten Bedarf an Rechenleistung“, betonte Prof. Dr. Arndt Bode, Leiter des LRZ. Auch die Erweiterung des SuperMUC wird wie das bestehende System mit warmem Wasser gekühlt werden. Dies ermöglicht einerseits eine besonders energieeffiziente Kühlung ohne zusätzliche Kältemaschinen sowie andererseits die Nutzung der Rechnerabwärme zur Heizung der LRZ-Gebäude. Durch den gleichzeitigen Einsatz von besonders energieeffizienter Systemsoftware, die von IBM in enger Zusammenarbeit mit dem LRZ entwickelt wurde, konnte die Leistungsaufnahme des SuperMUC schon im ersten Betriebsjahr weiter optimiert und somit die für den Betrieb des Systems benötigte elektrische Energie um mehr als 30% gegenüber vergleichbaren Systemen mit herkömmlicher Kühlung reduziert werden.



www.CAE-Stellenmarkt.de

Das neue Jobportal speziell für CAE-Ingenieure

**Aktion weiter verlängert:
Stellen Sie auch weiterhin Ihre
Stellenanzeigen kostenlos online.**

Die direkte Kühlung der Computenchips mit Wasser erhöht zudem die Lebensdauer und Betriebsstabilität der Rechnerkomponenten, da diese im Betrieb und selbst bei mehrstündigen Abschaltungen nur sehr geringen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Die seit Inbetriebnahme des SuperMUC beobachtete Rate an Hardwaredefekten ist daher für ein System dieser Größenordnung äußerst gering. Im Rahmen des nationalen Verbundes Gauß Zentrum für Supercomputing (GCS) können Wissenschaftler in Bayern, Deutschland und darüber hinaus SuperMUC ohne Änderung an den bisherigen Programmierkonzepten nutzen. Über die Infrastruktur PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) eröffnet SuperMUC weitere neue Möglichkeiten für Wissenschaftler in 25 europäischen Mitgliedsstaaten.

www.ibm.com

INTES

Temperaturberechnung elektronischer Steuerkarten

Elektronische Steuerungen sind aus vielen mechatronischen Anwendungen in Fahrzeugen und Maschinen nicht mehr wegzudenken. Der Entwurf der elektronischen Steuerkarten hat neben der reinen Steuerungsfunktion auch den Energieverbrauch und die Lebensdauer zu berücksichtigen. Dazu sind die Führung der Leiterbahnen, die Temperaturentwicklung der Steuerelemente und die Wärmeabfuhr zu berücksichtigen. Die virtuelle Ermittlung dieser und weiterer Faktoren führt zu einer mehrfach gekoppelten Aufgabe aus elektrischer Stromverteilung, Ermittlung der Wärmequellen und der Temperaturverteilung auf der Steuerkarte.

Zur Lösung dieser Aufgabe wurde in den vergangenen Monaten ein Prozess aufgesetzt, der eine Kopplung von elektrothermischen Analysen mit PERMAS und von

Strömungsanalysen mit OpenFOAM durchführt. In PERMAS wird ein 3D-Strukturmodell verwendet, um den elektrischen Strom und die Temperatur einschließlich Strahlung zu berechnen. In OpenFOAM wird zum einen die natürliche Konvektion im Inneren der Steuerbox berechnet, zum anderen die erzwungene Konvektion durch die äußere Anströmung.

Exemplarisch liegt die Kopplung für ein Leistungsmodul einer Motorkühlung vor. Informationen dazu und einen kleinen Film finden Sie hier. Wenn Sie an weiteren Einzelheiten interessiert sind, können Sie uns gerne eine E-Mail schicken an info@intes.de.

www.intes.de

MSC.SOFTWARE

Seit einem halben Jahrhundert im virtuellen Geschäft

Die MSC Software Corporation, Anbieter von Simulationssoftware und Dienstleistungen, begeht in diesem Jahr sein 50. Firmenjubiläum. Aus diesem Anlass finden die traditionellen MSC Nastran-, Adams-, Marc- und SimManager User Meetings zeitgleich am 14. und 15. Mai 2013 in Berlin statt. Eingeladen sind alle Anwender und Partner von MSC sowie interessierte Berechnungsingenieure und CAE-Experten. Die Teilnehmer können sich auf über 30 Vorträge, Produkt-Updates, viele verschiedene Workshops und ein Demonstration Center freuen.

Begonnen hat die Geschichte von MSC am 1. Februar 1963 als Richard MacNeal und Robert Schwendler die MacNeal-Swendler Corporation (MSC) gegründet haben. Nur zwei Jahre später entwickelte das junge Unternehmen mit der NASA ein universell einsetzbares FE-Programm. Dieses Programm wird „Nasa STRucturalANalysis“ getauft, kurz NASTRAN, und hat maßgeblich zum Siegeszug der numerischen Simulation beigetragen. Seitdem kam bei nahezu jeder Entwicklung eines Flugzeuges oder Autos die Software zum Einsatz. Heute ist MSC Nastran Standard für die Berechnung linearer Statik und Dynamik in der gesamten Fertigungsindustrie – genauso wie Marc für nichtlineare Strukturanalysen, Adams für die Berechnung der Mehrkörperdynamik und SimManager für Simulationsdatenmanagement.

In Berlin möchte MSC die Anwender der verschiedenen Produkte zusammenbringen, um das 50-jährige Jubiläum zu feiern. Dominic Gallelo, CEO von MSC, eröffnet die zweitägige Veranstaltung. Er wird nicht nur auf die Geschichte zurückblicken, sondern auch einen Ausblick geben, wo das Unternehmen in Zukunft hin möchte. Anschließend erhalten die Teilnehmer der Konferenz einen Überblick über die Neuerungen der aktuellen Produkte und in der Session ‚A New Era Begins‘ wird MSC ein neues innovatives Softwarepro-

gramm vorstellen. „Wir sind stolz auf unser Erbe als Softwareunternehmen, das ein Vorreiter bei der Entwicklung der Entwicklungssimulation war und einen großen Beitrag hierzu geleistet hat“, so Gallelo. „Das MSC-Team freut sich darauf, auch weiterhin die Zukunft der Simulationstechnologien mitzubestimmen.“ Am Nachmittag des ersten Tages sind Anwendervorträge geplant. In parallelen Sessions für MSC Nastran, Adams, Marc und SimManager werden Referenten aus Industrieunternehmen und aus Forschungs- und Hochschuleinrichtungen Einblick in ihre täglichen und nicht-alltäglichen Simulationsprojekte geben. Am zweiten Tag stehen neben weiteren Vorträgen Produkt-Updates und Workshops im Mittelpunkt. Die Hauptthemen drehen sich rund um Simulation: Composites, Lebensdauerberechnung, Akustik, Datenmanagement, etc.

Begleitet wird das User Meeting von einer Fachausstellung und einem Demonstration Center. In der Ausstellung präsentieren sich Anbieter von Hardware, Dienstleistungen und komplementärer Software. Im Demonstration Center stehen den Teilnehmern während der gesamten Konferenzzeit technische Experten zur Verfügung, mit denen direkt am Rechner interessante Anwendungen und Fragen besprochen werden können.

Erstmals richtet MSC ein User Meeting in der deutschen Hauptstadt aus – mitten im Herzen von Berlin. Das Veranstaltungshotel liegt direkt am Potsdamer Platz. Mehr von Berlin können die Teilnehmer bei der Abendveranstaltung kennenlernen. Mit dem Fahrtgastschiff MS Alexander von Humbold geht es auf die Spree zu einer Fahrt vorbei an den Sehenswürdigkeiten der deutschen Hauptstadt.

Mehr Informationen: <http://pages.mscsoftware.com/50Years-Home-Germany.html>. Bei Fragen ist das MSC Software Team per Email an UserDay2013@mscsoftware.com oder telefonisch unter +49 89 4319870 erreichbar.

Mit flexiblen Zähnen robustere Getriebe entwickeln

Die MSC Software Corporation, Anbieter von Simulationssoftware und Dienstleistungen, hat heute die Einführung der neuen Version Adams/Gear Advanced Technology (AT) 2013R1 angekündigt. Gear AT ist ein skalierbares dynamisches Simulationstool für den Konstruktionsprozess von Getrieben und als Plug-In für das Mehrkörperdynamikprogramm Adams erhältlich. Highlight der neuen Version ist die Erweiterung um ein Kontaktmodell für flexible Zähne. Die Flexibilität wird durch den Finite Elemente (FE)-Solver MSC Nastran ermittelt.

Der Einsatzbereich von Gear AT beginnt mit der kinematischen Auslegung von einzelnen Getriebestufen und reicht bis zur dynamischen Simulation von kompletten Getrieben unter Berücksichtigung von Bauteilsteifigkeiten und Wälzlagern, gegebenenfalls sogar unter Berücksichtigung von topologischen Profilmodifikationen. Die stetige Entwicklung von Gear AT zielt darauf ab, dass multidisziplinäre Berechnungstechnologie mit großer Anwenderfreundlichkeit den gesamten Entwicklungsprozess von Getrieben unterstützt.

Der Berechnungsprozess von Gear AT durchbricht das Paradigma, das realitätsnahe Modellierung zu einem großen Aufwand für den Modellaufbau und zu sehr langen Rechenzeiten aufgrund der Lösung des nichtlinearen Kontaktes zwischen den flexiblen Zahnflanken führt. Die Modellierung und die Berechnung mit Gear AT erfordern keine tiefgehenden Kenntnisse über die FE-Methode und die Mehrkörperdynamik. Der leistungsfähige und robuste Kontaktalgorithmus berücksichtigt den realen, dreidimensionalen Zahneingriff mit Achsversatz und Schiefstellung inklusive mikrogeometrischer Korrekturen.

Moderne Getriebe unterliegen dem allgemeinen Trend zunehmender Optimierung: Leichtbau, lange Lebensdauer, kleine Übertragungsfehler oder beispielsweise Akustik müssen in der Konstruktionsphase rechnerisch erfasst und optimiert

werden. Die realitätsnahe Modellierung mit Gear AT kann die Konstruktion in den angeführten Punkten unterstützen und ersetzt vereinfachende Modellierungen, wodurch sich Qualität der numerischen Voraussagen verbessert.

Gear AT 2013R1 ist vollkommen kompatibel mit Adams. Die Ergebnisse von Gear AT umfassen die resultierenden Kräfte und Momente in den Getriebestufen, wobei Effekte wie Reibung und Dämpfung berücksichtigt sind. Zusätzliche Ergebnisse wie Kontaktspannungen, resultierende Zahnkräfte, Gleitgeschwindigkeit, Reibverluste, Achsversatz und Schiefstellung stehen zur Verfügung.

Gear AT 2013R1 unterstützt derzeit Innen- und Außenverzahnungen von gerad- oder schrägverzahnten Stirnrädern.

www.mscsoftware.com

NAFEMS

NAFEMS World Congress und Internationale SPDM Conference

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

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

www.nafems.org

SIEMENS PLM SOFTWARE

General Motors wählt Siemens zum Supplier of the Year 2012

General Motors hat die Business Unit Siemens PLM Software als einen der besten Zulieferer für die Automobilbranche weltweit ausgezeichnet. Der Preis wurde zum einundzwanzigsten Mal im Rahmen der jährlichen Supplier of the Year-Veranstaltung in Detroit verliehen. „Es ist eine Ehre, die Auszeichnung „Supplier of the Year“ immer wieder von GM zu erhalten. Es zeigt, wie sehr unserem Team der Erfolg der Kunden am Herzen liegt. Es ist außerdem das direkte Resultat der engen Beziehung unserer

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

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

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

ONE
NAFEMS
THE INTERNATIONAL
ASSOCIATION FOR
THE ENGINEERING
ANALYSIS COMMUNITY



www.nafems.org

beiden Unternehmen“, sagt Chuck Grindstaff, CEO und President von Siemens PLM Software. „Wir sind stolz auf diese Partnerschaft mit General Motors. Auch in Zukunft werden wir GM dabei helfen, hochwertige Automobile zu konstruieren, zu bauen und zu vermarkten.“

Als einer von nur 83 anerkannten GM-Zulieferern hat Siemens regelmäßig die Anforderungen an Innovation, Produktqualität und fristgerechten Service erfüllt sowie herausragenden Mehrwert geliefert. Siemens bekommt den Preis insgesamt zum fünften Mal. Drei der Auszeichnungen erhielt das Unternehmen in den vergangenen vier Jahren.

„Siemens ist am Erfolg von GM im Jahr 2012 maßgeblich beteiligt und hat dabei unsere Erwartungen stets übertroffen. Das gelang mit Innovationsfreude, qualitativ hochwertigen Produkten und auf den Punkt gelieferten Dienstleistungen. Außerdem hat Siemens außergewöhnlichen Mehrwert geliefert“, sagt Grace Lieblein, Vice President Global Purchasing und Supply Chain bei GM. „Siemens PLM Software ist aus unserer Sicht ein Supplier auf weltweit höchstem Niveau, den wir gerne auszeichnen.“

Den Supplier of the Year Award erhalten weniger als ein Prozent der rund 18.500 Zulieferbetriebe von GM weltweit. Prämiert werden dabei Unternehmen, die innovative Technologien und überdurchschnittliche Qualität bieten, schnelles Krisenmanagement vorweisen und wettbewerbsfähige Preise für unternehmensweite Lösungen aufrufen. Siemens PLM Software liefert GM ein umfassendes Paket an integrierter Software, Services und Expertenwissen. Auf dieser Basis wird der gesamte Produktlebenszyklus automatisiert. Zu den Produkten,

die bei GM im Einsatz sind, gehört NX, die Software für Computer Aided Design (CAD), Manufacturing (CAM) und Engineering (CAE), darüber hinaus Teamcenter für das digitale Lifecycle-Management sowie das Tecnomatix-Portfolio, mit dem die Fertigung digital automatisiert und simuliert wird. Die gesamte Software verhilft produzierenden Betrieben zu fundierten Entscheidungen und damit zu besseren Produkten.

Bei GM wählt ein weltweit verteiltes Team von Führungskräften aus den Bereichen Einkauf, Konstruktion, Qualitätssicherung, Herstellung und Logistik die Gewinner des Supplier of the Year Awards aus.

www.siemens.com/plm

TECOSIM

Japan: Kooperation mit Tecosim trägt Früchte

- siehe auch Tecosim - Contact Software und Tecosim Japan haben das Fast Concept Modelling Toolset (FCM) bei mehreren japanischen Automobilherstellern platziert. In Japan agiert der Spezialist für numerische Berechnung und Simulation als Reseller für Contacts innovatives Konzeptwerkzeug, mit dem schon in der frühen Phase die Validierung des zukünftigen Produktverhaltens unterstützt werden kann. Kooperationen zwischen beiden Unternehmen gibt es auch in Deutschland bereits seit mehreren Jahren: in jüngerer Zeit unter anderem bei der Entwicklung des speziell für Kurzstrecken ausgelegten Elektrofahrzeuges StreetScooter oder beim Verbundprojekt „Robust Design Optimierung“, das kürzlich angelaufen ist und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird.

Tecosim ist international ein gefragter Entwicklungspartner im Bereich Computer Aided Engineering (CAE) und Marktführer im Segment Mobilität. Die Unternehmensgruppe hat ihre Unternehmenszentrale in Rüsselsheim und Tochtergesellschaften in Großbritannien, Indien und Japan. Mit dem Anspruch „Better life by simulation“ erarbeitet ein Team von weltweit rund 400 Berechnungsingenieuren Lösungen für die Geschäftsfelder Mobilität, Energie, Industrie & Technik sowie Gesundheit. Für Kunden bilden die CAE-Spezialisten das Verhalten von Bauteilen in den frühen Phasen der Produktentwicklung mit verschiedenen Simulationstools ab und legen die Daten aus.

Mit dem FCM bietet Contact ein Catia Add-on an, das eine schnelle, einfache Erstellung von Geometriemodellen sowie den automatischen Export von FE-Modellen für Crash, NVH- und statische Analysen unterstützt. „CAE ermöglicht bessere Produkte in kürzeren Entwicklungszyklen, Ressourcenschonung und geringere Umweltbelastung“, sagt Yuki Yoshi Taguchi, Managing Director von TecosimJapan. „Der FCM-Einsatz beschleunigt den Prozess von der ersten Produktidee bis zu einem abgesicherten Konzept noch mehr, sodass wir unseren Kunden damit weitere Zeit- und Kostenvorteile erschließen können.“ Software und Tecosim trägt Früchte Contact Software und TecosimJapan haben das Konzeptwerkzeug FCM bei mehreren japanischen OEMs platziert. In Japan agiert der CAE-Spezialist als Contacts Reseller und auch in Deutschland kooperieren beide Unternehmen.

www.tecosim.com

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.

A New Standard
for simulation engineers



Launching at NAFEMS World Congress
9-12 June 2013 | Salzburg, Austria

NAFEMS e-Learning Kurs: Practical Modelling of Joints and Connections	09.05. (4 Wo)	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Safety Week	13.-16.05.	Aschaffenburg, D	www.safetyweek.de	carhs.training
Human Modelling and Simulation in Automotive Engineering	13.-14.05.	Aschaffenburg, D	www.safetyweek.de	carhs.training
Symposium on Computational Biomechanics	13.-14.05.	Ulm, D	www.uni-ulm.de/misc/cbu.html	Univ. Ulm
Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug	14.-15.05.	Graz, A	www.gsvf.at	ViF/TU Graz
MSC User Meeting	14.-15.05.	Berlin, D	www.msc.software.com	MSC.Software
8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik (DGfB)	15.-17.05.	Neu-Ulm, D	www.biomechanik-kongress.de	DGfB
Femfat User Meeting	15.-17.05.	Steyr, A	www.femfat.com	ECS
Simulia Community Conference	22.-24.05.	Wien, A	www.3ds.com/company/events/scc.../overview/	3DS
IDDRG	02.-05.06.	Zürich, CH	www.iddrg2013.ethz.ch/cms/	ETH Zürich
NAFEMS World Congress & International SPDM Conference	9.-12.06.	Salzburg, A	www.nafems.org/congress	



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 Trainingskurs: Practical Introduction to FEA	10.-12.06.	Salzburg, A	www.nafems.org	NAFEMS
NAFEMS Trainingskurs: Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications	10.-12.06.	Salzburg, A	www.nafems.org	NAFEMS
NAFEMS e-Learning Kurs: Fatigue & Fracture Mechanics	18.06.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS

AVL User Conference	18.-20.06.	Graz, A	www.avl-ast-uc2013.com	AVL
Ansys Conference & Cadfem Users`Meeting	19.-21.06.	Mannheim, D	www.usersmeeting.com	Ansys/Cadfem
NAFEMS e-Learning Kurs: Practical Introduction to CFD	26.06.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
NAFEMS e-Learning Kurs: Practical Introduction to CFD	26.06.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Daimler EDM CAE Forum	10.-11.07.	Stuttgart, D	www.daimler.com/edm-cae-forum	Daimler
NAFEMS e-Learning Kurs: Basic & Advanced Dynamic FE Analysis	31. Juli	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
NAFEMS e-Learning Kurs: Basic Dynamic FE Analysis	31. Juli (5 Wo.)	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Composites Europe	17.-19.09.	Stuttgart, D	www.composites-europe.com	Reed
NAFEMS e-Learning Kurs: Advanced Dynamic FE Analysis	18. Sept.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
TTP - Tools and Technologies for Processing Ultra High Strenght Materials	19.-20.09.	Graz, A	www.toolsandforming.com	TU Graz
LS-Dyna Forum	24.-25.09.	Filderstadt, D	www.dynamore.de	DYNAmore
Open Source CFD International Conference 2013	24.-25.10.	Hamburg, D	opensourceCFD.com/conference2013	Icon
Automotive Simulation World Congress	29.-30.10.	Frankfurt, D	www.ansys.com/ASWC	Ansys
Simpack Academy	30.-31.10.	Pullach, D	www.simpack.com/simpack_academy	Simpack
BlechExpo	05.-08.11.	Stuttgart, D	www.blechexpo-messe.de	Messe Stuttgart
PTC Live	12.-13.11.1	Stuttgart, D	www.ptc.com/germany	PTC
Weimarer Optimierungs- und Stochastiktage	21.-22.11.	Weimar, D	www.dynardo.de/de/wost.html	Dynardo
Euromold	03.-06.12.	Frankfurt, D	www.euromold.com	Demat

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

Simulation hochfrequenter transienter Körperschallausbreitung mit Hilfe der Ray Tracing Methode

Dr.-Ing. Markus Kohlhuber, Dr.-Ing. Marinus Luegmair
P+Z Engineering GmbH)

Die Ausbreitung hochfrequenter transienter Körperschallwellen stellt ein interessantes physikalisches Phänomen dar. Deshalb gibt es auch eine Vielzahl an Messverfahren um die entsprechenden Signale zu beobachten. Meist wird hierbei aber nur das Frequenzspektrum der gemessenen Zeitsignale ausgewertet.

Um Signale wie sie im Versuch erhalten werden simulieren zu können, sind viele verschiedene Verfahren im Einsatz. Leider sind die Ergebnisse die mit vertretbarem Aufwand berechnet werden können aber oft nur gemittelte Spektren oder lediglich niederfrequente Zeitsignale. Für die Beispielanwendung der körperschallbasierten Crashererkennung ist es aber nötig das Zeitsignal der hochfrequenten transienten Biegewellenausbreitung durch die Fahrzeugstruktur im Bereich von 5 – 20 kHz zu berechnen. Hierfür wird im Folgenden eine Methode, basierend auf der mathematischen Beschreibung der wichtigsten physikalischen Effekte vorgestellt (Kapitel 2). Mittels dieser Formeln lässt sich die Wellenausbreitung durch die Struktur beschreiben. Zusätzlich werden aber die Wege als sogenannte Rays benötigt und ihre unendliche Zahl auf die relevanten reduziert (Kapitel 3). Zusätzlich wird hier auch die Überlagerung der einzelnen Strahlen zum gesamten Signal an einer Sensorposition durchgeführt. Der nächste Schritt ist die Anwendung des Verfahrens auf eine typische Fahrzeugstruktur und der Vergleich der Ergebnisse mit einer Messung, welche eine gute Übereinstimmung zeigt (Kapitel 4). Der Vergleich von Simulation und Messung wird im Folgenden auch an einer kompletten Fahrzeugkarosserie durchgeführt (Kapitel 5). Abschließend findet sich ein kurzer Ausblick auf mögliche weitere Anwendungsgebiete (Kapitel 6) und eine kurze Zusammenfassung (Kapitel 7).

1 Einführung

Es gibt mehrere spezielle Anwendungen innerhalb derer es nötig ist transiente Vorgänge mit hoher Frequenzauflösung zu simulieren, etwa die körperschallbasierte Crashererkennung. Das Körperschallsignal aus der Deformationszone das zum Sensor innerhalb der Fahrgastzelle geleitet wird, wird hier genutzt um den Airbag auszulösen [1,2]. Auf Grund der kurzen Zeit die zur Crashererkennung zur Verfügung steht – weniger als 50 ms etwa im Fall eines Frontcrash – muss ein sehr transientes Signal mit Frequenzanteilen bis zu 20 kHz für diesen Zeitraum simuliert werden. Für die reine Körperschallausbreitung innerhalb der Fahrzeugstruktur ist eine lineare Simulation der Wellenübertragung ausreichend, wodurch die Berechnung sowohl direkt im Zeit- als auch im Frequenzbereich erfolgen kann [3].

Die Anforderungen an ein entsprechendes Simulationsverfahren sind:

- Berechnung der transienten zeitveränderlichen Körperschallausbreitung im Fahrzeug um das Zeitsignal an der Sensorposition zu erhalten.
- Berücksichtigung der Effekte Dispersion, Dämpfung, Reflexion und Transmission der Biegewelle.
- Robuste und schnelle Berechnung der Sensorsignale, analog zu einer typischen Crash-FEM-Berechnung ohne den Bedarf an reellen Prototypen.

In den letzten Jahren wurden viele Verfahren und Methoden speziell für transiente oder hochfrequente Schall- und Schwingungsphänomene entwickelt. Aber nur Wenige können verwendet werden um transiente und hochfrequente Effekte gleichzeitig zu berechnen. Die am weitest verbreitete Methode für transiente strukturelle Simulationen ist die FEM, welche aber aktuell noch nicht in der Lage ist diesen hohen Frequenzbereich mit vertretbarem Aufwand abzubilden [2]. Eine entsprechende Simulation würde eine unakzeptable Rechenzeit besitzen und zu hohe Datenmengen produzieren. Ein bekanntes Verfahren für den hohen Frequenzbereich ist die SEA (Statistische Energie Analyse), bei der es aber leider nicht möglich ist transiente Zeitsignale mit korrekter Phasenlage zu berechnen. Beide Methoden und weitere Verfahren, inklusive der Gründe warum sie für diese Anwendung nicht geeignet sind, finden sich in [4,5,6]. Da es kein Verfahren gibt, welches durch zweidimensionale Biegewellenausbreitung entstandene, transiente Zeitsignale im Bereich von 5 – 20 kHz berechnen kann, wird im Folgenden die Transiente Ray Tracing Methode (TRTM) entwickelt.

2 Abbildung der physikalischen Effekte

Um eine Berechnungsmethode für die hochfrequente Biegewellenausbreitung zu entwickeln, müssen zuerst alle relevanten physikalischen Effekte integriert werden.

2.1 Beschreibung der Biegewelle

Die Biegewelle kann nur in begrenzten Strukturen auftreten und besonders innerhalb von Blechen ist sie die Wellenart mit dem größten Einfluss. Da die meisten technischen Strukturen im Großteil aus Blechen bestehen, etwa Fahrzeugkarosserien und Schiffe, ist die Biegewelle hier besonders wichtig [7]. Mathematisch wird die freie Wellenausbreitung der Biegewelle beschrieben mittels Gleichung [8]

$$K\Delta w + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

mit der Biegesteifigkeit [8]

$$K = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}. \quad (2)$$

Hierbei ist Δ der Laplace-Operator, w die Auslenkung normal zur Platte, ρ die Dichte, h die Plattendicke, E der E-Modul, ν die Querkontraktion und t die Zeit. Diese Formel basiert auf der Plattentheorie nach Kirchhoff [7,8].

2.2 Dispersion

Die frequenzabhängige Ausbreitungsgeschwindigkeit, auch als Dispersion bezeichnet, ist eine Grundeigenschaft der Biegewelle [7,9]. Durch lösen der Wellengleichung (1) mit exponentieller Darstellung

$$w(x, t) = w_0 e^{-j(kx - \omega t)} \quad (3)$$

ergibt sich mit der Wellenzahl k und der Beziehung $c = \omega/k$ die Biegewellengeschwindigkeit für eine einzelne Welle mit Frequenz ω in der Platte [6]

$$c = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}} \sqrt{\omega}. \quad (4)$$

mit der imaginären Einheit dargestellt durch j . Aus der Dispersion folgt, dass zwei Wellen mit unterschiedlicher Frequenz einen Ort, etwa einen Sensor, zu unterschiedlichen Zeiten erreichen. Dies führt zum Verschleifen jedes Signals welches aus mehreren Frequenzen besteht [5,6].

2.3 Dämpfung

Da die Dämpfung physikalisch schwer zu beschreiben ist, ist es noch schwieriger sie mathematisch korrekt zu beschreiben. Deshalb ist es zielführender eine einfache mathematische Beschreibung zu wählen um die Dämpfung leicht in die Simulation integrieren zu können. Besonders da weiterführende Dämpfungsmodelle zu erhöhtem Berechnungsaufwand führen. Diese einfache Beschreibung ist die Einführung eines komplexen E-Moduls [7]

$$\underline{E} = E' + jE'' \quad (5)$$

welcher zur komplexen Wellenzahl führt [6, 7]

$$k = \sqrt[4]{\frac{12\rho(1-\nu^2)}{Eh^2}} \sqrt{\omega} \left(1 - j\frac{\eta}{4} \right) \quad (6)$$

Hierbei ist $\eta = E''/E'$ die sogenannte Materialdämpfung. Eingesetzt in Gleichung (3) zeigt sich, dass die Amplitude mit zunehmender Ausbreitungslänge abnimmt und ebenfalls frequenzabhängig ist.

2.4 Amplitudenreduktion

Für die kreisförmige Wellenausbreitung auf einer Platte ist es bei Betrachtung der Energie offensichtlich, dass sich die Amplitude mit zunehmender Ausbreitung verringern muss. Die Länge der Wellenfront, also der Kreisumfang wird mit zunehmendem Abstand zum Anregungspunkt immer größer, wodurch sich die Energie der Welle für ein kleines Stück der Wellenfront entsprechend mit der Zeit verringern muss.

Deshalb ist es nötig die Verringerung der Verschiebungsamplitude der Welle die sich auf der Platte ausbreitet abzubilden. Dies kann erfolgen indem die homogene zwei-dimensionale Wellengleichung (1) für die Platte gelöst wird. Die Details der Herleitung über die Hankelfunktion und ihre asymptotischen Entwicklungen können in [6,7] gefunden werden. Die Verschiebungsamplitude ergibt sich zu:

$$\left| \frac{w}{w_0} \right| \approx \sqrt{\frac{2}{\pi k r}} \quad (7)$$

mit der Ausgangsamplitude der Welle am Anregungspunkt w_0 und dem Abstand zum Anregungspunkt r . Durch die enthaltene Wellenzahl ergibt sich auch hier wieder eine Frequenzabhängigkeit des Effektes.

2.5 Reflexion und Transmission

Sowohl Reflexion als auch Transmission tritt an Übergängen zwischen einzelnen Blechen auf. Wobei ein Übergang hier eine Änderung der Blechstärke, des Materials oder des Verbindungswinkels der Bleche bedeutet. Physikalisch ist dies ein Wechsel der Wellenimpedanz, mathematisch eine Änderung der Ausbreitungskoeffizienten der Wellengleichung (1) [7,10]. Zusätzlich zum einfachen Fall in dem durch die Reflexion und Transmission lediglich die Amplitude verändert wird, kann es auch zu frequenz- und einfallswinkelabhängiger Brechung der Welle und die Umwandlung in eine andere Wellenart kommen. So ist etwa der Reflexions- und der Transmissionsfaktor bei zwei unter 90° verbundener Platten mit gleicher Wandstärke abhängig vom Einfallswinkel φ [4, 6]. Für die Reflexion gilt hier

$$R = \frac{-2\sqrt{1+\sin^2 \varphi} + j(\sqrt{1-\sin^2 \varphi} - \cos \varphi)}{2\sqrt{1+\sin^2 \varphi} - j(\sqrt{1-\sin^2 \varphi} + \cos \varphi)} \quad (8)$$

und für die Transmission [4, 6]

$$T = \frac{2j \cos \varphi}{2\sqrt{1+\sin^2 \varphi} - j(\sqrt{1-\sin^2 \varphi} + \cos \varphi)} \quad (9)$$

wie in Abb. 1 dargestellt.

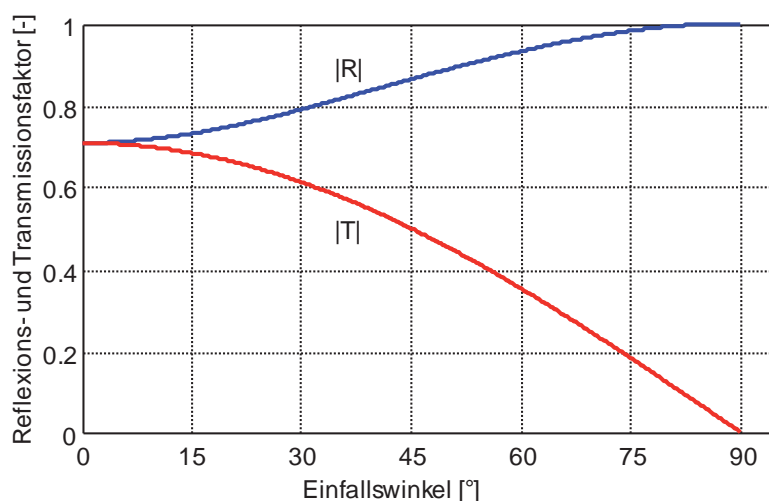


Abb. 1: Reflexions- und Transmissionsfaktor für die Biegewelle in Platten die unter einem Winkel von 90° verbunden sind, für den Fall gleicher Wandstärke für beide Bleche

3 Die Transient Ray Tracing Methode

In diesem Abschnitt folgt die Entwicklung der Transient Ray Tracing Methode (TRTM) mit ihren zwei Hauptschritten, dem Finden der relevanten Strahlen und der eigentlichen Berechnung des Zeitsignals.

3.1 Ermittlung der Strahlen

Die Berechnung der möglichen Strahlen ist eigentlich unabhängig vom Wellentyp und kann als rein geometrische Analyse betrachtet werden. Nur wenn Brechung auftritt ist es nötig bereits bei der Strahlberechnung den Wellentyp zu kennen und das entsprechende Brechungsgesetz zu integrieren.

3.1.1 Modellierung als Spiegelquellen und Strahlen

Für die Berechnung von physikalischen Strahlen unterschiedlichster Art, haben sich drei Verfahren etabliert. Diese sind die Spiegelquellen-Methode, das Ray und das Beam Tracing [7,11]. Diese lassen sich erläutern anhand einer unendlichen Platte auf der eine Punktquelle konzentrische Wellenfronten aussendet (Abb. 2, links).

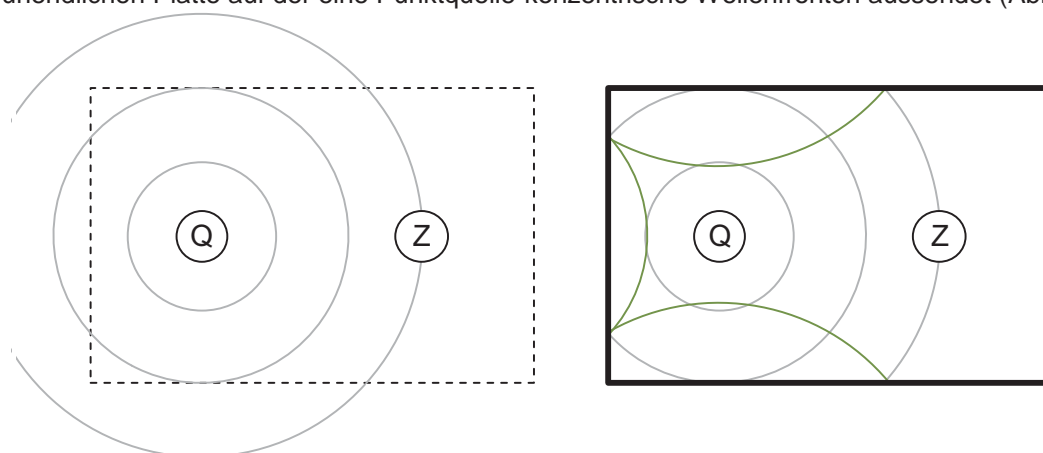


Abb. 2: Ausbreitung der Köperschallwelle von Quelle (Q) zum Sensor (Z), als konzentrische Kreise auf der unendlichen Platte (links) und auf der begrenzten Platte mit reflektierten Wellenfronten (rechts)

Wenn diese Platte nun begrenzt ist werden die Wellenfronten an den Rändern reflektiert (Abbildung 2, rechts). Ein Sensor auf dieser Platte sieht das gleiche Signal ob eine Spiegelquelle der Originalquelle – gespiegelt an den Rändern – vorhanden ist (Abb. 3, links) oder ob ein Strahl direkt an den Rändern reflektiert wird (Abb. 3, rechts) [5,11]

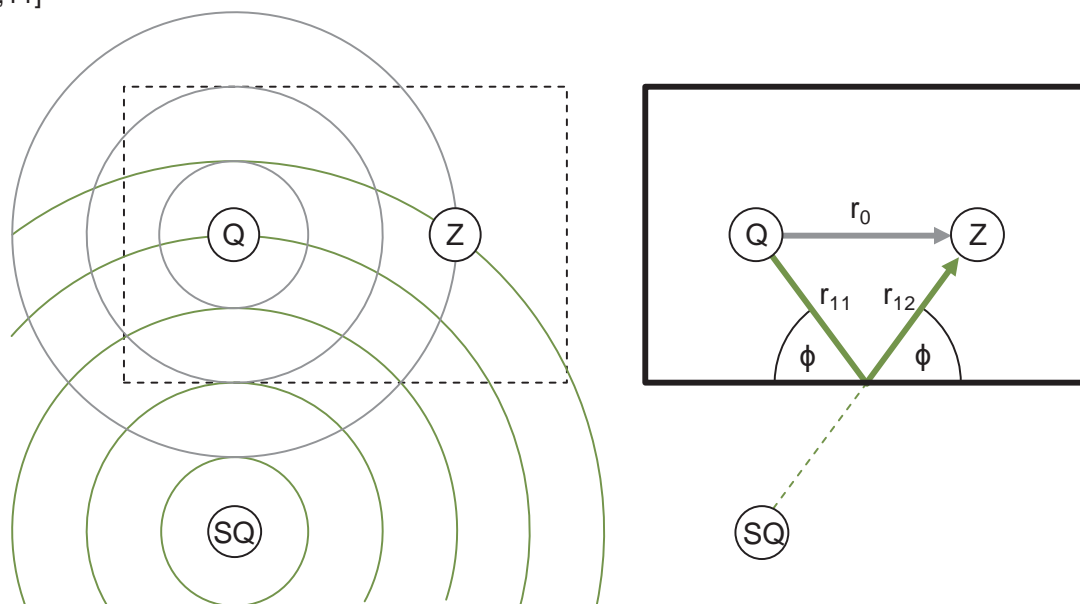


Abb. 3: Einführung einer Spiegelquelle (SQ) um die Reflexion an den Rändern der endlichen Platte zu berücksichtigen

Beide Verfahren beschreiben denselben physikalischen Effekt und können benutzt werden für einen Algorithmus zur Strahlberechnung. Für die Transiente Ray Tracing Methode wird, wie der Name schon sagt, das Ray Tracing verwendet, da das Ergebnis einfacher graphisch überprüft werden kann, auch für komplexe Strukturen aus mehreren Platten. Zudem ist der Effekt des 90°-Phasensprungs der Biegewelle an freien Rändern leichter integrierbar. Des Weiteren ist dieses Verfahren aber auch das numerisch effizientere wenn Mehrfachreflexionen berechnet werden müssen [4].

Die resultierende gesamte Strahllänge ist nicht so einfach zu erkennen als bei der Spiegelquellenmethode, ist aber einfach die Summe der Teilstrahlen

$$r_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (10)$$

3.1.2 Berechnung der möglichen Strahlen

Die beschriebenen Vorgehensweisen sind vor allem für die theoretische Entwicklung und das Verständnis geeignet. In der konkreten numerischen Implementierung müssen die Verfahren entsprechend angepasst werden. Da für die gegebene Anwendung das Ray Tracing besser geeignet ist wird dieses im Folgenden angepasst. Die Grundlegende Eigenschaft eines Strahls ist, dass er analog zum Vektor durch einen Startpunkt und eine Richtung beschrieben werden kann. Der Startpunkt ist für den ersten Teilstrahl immer die Quelle der Welle und die Richtung wird durch einen diskreten Winkel beschrieben der immer um einen konstanten Wert φ variiert wird (Abb. 4, links).

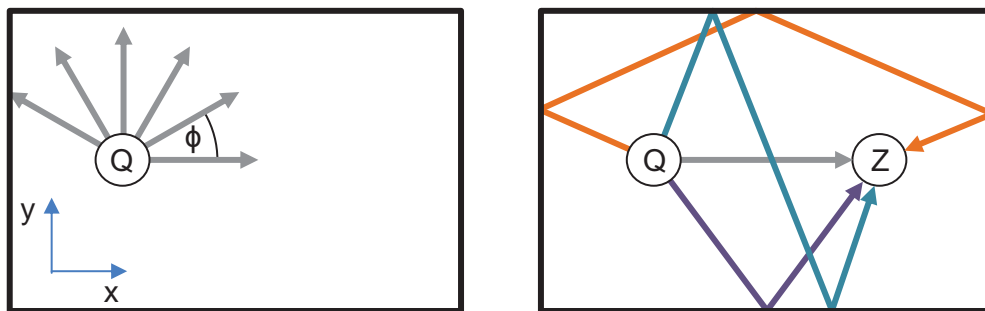


Abb. 4: Unter diskreten Winkeln ausgehende Strahlen der Punktquelle (links) und Kontrolle ob diese den Sensor, eventuell nach mehrmaliger Reflexion, treffen (rechts)

Nun werden alle berechneten Strahlen überprüft ob sie bereits den Sensor treffen (Abb. 4, rechts). Wenn nein wird die Strahlberechnung fortgesetzt, wenn ja wird der Strahl abgespeichert aber trotzdem weiter berechnet, da eine Welle die den Sensor trifft nach weiteren Reflexionen den Sensor zu einem späteren Zeitpunkt erneut treffen kann. Durch die Diskretisierung und numerische Fehler ist es aber impraktikabel einen einzelnen Zielpunkt zu verwenden, da er nicht getroffen wird. Deshalb ist es nötig einen Zielbereich bzw. eine Zielfläche zu definieren. Die Bestimmung der Zielfläche ist eine Aufgabe die mit verschiedensten, teils frequenz- und geometrieabhängigen Ansätzen in der Raumakustik angegangen wird [12]. Für diese Anwendung ist es aber am sinnvollsten die reale Sensorfläche als Zielfläche zu verwenden. Typisch wäre hier etwa eine Montagefläche von 6 x 6 mm für einen Beschleunigungssensor [13]

Als nächstes werden die von der Quelle ausgehenden Strahlen überprüft, ob sie einen Vektor schneiden der eine Berandung der Platte darstellt. Wenn ein Rand getroffen wird so erfolgt eine komplette Reflexion und der Schnittpunkt von Randvektor und einfallendem Strahl definiert den Startpunkt für den ausfallenden Strahl. Die Richtung des neuen Strahls ergibt sich aus der Beziehung, dass der einfallende Winkel gleich dem ausfallenden Winkel gegenüber der Normalen des Randes ist. Dies ist dann der nächste Vektor der überprüft werden kann ob er die Zielfläche oder eine andere Berandung trifft. Wenn aber ein Übergang getroffen wird, so ist der Schnittpunkt der Startpunkt von zwei neuen Vektoren (Abb. 5).

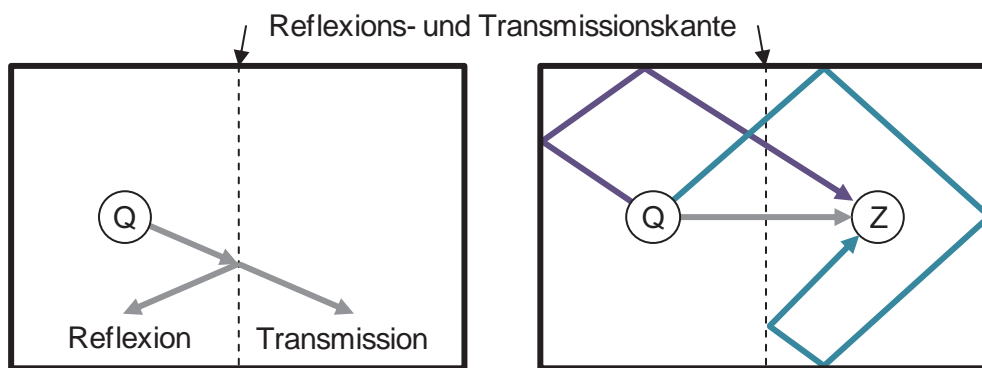


Abb. 5: Aufteilung eines einfallenden Strahls in einem reflektierten und einem transmittierten Strahl an einem Übergang (links). Beispiele von entstehenden Strahlen (rechts).

Für den reflektierten Strahl verläuft die Berechnung wie oben beschrieben. Der transmittierte Strahl wird aber gebrochen und sein Winkel ergibt sich über das Gesetz von Snellius [7]

$$\frac{\sin(\varphi_1)}{c_1} = \frac{\sin(\varphi_2)}{c_2} \tag{11}$$

Zusätzlich muss noch beachtet werden, dass es durch den diskreten Startwinkel der Strahlen aus der Quelle heraus möglich ist das zwei oder mehr numerische Strahlen denselben Physikalischen beschreiben. Dies geschieht wenn zwei benachbarte diskrete Strahlen den gleichen Weg zum Sensor nehmen, die Zielfläche aber an verschiedenen Stellen treffen. Um diese zusätzlichen Strahlen auszusortieren ist es nötig Alle zu vergleichen. Finden sich zwei oder mehrere Strahlen mit derselben Abfolge an Schnitten mit den einzelnen Randvektoren so müssen diese bis auf einen gelöscht werden.

3.1.3 Bestimmung der relevanten Strahlen

Wie leicht zu erkennen ist kann die Prozedur zur Berechnung der Strahlen beliebig lange fortgesetzt werden und liefert unendlich viele Strahlen. Deshalb ist es entscheidend für das Verfahren intelligente Abbruchbedingungen für die Strahlberechnung zu haben um eine endliche Zahl an Strahlen zu erhalten und die Rechenzeit zu reduzieren. Für die Biegewelle in dünnwandigen Strukturen sind diese:

Laufzeit: Da jeder Zeitraum der simuliert wird endlich ist, z.B. 50 ms für die gegebene Anwendung, können alle Strahlen die nach dieser Zeit erst den Sensor erreichen ausgeschlossen werden. Mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Biegewelle kann eine entsprechende Abbruchlänge r_{\max} bestimmt werden [4,6]

$$r_{\max} = t_{\text{sim}} \sqrt[4]{\frac{K}{\rho h}} \sqrt{\omega_{\max}} \tag{12}$$

Deshalb wird nach jedem Teilstrahl die Gesamtlänge des Strahls gegen diesen Wert verglichen.

Amplitudenabnahme: Das zweite Abbruchkriterium basiert auf der Amplitudenabnahme bei zwei-dimensionaler Ausbreitung. Wenn durch diese Verringerung die Amplitude unter einen vorgegebenen Wert ζ_{Π} fällt, etwa 1 % der Anregungsamplitude, ist der Anteil des Strahls am Gesamtsignal zu gering und der Strahl kann vernachlässigt werden. Die entsprechende Abbruchlänge ist in diesem Fall [4,6]

$$r_{\max} = \frac{2}{\pi} \sqrt[4]{\frac{K}{\rho h}} \frac{1}{\sqrt{\omega_{\max}}} \frac{1}{\zeta_{\Pi}^2} \tag{13}$$

Dämpfung: Analog zur Amplitudenabnahme durch die Energieverdünnung bei zwei-dimensionaler Ausbreitung, ist die Amplitudenabnahme durch Dämpfung. Auch hier können alle Strahlen vernachlässigt werden deren Amplitude unter den Wert ζ_{η} fallen. Die Abbruchlänge ist hier [4,6]

$$r_{\max} = -4 \sqrt[4]{\frac{K}{\rho h}} \frac{1}{\sqrt{\omega_{\max}}} \frac{4}{\eta_B} \ln(\zeta_{\eta}) \tag{14}$$

Anzahl der Übergänge: Zuletzt reduziert auch jeder Übergang die Amplitude da der einfallende Strahl in zwei Strahlen aufgeteilt wird. So lässt sich eine Anzahl an Übergängen n , bzw. Reflexionen und Transmissionen bestimmen die die Amplitude auf einen vorgegebenen Wert ζ_{rt} reduziert haben. Für den Fall von variierenden Koeffizienten für Reflexion und Transmission lässt sich als allgemeiner Fall für die Bestimmung der maximal zu berücksichtigenden Übergänge angeben [4]

$$\prod_{j=1}^{n_{\max}} \min(R_j, T_j) \geq \zeta_{rt} . \quad (15)$$

3.2 Simulation des Gesamtsignals

Die beschriebene Methode des Ray Tracing beschreibt über die Strahlen vor allem die geometrische Eigenschaft der Struktur, aber es fehlen noch mehrere physikalische Effekte. Deshalb wird im Folgenden die entsprechende mathematische Vorgehensweise zur Berechnung der Signaländerung durch die Effekte und zur Generierung des Gesamtsignals dargestellt.

3.2.1 Ausbreitungseffekte

Jeder Teilstrahl beschreibt die Ausbreitung der Welle durch einen homogenen Bereich der Struktur mit den entsprechenden physikalischen Effekten. Die Teilstrahlen an sich sind unabhängig von der Wellenart, durch die gegebene Anwendung finden sich aber im Folgenden die Formeln für die Biegewelle. Die mathematische Darstellung erfolgt im Frequenzbereich

$$X_{T,i}(\omega) = H_{AM,i}(\omega) X_S(\omega) \quad (16)$$

mit der Übertragungsfunktion

$$H_{AM,i}(\omega) = \sqrt{\frac{2}{\pi k r_i}} e^{-jkr_i} . \quad (17)$$

Das Signal am Ende $X_{T,i}$ des Strahls i mit der Länge r_i ergibt sich aus dem Eingangssignal X_S und der Wellenzahl k für die Platte. Hier ist die Amplitudenabnahme durch die zwei-dimensionale Wellenausbreitung durch den Wurzelterm, und die Dämpfung durch die komplexe Wellenzahl berücksichtigt. Alternativ können diese Berechnungen natürlich im Zeitbereich durchgeführt werden [5]

3.2.2 Rand- und Fügstelleneffekte

Der Einfluss von Rändern und Übergängen kann auch als Übertragungsfunktion beschrieben werden

$$H_{RM,ij}(\omega) = \begin{cases} R & \text{für die Reflexion} \\ T & \text{für die Transmission} \end{cases} . \quad (18)$$

bzw. für das Treffen von mehreren Rändern oder Übergängen als Gesamtübertragungsfunktion [6]

$$H_{RM,i}(\omega) = \prod_{j=1}^{n_i-1} H_{RM,ij}(\omega) . \quad (19)$$

Im einfachsten Fall sind die Reflexions- und Transmissionsfaktoren nur vom Impedanzsprung abhängig. Sie können für komplexe Geometrie aber auch von Frequenz und Einfallswinkel abhängen [6,7,14].

3.2.3 Superposition der einzelnen Strahlen

Da sich die Wellenausbreitung linear beschreiben lässt können die Signale der Teilstrahlen überlagert werden. Die Superposition der Übertragungsfunktionen für die Ausbreitung und für die Übergänge ergibt für das Gesamtsignal [6]

$$X_{T,i}(\omega) = H_{AM,i}(\omega) H_{RM,i}(\omega) X_S(\omega) . \quad (20)$$

Entsprechend kann auch das Zeitsignal aller einzelnen Strahlen die den Sensor treffen zum Gesamtsignal überlagert werden [6]

$$X_T(\omega) = \sum_{i=1}^{n_i} X_{T,i}(\omega) . \quad (21)$$

4 Validierung der Methode

Die Methode wird an einer typischen dünnwandigen Struktur, dem Fahrzeugtunnel (Abb. 6), einem Teil der Karosserie, vorgenommen



Abb. 6: Beispiel eines Fahrzeugtunnels (links) und die Skizze der vereinfachten Struktur (rechts)

Der Tunnel wird so stark vereinfacht, dass er nur aus rechteckigen Platten besteht welche unter einem Winkel von 90° verbunden sind (Abb. 7, links). Diese in ihrer Komplexität stark reduzierte Struktur kann nun einfach zu einer zwei-dimensionalen Struktur abgewickelt werden (Abb. 7, rechts).

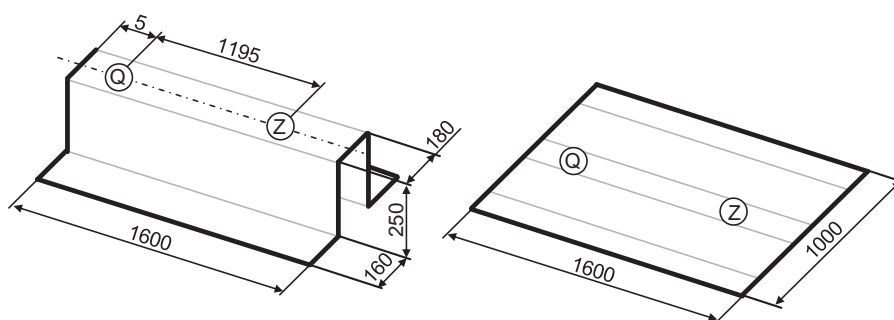


Abb. 7: Auseinanderfalten einer drei-dimensionalen Tunnelstruktur zu einem zwei-dimensionalen Modell, bestehend aus verschiedenen Platten (Dicke 1,5 mm) die verbunden sind durch Übergänge mit Reflexions- und Transmissionseigenschaften (Abmessungen in mm)

An den Biegeradien der ursprünglichen Struktur muss im Modell ein entsprechender Vektor vorhanden sein der den Übergang zwischen den Platten abbildet. Die Koeffizienten für diesen 90° -Übergang (Gleichung (8) und (9)) werden diesem Vektor zugeordnet. Die Anregung des Tunnels erfolgt auf der oberen Platte am Punkt S und die Sensorposition ist auf derselben Platte am Punkt Z. Somit ist das Berechnungsmodell symmetrisch und besteht aus gleichdicken Platten mit reflektierenden Rändern.

In der Crashesensierung ist es üblich, dass ein hochfrequentes Signal durch einen speziellen Einhüllenden-Algorithmus zu einem niederfrequenten Signal transformiert wird [1]. Dies wird getan um die Datenmenge so zu reduzieren, dass sie im Airbag-Steuergerät überhaupt verarbeitet werden kann. Für das Tunnelmodell ist der Vergleich von gemessenen und simulierten Signal, beide mit demselben Einhüllenden-Algorithmus nachbearbeitet, in Abb. 8 dargestellt.

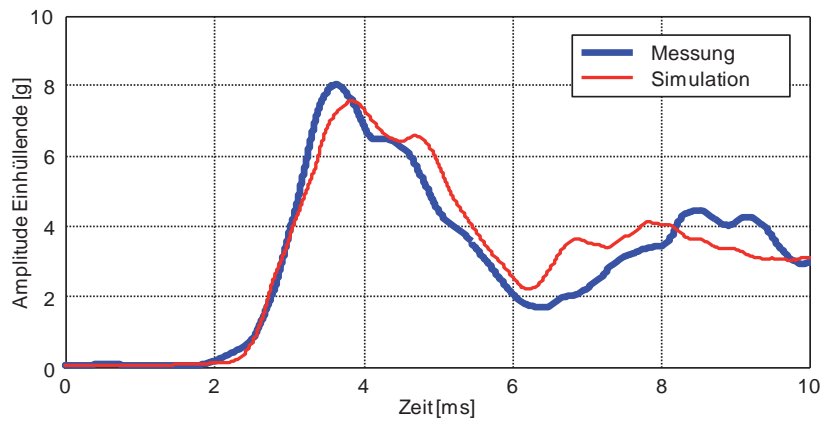


Abb. 8: Vergleich des gemessenen und des simulierten Einhüllenden-Signals des Fahrzeugtunnels

Hier zeigt sich die gute Korrelation zwischen Versuch und Simulation, besonders in Anbetracht der typischen Teststreuung innerhalb von Crashversuchen und der starken Reduktion der geometrischen Komplexität. Eine zusätzliche Untersuchung zur Robustheit, etwa der Variation der Sensorposition kann in [4,6] gefunden werden. Aufgrund der guten Ergebnisse wird im nächsten Schritt das Verfahren auf eine komplette Fahrzeugkarosserie angewendet.

5 Anwendung auf eine Fahrzeugstruktur

Für eine komplette Fahrzeugkarosserie (Abb. 9), bzw. den Teilbereich der innerhalb der Simulationszeit relevant ist, kann nicht mehr einfach eine Abwicklung zu einem zwei-dimensionalen Modell erfolgen. Hier ist es einfacher die einzelnen Platten zu betrachten und über ihre gemeinsamen Übergänge die Verbindung innerhalb des Programms abzubilden. Wenn ein Strahl einen Übergang trifft kennt der Algorithmus das Nachbarelement und führt den Strahl auf diesem fort, auch wenn beide sich bei einer Abwicklung in die Ebene nicht mehr berühren würden. So kann jeder Strahl der auf den Platten verläuft auf seinem Weg durch den Raum berechnet werden [6].

Für das hier verwendete Modell ist die geometrische Repräsentation ähnlich grob wie für das Tunnelmodell und der Anregepunkt liegt in der Fahrzeugfront am Anfang eines eindimensionalen Ausbreitungselements, einem einfachen Balken der den Längsträger repräsentiert (Abb. 9).

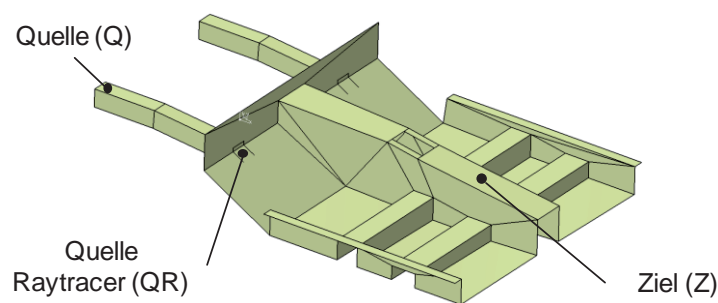


Abb. 9: Modell für die Simulation der gesamten Fahrzeugkarosserie

Der Startpunkt des Ray Tracing Algorithmus ist hier der Punkt QR, von dem aus die Strahlen zum Ziel Z berechnet werden. Drei dieser Strahlen finden sich exemplarisch in Abb. 10.

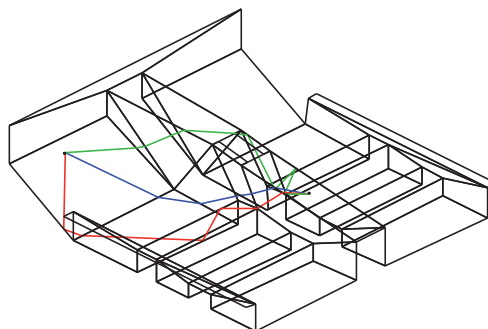


Abb. 10: Darstellung dreier möglicher Strahlen innerhalb der Struktur

Nachdem alle relevanten Strahlen bestimmt wurden, beginnt die Berechnung des Gesamtsignals. Als Eingangssignal wird der Modalhammerimpuls aus der Messung verwendet. Das Ergebnis der Simulation zeigt im Vergleich zur Messung dieselbe Charakteristik im Zeitsignal (Abb. 11).

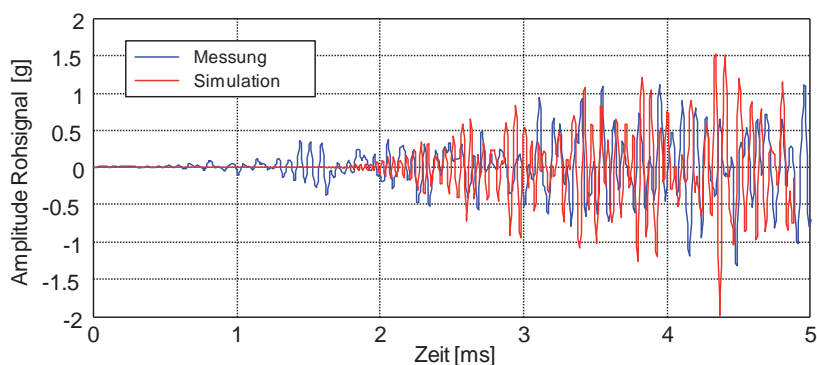


Abb. 11: Vergleich des gemessenen und des simulierten Zeitsignals am Fahrzeugmodell im Bereich von 5 - 20 kHz ohne zusätzliche Signalverarbeitung

Wird auf diese Signale wieder der Einhüllenden-Algorithmus angewendet, so ergibt sich auch für die gesamte Karosserie eine gute Korrelation zwischen Simulation und Messung (Abb. 12).

Der Berechnungsaufwand für diese Analyse und Möglichkeiten zur Parallelisierung finden sich in [6]

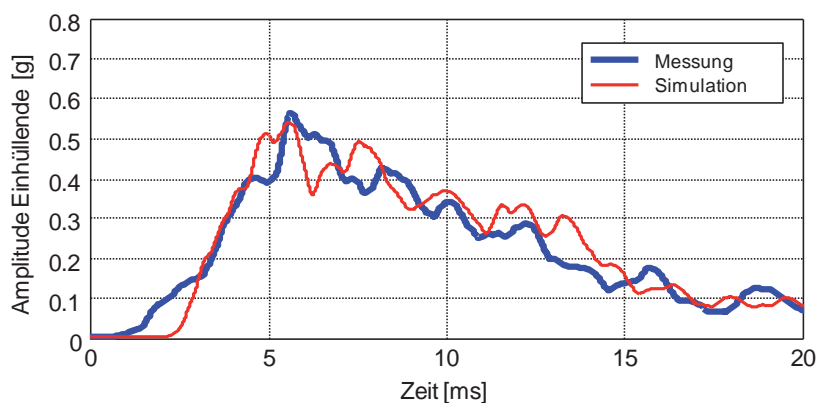


Abb. 12: Vergleich des gemessenen und des simulierten Einhüllenden-Signal des Fahrzeugmodells

6 Zusätzliche Anwendungsgebiete

Neben der gezeigten Anwendung der körperschallbasierten Crashererkennung gibt es viele weitere Gebiete auf denen das entwickelte Verfahren zur Simulation von Wellensignalen benutzt werden kann. Der Ray Tracing Algorithmus an sich ist, bis auf den Brechungsfall, von der benutzten Wellenart unabhängig und entsprechend allgemein einsetzbar. Wenn eine andere Wellenart als die Biegewelle berechnet werden soll muss im nächsten Schritt die mathematische Formulierung analog zur hier gezeigten Vorgehensweise erfolgen. So kann das gezeigte Verfahren einfach auf Longitudinal- und Transversalwellen erweitert werden. In Kombination mit der Biegewelle können diese Wellen zur Verbesserung der Simulation der frühen Phase in der Körperschallausbreitung verwendet werden. Denn die Longitudinalwelle erreicht aufgrund ihrer höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit den Sensor vor der Biegewelle. Als weitere Anwendungsgebiete können die Zeitsignale einer klassischen Modalhammer-Analyse analog zu den Messsignalen aus dem Versuch berechnet werden. Werden die typischen Spektren und Übertragungsfunktionen benötigt so können diese natürlich aus den Zeitsignalen bestimmt werden. Aber auch Untersuchungen innerhalb der zerstörungsfreien Materialprüfung können simuliert werden, da sich der Ray Tracer leicht auf drei-dimensionale Strukturen und die entsprechenden Wellenarten für massive Körper erweitern lässt.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von den mathematischen und physikalischen Grundlagen wird eine Simulationsmethode entwickelt die in der Lage ist transiente hochfrequente Körperschallausbreitung zu berechnen. Wichtige Effekte wie die Dispersion der Biegewelle, Dämpfung, zwei-dimensionale Wellenausbreitung und Reflexion sowie Transmission sind integriert. Zudem werden intelligente Abbruchbedingungen für den Ray Tracing Algorithmus angegeben um aus den unendlich vielen möglichen Strahlen die relevanten zu bestimmen. Mit diesen Strahlen und der mathematischen Beschreibung der Effekte kann das Sensorsignal an einer oder mehreren Sensorpositionen berechnet werden. Für die eingeführte Anwendung der körperschallbasierten Crashererkennung liefert dieses Verfahren eine gute Übereinstimmung mit gemessenen Signalen. Mögliche weitere Schritte sind die Untersuchung der Robustheit des Verfahrens gegenüber Abweichungen der Parameter und des Berechnungsaufwands für verschiedene Grenzen der Abbruchbedingungen. Auch gibt es mehrere Bereiche in denen das Verfahren mit entsprechenden Anpassungen analog zur gezeigten Vorgehensweise angewendet werden kann. Diese Bereiche sind etwa die Impact-Analyse sowie die Werkstoffprüfung.

8 Literatur

- [1] Luegmair, M.; Spannaus, P.: Advanced passenger safety through structure-born sound detection. Congress Proceeding International Conference on Sustainable Automotive Technology ICSAT, Volume 1, 133 - 138, 2008
- [2] Kohlhuber M., Wöckel S., Brandmeier, T., Auge, J., Geigenfeind, M.: Körperschallbasierte Seitencrashererkennung - Chancen und Herausforderungen der Modellbildung, 9. Dresdner Sensor Symposium. Dresden : TUDpress, Dresden, 2009, S. 53 – 57.
- [3] Luegmair, M.: Randbedingungen der Körperschallausbreitung im Fahrzeug zur Crashererkennung, Fortschritte der Akustik – DAGA, 121 - 122, 2008
- [4] Kohlhuber, M.; Luegmair, M.: Transient ray tracing method for high frequency bending waves in complex structures, Acta Acustica united with Acustica, Volume 98, 667 – 675, 2012
- [5] Luegmair, M.: Erweiterung der Transmission-Line-Methode auf die Biegewelle zur Simulation von Crashsensordaten, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Dissertation, 2011.
- [6] Kohlhuber, M.: Ausbreitung elastischer Wellen in komplexen dünnwandigen Strukturen, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Zentrum für Ingenieurwissenschaften, Dissertation, 2012.
- [7] Cremer, L.; Heckl, M.; Peterson, B.A.T.: Structure-borne sound, 3. Edition, Springer, 2005
- [8] Altenbach, H., Altenbach, J., Naumenko, K.: Ebene Flächentragwerke, Springer, Berlin, 2002.
- [9] Landau, L., Lifschitz, E.: Lehrbuch der Theoretischen Physik - Elastizitätstheorie - Band 7, Akademie Verlag, Berlin, 1991.
- [10] Morse, P.M.; Ingard, K.U.: Theoretical acoustics, 1. Edition, Princeton University Press, 1986
- [11] Lehner, G.: Elektromagnetische Feldtheorie, 6. Edition, Springer, Berlin, 2009.
- [12] Xiangyang, Z, Ke'an C., Jincai, S.: On the Accuracy of the Ray-Tracing Algorithms Based on Various Sound Receiver Models, Applied Acoustics, Vol. 64, pp. 433-441, 2003.
- [13] N.N., Datenblatt Picotron Beschleunigungssensor Typ 8614A, Winterthur: Kistler Gruppe, 2008.
- [14] Sarradj, E.: Hochfrequenter Körperschall in Strukturen, Technische Universität Dresden, Fakultät für Elektrotechnik, Dissertation, 1998.

Verbessertes Simulationsmodell für Zahnriemengetriebe

Dipl.-Ing. Hagen Bankwitz, Dr.-Ing. Jens Sumpf, Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel
(Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (ifk), TU Chemnitz)

Zur Analyse und zur Dimensionierung von Zahnriemengetrieben wurden bisher vorzugsweise Feder- bzw. Feder-Dämpfer-Modelle verwendet, mit denen die für die Kräfteverhältnisse im Getriebe wichtige Biegesteifigkeit des Zahnriemens nicht berücksichtigt werden kann. Im vorgestellten Balkenmodell können dagegen die in experimentelle Voruntersuchungen ermittelten, teilweise nichtlinearen Riemenkennwerte einbezogen werden und ermöglichen deshalb eine genauere Berechnung und Analyse von Zahnriemengetrieben. Das Modell beinhaltet wichtige konstruktive Getriebegrößen, wie z. B. Getriebesteifigkeit (Durchbiegung der Wellen), Achsabstandstoleranzen oder Konzentritäts- und Rundlaufabweichungen der Riemenscheiben und ist außerdem zur detaillierten Analyse von verschiedenen Spannmethode sowie von Trum- und Drehschwingungen im Getriebe geeignet. In der Validierung konnte trotz der noch nicht berücksichtigten Eigenschaften der Riemenverzahnung insgesamt eine gute Übereinstimmung zwischen der Simulation mit dem Balkenmodell und den experimentellen Untersuchungen festgestellt werden. Vor allem in Nähe des Nennmoments konnten damit deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden als mit dem bisherigen Federmodell. Das Balkenmodell ermöglicht deshalb zuverlässigere Vorhersagen z. B. zum Wirkungsgrad und der Belastung des Riemens und der Getriebe- komponenten. Der simulative Mehraufwand ist mit der modernen Rechnertechnik zu vernachlässigen.

1 Motivation

Zahnriemen, auch Synchronriemen genannt, sind seit vielen Jahren ein fester Bestandteil der Antriebstechnik im Maschinen- und Fahrzeugbau. Durch die Einbeziehung immer neuer Riemenwerkstoffe und -profile sind Zahnriemengetriebe bei großer Verschleißfestigkeit, geringer Geräuschemission und hohem Wirkungsgrad in der Lage, relativ hohe Drehmomente und Drehzahlen nahezu winkelsynchron zu übertragen. Dadurch erweitern sich die Einsatzgebiete der Zahnriemen ständig.

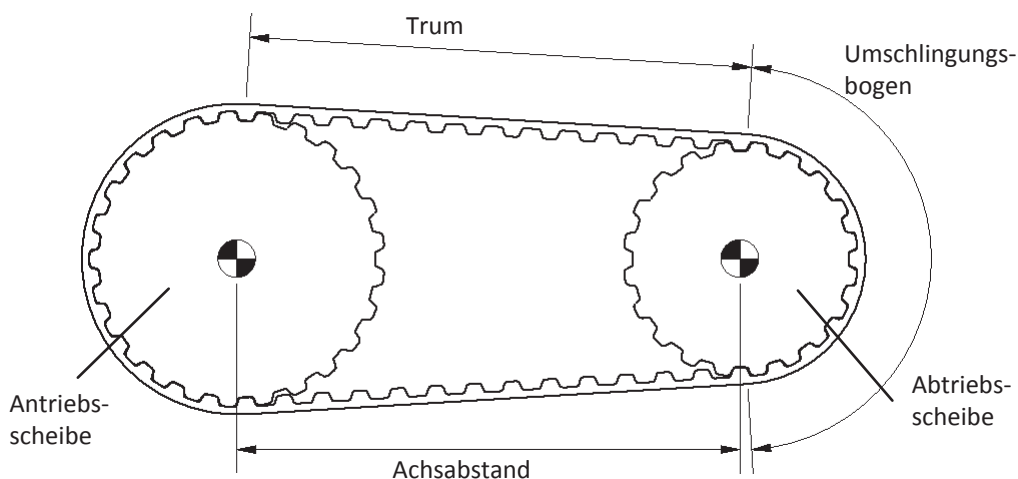


Abb. 1 Aufbau eines Zahnriemengetriebes

Zahnriemengetriebe besitzen mindestens zwei Riemenscheiben, eine An- und eine Abtriebs- scheibe, welche über je ein Lager drehbar an das Gestell gekoppelt sind (Abb. 1). Diese Riemenscheiben sind über den Zahnriemen formschlüssig miteinander verbunden. Der Zahnriementeil zwischen den Riemenscheiben wird Trum genannt. Der Riementeil, der sich an die Riemenscheibe bettet, heißt Umschlingungsbogen. Wird ein Drehmoment angelegt, entsteht eine Trumkraftdifferenz, welche als Umfangskraft F_U bezeichnet wird.

Um die Funktionalität des Getriebes zu gewährleisten, muss der Zahnriemen vorgespannt werden. Die Vorspannkraft F_V darf nicht zu groß sein, da sich dann der Wirkungsgrad verschlechtert, die Lebensdauer des Riemens und der anderen Getriebe- komponenten deutlich abnimmt und die Gefahr besteht, dass der Zahnriemen reißt.

Ist die Spannkraft dagegen zu klein, steigt der Zahnriemen vorzugsweise an der kleinen Zahnscheibe bzw. beim Einlauf in die getriebene Scheibe auf die Flanken der Verzahnung auf („Einlaufkeil“, siehe Abb. 2) und kann überspringen. Folglich wird sich die Lebensdauer des Zahnriemens drastisch reduzieren und auch die Drehwinkelrelation der Riemenscheiben zueinander verloren gehen. Ebenso können niederfrequente transversale Trumsschwingungen entstehen, welche sich auf das Geräusch des Getriebes und die Lebensdauer des Zahnriemens negativ auswirken.

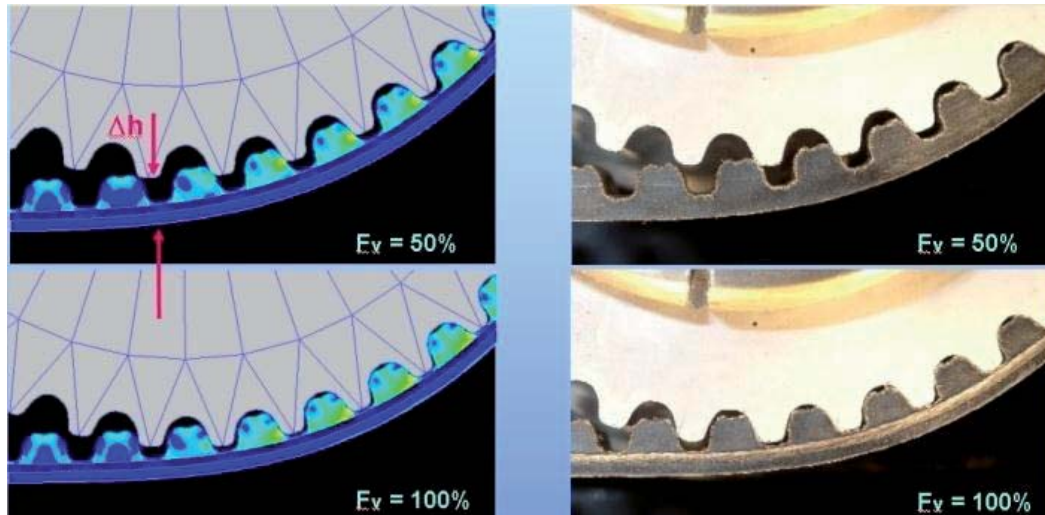


Abb. 2 Einlaufkeil [ZRG12]

Im Sinne einer hohen Zuverlässigkeit und Lebensdauer ist es somit erforderlich, den Zahnriemen mit einer möglichst genau definierten Vorspannkraft zu beaufschlagen. In vielen Fällen geschieht dies durch Veränderung bzw. genaue Vorgabe des Achsabstandes der Zahnscheiben, wobei der Zahnriemen und andere elastisch verformte Getriebeelemente als Feder wirken.

Es entsteht somit ein theoretischer Kraftverlauf in den Trumen entsprechend Abb. 3 (gestrichelte Linie). Beim Aufbringen eines Drehmomentes bzw. einer Umfangskraft fällt die Leertrumkraft nahezu linear ab und die Lasttrumkraft steigt entsprechend an. Steigt die Umfangskraft auf die doppelte Vorspannkraft an, ist die Vorspannung im Leertrum komplett aufgebraucht und die theoretische Leertrumkraft wird Null. Ab diesem Punkt besteht die Gefahr des Überspringens und das Getriebe ist nicht mehr funktionssicher. Die Vorspannkraft muss demzufolge in Abhängigkeit von der zu erwartenden Belastung mit $F_v > 0,5 \cdot F_u$ gewählt werden.

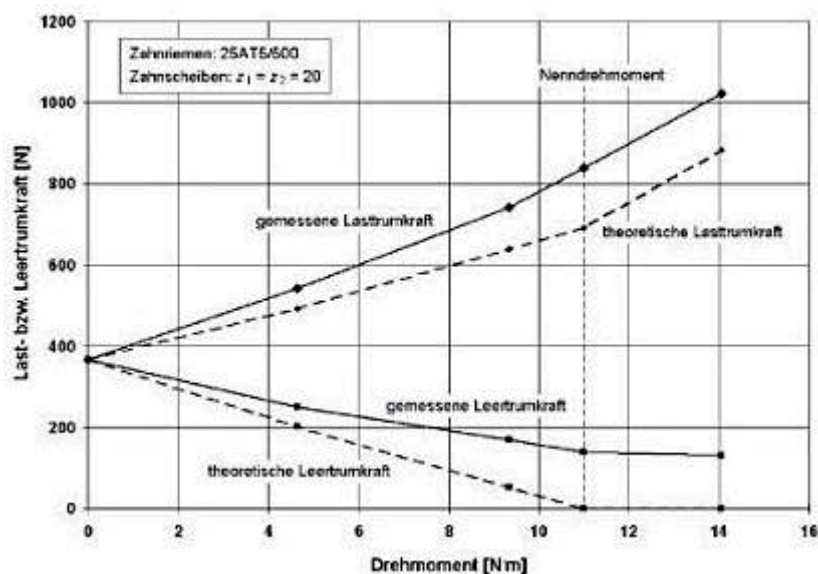


Abb. 3 Trumkraftverlauf [Nag08]

Aus Abb. 3 geht jedoch hervor, dass die vorherrschenden Trumkräfte in der Realität deutlich größer sind als berechnet und kein linearer Zusammenhang zum Drehmoment bzw. zur Umfangskraft besteht. Dies ist u. a. auf die Biegesteifigkeit des Riemens zurückzuführen, die in der einfachen Trumkraftberechnung nicht berücksichtigt wird. Folglich werden die Getriebe zwar in der Praxis mit entsprechender Übersprungsicherheit dimensioniert, aber durch die Einbeziehung zusätzlicher Sicherheitsfaktoren im Konstruktionsprozess („Angstfaktoren“) häufig viel zu straff vorgespannt.

Im Folgenden wird ein analytisches Modell vorgestellt, mit dem eine genauere Berechnung und Dimensionierung von Zahnriemengetrieben unter Berücksichtigung der realen mechanischen Zahnriemeneigenschaften sowie der Getriebesteifigkeit möglich ist. Zudem bildet diese Methode die Voraussetzung für die detaillierte Berechnung und Analyse von Abstands- und Rundlauf toleranzen sowie von Drehschwingungen im Getriebe.

2 Trummodell

In bekannten Simulationsmodellen werden die Riementrume meist als Feder-Dämpfer-Elemente (Kelvin-Voigt-Element) [Dre11] oder bei verbesserten Modellen aus Kombinationen von Feder, Dämpfer und Spielelement ausgeführt [Bor97]. Diese Annahme kann jedoch nur getroffen werden, wenn die Trumkraft im Verhältnis zur Riemenbiegesteifigkeit sehr groß ist. In Nähe des Nennmoments ist die Leertrumkraft gering, so dass der Einfluss der Biegesteifigkeit zunimmt.

Der wichtige Einfluss der Biegesteifigkeit des Riementrums, welche die Nichtlinearität des Zahnriemens zum Teil erklärt, kann durch ein Balkenmodell dargestellt werden, welches im Folgenden hergeleitet wird. Dabei wird die Verformung des Trums durch die Differentialgleichung des Balkens unter Normalkrafteinfluss beschrieben, welche analytisch gelöst wird. Das Trum wird als glatter, homogener Balken modelliert, d. h. die Zähne des Riemens werden nicht abgebildet.

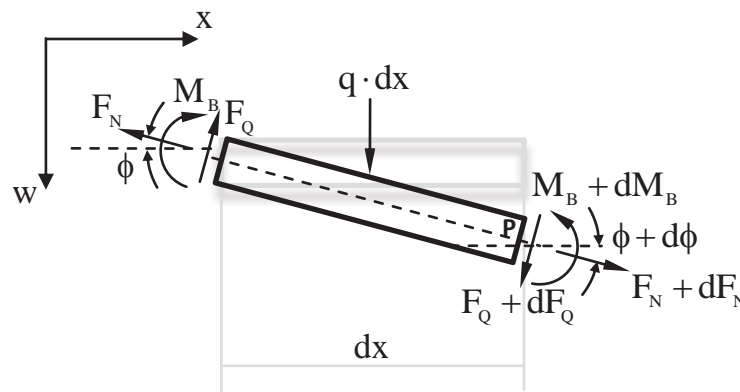


Abb. 4 Differentieller Balkenausschnitt

Die Differentialgleichung der Biegelinie für den Balken unter Normalkrafteinfluss lautet nach [Dan11]:

$$EI \cdot \frac{d^4 w}{dx^4} = q + F_N \cdot \frac{d^2 w}{dx^2} \tag{2.1}$$

Dabei ist die Querverschiebung w abhängig von der Biegesteifigkeit EI, der Normalkraft FN und der äußeren Linienbelastung q. Da der Balken keine äußere Linienlast aufweist, ist q Null. Die Differentialgleichung (2.1) kann nun exakt gelöst werden. Diese Gleichung entspricht der Eulerschen Differentialgleichung und kann mit Hilfe der charakteristischen Polynomgleichung (2.2) gelöst werden vgl. [Gün08].

$$EI \cdot \lambda^4 - F_N \cdot \lambda^2 = 0 \tag{2.2}$$

Aus der Lösung von Gleichung (2.2) kann die allgemeine Lösung der Differentialgleichung (2.1) für die Querverschiebung w(x) ermittelt werden.

$$w(x) = k_1 \cdot \cosh(\lambda \cdot x) + k_2 \cdot \sinh(\lambda \cdot x) + k_3 \cdot x + k_4 \quad \text{mit} \quad \lambda = \sqrt{\frac{F_N}{EI}} \quad (2.3)$$

In Abb. 5 ist die Trumverformung in Abhängigkeit der Trumkraft exemplarisch dargestellt. Dabei wurden die Krümmung der Riemenscheibe und der Riemenscheibenabstand konstant gelassen. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit zunehmender Trumkraft die Querverschiebung $w(x)$ abnimmt. Daraus folgt, dass sich die Trumkurve mit zunehmender Trumkraft einer Geraden annähert und somit näherungsweise dem einfachen Federmodell entspricht.

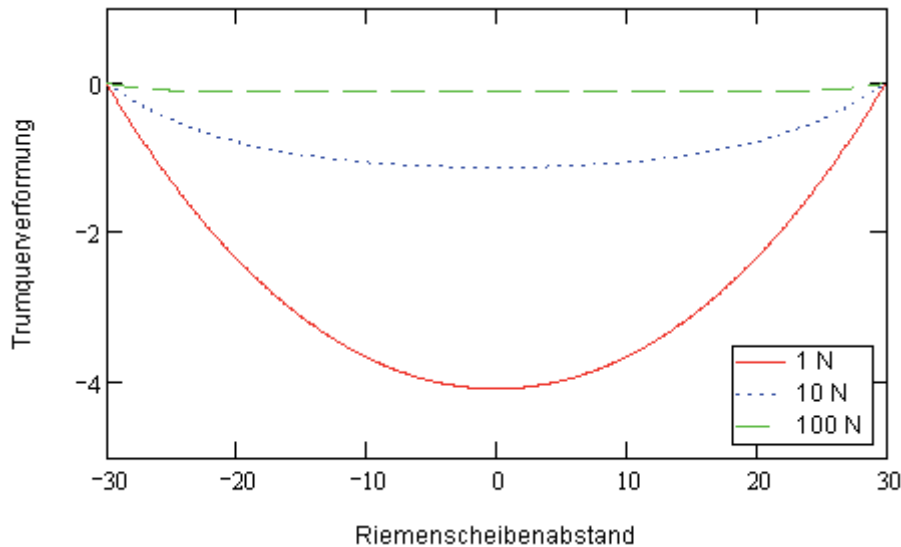


Abb. 5 Exemplarische Trumverformung

Die erste Ableitung $dw(x)$ entspricht dem Anstieg des Trums, welcher im Weiteren benötigt wird:

$$dw(x) = k_1 \cdot \lambda \cdot \sinh(\lambda \cdot x) + k_2 \cdot \lambda \cdot \cosh(\lambda \cdot x) + k_3 \quad \text{mit} \quad \lambda = \sqrt{\frac{F_N}{EI}} \quad (2.4)$$

Die zweite Ableitung $ddw(x)$, welche ebenfalls weiter benötigt wird, ist eine gute Näherung für die Krümmung des Trums:

$$ddw(x) = k_1 \cdot \lambda^2 \cdot \cosh(\lambda \cdot x) + k_2 \cdot \lambda^2 \cdot \sinh(\lambda \cdot x) \quad \text{mit} \quad \lambda = \sqrt{\frac{F_N}{EI}} \quad (2.5)$$

In der Gleichung (2.3) sind die Parameter k_1 bis k_4 noch unbekannt. Die Bedingungen für deren Bestimmung sind, dass der Anstieg und die Krümmung des Trums gleich denen der Riemenscheibe bzw. des Rings sein müssen. Der Parameter λ setzt sich aus der Biegesteifigkeit EI , welche vom Zahnriemen abhängt und der Normalkraft bzw. Trumkraft F_N zusammen. Die Trumkraft ist in den einzelnen Getriebemodellen als Variable definiert, so dass diese hier als gegeben aufgefasst werden kann. Damit ist die Querverformungsgleichung vollständig definiert.

3 Das Getriebe mit festem Achsabstand

Das einfachste Zahnriemengetriebe besitzt kein zusätzliches Spannelement (Abb. 6). Die Vorspannung des Zahnriemens wird über die Verstellung des Achsabstands realisiert, was eine Trumdehnung zur Folge hat.

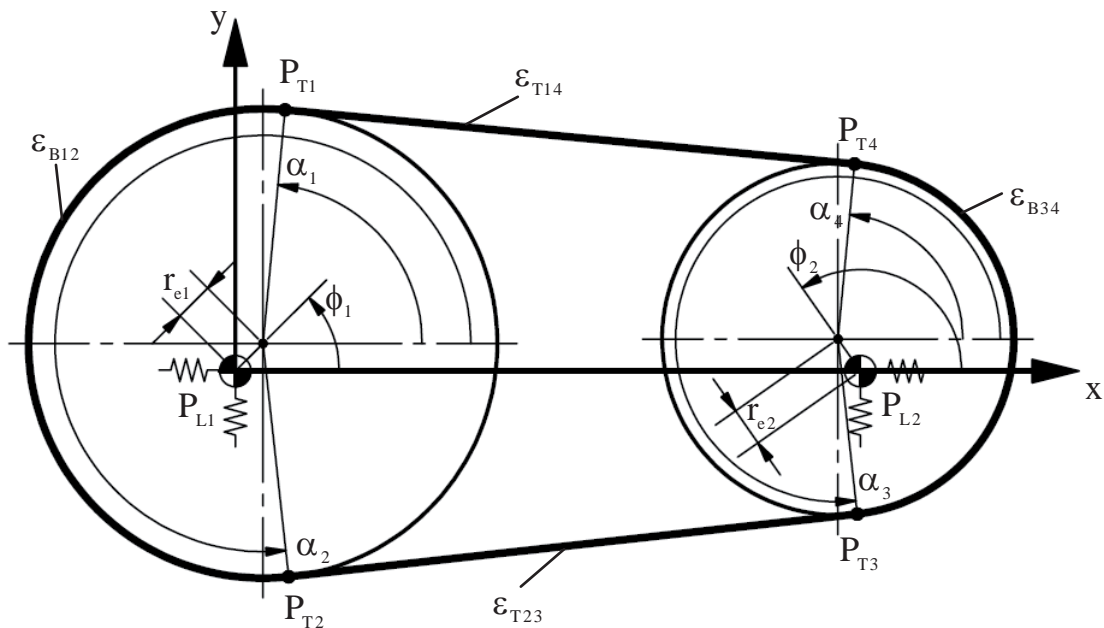


Abb. 6 Prinzipskizze Getriebe mit festem Achsabstand

Das Getriebe wird eben und die Trume als Biegebalken unter Normalkrafteinfluss modelliert, da die Simulation bis in die Nähe des Übersprungs gute Ergebnisse liefern soll (vgl. Abschnitt 2). Die Lager der Riemscheiben werden linearelastisch abgebildet, ebenso wie die Umschlingungsbögen $\overline{\alpha_1\alpha_2}$ und $\overline{\alpha_3\alpha_4}$, die sich an die Riemscheiben anschmiegen. Sowohl Ab- als auch Antriebsriemscheibe werden exzentrisch gelagert, so dass später auch der Einfluss von Rundlaufabweichungen analysiert werden kann.

Im Folgenden wird das Gleichungssystem für das Getriebe hergeleitet. Prinzipiell übertragen Umschlingungsgetriebe Momente und Drehbewegungen, d. h. das Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsleistung mathematisch zu beschreiben. Die dafür notwendigen Variablen wurden wie folgt definiert:

- Die Drehwinkel ϕ_1 und ϕ_2 der Riemscheiben,
- die Trumwinkel α_1 bis α_4 der Trumanfangs- und Trumendpunkte,
- die Dehnungen ε_{T14} , ε_{T23} , ε_{2T14} , ε_{2T23} , ε_{3T14} und ε_{3T23} der Trume sowie
- die Dehnungen ε_{B12} und ε_{B34} der Umschlingungsbögen.

Insgesamt sind 13 Variablen definiert, so dass ebenfalls 13 Gleichungen (Hauptgleichungen) gefunden werden müssen. Für die Beschreibung der Hauptgleichungen sind teilweise Nebengleichungen notwendig. Neben den Variablen sind diverse konstante Parameter erforderlich, welche im Laufe des Abschnitts erläutert werden. Weiterhin muss die Bewegung der Scheibe 1 und das Drehmoment der Scheibe 2 vorgegeben werden.

Mit den Variablen und den konstanten Parametern werden zunächst die Trumpunkte P_{T1} bis P_{T4} definiert. Dies sind die Punkte, an denen das Trum beginnt bzw. endet und in den Umschlingungsbogen übergeht, also der Riemen in die Scheibe einläuft (siehe Abb. 6).

Die Trumpunkte der Riemscheiben $P_{T1...4}$ können mithilfe der Position des Lagers $P_{L1...2}$, dem Drehwinkel $\phi_{1...2}$, der Exzentrizität $r_{e1...2}$, dem Trumwinkel $\alpha_{1...4}$ und dem Riemscheibenradius R_{S1} bzw. R_{S2} vektoriell wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{aligned}
 P_{T1} &= P_{L1} + \begin{pmatrix} \cos \phi_1 \\ \sin \phi_1 \end{pmatrix} \cdot r_{e1} + \begin{pmatrix} \cos \alpha_1 \\ \sin \alpha_1 \end{pmatrix} \cdot R_{S1} \\
 P_{T2} &= P_{L1} + \begin{pmatrix} \cos \phi_1 \\ \sin \phi_1 \end{pmatrix} \cdot r_{e1} + \begin{pmatrix} \cos \alpha_2 \\ \sin \alpha_2 \end{pmatrix} \cdot R_{S1} \\
 P_{T3} &= P_{L2} + \begin{pmatrix} \cos \phi_2 \\ \sin \phi_2 \end{pmatrix} \cdot r_{e2} + \begin{pmatrix} \cos \alpha_3 \\ \sin \alpha_3 \end{pmatrix} \cdot R_{S2} \\
 P_{T4} &= P_{L2} + \begin{pmatrix} \cos \phi_2 \\ \sin \phi_2 \end{pmatrix} \cdot r_{e2} + \begin{pmatrix} \cos \alpha_4 \\ \sin \alpha_4 \end{pmatrix} \cdot R_{S2}
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

Die Positionen der Lager P_{L1} und P_{L2} setzen sich aus der unverformten Lagerposition $P_{0_{L1...2}}$ und der Deformation des Lagers infolge der Lagerkraft F_L mit der dazugehörigen Lagersteifigkeit k_L zusammen:

$$\begin{aligned}
 P_{L1} &= P_{0_{L1}} + \begin{pmatrix} F_{Lx1} \\ F_{Ly1} \end{pmatrix} / k_{L1} \\
 P_{L2} &= P_{0_{L2}} + \begin{pmatrix} F_{Lx2} \\ F_{Ly2} \end{pmatrix} / k_{L2}
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

Dabei sind die unverformten Lagerpunkte P_{0_L} und die Lagersteifigkeit k_L die vorgegebenen Parameter. Die Lagerkraft folgt aus dem Kräftegleichgewicht an der Riemenscheibe und ist in Gleichung (3.11) definiert.

Weiterhin muss ein glatter Übergang vom Trum in den Umschlingungsbogen gewährleistet werden. Dafür ist es notwendig, dass der Anstieg dw des Trums, vgl. Gleichung (2.4), gleich dem Anstieg der Riemenscheibe ist.

Aus dieser Bedingung folgen die **Hauptgleichungen 1 bis 4**:

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 &= \frac{\pi}{2} + \text{atan} \left(dw_1 + \frac{P_{T4,y} - P_{T1,y}}{P_{T4,x} - P_{T1,x}} \right) \\
 \alpha_2 &= \frac{3 \cdot \pi}{2} + \text{atan} \left(dw_2 + \frac{P_{T3,y} - P_{T2,y}}{P_{T3,x} - P_{T2,x}} \right) \\
 \alpha_3 &= \frac{3 \cdot \pi}{2} + \text{atan} \left(dw_3 + \frac{P_{T3,y} - P_{T2,y}}{P_{T3,x} - P_{T2,x}} \right) \\
 \alpha_4 &= \frac{\pi}{2} + \text{atan} \left(dw_4 + \frac{P_{T4,y} - P_{T1,y}}{P_{T4,x} - P_{T1,x}} \right)
 \end{aligned}
 \tag{3.3}$$

Ebenso ist die Krümmung ddw des Trums, vgl. Gleichung (2.5), gleich der Krümmung der Riemenscheibe, woraus sich die folgenden Beziehungen ergeben:

$$\begin{aligned}
 ddw_1 &= -\frac{1}{R_{S1}} \\
 ddw_2 &= \frac{1}{R_{S1}} \\
 ddw_3 &= \frac{1}{R_{S2}} \\
 ddw_4 &= -\frac{1}{R_{S2}}
 \end{aligned}
 \tag{3.4}$$

Nachdem die geometrischen Variablen definiert sind und die Geometrie des Getriebes beschrieben ist, wird an jeder freigeschnittenen Riemenscheibe das Momenten- und Kräftegleichgewicht aufgestellt.

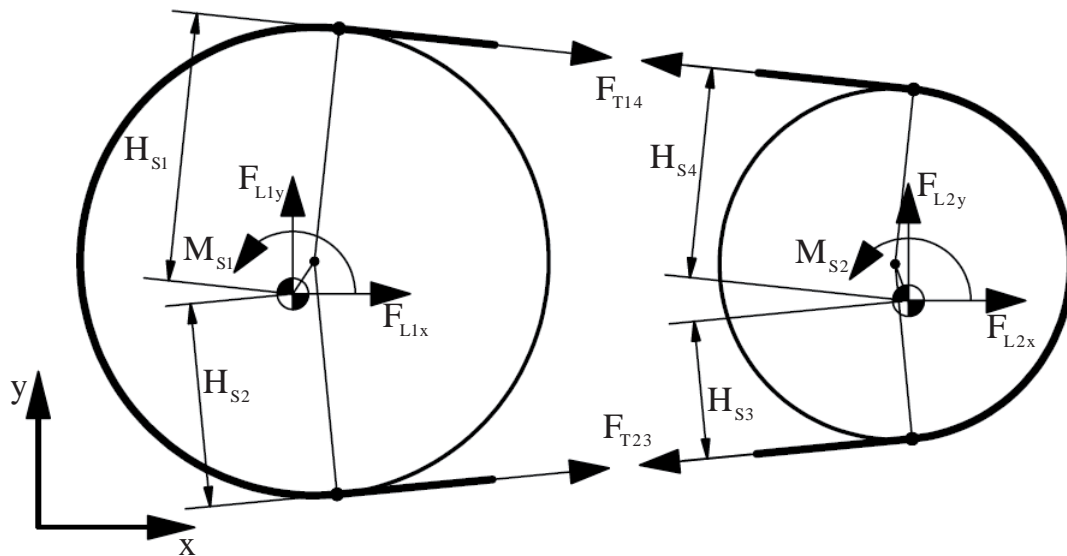


Abb. 7 Freigeschnittenes Getriebe

Aus dem Momentengleichgewicht um das Lager 1 der Riemenscheibe 1 unter Berücksichtigung des Massenträgheitsmoments der Riemenscheibe folgt:

$$-F_{T14} \cdot H_{S1} + F_{T23} \cdot H_{S2} + M_{S1} \cdot J_{S1} \cdot \ddot{\phi}_1 = 0 \tag{3.5}$$

Mit dem Momentengleichgewicht um das Lager 2 der Riemenscheibe 2 unter Berücksichtigung des Massenträgheitsmoments der Riemenscheibe 2 wird **Hauptgleichung 5** erstellt:

$$F_{T14} \cdot H_{S4} - F_{T23} \cdot H_{S3} + M_{S2} \cdot J_{S2} \cdot \ddot{\phi}_2 = 0 \tag{3.6}$$

Das Drehmoment des Lagers 2 entspricht dem Abtriebsdrehmoment und ist gegeben. Es kann sowohl von der Zeit als auch von jeder anderen Variablen abhängen.

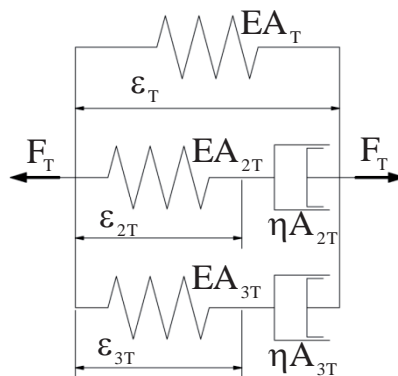


Abb. 8 Rheologisches Modell

Die Trumkräfte F_T setzen sich aus einem linearelastischen Anteil und zwei Maxwell-Elementen zusammen (vgl. Abb. 8) und können wie folgt berechnet werden:

$$F_{T14} = EA_R \cdot \epsilon_{T14} + EA_{2R} \cdot \epsilon_{2T14} + EA_{3R} \cdot \epsilon_{3T14} \tag{3.7}$$

$$F_{T23} = EA_R \cdot \epsilon_{T23} + EA_{2R} \cdot \epsilon_{2T23} + EA_{3R} \cdot \epsilon_{3T23} \tag{3.8}$$

Die Dehnungen ε_{2T} und ε_{3T} werden aus der nachfolgender Differentialgleichung des Maxwell-Elements mit der Dehnsteifigkeit EA_R und spezifischen Dämpfung ηA_R berechnet. Diese Gleichungen entsprechen den **Hauptgleichungen 6 bis 9**:

$$\begin{aligned} 0 &= EA_{2R} \cdot \varepsilon_{2T14} + \eta A_{2R} \cdot (\dot{\varepsilon}_{2T14} - \dot{\varepsilon}_{T14}) \\ 0 &= EA_{3R} \cdot \varepsilon_{3T14} + \eta A_{3R} \cdot (\dot{\varepsilon}_{3T14} - \dot{\varepsilon}_{T14}) \\ 0 &= EA_{2R} \cdot \varepsilon_{2T23} + \eta A_{2R} \cdot (\dot{\varepsilon}_{2T23} - \dot{\varepsilon}_{T23}) \\ 0 &= EA_{3R} \cdot \varepsilon_{3T23} + \eta A_{3R} \cdot (\dot{\varepsilon}_{3T23} - \dot{\varepsilon}_{T23}) \end{aligned} \tag{3.9}$$

Der Hebelarm H_S berechnet sich aus der Projektion des Abstandsvektors $\overline{P_T P_L}$ auf den um 90 Grad gedrehten dimensionslosen Kraftvektor [Göh99]:

$$\begin{aligned} H_{S1} &= (P_{T1} - P_{L1})^T \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha_1) \\ \sin(\alpha_1) \end{pmatrix} \\ H_{S2} &= (P_{T2} - P_{L1})^T \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha_2) \\ \sin(\alpha_2) \end{pmatrix} \\ H_{S3} &= (P_{T3} - P_{L2})^T \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha_3) \\ \sin(\alpha_3) \end{pmatrix} \\ H_{S4} &= (P_{T4} - P_{L2})^T \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha_4) \\ \sin(\alpha_4) \end{pmatrix} \end{aligned} \tag{3.10}$$

Aus dem Kräftegleichgewicht an den beiden Riemenscheiben folgen die Lagerkräfte F_L für beide Lager in Richtung x und y.

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} F_{L1x} \\ F_{L1y} \end{pmatrix} &= F_{T14} \cdot \begin{pmatrix} -\sin(\alpha_1) \\ \cos(\alpha_1) \end{pmatrix} + F_{T23} \cdot \begin{pmatrix} \sin(\alpha_2) \\ -\cos(\alpha_2) \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} F_{L2x} \\ F_{L2y} \end{pmatrix} &= F_{T14} \cdot \begin{pmatrix} -\sin(\alpha_4) \\ \cos(\alpha_4) \end{pmatrix} + F_{T23} \cdot \begin{pmatrix} \sin(\alpha_3) \\ -\cos(\alpha_3) \end{pmatrix} \end{aligned} \tag{3.11}$$

Weiterhin muss gelten, dass die Länge des ungedehnten Riemens L_{0R} gleich der Längen der beiden ungedehnten Umschlingungsbögen L_B um die Riemenscheibe und der beiden ungedehnten Trumlängen L_T ist (siehe Gleichung (3.12)). Dies entspricht **Hauptgleichung 10**:

$$L_{0R} = \frac{L_{T14}}{1 + \varepsilon_{T14}} + \frac{L_{T23}}{1 + \varepsilon_{T23}} + \frac{L_{B12}}{1 + \varepsilon_{B12}} + \frac{L_{B34}}{1 + \varepsilon_{B34}} \tag{3.12}$$

Der Umschlingungsbogen L_B wird mit dem Riemenscheibenradius R_S und den dazugehörigen Winkeln α folgendermaßen berechnet:

$$\begin{aligned} L_{B12} &= R_{S12} \cdot (\alpha_2 - \alpha_1) \\ L_{B34} &= R_{S34} \cdot (\alpha_4 + 2\pi - \alpha_4) \end{aligned} \tag{3.13}$$

Die Trumlänge L_T muss auf Grund des Balkenmodells mithilfe des Längenintegrals ermittelt werden. Da das Integral nicht analytisch gelöst werden kann, muss dies numerisch geschehen. Der Anstieg des Trums ist in Gleichung (2.4) definiert:

$$L_{T14} = \int_0^{L_{P14}} \sqrt{1 + (dw_{14}(x))^2} \quad \text{mit} \quad L_{P14} = (P_{T4} - P_{T1}) \tag{3.14}$$

$$L_{T23} = \int_0^{L_{P23}} \sqrt{1 + (dw_{23}(x))^2} \quad \text{mit } L_{P23} = (P_{T3} - P_{T2})$$

Abschließend fehlt noch die Zwangsbedingung zwischen den Drehwinkeln ϕ der beiden Riemenscheiben. Hierfür wurde je ein Hilfspunkt P_{0K} an den Riemenscheiben definiert. An diesem Punkt muss zu jeder Zeit Kontakt zwischen Riemen und Riemenscheiben bestehen. Der Punkt liegt zu Beginn der Simulation in der Mitte des Umschlingungsbogens der Riemenscheiben, wie in Abb. 9 dargestellt.

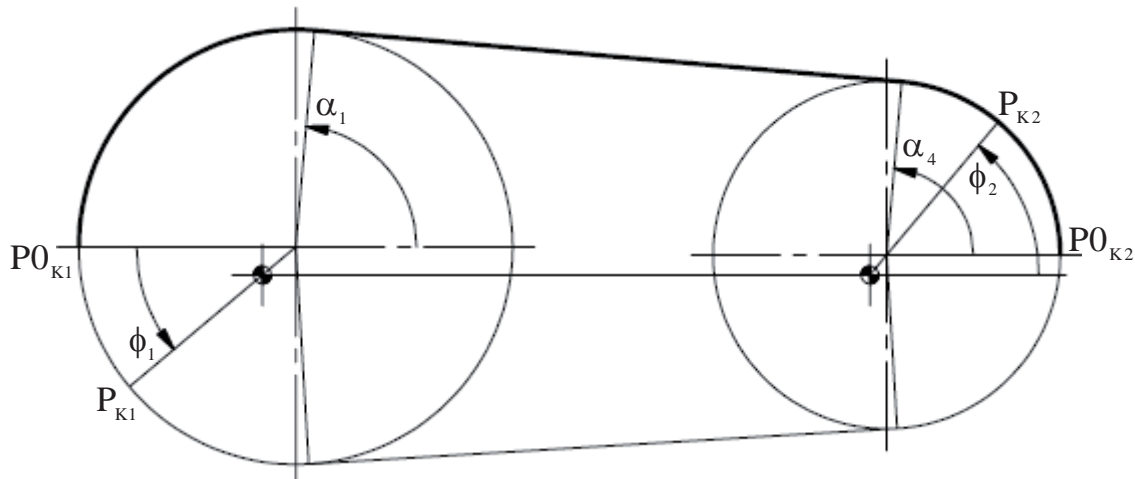


Abb. 9 Prinzipskizze Formschluss

Auf Grund des Formschlusses des Zahnriemens ist die ungedehnte Riemenlänge zwischen den Punkten P_{0K1} und P_{0K2} immer konstant. Wird die Riemenscheibe 1 um ϕ_1 gedreht, bewegt sich der Riemen von Punkt P_{0K1} auf P_{K1} und der Punkt P_{0K2} auf P_{K2} . Aus diesen Überlegungen lässt sich die folgende **Hauptgleichung 11** herleiten:

$$K_{ZB} = \frac{R_{S12} \cdot ((\pi - \alpha_1) - \phi_1)}{1 + \epsilon_{B12}} + \frac{R_{S34} \cdot (\alpha_4 + \phi_2)}{1 + \epsilon_{B34}} + \frac{L_{T14}}{1 + \epsilon_{T14}} - \frac{L_{0R}}{2} \quad (3.15)$$

Der Parameter K_{ZB} wird im Einbauzustand berechnet und ist während der Simulation konstant. Abschließend muss die Kraft im Umschlingungsbogen definiert werden. Es wurde angenommen, dass die Umfangskraft sich über den Umschlingungsbogen gleichmäßig abbaut. Dies kann näherungsweise nach [Nag08] angenommen werden. Daraus folgen die **Hauptgleichung 12 und 13** für die beiden Bogendehnungen:

$$\begin{aligned} \epsilon_{B12} &= \frac{F_{T14} + F_{T23}}{2 \cdot EA_B} \\ \epsilon_{B34} &= \frac{F_{T14} + F_{T23}}{2 \cdot EA_B} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Nachdem das Gleichungssystem vollständig definiert ist, wird der prinzipielle Ablauf der Simulation dargestellt. Das vorgestellte Modell wurde in einem MATLAB®-Programm umgesetzt. Der Ablauf des Programms ist in Abb. 10 dargestellt.

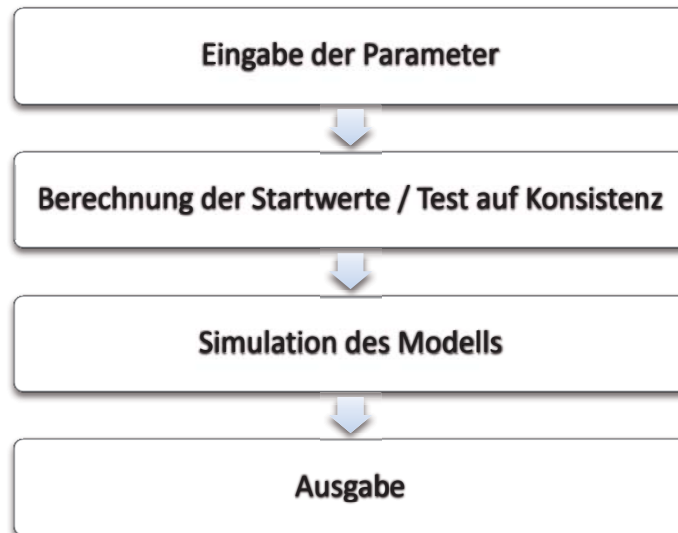


Abb. 10 Programmablauf

Zuerst werden die notwendigen Getriebeparameter sowie verschiedene Startwerte eingegeben. Als zweiter Schritt werden die Startwerte der Variablen unter Vorgabe der Getriebeparameter und der zeitlichen Ableitung der Variablen berechnet. In dieser Berechnung werden Symmetriebedingungen als zusätzliche Gleichungen mit berücksichtigt. Dadurch wird die Rechenzeit verkürzt und die Rechnung konvergiert zuverlässiger.

Der dritte Schritt ist die numerische dynamische Simulation des Getriebes. Aufgrund des nichtlinearen Verhaltens und der implizierten Darstellung des Gleichungssystems wurde der ode15i als Gleichungslöser gewählt. Er arbeitet nach dem BDF-Verfahren (**B**ackward **D**ifferentiation **F**ormulas).

Im letzten Schritt werden die berechneten Ergebnisse aufgearbeitet und dargestellt. Mit dem Programm können folgende Größen berechnet werden:

- Wellen- und Trumkraft / Drehmoment
- Verdrehwinkel der An- und Abtriebsscheibe
- Drehschwingungen des Getriebes

4 Validierung des Simulationsmodells

4.1 Versuchsaufbau

Für die Validierung des Modells sind experimentelle Untersuchungen notwendig, welche mithilfe des Verdrehprüfstands der TU Chemnitz durchgeführt wurden. Mit diesem Prüfstand können statische Untersuchungen (nicht rotierend) durchgeführt werden, wie z. B. statischer Übersprung, statisches Übertragungsverhalten und Wellenkraft-Achsabstand-Korrelation.

Der Prüfstand besteht aus einer drehbar gelagerten Welle, auf der eine Zahnscheibe montiert ist. Die zweite Zahnscheibe ist fest mit einem Schlitten verbunden, der über eine Linearführung verstellt werden kann. Die Verstellung erfolgt mithilfe einer Stellmutter. Zwischen Schlitten und Gewindestange ist ein Zugkraftsensor angebracht, wodurch die Wellenkraft kontinuierlich gemessen werden kann. An dem unteren Ende der Welle kann mittels Drehmomentschlüssel ein definiertes Drehmoment aufgebracht und gleichzeitig gemessen und aufgezeichnet werden. Weiterhin befindet sich an der Welle ein Inkrementalgeber zur Messung des Verdrehwinkels.



Abb. 11 Verdrehprüfstand

In den Versuchen kann die Wellenkräfte aufgrund des Setzverhaltens des Zahnriemengetriebes nicht exakt gehalten werden. Um diesen Effekt zu vermindern, wurde die Sollkraft zunächst eingestellt und nach jeweils 10 s korrigiert. Die Wellenkräfte zum Zeitpunkt Null der Simulationen wurden den dazugehörigen Messungen entnommen, d. h. die Wellenkräfte zu Beginn der Messung und der Simulation sind immer gleich. Weiterhin wird nur eine quasistatische Simulation durchgeführt, d. h. es werden keine Dämpfungs- und Trägheitskräfte berücksichtigt.

Als Validierungsgrößen wurden das Drehmoment (Umfangskraft), der Verdrehwinkel und die Wellenkraft festgelegt.

In den experimentellen Untersuchungen wurden je zwei Zahnriemen (Riemenlänge 711 mm und 882 mm) mit einem HTD-3M-Profil und einen Omega-3M-Profil sowie variable Zahnscheiben entsprechend Tabelle 1. verwendet. Die Trumvorspannkraft betrug jeweils $1/3 \cdot F_U$, $2/5 \cdot F_U$, $1/2 \cdot F_U$ und $2/3 \cdot F_U$ in Abhängigkeit der zulässigen Umfangskraft F_U des Zahnriemens.

Tabelle 1 Zahnscheibenpaarungen

Bezeichnung	Zähnezahl der Antriebsscheibe [-]	Zähnezahl der Abtriebsscheibe [-]
ZP 1	60	60
ZP 2	60	80
ZP 3	60	100
ZP 4	80	80
ZP 5	80	100

4.2 Ergebnisse

Abb. 12 zeigt den Wellenkraftverlauf in Abhängigkeit des Antriebsdrehmoments für zwei ausgewählte Versuche an einem Zahnriemen HTD3M. Im linken Diagramm ist die Abweichung zwischen Messung und Simulation sehr gering, sie beträgt im Mittel 4 N. Im rechten Diagramm ist die Abweichung zwischen Messung und Simulation etwas größer, sie beträgt durchschnittlich etwa 21 N. Es zeigt jedoch, dass das Balkenmodell die Realität in allen untersuchten Fällen deutlich besser abbildet als das Federmodell.

Ursachen für die Abweichung sind vor allem die positionsabhängigen Eigenschaften (Zug- und Biegesteifigkeit) des Zahnriemens. Weiterhin ist im Simulationsmodell der Zahnkontakt nicht berücksichtigt, was ebenfalls zu geringen Abweichungen führt.

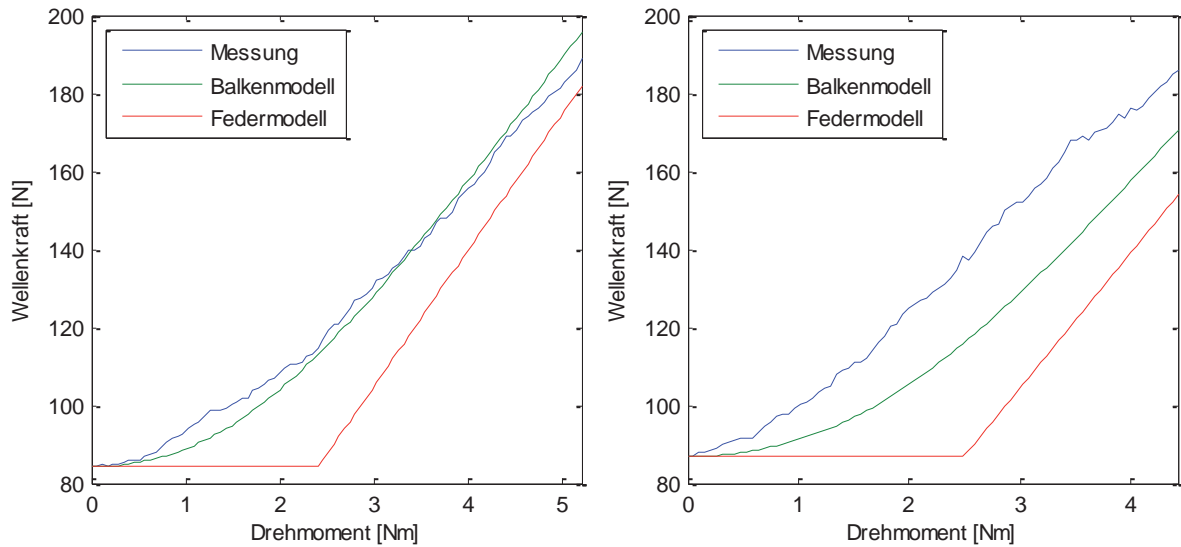


Abb. 12 Wellenkraft-Drehmoment

In Abb. 13 sind die aus den Versuchen ermittelten Trumkräfte im Vergleich mit den Berechnungsergebnissen dargestellt. Das Federmodell zeigt den bekannten Verlauf mit dem schon bei relativ geringem Drehmoment vollständig erschlaffenden Leertrum (vgl. auch Abb. 3). Dagegen können die realen Verhältnisse mit dem neuen Balkenmodell deutlich besser abgebildet werden.

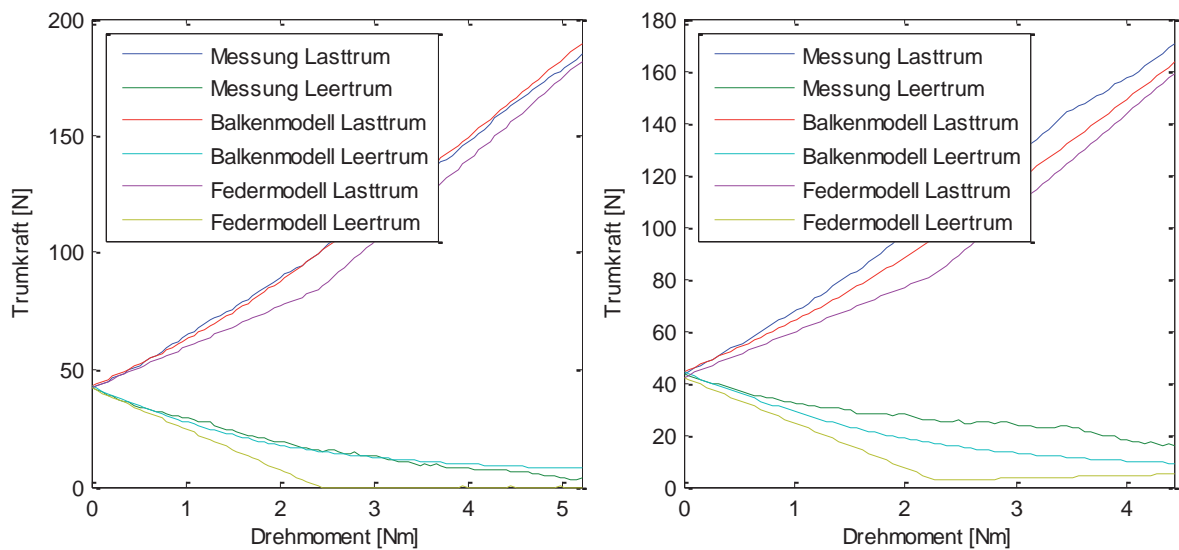


Abb. 13 Trumkraft-Drehmoment

5 Danksagung

Die Arbeiten wurden im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützten Projektes „Modellierung, Berechnung und Analyse ringgespannter Zahnriemengetriebe“ (NE 544/14-1) durchgeführt.

6 Literatur

- [Bor97] Born, M.: Simulation von Synchronriemengetrieben - Modellbildung, Kennwertermittlung, Anwendung. Fortschrittberichte VDI Reihe 1, Band 278, VDI Verlag, Düsseldorf, 1997
- [Dan11] Dankert, J.; Dankert H.: Technische Mechanik, Vieweg+Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, 6. Auflage, 2011, ISBN 978-3834813756
- [Dre11] Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 10. Auflage, 2011, ISBN 978-3642160097.
- [Göh99] Göhler, W.: Formelsammlung Höhere Mathematik, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 14. Auflage, 1999, ISBN 3-8171-1592-X
- [Gün08] Günzel, H.: Gewöhnliche Differentialgleichungen, Oldenbourg Verlag, München, 2008, ISBN 978-3-486-58555-1
- [Nag08] Nagel, T.: Zahnriemengetriebe: Eigenschaften, Normung, Berechnung, Gestaltung. Carl Hanser Verlag München Wien, 2008
- [ZRG12] www.zahnriemengetriebe.de: Homepage Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design, TU Dresden, Stand 05.11.2012

Bewertung von Parameterstreuung beim Umformfügen

Markus Israel

(Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik / Abteilung Füge-technik)

Mechanische Fügeverfahren gewinnen durch den Trend im Automobilbau zu Leicht- und Mischbauweisen eine zunehmende Bedeutung. Die Bereitstellung robuster Verbindungstechniken ist dabei von besonderer Bedeutung, da hierdurch Ausschussraten bei der Teileherstellung gesenkt und somit Kosten eingespart werden können. Der Beitrag beleuchtet am Beispiel des Clinchens die Einsatzpotentiale und Grenzen FE-basierter Sensitivitätsanalysen und Optimierungsaufgaben für die Kaltfügetechnik.

Durch die Ermittlung der Sensitivitäten der Designparameter auf relevante Verbindungs-kenngrößen können die wichtigen Parameter für die Werkzeugoptimierung abgeleitet werden. Auf dieser Basis werden sowohl geeignete Werkzeuge für eine bestimmte Fügepaarung als auch Kompromisswerkzeuge für das Fügen verschiedener Blechdicken und Blechwerkstoffe designet. Sensitivitätsanalysen gegenüber Unsicherheiten gestatten es dagegen, die Robustheit des Clinchprozesses in der Produktion zu bewerten. Auf der Basis dieser Erkenntnisse können Maßnahmen zur Steigerung der Prozessrobustheit oder für eine Prozessüberwachung hinsichtlich der Qualitätssicherung abgeleitet werden.

1 Einleitung

Fertigungsprozesse unterliegen im Serieneinsatz Streuungen der Prozessparameter, welche Schwankungen der charakteristischen Ergebnisgrößen bewirken können. Auch in der mechanischen Füge-technik existiert eine Vielzahl von Aufgabenstellungen hinsichtlich Sensitivitäts- und Robustheitsbetrachtungen oder Optimierungsaufgaben. Vor allem in Hinblick auf Effektivitätssteigerung und Kostensenkung sind Vereinheitlichungen von Werkzeugsätzen für verschiedene Verbindungen ein großes Thema. In Kühne (2007) wird am Beispiel der Mercedes S-Klasse aufgezeigt, welches Potential in einer derartigen „Vereinigung“ von unterschiedlichen Clinch-aufgaben liegt. Solch komplexe und umfangreiche Analysen sind experimentell jedoch sehr aufwändig, weshalb der Einsatz der FEM in der Prozessentwicklung und Prozessbewertung stark zunimmt. Die stetig zunehmende Anwendung von Simulationsprogrammen in allen Fertigungsstufen bei der Bauteilfertigung liegt nach Held (2009) in dem Interesse vor allem der Automobilhersteller begründet, das Prozessverständnis stetig auszubauen, um Kostenpotentiale zu nutzen.

Eine Sensitivitäts- und Robustheitsbewertung gestattet schon in einer frühen Entwicklungsphase die Definition geeigneter Maßnahmen zur Sicherung der Prozess- und damit der Produktqualität, Will (2005). Der numerischen Robustheitsbewertung kommt deshalb im virtuellen Entwicklungsprozess im Hinblick auf Verbesserung von Eigenschaften und zur Reduzierung von Produktionskosten eine besondere Bedeutung zu, Roos (2004). Wesentlich, vor allem hinsichtlich der Auslegung und der Qualitätssicherung mechanischer Fügeverbindungen, ist dabei die Kenntnis der Einflussgröße bzw. der Einflussstärke der einzelnen Parameterschwankungen und -toleranzen auf den Fügeprozess. Um dies beurteilen zu können, sind Sensitivitäts- und Robustheitsbewertungen nötig. Die Anwendung eines FE-basierten Ansatzes zur Sensitivitätsanalyse, gekoppelt mit einer entsprechenden statistischen Versuchsplanung (DOE), ist in der mechanischen Füge-technik bis jetzt noch nicht bekannt.

Ein wichtiges mechanisches Fügeverfahren ist das Clinchen, welches nach DIN 8593 unter dem Namen „Durchsetzfügen“ genormt ist. Unter Clinchen versteht man ein mechanisches Fügeverfahren, das eine Verbindung zwischen zwei oder mehr Blechen ausschließlich durch lokale Kaltumformung erzeugt. Der Fügeprozess kann in drei Teilprozesse gegliedert werden (s. Abb. 1). In der Durchsetzphase (B) verschiebt der herab fahrende Stempel den Fügebereich aus der Blechebene heraus. Beim Einsenken wird nun der Blechwerkstoff bis auf den Matrizenboden gedrückt. Das weitere Zustellen des Stempels führt zum zunehmenden radialen Fließen der Werkstoffe zwischen Stempel und Matrize, wodurch die Matrizenkontur gefüllt und der Hinterschnitt der Bleche realisiert wird (C).

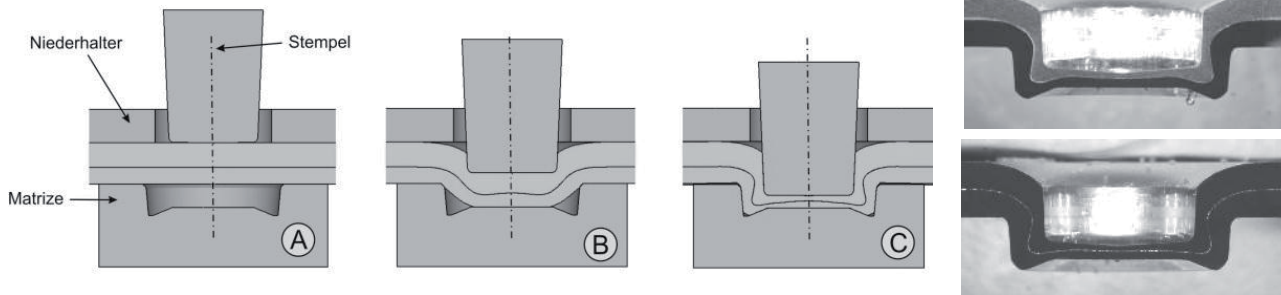


Abb. 1: Rundpunktclinchen mit starrer Matrize; links: Prinzip; rechts: typische Schliffbilder.

Zur Beurteilung von Parametereinflüssen bedarf es definierter Ergebnisgrößen. Im Sinne der Beurteilung der Tragfähigkeit von Verbindungen sind dies meist festigkeitsrelevante Größen, beim Clinchen also hauptsächlich die Halsdicke t_n und der Hinterschnitt f (s. Abb. 2). Die Bodendicke t_b ist bei der allgemein üblichen Prozessgestaltung ein konstantes Maß, welches vorab im Bemusterungsprozess eingestellt wird und zerstörungsfrei mittels Dickenmessgerät geprüft werden kann, Steinhauer (2007).

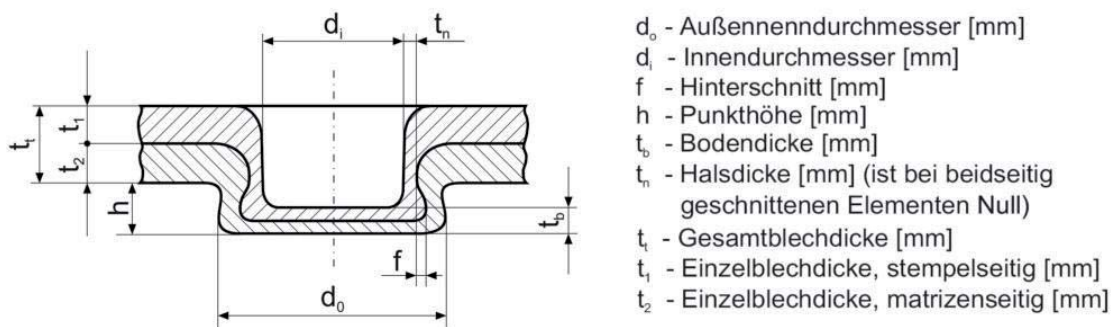


Abb. 2: Relevante geometrische Kenngrößen einer Clinchverbindung nach DVS (2009)

Die numerische Beschreibung des Clinchens ist Gegenstand zahlreicher FEM-basierter Studien und Projekte. In Dietrich (2006), Paula (2007), Lee (2010), Mucha (2011) und weiteren Quellen wurden geeignete Werkzeuggeometrien zur Verbesserung der Punktausbildung oder der Verbindungsfestigkeit unter Kopfzuglast numerisch, aber iterativ, ermittelt. Erste Erkenntnisse zur FEM-basierten Optimierung von Clinchprozessen auf Basis der Taguchi-Methode und der Response Surface Methode wurden in Oudjene (2008) und Oudjene (2009) gewonnen. Auf statistischer Versuchsplanung basierende, numerische und Sensitivitäts- und Robustheitsanalysen mit mehr als zwei Parametern sind beim Clinchen dagegen nicht bekannt.

Die statistisch-numerischen Analysen beim Clinchen sind prinzipiell in zwei Kategorien zu unterteilen. Ein wesentlicher Aspekt ist die Bestimmung geeigneter Werkzeug- und Prozessparameter (Designparameter) für die Bereitstellung optimaler Verbindungen. Hierfür sind die Detektion relevanter Parameter mittels Sensitivitätsanalyse und eine anschließende Prozessoptimierung erforderlich. Die zweite Analyseform beschäftigt sich mit der Ermittlung und Bewertung der Prozessrobustheit, also den durch Prozessunsicherheiten (z.B. Reibung, Festigkeitsschwankung) verursachten Ergebnisgrößenvariationen. Beide Analysen sollen im Folgenden betrachtet werden

2 Setup für stochastische Analysen beim Clinchen

Für die numerische Beschreibung des Clinchprozesses wird das FEM-Tool Deform verwendet, welches speziell für Massivumformvorgänge entwickelt wurde. Wichtig für die Berechnung von Umformprozessen, wie dem Clinchen, ist das Vorhandensein einer Remeshing-Option. Das bedeutet, dass Bereiche starker Umformung, und daraus resultierender lokaler Elementdurchdringung bzw. extremer Elementverzerrung, neu vernetzt werden und die Knoten- und Elementdaten vom alten auf das neue Netz übertragen werden können.

Unter der Annahme ideal rotationssymmetrischer Werkzeuge und unter Vernachlässigung eventueller Werkstoffanisotropie kann das Problem 2D rotationssymmetrisch beschrieben werden. Die Kommunikation zwischen Deform und optiSLang erfolgt über entsprechende input- und output-files. Zusätzlich ist ein Skript erforderlich, welches die Ergebnisgrößen Halsdicke und Hinterschnitt auf Basis geometrischer Funktionen identifiziert und an das output-file übergibt. Vorab ist das FEM-Modell zu parametrisieren.

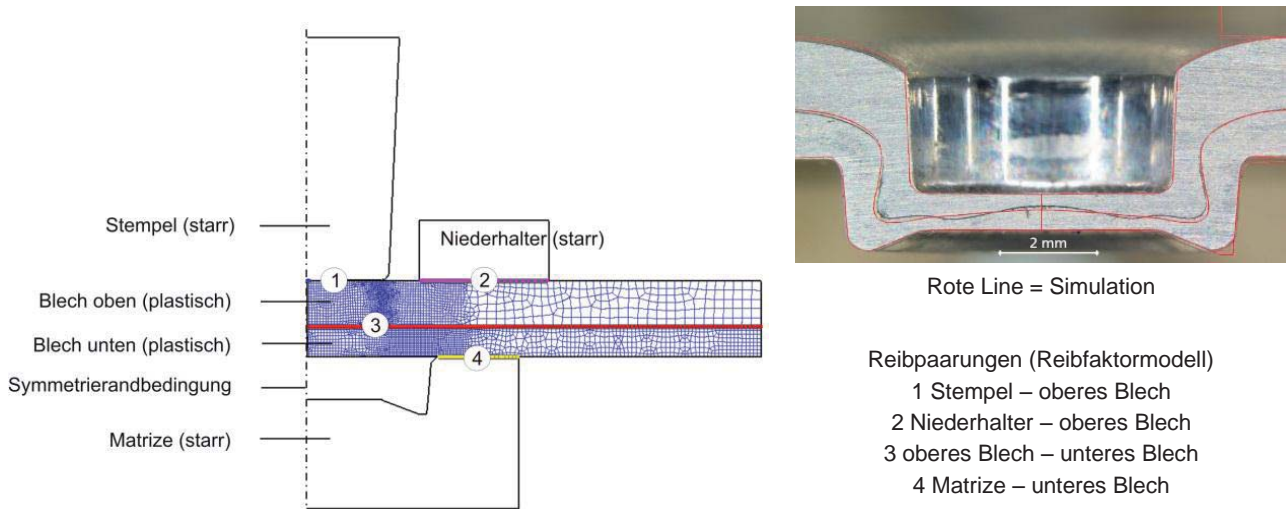


Abb. 3: FEM-Modell (links) und Schliiffbildvergleich Experiment und Simulation (oben rechts, FEM-Ergebnis: rote Linie)

Gegenstand der Analysen ist die Blechpaarung EN AW-6016 in der Dickenkombination 1.5mm in 1.0mm. Abb. 3 zeigt das FEM-Modell im Ausgangszustand und den Schliiffbildvergleich von Simulation und Experiment. Eine wesentliche Grundlage zur numerischen Berechnung von Umformvorgängen ist die Fließkurve der Werkstoffe, welche die Fließspannung über dem Umformgrad angibt. Die Reibwerte basieren derzeit noch auf Erfahrungswerten und werden iterativ hinsichtlich der Übereinstimmung von Punktausbildung und Fügekraft in Experiment und Simulation angepasst. Hier könnte perspektivisch auch eine Optimierung der Reibwerte mit dem Ziel erfolgen, in der experimentellen Verifikation der Simulation die bestmögliche Übereinstimmung zu realisieren.

3 Sensitivitätsanalyse bezüglich der Designparameter

3.1 Designparameter und Ergebnisgrößen

Die Ausbildung der Clinchverbindung ist im Wesentlichen von der geometrischen Form der Werkzeuge, Stempel und Matrize, abhängig. Eine weitere Einflussgröße ist der Niederhalter, welcher die Funktion des Fixierens vor dem Clinchen und des Abstreifens nach Prozessende übernimmt. Aufgrund bekannter Niederhalterereinstellungen und wegen der nachgewiesenen geringen Auswirkung der Niederhalterform und -kraft in einem technologisch sinnvollem Variationsraum werden die Niederhalterparameter nicht in der Analyse betrachtet. Folgend aufgelistete Parameter und ihre jeweiligen Variationsgrenzen sind Gegenstand der Analyse:

	Parameter	Minimum	Maximum
Matrize	Matrizentiefe	1,0	1,8
	Ringkanaltiefe	0,3	0,8
	AD	4,0	6,0
	RD	6,0	7,5
	α	0,0	10,0
	Fase	0,1	0,5
	RR	0,0	0,5
Stempel	Stempeldurchmesser	4,5	6,5
	PIN-Radius	0,1	0,4
	W1	0,0	5,0
	W2	0,0	6,0

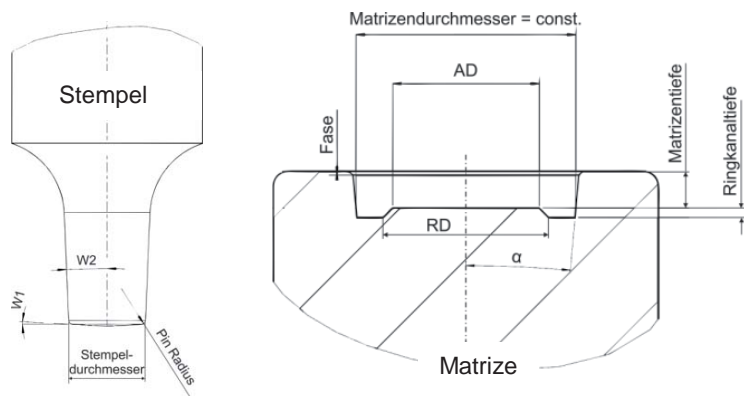


Abb. 4: Designparameter und Variationsgrenzen

Die für die Festigkeit relevanten Ergebnisgrößen, Halsdicke und Hinterschnitt, sind in der Einleitung bereits erläutert worden. Hinsichtlich der Dimensionierung des erforderlichen Antriebs und des C-Bügels ist die Fügekraft eine weitere, wichtige Ergebnisgröße. Für die Beurteilung der Umformung und eventueller Schädigung des Blechwerkstoffes infolge der starken Verformung können sowohl der Umformgrad als auch Schädigungswerte an den kritischen Stellen am Clinchpunkt ausgelesen werden. Die Untersuchungen fokussieren derzeit jedoch auf die geometrischen Kenngrößen und die Fügekraft.

3.2 Auswertung der Sensitivitätsanalyse

Für die Erzeugung der zu berechnenden Parametersätze wird das Latin Hypercube Sampling verwendet. Dadurch können bereits mit 100 Samplesets aussagekräftige Ergebnisse mit ausreichend hohen CoP-Werten (Coefficient of Prognosis) erzielt werden. Dieser Indikationswert für die Prognosefähigkeit der Analyse, bzw. des Metamodells, beträgt für die Halsdicke 94%. Die Matrizenntiefe ist mit 64% Relevanz der bestimmende Parameter, über den Stempeldurchmesser können 19% der Halsdickenvariationen erklärt werden. Die automatische Regressionsanalyse erkennt für die beiden wichtigsten Parameter einen funktional polynom-basierten Zusammenhang zwischen den Parameterwerten und der Ergebnisgröße (s. Abb. 5, rechts oben). Der 2D-Plot von Matrizenntiefe vs. Halsdicke lässt jedoch erkennen, dass der Zusammenhang als annähernd linear bezeichnet werden kann. Dabei sinkt die Halsdicke mit zunehmender Matrizenntiefe signifikant ab.

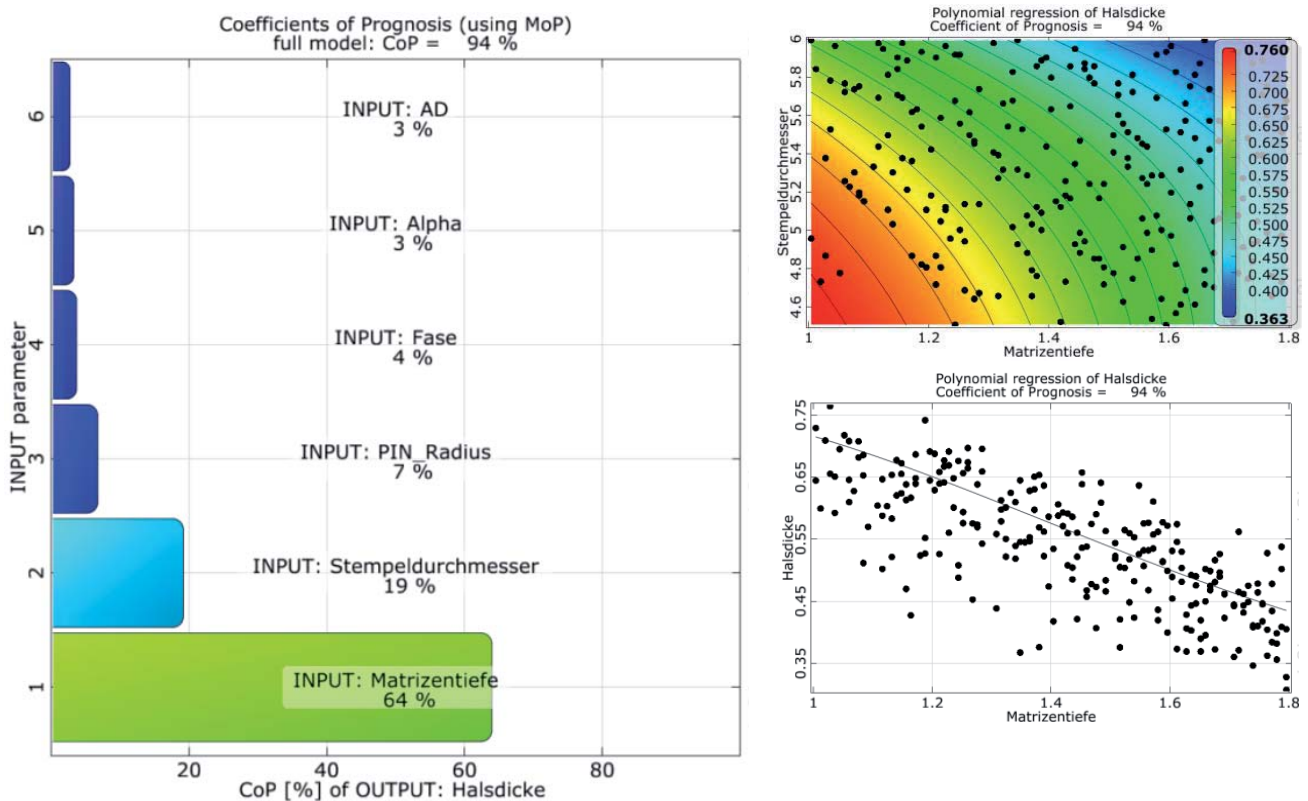


Abb. 5: Relevante Einflussgrößen auf die Halsdicke

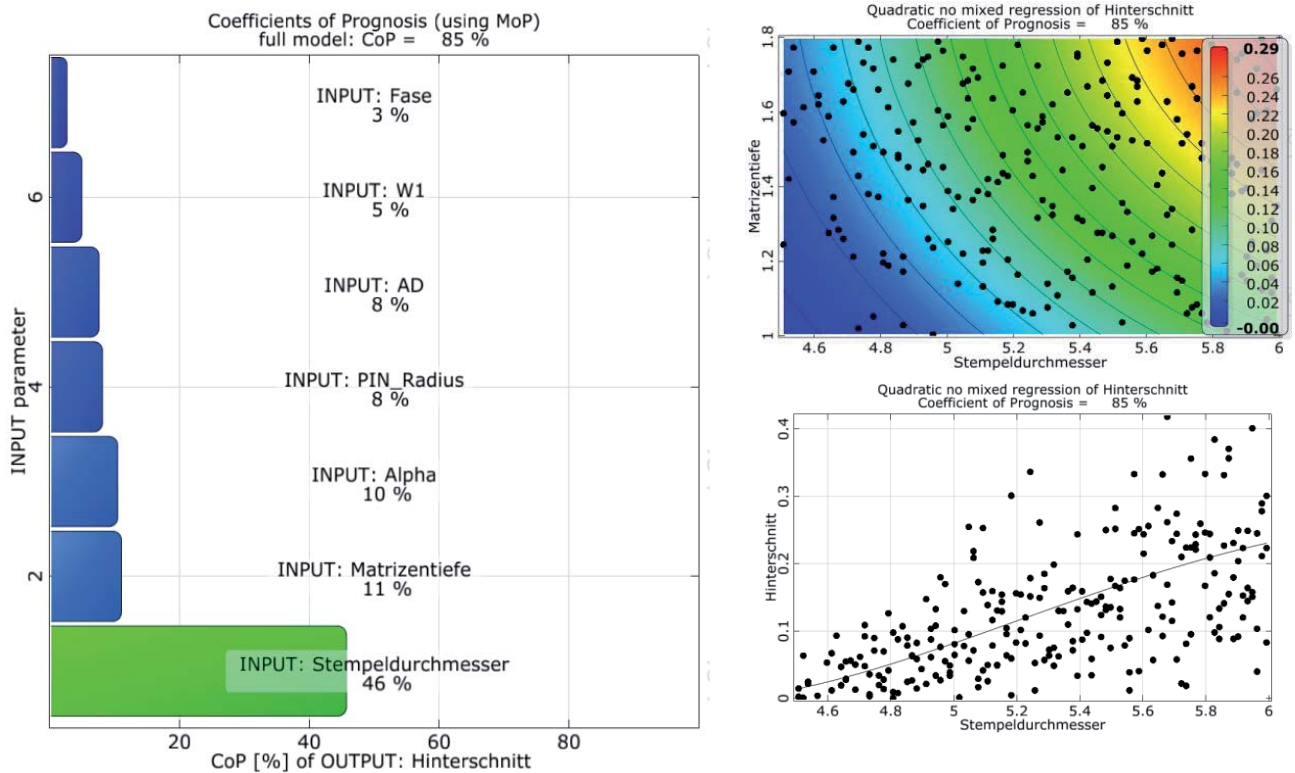


Abb. 6: Relevante Einflussgrößen auf den Hinterschnitt

Eine ähnlich klare Abhängigkeit von einem Parameter ist bei der Auswertung des Hinterschnitts feststellbar (s. Abb. 6). Der Stempeldurchmesser ist hier der Parameter mit dem größten Einfluss. Matrizentiefe, Alpha und Pin-Radius bilden mit je ca. 10% Relevanz die 2. Liga der einflussreichen Parameter. Ähnlich der Auswertung bei der Halsdicke kann auch für den Hinterschnitt ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen dem wichtigsten Einflussparameter und der Zielgröße ermittelt werden. Dabei liegt die kritische Ecke hinsichtlich einer ordnungsgemäßen Hinterschnittausprägung bei geringem Stempeldurchmesser und geringer Matrizentiefe.

Die dritte betrachtete Ergebnisgröße, die Fügekraft, ist mit 71% Relevanz fast ausschließlich von der Größe des Stempeldurchmessers abhängig. Erwartungsgemäß steigt die Fügekraft mit wachsendem Stempeldurchmesser an.

4 Optimierung des Clinchprozesses

4.1 Parameter und Zielgrößen

Die zu optimierende Zielgröße einer Clinchverbindung ist die Verbindungsfestigkeit, welche jedoch allein aus dem Schliffbild der berechneten Verbindung nicht ableitbar ist. Halsdicke und Hinterschnitt beeinflussen die Tragfähigkeit einer Clinchverbindung maßgeblich. Beide Größen sollten hinsichtlich einer gesteigerten Verbindungsfestigkeit möglichst groß sein. Allerdings kann keine pauschale Aussage getroffen werden, wann ein Clinchpunkt die maximale Tragfähigkeit erreicht. Dies ist stark von der Belastungsrichtung, aber auch von den Blechwerkstoffen und -dicken abhängig.

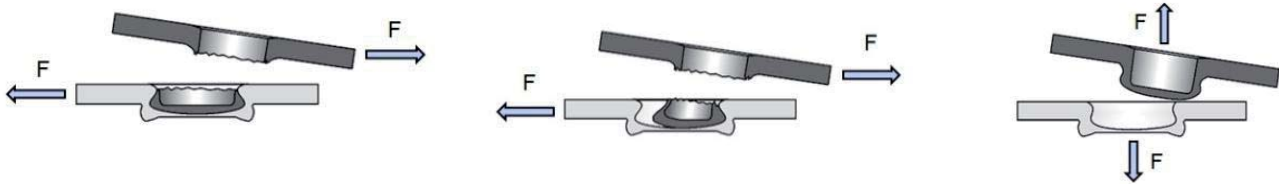


Abb. 7: Fehlermodi bei Clinchpunktbelastung nach DVS (2009)

Abb. 7 zeigt die möglichen Fehlermodi des Verbindungsversagens bei Punktbelastung: Halsriss (links), Ausknöpfen (rechts) und Mischversagen (mitte). Zur Vermeidung eines Halsrisses sollte die Halsdicke maximiert werden. Entsprechend muss zur Vermeidung des Ausknöpfens ein möglichst großer Hinterschnitt vorliegen.

Als wesentliche, die Halsdicke und den Hinterschnitt beeinflussenden Parameter wurden in der Sensitivitätsanalyse der Stempeldurchmesser und die Matrizeniefe ermittelt. Wie Abb. 5 und Abb. 6 entnommen werden kann, sind die Entwicklungstendenzen von Halsdicke und Hinterschnitt in Abhängigkeit dieser beiden Designparameter genau entgegengesetzt. Für die Optimierung wird zudem der Wert AD, also der Matrizenbodendurchmesser, berücksichtigt. Die Optimierung erfolgt mittels der Adaptive Response Surface Methode mit der Zielgröße, die Halsdicke zu maximieren. Als Nebenbedingungen wird die Einhaltung eines Mindest-Hinterschnitts von $0.5 \cdot \text{Halsdicke}$ und eine maximale Fügekraft von 30kN definiert.

4.2 Ergebnisse der Parameteroptimierung

Bereits nach 9 Iterationen wird das best design ermittelt und die variierten Parameter konvergieren (Abb. 8). Vor allem für die Matrizeniefe wird sehr schnell ein Optimum (1.6mm) gefunden.

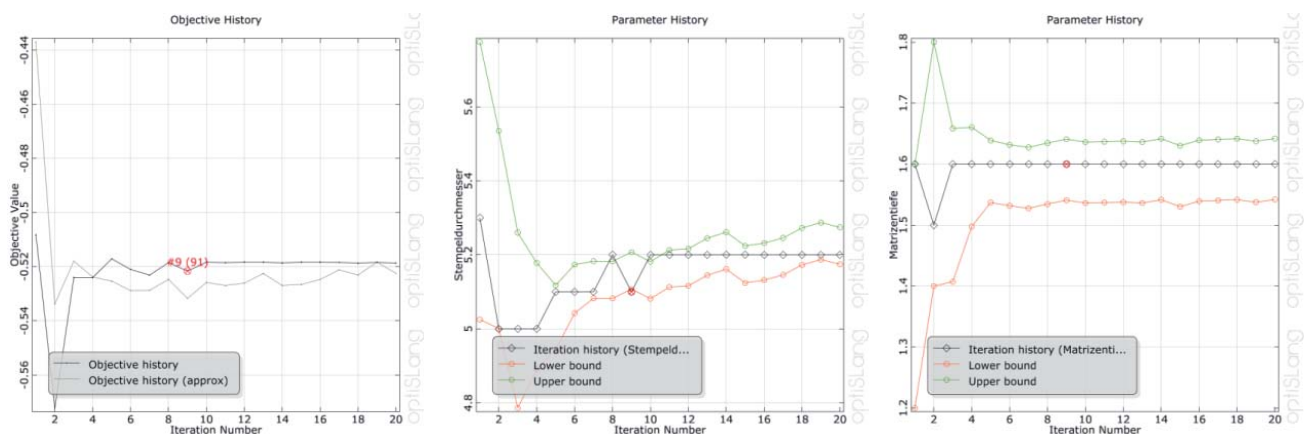


Abb. 8: Konvergenz von objective value (Halsdicke) und der Parameter Stempeldurchmesser (mitte) und Matrizeniefe (rechts)

Wie bereits aufgezeigt, ist die Festlegung eines optimalen Verhältnisses von Halsdicke zu Hinterschnitt pauschal nicht möglich. In weiteren Optimierungsläufen wird deshalb die Randbedingung angepasst, welche das Verhältnis von Halsdicke zu Hinterschnitt definiert. Abb. 9 zeigt auf der rechten Hälfte die Unterschiede im Querschliffvergleich für ein Mindestverhältnis Hinterschnitt/Halsdicke von 0.25 und 0.5. Auf Basis dieser einzelnen Optima kann nun auch eine Pareto-Optimierung erfolgen, in deren Ergebnis dann ein Band optimaler Verbindungen für beliebige Halsdicken-Hinterschnitt-Verhältnisse generiert wird.

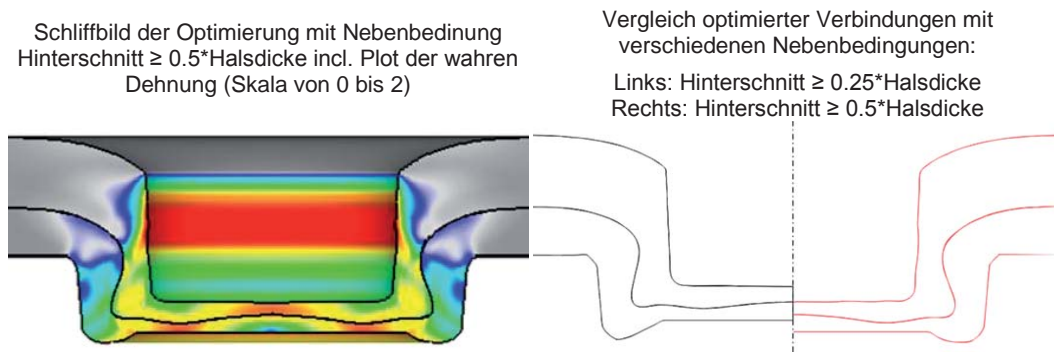


Abb. 9: Schliffbilder optimierter Verbindungen mit verschiedenen Nebenbedingungen

Neben der Werkzeugoptimierung für einzelne Verbindungen werden in der Praxis zunehmend Kompromissauslegungen für verschiedene Blechwerkstoff- und Blechdickenpaarungen gesucht. Ziel ist es, mit einem Werkzeugsatz (Stempel und Matrize) ordnungsgemäße Clinchverbindungen zum Beispiel für drei oder mehr unterschiedliche Paarungen zu realisieren. Auch diese Problemstellung kann mittels ARSM gelöst werden. Es wird als Zielfunktion hier die Maximierung der Summe aller Einzel-Halsdicken definiert. Als Nebenbedingung werden die Einhaltung eines Mindest-Hinterschnitts von 0.15mm sowie ein maximales Ausheben der Verbindung aus der Matrize von 0.2mm gewählt. Die Schliffbilder der FEM an den drei Blechdickenpaarungen in Abb. 10 zeigen eindrucksvoll das Potenzial dieser Vorgehensweise für die Werkzeugoptimierung.

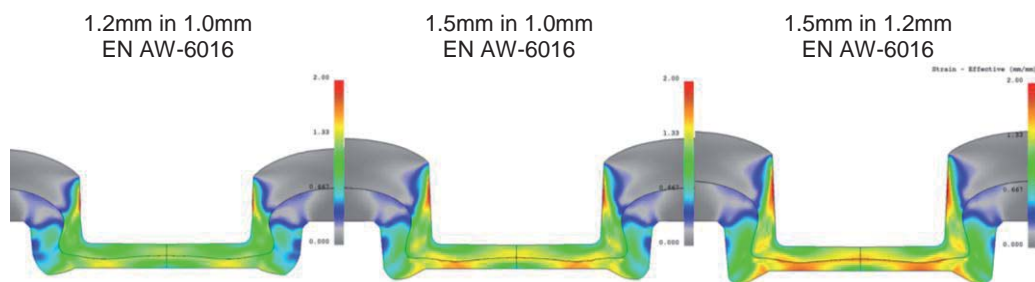


Abb. 10: Schliffbilder optimierter Verbindungen; verschiedene Blechdickenkombinationen, einheitliche Werkstoffe und Werkzeuge

Als kritisch zu bemerken ist die Tatsache, dass bei der Optimierung eine sehr genaue Übereinstimmung von Experiment und Simulation erforderlich ist. Hierfür ist eine entsprechend sorgfältige Kennwertermittlung (Fließkurven) unabdingbar. Zudem sind möglichst realitätsnahe Reibbeiwerte für die vier Reibpaarungen zu bestimmen. Im Gegensatz zur Sensitivitätsanalyse führt eine Abweichung der Vorhersagegenauigkeit der FEM immer auch zu Ungenauigkeiten im Optimierungsergebnis. Des Weiteren besteht derzeit noch nicht die Möglichkeit, die Werkstoffschädigung als Grenzwert oder Zielgröße zu implementieren. Hierfür fehlen bislang noch geeignete Damagekriterien für das Clinchen und entsprechende Grenzwerte für die jeweiligen Blechwerkstoffe.

5 Sensitivität gegenüber Unsicherheiten im Prozess

5.1 Parameter und Ergebnisgrößen

Der Clinchprozess wird durch eine Vielzahl von Prozessunsicherheiten beeinflusst. Typische toleranzbehaftete Größen sind zum Beispiel Materialkennwerte wie Streckgrenze, Zugfestigkeit und Bruchdehnung oder die Blechdicke der Halbzeuge, Will (2006). Beim Clinchen kann während der Lebenszeit eines Werkzeugsatzes (ca. 200.000 bis 400.000 Punkte) auch die Reibung aufgrund von Oberflächen- bzw. Schmierzustandsänderungen variieren. Zudem kann es zu Verschleißeffekten kommen. Quantitative Aussagen hinsichtlich realistischer Grenzwerte und Verteilungsfunktionen sind hierbei jedoch äußerst schwer zu generieren. Eine lokal verschieden starke Vorverformung bzw. damit einhergehende Vorverfestigung der Bleche durch vorgelagerte Umformprozesse (z.B. Biegen, Tiefziehen) ist ebenfalls möglich.

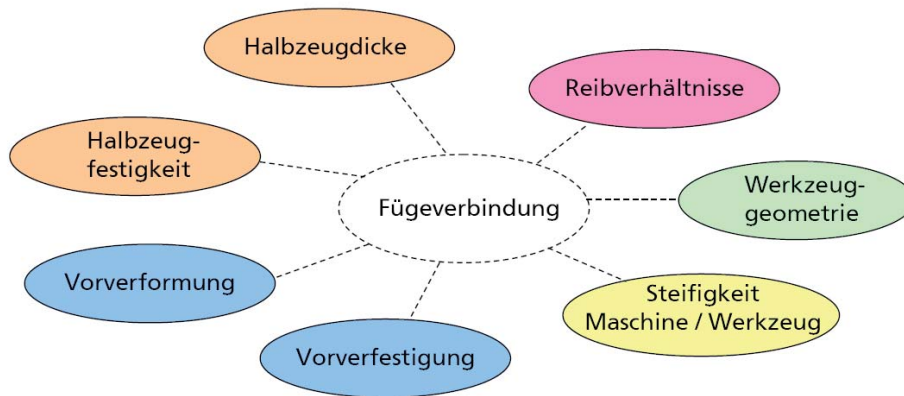


Abb. 11: Auswahl relevanter toleranzbehafteter Prozessparameter beim mechanischen Fügen

Abb. 11 zeigt die Parameter für das Clinchen auf, wobei die Werkzeug- und Maschinensteifigkeit in den jetzigen Betrachtungen unberücksichtigt bleiben. Betrachtet man diese „Parameterblöcke“ genauer, so wird ersichtlich, dass daraus eine Vielzahl von einzelnen Parametern resultiert. Zum Beispiel gibt es beim Clinchen vier Reibpaarungen: Niederhalter gegen Blech, Stempel gegen Blech, Blech gegen Blech und Matrize gegen Blech. Die in der folgend ausgewerteten Analyse verwendeten Parameter und deren angenommene Streubreiten zeigt Abb. 12. Als Ergebnisgrößen werden - wie bei der Sensitivitätsanalyse gegenüber den Designparametern - die Halsdicke, der Hinterschnitt und die Fügekraft ausgewertet.

Unsicherheiten		Min.	Max.	
Werkstoff	upper	Blechdicke in mm	1,36	1,64
		Blechfestigkeit R_m in N/mm ²	170	260
	bottom	Blechdicke in mm	0,90	1,10
		Blechfestigkeit R_m in N/mm ²	170	260
Reibfaktoren	Stempel – oberes Blech	0,15	0,45	
	Niederhalter – oberes Blech	0,15	0,45	
	oberes Blech – unteres Blech	0,15	0,45	
	Matrize – unteres Blech	0,15	0,45	

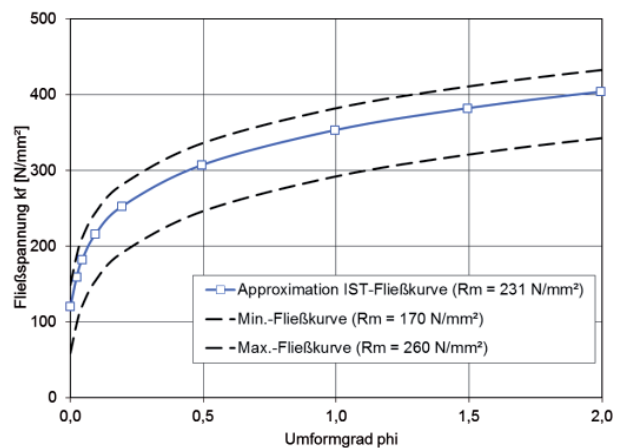


Abb. 12: Unsicherheiten und deren Variationsgrenzen; links: Grenzwerte; rechts: Prinzip der Fließkurvenverschiebung

5.2 Ergebnisse der Robustheitsanalyse

Die Beeinflussung der Halsdicke durch die Parameterstreuungen kann als moderat bezeichnet werden. Es sind Werte von 0.47mm bis 0.63mm zu erwarten (s. Abb. 13, rechts). Die Prognosefähigkeit des Metamodells ist mit einem CoP-Wert von 97% sehr gut. Die größte Beeinflussung der Zielgröße erfolgt durch die Variation der beiden Blechdicken, wobei die Variation der unteren Blechdicke (bottom) in der angenommenen Streubreite eine stärkere Veränderung der Halsdicke bewirkt als die Variation der oberen Blechdicke (upper). Einen geringen Einfluss hat die Reibung zwischen den beiden Blechen. Dagegen hat eine Schwankung der Festigkeit nahezu keine Auswirkung auf die Ausprägung dieser geometrischen Größe.

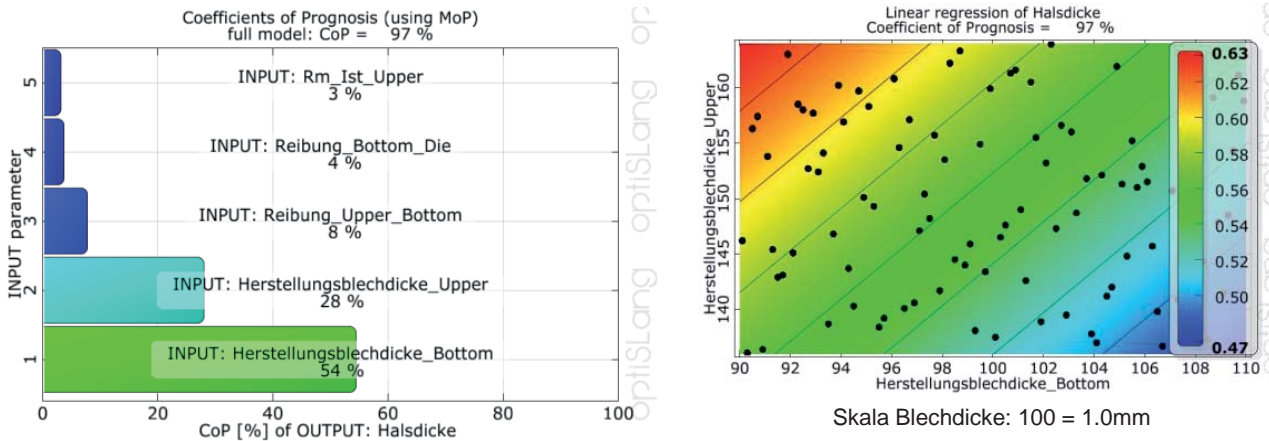


Abb. 13: Relevante Einflussgrößen auf die Halsdicke

Die kritische Ecke hinsichtlich einer sehr kleinen Halsdicke (und damit verbunden einer geringen Punktfestigkeit bzw. einer erhöhten Gefahr von Anrissen bereits während des Fügens) besteht beim Einsatz von stempelseitig minustoleriertem und matrizeitig plustoleriertem Blech. Entsprechende Strategien zur Vermeidung dieses Extrembereiches könnten eingeschränkte Toleranzbreiten der Bleche bzw. zumindest eine Prüfung der Blechdicke sein.

Der CoP-Wert von 89% gestattet auch für die Bewertung der Parametereinflüsse hinsichtlich des Hinterschnitts eine gute Aussagefähigkeit. Der Hinterschnitt ist ebenfalls am stärksten von der Blechdicke des matrizeitigen Bleches beeinflusst. Dagegen ist der Relevanz der Blechdickenvariation des unteren Bleches vernachlässigbar gering. Auf die Ausbildung des Hinterschnitts wirken dagegen zwei Reibpaarungen stark ein: die Reibung zwischen den Blechen und die Reibung zwischen dem unteren Blech und der Matrize. Tendenziell steigt der Hinterschnitt mit zunehmender Blechdicke (unten) und zunehmender Reibung zwischen den Blechen sowie zwischen Blech und Matrize.

Im Vergleich mit der Halsdicke sind die prozentualen Veränderungen des Hinterschnitts infolge der Parameterstreuungen größer: Es sind Werte von 0.131mm bis 0.215mm zu erwarten (s. Abb. 13, rechts). Eine Beeinflussung des Prozesses hin zu einer geringeren Streuung des Hinterschnitts und somit zur Gewährleistung eines robusteren Prozesses ist zum Beispiel durch folgende Maßnahmen möglich: Vermeidung der Minustoleranz des unteren Bleches, Vermeidung von Schmierung bzw. Schmierstoffrückständen bei den Reibpaarungen Blech-Blech und Matrize-Blech.

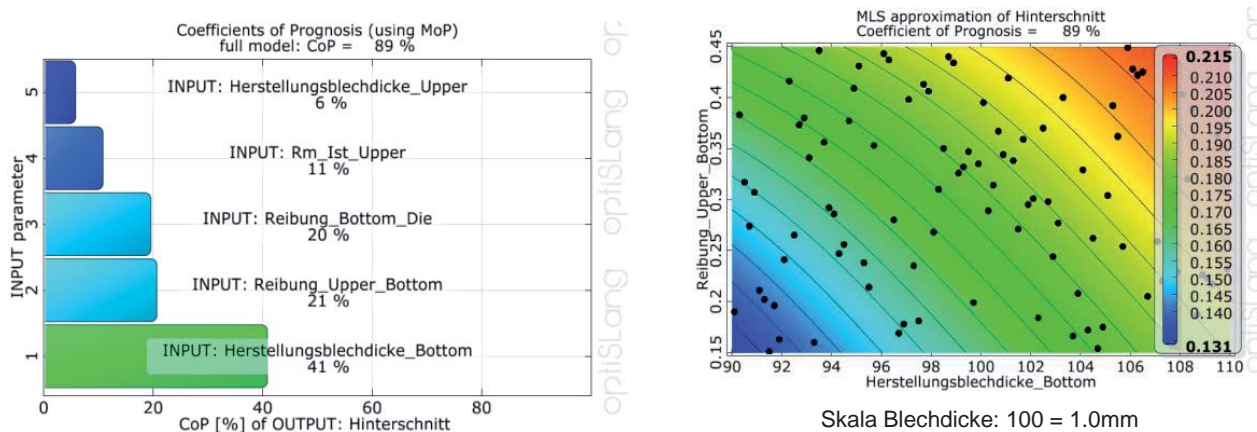


Abb. 14: Relevante Einflussgrößen auf den Hinterschnitt

Wie bereits bei der Sensitivitätsanalyse der Designparameter ist festzustellen, dass die beiden Zielgrößen von den relevanten Parametern gegensätzlich beeinflusst werden. Das heißt, dass zum Beispiel eine Vermeidung kritischer Hinterschnittwerte durch die Bestellung matrizeitig ausschließlich plustolerierter Bleche mit einer Zunahme von Verbindungen mit geringer Halsdicke einhergeht. Ohnehin sind derartige Umstellungen im Pro-

duktionsprozess kritisch zu bewerten, da sie sehr kostenaufwändig sind. Die Analyse der Prozessrobustheit gestattet es jedoch, zumindest die Kenntnis über kritische Parameter und Parameterkonstellationen zu erlangen und auf dieser Basis zum Beispiel eine gezielte Kontrolle der relevanten Parameter als Qualitätssicherung in den Prozess zu integrieren.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die zunehmende numerische Prozesskettenabbildung, vor allem in der Automobilproduktion, erfordert eine immer tiefere Durchdringung der Fügeprozesse zur Steigerung des Prozessverständnisses in Hinblick auf die Qualitätsgenerierung und -sicherung sowie die Erschließung von Kosteneinsparungspotential. Die umfassenden Möglichkeiten der FE-Simulation für Sensitivitäts-, Robustheits- und Optimierungsbetrachtungen sind in der mechanischen Füge-technik bisher noch nicht hinreichend genutzt und bezüglich ihrer Einsetzbarkeit noch nicht bewertet worden.

Die hier für das Clinchen durchgeführten Sensitivitäts- bzw. Robustheitsanalysen zeigen das Potential der numerisch basierten Eigenschaftsanalyse an Durchsetzfügevorgängen auf. Aus einer Vielzahl von Parametern, welche den Fügeprozess beeinflussen, können in entsprechenden Studien die relevanten Einflussparameter detektiert und so Grundlagen entweder für eine Prozessoptimierung oder eine Bewertung der Prozessrobustheit gewonnen werden. Das hierbei gewonnene Prozesswissen reicht deutlich über die bisher deterministisch und zumeist experimentell generierten Erkenntnisse und Wirkungszusammenhänge hinaus. Durch die Möglichkeit, Parameter in einer Komplexität und Anzahl zu betrachten, wie es experimentell nicht möglich ist, können zum einen neue Erkenntnisse aber auch globale und allgemeingültige Zusammenhänge gefunden werden.

Auf Basis dieser ersten Studien für das Clinchen sollen weitere Analysen an anderen häufig eingesetzten mechanischen Fügeverfahren durchgeführt werden. Im Fokus der weiteren Forschung sind die in der Automobilindustrie vermehrt eingesetzten Stanznietverfahren. Die Herausforderung liegt dabei vor allem in der numerischen Abbildung der Werkstofftrennung und der Steigerung der Rechenstabilität sowie der Abbildungsgenauigkeit. Wie in den Sensitivitätsanalysen beim Clinchen bereits aufgezeigt, stellen die Grunddaten der Simulation, also die mechanisch-technologischen Kennwerte der Werkstoffe sowie die Reibbedingungen eine wesentliche Basis für die realitätsnahe numerische Abbildung dar. Kann dies erreicht werden, bildet die numerisch basierte Sensitivitäts- und Robustheitsanalyse an Fügeverfahren perspektivisch eine wesentliche Informationsquelle für den Verfahrensvergleich und für die Auswahl geeigneter Verbindungstechnologien.

7 Literatur

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V.: Fertigungsverfahren Fügen, Teil 5: Fügen durch Umformen, Einordnung, Unterteilung, Begriffe. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2003
- [2] Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren: Taschenbuch DVS-Merkblätter und – Richtlinien – Mechanisches Fügen, Fachbuchreihe Schweißtechnik, Band 153, DVS-Media GmbH, Düsseldorf, 2009
- [3] Dietrich, S.: Grundlagenuntersuchungen zu neuen matrizenlosen Umformfügeverfahren. Chemnitz, TU Chemnitz, Dissertation, 2006
- [4] Held, C.; Liewald, M.; Sindel, M.: Untersuchungen zum Einfluss werkstofflicher Schwankungen innerhalb eines Coils auf die Umformbarkeit, In: wt Werkstattstechnik online, 2009, URL:[http://www.werkstattstechnik.de/wt/get_article.php?data\[article_id\]=51225](http://www.werkstattstechnik.de/wt/get_article.php?data[article_id]=51225) (Abruf am 23.11.2009)
- [5] Kühne, T.: Clinchen und Kleben – Komplexer Einsatz im Mischbau. In: Adhäsion. Kleben und Dichten 10/2007, S.32-36
- [6] Lee, C.-J.; Kim, J.-Y.; Lee, S.-K.; Ko, D.-C.; Kim, B.-M.: Design of mechanical clinching tools for joining of aluminium alloy sheets. In: Materials & Design Volume 31, Issue 4, Design of Nanomaterials and Nanostructures, April 2010, S. 1854-1861
- [7] Mucha, J.: The analysis of lock forming mechanism in the clinching joint. In: Materials and Design, 2011 32 (10), S. 4943-4954
- [8] Oudjene, M., Ben-Ayed, L.: On the parametrical study of clinch joining of metallic sheets using the Taguchi method, In: Engineering Structures, Volume 30, Issue 6, Juni 2008, S.1782-1788
- [9] Oudjene, M., Et Al: Shape optimization of clinching tools using the response surface methodology with Moving Least-Square approximation. In: Journal of Materials Processing Technology, Volume 209, Issue 1, Januar 2009, S.289-296

- [10] Paula, A. A.; Aguilar, M. T. P.; Pertence, A. E. M.; Cetlin, P. R.: Finite element simulations of the clinch joining of metallic sheets. In: journal of materials processing technology. 182, 2007, S. 352–357
- [11] Roos, D.; Bucher, C.: Methoden der stochastischen Optimierung. Konferenz-Einzelbericht: Weimarer Optimierungs- und Stochastiktag 1.0, Weimar, 2004
- [12] Steinhauer, A.: In-Process Qualitätskontrolle fürs Clinchen. In: Blech Rohre Profile, 3-2007, S. 33
- [13] Will, J. u.a.: Berechnung und Visualisierung statistischer Maße auf FE-Strukturen für Umformsimulationen, Konferenz-Einzelbericht: Weimarer Optimierungs- und Stochastiktag 2.0, Weimar, 2005
- [14] Will, J.; Menke, T.; Stühmeyer, A.: Rechnerische Robustheitsbewertungen von Umformprozessen. Konferenz-Einzelbericht: Neuere Entwicklungen in der Blechumformung, Stuttgart, 2006

Förderhinweis:

Die in diesem Beitrag dargelegten Erkenntnisse sind Teilergebnisse eines öffentlich geförderten Projektes (16502BR). Das IGF-Vorhaben 16502BR der Forschungsvereinigung EFB wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für diese Unterstützung sei herzlich gedankt.

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 (2/2013)

 Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Mitgliedschaft | <input type="checkbox"/> Anzeigenmarkt |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Magazin „Benchmark“ | <input type="checkbox"/> EU-Projekte |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Seminare | <input type="checkbox"/> Internationale Arbeitsgruppen |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Trainingskurse | <input type="checkbox"/> 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