

NAFEMS

Online-Magazin

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

Fachbeiträge in dieser Ausgabe

Systemsimulation

Systemsimulation einer Kraftstoff-Fördereinheit

Robuste Optimierung

Eine effiziente Methodik für die robuste Optimierung bei der Bauteildimensionierung

Fluid-Struktur-Interaktion (FSI)

Transiente Simulation der Fluid-Struktur-Interaktion in radialen Gleitlagern unter Verwendung eines Mehrphasen Modells mit integrierter Kavitation

Strömungsmechanik

Gekoppelte CFD-Analyse einer Rollenmühle zur Schüttgutverteilung

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

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

Trainingskurse – Quick-Info

Einführung FEM

1. - 3. September, Wiesbaden

Simulation und Analyse von Composites

6. - 8. Oktober, Wiesbaden

Einführung FEM

4. - 6. November, Wiesbaden

Einführung CFD

25. - 26. November, Wiesbaden

Verification & Validation of Models and Analyses

3. - 4. Dezember, Wiesbaden

e-Learning-Kurse

u. a. zu Turbulence Modeling, Fatigue & Fracture, Modelling of Joints and Connections

NWFC NAFEMS
NAFEMSWORLDCONGRESS 2015

21-24 JUNE | SAN DIEGO | CALIFORNIA | USA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

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

call for papers
nafems.org/congress

Weitere Highlights im Heft:

- **Rückblick: NAFEMS Deutschsprachige Konferenz 2014**
- **Call for Papers: Multiphysics Conference und NAFEMS World Congress**
- **NAFEMS CAE-Stellenportal – kostenlos für Mitgliedsunternehmen!**
- **Professional Simulation Engineer (PSE)**

Werden Sie Mitglied in unserer NAFEMS-Gruppe bei XING!

Sponsoren dieser Ausgabe:



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

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

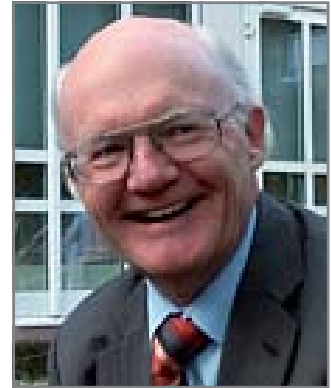
schön dass Sie sich die Zeit nehmen, in das NAFEMS Online-Magazin hineinzuschauen. Als eine internationale, gemeinnützige Gesellschaft hat sich NAFEMS zum Ziel gesetzt, die numerische Simulation im Ingenieurwesen voranzubringen. Im deutschsprachigen Raum geschieht das unter anderem auch durch dieses Magazin, in dem neben Informationen über Schulungen, Seminare und Konferenzen jeweils Fachbeiträge aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern veröffentlicht werden. Zudem möchte ich auf die NAFEMS Trainingskurse verweisen, in denen Ingenieure aus Industrie und Hochschulen ihre Erkenntnisse und Erfahrungen an die Teilnehmer weitergeben. Besonders ein solcher Austausch leistet einen wesentlichen Beitrag dazu, dass nicht dieselben Fehler von jedem neu begangen werden und dann anschließend berichtigt werden müssen.

Die Fachbeiträge des vorliegenden Heftes behandeln Themen aus den Bereichen Systemsimulation, robuste Optimierung, Fluid-Strukturkopplung und Strömungsmechanik. Ein wichtiger Ansatz zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes von PKWs besteht in der Verbesserung von Sekundärsystemen. Als Beispiel dafür wird in dem ersten Beitrag die Kraftstoffördereinheit sowohl für einen Otto- als auch für einen Dieselmotor betrachtet. Durch Systemsimulation wird aufgezeigt, welchen Nutzen man mit dem Einsatz von geregelten und dem Bedarf angepassten Pumpen erreichen kann. In dem zweiten Beitrag geht es um die optimale Auslegung von Strukturen. Generell besteht die Gefahr, dass sich das Optimum als empfindlich gegenüber Störungen erweist. Um Robustheit zu erreichen, müssen stochastische Aspekte berücksichtigt werden. Der Beitrag verwendet Quantile-Schätzungen und Metamodelle, um den Rechenaufwand gering zu halten. Der dritte Beitrag behandelt Probleme der Rotordynamik, für die die Wechselwirkung zwischen der Struktur von Gleitlagern und dem Schmierfilm von erheblicher Bedeutung ist. Dazu wird das Verhalten der Schmierschicht als Mehrphasenströmung mit Kavitationsbildung modelliert. Im komplexesten Fall werden strukturmechanische und strömungsmechanische Analysen bidirektional gekoppelt und so lange iteriert, bis in beiden Systemen Gleichgewicht erreicht ist. Der vierte Beitrag schließlich untersucht das Strömungsverhalten und die Partikelverteilung von Kohlenstaub in einer Rollenmühle, wie sie von Kraftwerken genutzt wird, um Kohle zu zerkleinern. Die Berechnung führt zu einer günstigen Strömung auch bei nur einem Lufteinlass und damit zu einem optimalen Verbrennungsprozess bei geringeren Fertigungskosten.

Die getroffene Auswahl der Fachbeiträge zeigt exemplarisch die vielen Möglichkeiten der numerischen Simulation. Bei aller Begeisterung über die erreichten Fortschritte sollte jedoch immer bewusst bleiben, dass es sich hierbei um die Analyse von Modellen handelt, die die Realität nur bis zu einem gewissen Grad abbilden kann.

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.3ds.com/simulia



www.intes.de



www.esi-group.com



www.mscsoftware.com



www.simpack.com

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

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

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

Mitglieder des internationalen NAFEMS Councils

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

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

Analysis Management	CAD CAE Integration	Composites
Computational Fluid Dynamics	Computational Structural Mechanics	Dynamics & Testing
Education & Training	Geotechnics	High Performance Computing
Multi-body Dynamics	Multiphysics	Stochastics
Simulation Data Management	Vendor Advisory Board	Technical Liaison Group
Systems Modelling and Simulation	Seismic	Optimisation

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.

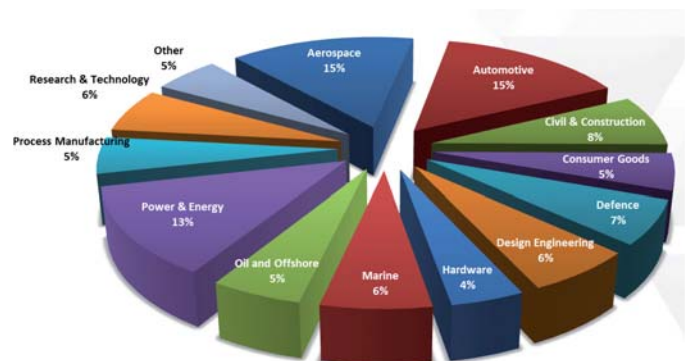
Die Mitglieder des NAFEMS Steering Committees für Deutschland, Österreich und Schweiz sind:

- 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)
- Dr.-Ing. G. Müller (Cadfem International GmbH)
- Dipl.-Ing. W. Moretti (Schindler Elevator Ltd)
- Dipl.-Ing. F. A. Muggli (Consultant)
- Dipl.-Ing. E. Niederauer (Siemens PLM Software)
- Dipl.-Ing. F. Peeters (Dassault Systèmes BV)
- Dipl.-Ing. A. Pfaff (PD Tec AG)
- Dr. A. Svobodnik (Konzept-X)
- Prof. Dr.-Ing. M. Zehn (TU Berlin/Femcos mbH)

Mitglied bei NAFEMS?

NAFEMS hat weltweit über **1.200 Mitgliedsunternehmen und -Institutionen**. Mitglieder erhalten unter anderem:

- Freie Seminarplätze
- Benchmark (Internationales FEM-Magazin)
- Literatur
- 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

Dr. Alfred Svobodnik
Konzept-X
Prof. Dr. Manfred Zehn
TU Berlin / Femcos mbH

Redaktion

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

Gestaltung / Layout / Anzeigen

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

Bezugspreis / Aboservice

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

Anzeigenpreise

Preisliste vom 01.01.2014

Verteilung / Bezug

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

Copyright © 2014, 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.

ISSN 2311-522X

Vorwort des Editor-in-Chief..... 2
Sponsoren 3
Über NAFEMS..... 4
Inhalt / Impressum 5
NAFEMS Mitgliedschaft im Detail..... 6
NAFEMS Events
 Schulungen, Seminare, Konferenzen, e-Learning, Trainer 7
 Trainingskurs: Einführung in die praktische Anwendung der FEM..... 8
 Trainingskurs: Introduction to CFD Analysis: Theory & Applications..... 9
 Trainingskurs: Verifikation und Validierung (V&V)..... 10
 Trainingskurs: Simulation und Analyse von Composites..... 12
 Rückblick: Deutschsprachige NAFEMS Konferenz 2014..... 13
 Weitere regionale Konferenzen / European Multiphysics Conference 14
 NAFEMS World Congress 2015 - Call for Papers! 15
Professional Simulation Engineer PSE 20
Literatur: e-library / Bestellvorgang / Literaturlauswahl 26
NAFEMS CAE-JOBmarket - internationales Jobportal für Ingenieure ... 27
Neuigkeiten..... 28
Veranstaltungskalender 40

Fachbeiträge

Systemsimulation

Systemsimulation einer Kraftstoff-Fördereinheit..... 41
 O. Kurenkov (Continental); A. Manigrasso
 (Continental Automotive France)

Robuste Optimierung

**Eine effiziente Methodik für die robuste Optimierung bei der
Bauteildimensionierung..... 52**
 B. Rhein, M. Ruschitzka (FH Köln); T. Clees (Fraunhofer SCAI)

Fluid-Struktur-Interaktion (FSI)

**Transiente Simulation der Fluid-Struktur-Interaktion in radialen
Gleitlagern unter Verwendung eines Mehrphasen Modells mit
integrierter Kavitation 60**
 M. Geller, C. Schemmann, N. Kluck (FH Dortmund)

Strömungsmechanik

**Gekoppelte CFD-Analyse einer Rollenmühle
zur Schüttgutverteilung 69**
 D. Mey (CAE Engineering und Service)

Werbeanzeigen

Altair Engineering 29
NAFEMS..... 37

Rückmeldeformular 79



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.

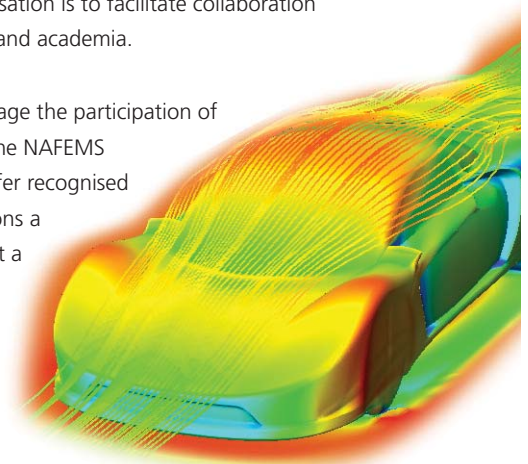
Small Company Membership is tailored to the specific needs of small to medium sized enterprises, and can also be appropriate in areas without a NAFEMS Regional Group.

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

Schulungen

Einführung in die praktische Anwendung der FEM Wiesbaden, D – Inhalte und Infos auf Seite 8 www.nafems.org/events/nafems/2014/dach-fea2b	1. - 3. September
Simulation und Analyse von Composites Wiesbaden, D – Inhalte und Infos auf Seite 12 www.nafems.org/events/nafems/2014/comp-course2	6. - 8. Oktober
Einführung in die praktische Anwendung der FEM Wiesbaden, D – Inhalte und Infos auf Seite 8 www.nafems.org/events/nafems/2014/fem-3	4. - 6. November
Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications Wiesbaden, D – Inhalte und Infos auf Seite 9 www.nafems.org/events/nafems/2014/cfd-course4	25. - 26. November
Verification & Validation of Models and Analyses (V&V) Wiesbaden, D – Inhalte und Infos auf Seite 10 www.nafems.org/events/nafems/2014/vandv2	3. - 4. Dezember

Seminare

Verification and Validation of Models and Analyses Kopenhagen, DK, Keynote: Jean-François Imbert - CALL FOR PAPERS IN VORBREITUNG www.nafems.org/events/nafems/2014/nordic2014	3. – 4. November
CFD: Best Practises im Bereich thermische Analysen und Wärmeübergang Wiesbaden, D - CALL FOR PAPERS IN VORBREITUNG www.nafems.org/events/nafems/2014/cfd	10. - 11. November
Simulation und Berechnung von Composites Wiesbaden, D (Achtung: Terminänderung möglich) - CALL FOR PAPERS IN VORBREITUNG www.nafems.org/events/nafems/2014/fem	12. - 13. November

NAFEMS World Congress 2015 - Call for Papers

21. - 24. Juni 2015

San Diego, USA, – Inhalte und Infos auf Seiten 15 - 19 - **CALL FOR PAPERS**
www.nafems.org/congress

Konferenzen

NAFEMS European Conference: Multiphysics Simulation Manchester, U.K. – Inhalte und Infos auf Seite 14- CALL FOR PAPERS www.nafems.org/mp2014	21. - 22. Oktober
---	-------------------

Informationen zu allen NAFEMS Veranstaltungen finden Sie unter www.nafems.org/events

e-Learning Kurse

E-Learning ermöglicht schnelle, höchst effektive und kostengünstige Trainings. Folgende Themen werden regelmäßig angeboten

Fatigue & Fracture Mechanics	Practical CFD	Advanced Dynamic FE Analysis
Non-Linear Analysis	Structural Optimization	Basic FE Analysis
Elements of Turbulence Modeling	Joints and Connections	Fluid Dynamics Review for CFD

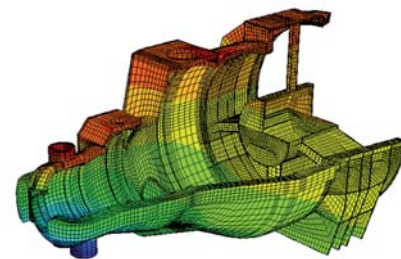
Aktuelle Termine und weitere Infos unter www.nafems.org/e-learning

Werden Sie NAFEMS Trainer

NAFEMS wird das Kursangebot regional und international ausbauen und sucht Ingenieure aus Industrie und Hochschule, die gerne (nebenbei) als Referenten arbeiten möchten. Bei Interesse senden Sie bitte eine e-mail an info@nafems.de.

NAFEMS Trainingskurse FEM

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



1. - 3. Sept. und 4. - 6. Nov. in Wiesbaden / auch als Inhouse-Kurs buchbar

Der Kurs vermittelt praxisorientiert und programmunabhängig die notwendigen Grundlagen für den erfolgreichen und effizienten Einsatz der Finite-Elemente-Methode. Nach Auffrischung von 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

Referenten



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



Dr.-Ing. Wolfgang Senger hat nach seinem Maschinenbaustudium 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.

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/nafe/2014/dach-fea2b

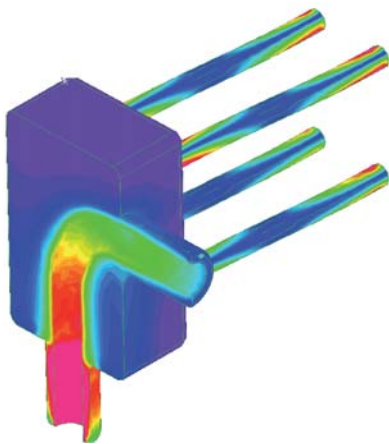
www.nafems.org/events/nafe/2014/fem-3

NAFEMS Trainingskurs CFD

Introduction to CFD Analysis: Theory and Applications

25. - 26. November in Wiesbaden / auch als Inhouse-Kurs buchbar

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



Inhalte

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

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

Kurssprache

Englisch / Deutsch, falls nur deutschsprachige Teilnehmer.

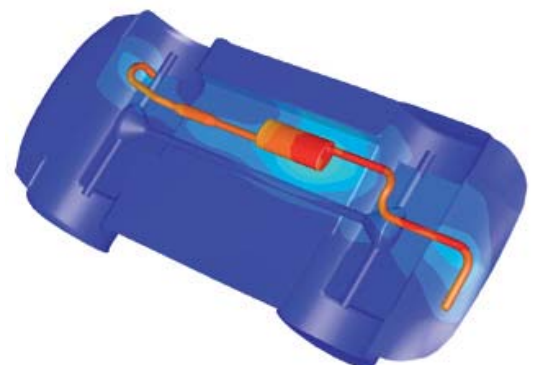
Inhouse-Kurs

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

Referent



Prof. Dr.-Ing. Gangolf 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.



www.nafems.org/events/nafems/2014/cfd-course4

NAFEMS Trainingskurs V&V (englischsprachig)

Verification & Validation of Models and Analyses

Bitte ggf. vormerken lassen, der Kurs ist schnell ausgebucht - einfach per e-mail an info@nafems.de.

3. - 4. Dezember 2014 / auch als Inhouse-Kurs buchbar

Engineering simulation plays an increasing role in industry's search for competitiveness and technology based innovation at every stage of the design, qualification and certification of

products. Key decisions and product qualification/certification increasingly rely on virtual tests and digital simulation, creating a major paradigm shift in which the objective of physical tests is progressively moving from a demonstration of compliance to a reference for analysis validation. This trend in industry is shown through adoption of new terms such as 'realistic simulation' and 'virtual testing'. This situation creates new responsibility for the engineer to guarantee the required confidence level.

This new approach requires secured processes for the verification and validation of models and analyses bringing evidence of their predictive capability. In particular, programme managers now require formal evidence on "simulation fit for purpose" on which they can build confidence and take decisions. In addition, the increasing situation for extended enterprise creates new constraints to guarantee safe and robust analysis processes.

At the same time, and due to the economic pressure, V&V activities are frequently seen as an additional cost that can easily be reduced or even fully cut, thus underestimating the induced risks. In addition, V&V is not easy to implement because of the diversity of involved persons: managers, simulation experts, test specialists, software developers and quality controllers, software vendors...

The Course

Participants of this master class will:

- Learn how to implement reporting to bring visibility and confidence to all managers concerned with simulation outcomes.
- Develop their knowledge in V&V in full coherence with the level of expectation due in their industry context and applicable regulations
- Understand the fundamental concepts of V&V, the role and contents of standards, the existing methodologies for the implementation or the improvement of simulation and V&V plans
- Understand specific V&V requirements in the context of realistic simulation and virtual testing
- Understand how to build rational plans for V&V and related demonstrations
- Improve synergy between virtual and physical tests in the context of validation
- Learn how to build business cases allowing for justification of V&V plans
- Understand simulation management and process issues
- Learn how to implement reporting to bring visibility and confidence to all managers concerned with simulation outcomes.

Who Should Attend?

This master class course is designed for:

- Engineers and senior analysts in charge of simulation activities or preparing to take new responsibility in the management of simulation, especially with regard to V&V responsibility
- Managers in charge of engineering simulation teams and willing to improve their knowledge in V&V and in the relevant processes
- Program managers who need to make critical decisions based on engineering simulation results and that wish to increase their understanding and visibility of the required V&V activities

It is recommended that participants have a few years of experience in engineering simulation for the design and development of industrial products.

Program

Introduction

- Industrial context and stakes
- Simulation in the product lifecycle
- Industrial implementation of simulation

Validation, Qualification & Certification of Industrial Products

- Fundamentals on product validation, qualification and certification

- The analysis-test pyramid
- Virtual testing and realistic simulation
- Introduction to new technologies and TRL
- Regulations and certification in aeronautics
- Situation of the nuclear industry

V&V and Simulation Management

- Scope and complexity of the management of simulation
- Simulation management activities: software capability management / V&V / skills management / quality management / SPDM / CAD / CAE.....

Realistic Simulation

- Existing technology and new enhancements available to industry: HPC, cloud, open source, multi-scale, multi-physics....
- Connection with CAD/PLM
- Benefits and threats of realistic visualization
- Impact on V&V plans

V&V Fundamentals and Standards

- Fundamentals
- Verification
- Validation and uncertainty quantification
- Predictive maturity
- V&V process and responsibilities
- Standards
- Short history of standardization in V&V
- Main standards: ASME, AIAA, NASA...
- Other initiatives

Verification

- Verification of software codes
- Verification of algorithms
- Quality assurance for software: methodologies for SW development, regression tests...
- Verification of analyses
- Validation and Test/Simulation Synergy
- Validation process and constraints

- Physical and virtual testing collaboration
- Objectives and typology of physical tests
- Prerequisites for successful validation tests
- Predictive maturity
- Some industrial examples (aerospace, nuclear...)

Uncertainty Quantification

- Typology : random, epistemic uncertainties
- Selective methodologies for uncertainty quantification: Monte Carlo, Latin hypercube, response surfaces, polynomial chaos, "Lack of knowledge" theory (theory of misconceptions?), theory of evidence.....
- Sensitivity analysis, robustness (key parameters identification...)

V&V Implementation Strategies

- Setting-up V&V plans
- Implementation issues and obstacles
- Industrial justification (V&V business case)
- Costs, benefits and risk management
- Organization and skills

Course Language

Englisch

Tutors



Jean-Francois Imbert

Mr. Imbert has 40 years' experience in Structural Engineering, CAE/numerical simulation, mostly in the aeronautical and aerospace sectors where he has exercised both operational, expert and management responsibilities. Throughout his career, Jean-Francois ensured the development and implementation of innovative numerical simulation capabilities in industrial contexts, mostly in Structure Analysis. In his successive responsibilities, he accumulated a unique and broad experience in simulation management and the multiple features of V&V, including validation tests and analysis /test synergy. Furthermore he has a long practice of engineering education both in academic institutions and professional seminars..



Philippe Pasquet

With almost forty years of extensive experience in engineering simulation, Philippe Pasquet has covered the full range of technical responsibility in this domain, both with research institutes and various consulting firms and software houses: development of software, development of methods, advanced studies, team management, scientific and technical management etc. Powered by his passion for pedagogy and simulation technology, he has presented at several conferences and talks at high level towards efficient use and good practices of simulation in the industry, motivating students and engineers for those fascinating engineering simulation jobs..

www.nafems.org/events/nafevents/2014/vandv2

NAFEMS Trainingskurs

Simulation und Analyse von Composites

6. - 8. Oktober 2014 in Wiesbaden / auch als Inhouse-Kurs buchbar

Faserverbundwerkstoffe haben sich inzwischen in verschiedensten Industriebereichen etabliert. Durch verschiedenste Faserarchitekturen und Harzsysteme sind Verbundwerkstoffe für unterschiedlichste Anwendungsfälle und Einsatzbereiche konfektionierbar. Der Konstrukteur und Berechnungsingenieur wird daher mit einer Vielfalt unterschiedlichster Werkstoffe konfrontiert, deren Festigkeitsanalyse vergleichsweise komplex ist. Ganz wesentlich für das Tragverhalten von Faserverbundwerkstoffen ist das Delaminations- und Schädigungsverhalten. Die Ablösung der Einzelschichten voneinander ist für gewöhnlich der entscheidende Versagensfall.

Das Ziel dieses Kurses ist die Einführung in die Schädigungsmechanik für Faserverbundwerkstoffe und die Modellierung der Delaminationen. Dem in der Praxis arbeitenden Ingenieur werden die Grundlagen der Schädigungsmechanik, die Möglichkeiten der Delaminationsanalyse und die typischen Verfahren zur Bestimmung relevanter Materialeigenschaften vermittelt.

Training

Der Kurs vermittelt die Inhalte über die Schädigungsmechanik und Delaminationsmodellierung von Faserverbundwerkstoffen bei statischen Belastungen. Dazu werden die Grundlagen der Schichtentheorie, der Mischungstheorie und der Festigkeitstheorie für Faserverbunde dargestellt. Anhand von Beispielen

aus der industriellen Praxis wird die Schädigungsmechanik eingeführt und die typischen Modelle zur Delaminationsanalyse vorgestellt.

Neben den theoretischen Grundlagen werden Tipps und Hinweise für die Anwendung der Modellierungsansätze in der FE-Analyse vorgestellt.

In dem Kurs soll auch die Möglichkeit bestehen, Anwendungsfälle der Teilnehmer aus der industriellen Praxis zu berücksichtigen.

Wer sollte teilnehmen

Berechnungsingenieure, Konstrukteure und Mitarbeiter, die als Simulationsingenieure arbeiten. Der Kurs vermittelt die wesentlichen Inhalte, um die Tragfähigkeit von Faserverbundstrukturen simulieren zu können.

Programm

Tag 1

- Klassische Laminattheorie und Laminattheorien höherer Ordnung
- Mischungstheorien und Mikro-mechanik

Tag 2

- Festigkeitskriterien und Materialdegradationsmodelle
- Einführung in die Schädigungsmechanik

Tag 3

- Schädigungsmodelle für Verbundwerkstoffe
- Delaminationsmodellierungen

Referent



Dr.-Ing. Daniel Hartung (Premium Aero-tec GmbH) hat langjährige Erfahrung in der Anwendung und Entwicklung von Materialmodellen,

Analysemethoden und Finite Elemente Modellierungen für Faserverbundwerkstoffe. Während seiner Tätigkeit für das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat er sich intensiv in die Modellierung und Analyse der Faserverbundwerkstoffe eingearbeitet und neuartige Analysemethoden entwickelt. Zusätzlich hat sich Hr. Hartung während dieser Zeit umfassend mit der Prüfung und Kennwertermittlungen von Faserverbundwerkstoffen befasst. Zurzeit arbeitet Hr. Hartung in der Industrie und entwickelt unter anderem Berechnungsmodelle und Analysemethoden für Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau. Aus der Leitung und Mitarbeit unterschiedlicher Industrie- und Forschungsprojekte kennt Herr Hartung die Herausforderungen bei der Anwendung verschiedenster Modelle sowie die wissenschaftlichen Herausforderungen bei der Modellentwicklung.

Kurssprache

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/nafems/2014/comp-course2

Rückblick

NAFEMS DEUTSCHSPRACHIGE KONFERENZ 2014

20. - 21. Mai 2014
Bamberg

Berechnung und Simulation – Anwendungen, Entwicklungen, Trends

Auch die zweite deutschsprachige NAFEMS Konferenz war dank hervorragender Keynote-Vorträge von Marc Schimmeler (Airbus) und Zlatko Penzar (Continental), dank über 80 exzellenten Fachvorträgen in 22 Sessions zu den Themen FEM, CFD, MKS, SDM etc. sowie dem Schwerpunktthema „Systems Engineering“ und dank einer Ausstellung mit mehr als 30 (!) Ausstellern wieder ein großer Erfolg. Zudem besuchten viele Teilnehmer die verschiedenen NAFEMS e-learning Short Courses von Tony Abbey, dem NAFEMS Trainingskoordinator. Über 200 Teilnehmer nutzten die Networking-Möglichkeiten und den übergreifenden Informationsaustausch, der diese Konferenz zu einem wertvollen Event für Berechnungsingenieure macht.



Mit dieser Konferenz bietet NAFEMS eine regelmäßige Plattform, auf der neue Techniken und Tools präsentiert werden und den Teilnehmern die Möglichkeit geboten wird, auf breiter Basis erfolgreiche Anwendungen und Trends mit Spezialisten aus Forschung und im besonderen Maße aus der Industrie zu diskutieren – ein einzigartiges, unabhängiges, neutrales, übergreifendes und umfassendes Informationsangebot im Bereich der numerischen Simulationsmethoden.

Die Teilnahme ist gleichsam offen für NAFEMS Mitglieder und Nichtmitglieder, wobei NAFEMS Mitglieder im Rahmen ihrer Mitgliedschaft kostenlos teilnehmen. Die nächste Konferenz findet 2016 statt, da im nächsten Jahr der NAFEMS World Congress in San Diego, USA (www.nafems.org/congress) durchgeführt wird.

Konferenzwebsite
www.nafems.org/dach2014

Sponsoren

Platin **SIEMENS** **MSC Software**

Gold **Mentor Graphics**
— Mechanical Analysis

Silber **em engineering methods AG** **BETA CAE Systems SA** **CEI** **FRIENDSHIP SYSTEMS**
Know-how für Ihre virtuelle Produktentwicklung. a DNV GL company

SIMULIA **SYN OPT** Ihr Partner für Abaqus **T-Systems**

Medienpartner **DIGITAL ENGINEERING** **KEM** **WEKA BUSINESS MEDIEN**
Informationsmagazin für Konstrukturen Automobil KONSTRUKTION

Kooperationspartner **GfSE**
Gesellschaft für Systems Engineering e.V. German Chapter of INCISE



Das NAFEMS Konferenzteam möchte sich ganz herzlich bei allen bedanken, die zum Erfolg der Veranstaltung beigetragen haben.

Regionale NAFEMS Konferenzen 2014

Weltweit finden 2014 regionale Konferenzen in den verschiedenen NAFEMS Regionen statt:

NORDIC:	Göteborg, S	13. - 14. Mai
DACH:	Bamberg	20. - 21. Mai
Americas:	Colorado Springs, USA	28. - 30. Mai
Frankreich:	Paris	04. - 05. Juni
United Kingdom:	Oxford	10. - 11. Juni

www.nafems.org/2014

European Conference on Multiphysics

21 -22 October 2014, Manchester, U.K. – **CALL FOR PAPERS**

NAFEMS is pleased to announce the second European Conference on multiphysics in October 2014. The conference will provide an overview of state-of-the-art-methods for coupled and multiphysics simulations, mainly within the context of industrial applications and CAE. Topics that will be covered include:

- > Industrial applications of multiphysics
- > Collaborations of industry with academia
- > Multiphysics and HPC
- > Optimization in multiphysics
- > Teaching multiphysics
- > Validation of multiphysics simulations

The conference brings together researchers, developers, teachers, and users of multiphysics simulation methods

to present new results, exchange ideas and discuss the challenges. It is an excellent opportunity to connect to other practitioners in the field of multiphysics and coupled simulations.

Call for presentations

In the first instance, abstracts of 300-600 words should be submitted for consideration by **20th June 2014**. Abstracts must be clearly marked with presentation title, author's name, organisation, address, phone numbers and email address.

The conference will include keynotes, exhibits, and breakout sessions. You are invited to submit an abstract by e-mail to jo.davenport@nafems.org.

www.nafems.org/mp2014

Kooperationsveranstaltung:

HPC-Simulation für den Mittelstand

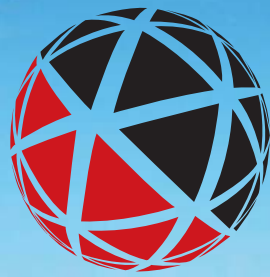
15. Oktober 2014, Stuttgart

Zum zweiten Mal findet am 15. Oktober 2014 die Informationsveranstaltung „HPC-Simulation für den Mittelstand“ im Haus der Wirtschaft in Stuttgart statt.

Nach einer kurzen Einführung in die Thematik erfahren Sie die Hintergründe von anwendungsorientierten Beispielen aus der Energiewirtschaft sowie aus dem Automobilbereich. Sie lernen das Angebot von Dienstleistern im Bereich der Simulation kennen und erhalten einen Überblick über die Aktivitäten von NAFEMS.

Von den Voraussetzungen, die eine Software beispielsweise in der Strukturmechanik oder der Strömungsmechanik erfüllen muss, führen wir Sie bis hin zur Hardware – dem Herz einer jeden Simulation. Gleichzeitig lernen Sie die Infrastruktur des HLRS und der hww sowie die damit verbundenen Ressourcen und Möglichkeiten für Ihren Wettbewerbsvorteil kennen. Im Anschluss erhalten Sie einen Überblick über die Förderlandschaft in Baden-Württemberg. Am Ende bietet die Fragerunde den Teilnehmern die Möglichkeit, auch ganz konkrete und detailliertere Fragen zu stellen.

www.sicos-bw.de



NWC

NAFEMS
NAFEMSWORLDCONGRESS 2015

21-24 JUNE | SAN DIEGO | CALIFORNIA | USA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

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



call for papers
nafems.org/congress



Engineering analysis, modeling and simulation never stands still. The pace of change in software, hardware, techniques and best practice has been staggering in the past ten years alone, and the community driving that change continues to grow and develop to encompass every part of the product development process.

How do we, as a community, keep up with this growth? How do we ensure that our knowledge, processes, tools and corporate culture are best placed to take advantage of the continued evolution in simulation technology?

There is a new world of simulation out there, and its home is at the NAFEMS World Congress 2015. NAFEMS is the only independent, international organization dedicated exclusively to everyone involved in engineering analysis, simulation, modeling, and we want you to be a part of it.

The 2015 World Congress will take place from June 21st-24th 2015 in San Diego, California, and will focus entirely on simulation and its impact on industry and beyond. NAFEMS is the independent voice of the CAE community, representing over 1100 member organizations worldwide including prominent software vendors, global manufacturing industry and leading academic institutions.

With over 600 attendees at the last event in 2013, the 2015 Congress promises to be the premier international forum for everyone involved in the industry. With dedicated tracks on all aspects of simulation, free masterclasses, workshops and training courses, an outstanding social program and an excellent lineup of keynote and invited speakers, this is one event you cannot afford to miss.



Congress Themes

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

Structural Analysis

- Linear and Nonlinear Analysis
- Joints, Connections & Welding
- Contact
- Durability, Fatigue & Fracture
- Thermal Structural Analysis

Computational Fluid Dynamics

- Turbulence
- Conjugate Heat Transfer
- Multiphase and Phase Change
- Acoustics
- Mesh Solutions & Mesh Adaption

Dynamics & Testing

- Crash Simulation
- Seismic
- Linear Dynamics
- Non-linear Dynamics
- Combining Physical & Virtual Testing
- Impact
- Droptest

Multi-body Simulation

- MBS, FE, and the Co-simulation of Both

Analysis Management

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

Business Issues

- The Business Case for Simulation
- The World Market for Simulation
- Strategies for Determining Investment in Simulation
- Return on investment (ROI)

Simulation Data Management

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

CAD CAE Integration

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

Materials

- Materials Characterisation
- Plastics
- Elastomers/Polymers
- Parameter Identification
- Material Data
- Nanomaterials

Composites

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

Life Sciences

- Biomedical
- Biomechanics
- Medical Devices
- Medicine

Geotechnical & Foundation Engineering

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

Confidence in Results

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

All industry sectors are invited to submit papers.

Further information about the World Congress and SPDM conference and how to submit your paper can be found online.

Call for Papers

Be part of it
Share your experiences
Promote your organization's activities

The NAFEMS World Congress offers an audience like no other. These are the people who work at the sharp-end of engineering analysis and simulation, their managers and executive teams. Attendees from around the globe will take part in the event, from every industry involved in engineering simulation and analysis and SPDM - making it the best platform to showcase how simulation is used in your organization.

NAFEMS invites you and your company to get involved in the World Congress by submitting a paper for presentation in San Diego. Make sure you are a part of the event by submitting your abstract today. Papers focusing on SPDM will be included in the SPDM conference, and all attendees and presenters at each conference will have access to both conferences simultaneously.

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

In the first instance, abstracts of 300-600 words should be submitted for consideration by 17th November 2014. Abstracts must be clearly marked with presentation title, author's name, organization, address, phone numbers and email address, indicating the industry area and technical topic your abstract relates to.

Visit nafems.org/congress for full details. Abstract submission deadline 17th November 2014

OneRegistration TwoConferences

The World Congress will also host the 2nd International Conference on Simulation Process and Data Management. After an astounding response to the first event in Salzburg, Austria in 2013, this ground-breaking event will bring together industrial users, technology experts, academics and software vendors alike, allowing all those with an interest to take part in the only truly independent, international forum dedicated to SPDM. Attendees, speakers and exhibitors have free access to both events under one registration.

Congress Registration Fees

Authors (members & non members) \$1250 US

Standard Delegates

NAFEMS Members \$1250 us
Non-Members \$1550 us



nafems.org/congress

Engineering simulation in a full 3-day program.
We invite papers from any area in simulation including, but not limited to, the following areas:



Multiphysics

- Coupled Simulations
- Fluid-Structure Interaction
- Structure-acoustics
- Vibro-acoustics
- Thermo-mechanical
- Multi-physics, Multi-scale, Multi-fidelity
- Benchmarking and Validation of Multiphysics

Electrical

- Electromechanical
- Electromagnetical
- Electrochemical
- EMV
- Electronics
- Electronics Cooling
- e-Mobility

Systems Modeling & Simulation

- Systems Simulation
- Systems Engineering
- Requirements Management
- Model-Based Systems Engineering (MBSE)

Methods

- Discrete Element Method (DEM)
- Meshfree Methods (EFG, SPH, ...)
- New Methods
- Pre- and Postprocessing

Emerging Issues

- Current Industrial Applications
- Future Industrial Needs
- Business Benefits of CAE

Computing

- High Performance Computing
- Open Source Codes
- Cloud Computing
- Software as a Service (SaaS)
- Solver Technology
- Visualization
- Virtual Reality

Optimisation

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

Manufacturing Processes

- Molding
- Forming
- Casting
- Forging

Stochastics

- Sensitivity Analysis
- Taguchi Methods
- Variational Studies
- Robust Design

Education & Training

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

nafems.org/congress

venue

Manchester Grand Hyatt, San Diego

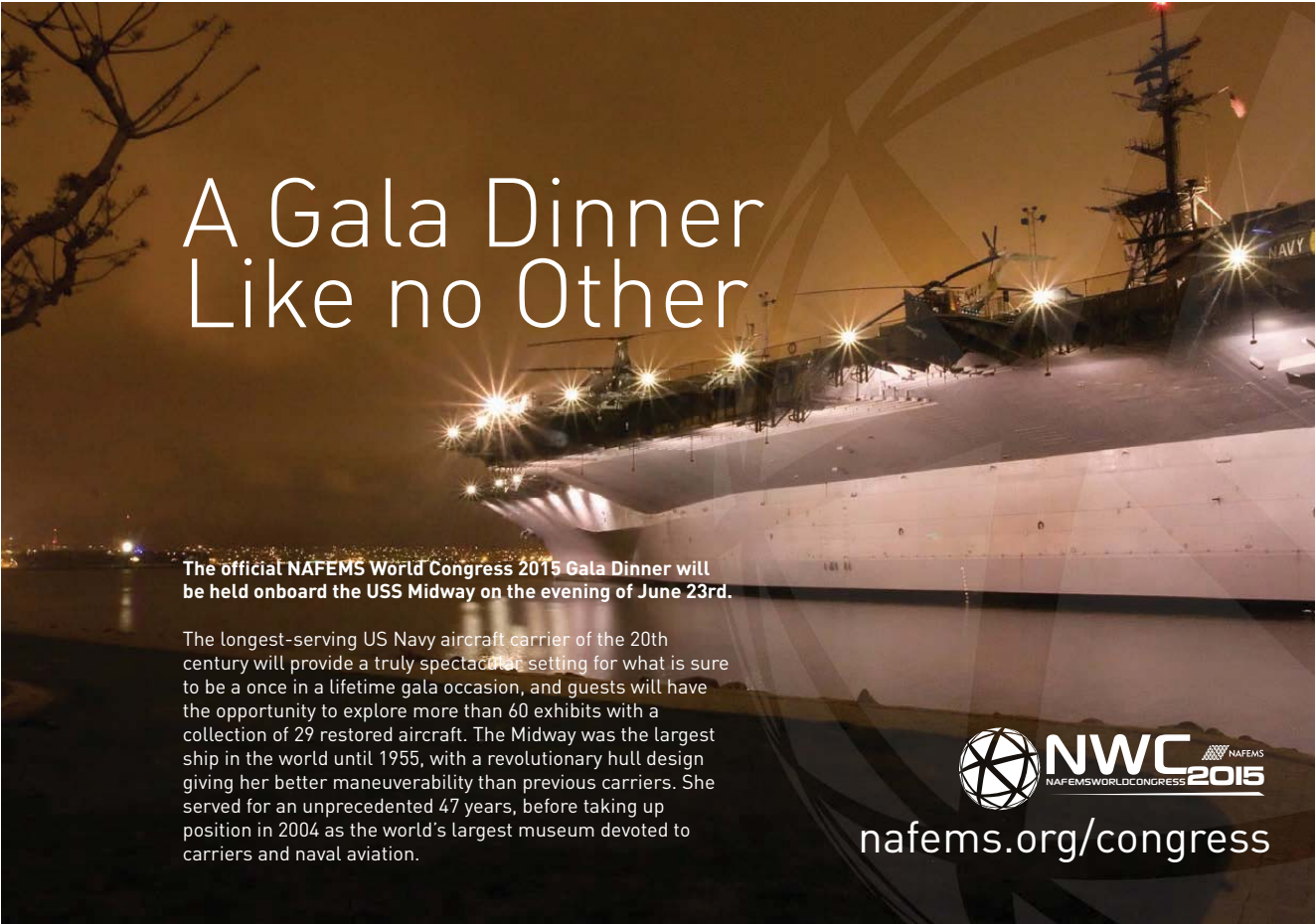
1 Market Place, San Diego, California, USA, 92101
manchestergrand.hyatt.com



Experience San Diego hotel living on a grand scale at the Manchester Grand Hyatt San Diego. The best of San Diego is right outside your door. Wake to the sun sparkling off San Diego Bay, indulge in breakfast on the boardwalk, then head out to Seaport Village or enjoy a coastal cruise, a walk through the Gaslamp Quarter or a day at San Diego Zoo, SeaWorld or Balboa Park.

And when it's time to get down to business at the NAFEMS World Congress, no hotel does it better than Manchester Grand Hyatt. This award-winning luxury hotel in San Diego was recently named one of the "Best Meeting & Conference Hotels in the U.S." by Groups International, and has garnered over 36 awards for excellence.

A Gala Dinner Like no Other



The official NAFEMS World Congress 2015 Gala Dinner will be held onboard the USS Midway on the evening of June 23rd.

The longest-serving US Navy aircraft carrier of the 20th century will provide a truly spectacular setting for what is sure to be a once in a lifetime gala occasion, and guests will have the opportunity to explore more than 60 exhibits with a collection of 29 restored aircraft. The Midway was the largest ship in the world until 1955, with a revolutionary hull design giving her better maneuverability than previous carriers. She served for an unprecedented 47 years, before taking up position in 2004 as the world's largest museum devoted to carriers and naval aviation.



nafems.org/congress

Sponsorship & Exhibition

a unique opportunity

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

Align yourself with the NAFEMS Brand

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

Benefits

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

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

For more information or to secure your sponsorship package, visit nafems.org/congress



Roger Oswald - NAFEMS Ltd

Springwood • Booths Park • Chelford Road • Knutsford • Cheshire • WA16 8QZ • United Kingdom

t +44 (0) 1355 225688 e nwc15@nafems.org www.nafems.org/congress





PSE

Professional Simulation Engineer



A New Standard for Simulation Engineers

Certification

Professional Simulation Engineer



The official launch of the Professional Simulation Engineer Competencies took place at the NAFEMS World Congress 2013. Providing a new standard for simulation engineers, the newly defined competencies incorporate thousands of individual competency statements across twenty-six technical areas and are multi-level in nature to assist simulation engineers at every stage of their career.

To complement the launch of PSE Competencies, NAFEMS announced the introduction of the PSE Competency Tracker, an online system to track and measure competency, and PSE Certification providing independent assessment and verification of competency.

About the PSE Competency Tracker

The PSE Competency Tracker is an online system for tracking and measuring PSE Competencies.

Browsing PSE Competencies

- Access and browse the detailed list of PSE Competencies, sorted by level of competency.

Educational Resources

- Links to educational resources are provided within the PSE Competency Tracker to assist individuals in achieving the competencies. Managers may also wish to use the list of educational resources to improve training and staff development.

More than 400 suggested educational resources are listed including books, articles, codes of practice, etc., that are useful to develop the competencies described in the Tracker.

Measuring & Tracking Competency

Using the online PSE Competency Tracker individuals can plan and monitor their development as a simulation engineer, tracking their competencies as they are achieved. Companies can do the same for their staff, creating a database of the combined simulation skills of their workforce.

The PSE Competency Tracker can be accessed by NAFEMS members at

www.nafems.org/pse/competencytracker.

About PSE Certification

PSE Certification is based on the simple concept that the 'Professional Simulation Engineer' certificate is achieved by an independent assessment of PSE Competencies by NAFEMS. The Certification requires the accumulation of competency in workplace experience in the specification, planning, execution and interpretation of numerical analysis applied to design, simulation or product verification, and adequate performance in executing these functions to a high standard. It also requires competency of an appropriate level of underpinning theoretical knowledge and sufficient product knowledge to enable the analyst to understand the context, purpose and value of his/her analysis work.

A multi-level certification scheme, PSE Certification targets the experienced analyst as well as newcomers to simulation. The experienced simulation engineer is required to present documented and attested evidence of academic and workplace competency to become certified. An appropriately qualified newcomer to simulation is expected to follow a structured training programme under the guidance of a suitably qualified Industrial Mentor.

Apply online for PSE Certification at www.nafems.org/pse.

More Information on page on the following pages.

NAFEMS recently launched Professional Simulation Engineer (PSE) Competencies, creating a new standard for the analysis and simulation industry.

PSE (Professional Simulation Engineer) Competencies define the competencies that a good analysis and simulation engineer should possess. They have been peer-reviewed over several years by NAFEMS technical working groups and external experts to create a new standard of competency for analysis and simulation.

Encompassing twenty-six technical areas, there are more than 1400 individual competency statements to:

- enable a clear assessment of an individual's competency level
- carefully encompass important aspects of each technical area
- aid personal development

PSE Competencies are for simulation engineers at every level – from those new to the field to those with several years of experience and can be achieved through on-the-job learning as well as training courses and formal post-graduate courses.

PSE Modules include:

- Core Finite Element Analysis
- Mechanics, Elasticity and Strength of Materials
- Materials for Analysis and Simulation
- Fatigue
- Flaw Assessment and Fracture Mechanics
- Nonlinear Geometric Effects and Contact
- Beams, Membranes, Plates and Shells
- Dynamics and Vibration
- Optimisation
- Plasticity
- Core Computational Fluid Dynamics
- Thermo-Mechanical Behaviour
- Management General
- Verification and Validation
- PLM Integration and CAD-CAE Collaboration
- Simulation Process & Data Management
- Buckling and Instability
- Multi-physics Analysis
- Composite Materials and Structures
- Fundamentals of Flow, Porous Media, Heat Transfer
- Creep and Time-Dependency
- Multi-Scale Analysis
- Probabilistic Analysis
- Noise, Acoustics and Vibro-Acoustics
- Electromagnetics
- Multi-body Dynamics



PSE Competencies are for simulation engineers at every level – from those new to the field to those with several years of experience. Specific to engineering analysis and simulation, PSE Competencies are not specific to any particular software package – creating a benchmark of competency for all simulation engineers.

PSE Competencies can be browsed, tracked and managed using the PSE Competency Tracker.

Independent recognition of PSE competencies can be achieved with PSE Certification.



The PSE Competency Tracker is an online system for tracking and measuring Professional Simulation Engineer competencies. The PSE Competency Tracker allows users to browse the PSE Competencies online and amend their competency record throughout their career.

Companies can use the PSE Competency Tracker to track and manage the competencies of their individual staff and pooled workforce.

There are three main functions of the PSE Competency Tracker:

Access PSE Competencies

Access and browse the detailed list of PSE Competencies, sorted by level of competency.

Browse Educational Resources

Links to educational resources are provided within the PSE Competency Tracker to assist individuals in achieving the competencies. Managers may also wish to use the list of educational resources to improve training and staff development.

More than 400 suggested educational resources are listed including books, articles, codes of practice, etc., that are useful to develop the competencies described in the Tracker. For each resource the corresponding list of competencies is provided.

Measure & Track Competency

A key feature of the PSE Competency Tracker is the ability to easily track and manage the PSE competencies of individuals and pooled workforces.

The PSE Competency Tracker web based system allows the skills that are developed by individuals to be tracked and logged. This can then be used:

- by individuals to plan and monitor their career development as a simulation engineer
- by companies to do the same for their staff and to keep a database of the combined simulation skills of their workforce

Key Features

For Individual Analysis & Simulation Engineers...

- Access and browse the detailed list of competencies, sorted by level of competency
- Identify relevant educational resources
- Measure current competency and generate a detailed personal report identifying areas for development
- Track progress throughout career*
- Export a PDF report to support your PSE Certification application

For Team Managers...

- Identify staff possessing specific competencies
- Identify gaps in competency and training requirements
- Assemble an ideal project team with what-if analysis*

For Technical Leaders & Human Resource Managers...

- Define competency profiles for specific job roles*
- Define competency objectives*
- Track staff progress
- Identify training and recruitment needs
- Assist with workforce and succession planning

Benefits

For Individuals....

- Identify competencies relevant to your work
- Clearly evaluate personal competency level
- Identify relevant educational resources
- Identify relevant codes of practice
- Plan and achieve PSE Certification
- Reach your professional objectives

For Companies....

- Identify competencies which are relevant to your organisation
- Demonstrate a commitment to excellence internally and to external partners
- Maintain a high level of motivation of technical staff
- Identify and retain key technical resources
- Improved staff development
- Improved recruitment and succession planning
- Increased quality, efficiency and reduced risk



PSE (Professional Simulation Engineer) Certification allows engineers and analysts to gain recognition for the accumulation of PSE Competencies.

Independently assessed by NAFEMS, the international association of the engineering analysis, modelling and simulation community, the certification enables individuals to gain recognition for their level of competency and experience as well as enabling industry to identify suitable and qualified personnel.

The Certification incorporates an extensive range of competencies across various analysis types. It is multi-level, supporting the philosophy of lifelong learning and continuous professional development. PSE Certification is suitable for both experienced engineers/analysts and those in the early stages of their professional career.

Providing a standard of competency for the international simulation community, successful applicants receive recognition as a Professional Simulation Engineer (PSE) at Entry, Standard or Advanced Level. As competencies are developed, PSEs will advance to the next level.

PSE Certification Standard

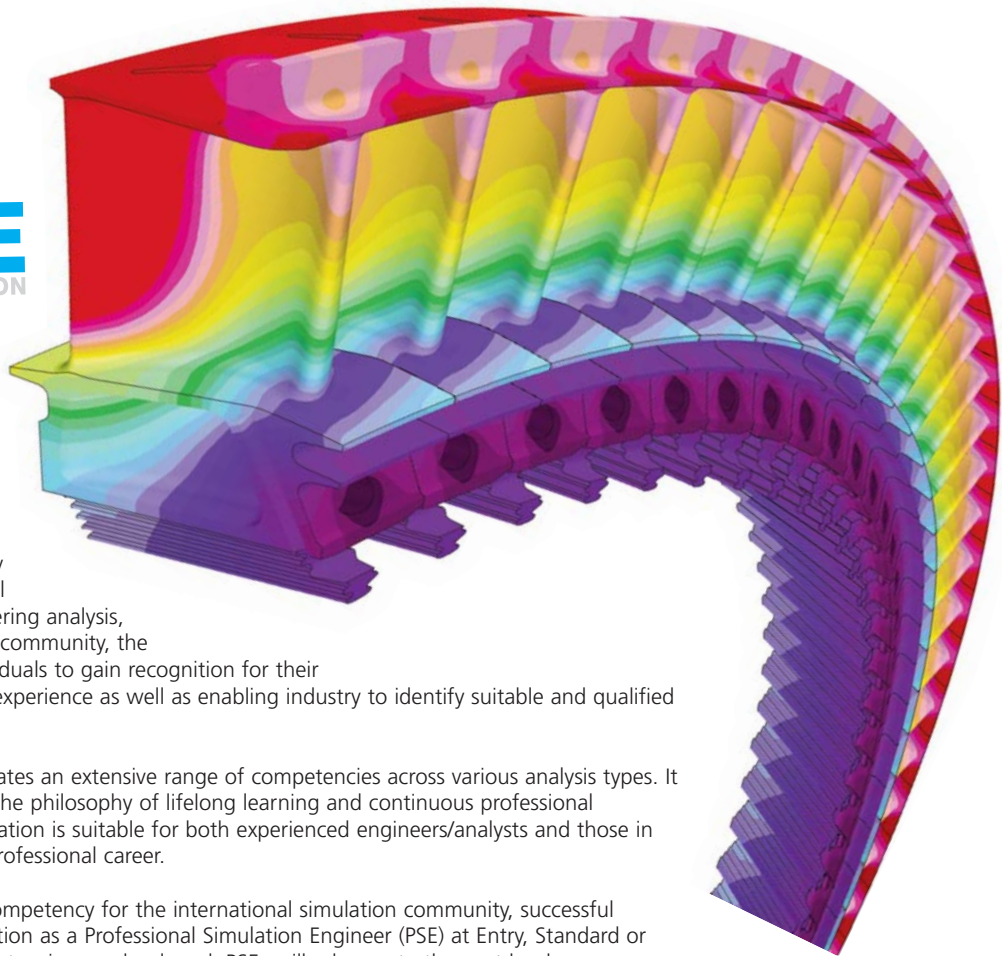
PSE Certification is based on the simple concept that the 'Professional Simulation Engineer' certificate is achieved by an independent assessment of workplace competency.

The Certification requires the accumulation of competency in workplace experience in the specification, planning, execution and interpretation of numerical analysis applied to design, simulation or product verification, and adequate performance in executing these functions to a high standard. It also requires competency of an appropriate level of underpinning theoretical knowledge and sufficient product knowledge to enable the analyst to understand the context, purpose and value of his/her analysis work.

PSE Certification targets both the experienced analyst and the newcomer to simulation. The experienced simulation engineer is required to present documented and attested evidence of academic and workplace competency to become certified. An appropriately qualified newcomer to simulation is expected to follow a structured training programme under the guidance of a suitably qualified Industrial Mentor.

PSE Certification has been designed to:

- Recognise and record achievement by award of a formal certification following an independent assessment of workplace competency
- Assist companies in demonstrating the competency of staff to external organisations
- Promote best practice in engineering analysis
- Increase the pool of competent engineering analysts, thereby enhancing the competitiveness of industry
- Provide an international standard of competency for the international simulation community



Certification Levels

Applicants can gain certification in any number of technical areas.

For each technical area, competency can be claimed at one of the following levels:

Entry Level

- Employs available software tools in an effective manner.
- Able to work in a supervised capacity when provided with clear guidelines.
- Doesn't take on general tasks without supervision.
- Typically applies to trainees and/or technician level staff working under the supervision of a person(s) with appropriate competence who will sign off the results.

Standard Level

- Has sufficient knowledge and comprehension of theory to employ available software tools in a safe and effective manner.
- Able to work in an independent manner without supervision.
- Conducts appropriate checks on results.
- Plans analysis strategies and validation studies.
- Is aware of their own limitations when faced with new or novel problems.
- Observes professional practices.

Advanced Level

- Can take on a range of complex, novel tasks without supervision.
- Able to use skills and expertise to mentor others.
- Provides effective advice and guidance.
- Acknowledged as an expert.

Benefits

Professional Simulation Engineer Certification records, verifies and independently assesses an analysis and simulation engineer's skills and competency. This makes the qualification extremely beneficial for both individuals and companies.

Benefits for Individuals...

For individuals some of the benefits of PSE certification include:

- Achievement of distinctive and internationally recognised qualification
- A clear path for career and skill progression
- Increased value to current and future employers
- Enhanced analytical skills
- Increased confidence
- Improved self-motivation

Benefits for Companies...

There are also a number of benefits for companies whose analysts are certified PSEs (Professional Simulation Engineers). These benefits include:

- A clear way to demonstrate the company's commitment to quality standards
- A formal record of employee competency and training satisfying the requirements of ISO 9001
- Easier recruitment of high calibre staff
- Reduced risks when employing consultants and subcontractors whose staff are Professional Simulation Engineers (PSEs)
- Increased employee motivation
- Creating and maintaining competitive edge

who should apply?

PSE certification is designed for individuals who fit one or more of the following the criteria:

- Designers and engineers who carry out simulation to investigate product performance.
- Simulation engineers and engineering analysts.
- Engineers who are design signatories.
- Engineers who approve numerical analysis.

The certification is appropriate for analysts/simulation engineers at any point in their career. As the qualification is multi-level, it is suitable for experienced analysts and those who are newcomers to analysis.



e library

Corporate Subscription

NAFEMS reference library at the click of a button

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 the 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 **+44(0) 1355 225 688**

to discuss your requirements.

www.nafems.org/publications/e-library/

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.

NEU!

Kürzlich wurden folgende neue Bücher veröffentlicht und allen Mitglieder zugesendet:

- > **NAFEMS Simulation Handbook: Quality Management**
- > **NAFEMS Simulation Handbook: Structural Linear Statics**
- > **NAFEMS Composites Survey**

Eine Übersicht über alle Publikationen finden Sie unter www.nafems.org/publications



www.CAE-JOBmarket.com

The online job market for CAE engineers

Das NAFEMS Online-Stellenportal bietet weltweit Unternehmen die einmalige Möglichkeit, Stellenangebote speziell für die Suche nach CAE-Berechnungsingenieuren, CAE-Consultants und CAE-Projektingenieuren zu schalten.

Dieser Service ist ...

- **international und weltweit,**
- **attraktiv für Unternehmen, um zielgerichtet CAE-Stellenanzeigen zu schalten,**
- **kostenlos für NAFEMS-Mitgliedsunternehmen!***

* Mitte Juni soll es soweit sein. Bitte informieren Sie Ihre Personalabteilung über diesen kostenlosen Service für NAFEMS Mitglieder.

Ihr NAFEMS Team

ALTAIR ENGINEERING

Altair erhält Boeing Performance Excellence Award

Altair gab bekannt, dass seine Dienstleistungsparte, Altair ProductDesign, für die Leistungen in 2013 einen Boeing Performance Excellence Award erhalten hat. Die Boeing Company vergibt den Award jährlich, um Zulieferer auszuzeichnen, die eine herausragende Leistung erbracht haben. Um sich für den Award zu qualifizieren, hat Altair über 12 Monate hinweg, vom 1. Oktober 2012 bis zum 30. September 2013, jeden Monat eine Silberauszeichnung für die Leistungen im Bereich Composites erhalten.

„Wir arbeiten bereits seit 2005 mit Boeing und fühlen uns sehr geehrt über die Auszeichnung für unsere Leistungen in den letzten 12 Monaten“, sagte Mak Gilbert, Engineering Manager bei Altair ProductDesign. „Unser Spezialisten-Team hat täglich gemeinsam mit den Boeing Ingenieuren daran gearbeitet, die Leistung von Komponenten zu optimieren und gleichzeitig das Gewicht des Flugzeuges zu minimieren. Wir sind dankbar für diese Auszeichnung, die wir als Zeichen unseres Erfolges und der guten Zusammenarbeit der beiden Unternehmen verstehen.“

Altairs Luft- und Raumfahrtkunden decken international Hersteller und ihre wichtigsten Zulieferer ab. Boeing ist dabei einer der größten Altair-Kunden in der Luft- und Raumfahrtindustrie. Boeing verwendet die HyperWorks Simulationssuite in vielen seiner Entwicklungsteams und nimmt die Dienstleistungen der Altair ProductDesign Experten in Anspruch, die gemeinsam mit den Boeing Teams direkt vor Ort beim Kunden arbeiten. Die Arbeit des gemeinsamen Teams deckt die Bereiche Leichtbau, Spannungsanalyse, FE Analyse, Prozessautomatisierung und Methodenentwicklung für Flugzeugstrukturen aus Metall und Verbundwerkstoffen sowie für den Werkzeugbau ab.

„Boeing hat Altair ProductDesign seit dem Beginn unserer Partnerschaft bereits mit vielen Preisen ausgezeichnet und wir fühlen uns sehr geehrt, diesen Award für ein

weiteres Jahr als erfolgreicher Ingenieurdienstleister zu erhalten“, sagte Robert Yancey, Altair Vice President, Aerospace Solutions. „Wir streben danach, die Grenzen dessen, was mit unserer Software in der Luft- und Raumfahrt erreicht werden kann, beständig auszuweiten. Dieser Excellence Award ist eine sehr positive, öffentliche Bestätigung für die Wertschätzung unserer Technologien und Ingenieure bei den führenden Flugzeugherstellern.“

Altairs HyperWorks Simulationssuite wird oft genutzt, um das Gewicht von Flugzeugstrukturen zu verringern und die Leistung zu steigern. Dank der Anwendung der in HyperWorks enthaltenen Optimierungstechnologien konnte, mit der Unterstützung der Altair ProductDesign Ingenieure, das Gewicht von Flugzeugstrukturen im Durchschnitt um 15 Prozent reduziert werden.

Weitere Informationen über den Performance Excellence Award erhalten Sie unter: http://www.boeing.com/companyoffices/doingbiz/supplier_portal/bpea.html.

Kostenfreie Student Edition

Altair hat mit der HyperWorks 12.0 Student Edition die umfangreichste Computer-Aided Engineering (CAE) Suite für Studenten der Ingenieur- und Naturwissenschaften auf den Markt gebracht (solidThinking Inspire, solidThinking Evolve, MotionSolve, Radioss, AcuSolve, HyperStudy, HyperMath und HyperCrash). Die Student Edition ist kostenfrei erhältlich. Zudem stehen im Altair Academic Training Center auf die Belange von Studenten zugeschnittene Schulungsunterlagen zur Verfügung.

Multiscale Design Systems in Altair Partner Alliance

Die Altair Partner Alliance (APA) gab bekannt, dass Multiscale Design Systems (MDS), LLC seine Software MDS über den Altair Lizenzmanager verfügbar gemacht hat. MDS konzentriert sich auf Composite-Materialien und -Strukturen in verschiedenen räumlichen und zeitlichen Auflösungen.

www.altair.de

ANSYS

Ansysis kauft SpaceClaim Corporation

Ansys gab die Akquisition der SpaceClaim Corporation bekannt, einem Unternehmen, das schnelle und intuitive 3D-Modellierungssoftware für Ingenieure herstellt. Der Kaufpreis beläuft sich auf 85 Millionen USD zuzüglich Eigenbehalt und einer Anpassung des Betriebskapitals. Die Transaktion wurde am 30. April 2014 abgeschlossen. Auf non-GAAP-Basis wird sich der Kauf für das Geschäftsjahr 2014 vermutlich neutral bis leicht positiv und ab 2015 positiv auf den Ertrag pro Aktie auswirken.

SpaceClaim ist in Concord, Massachusetts ansässig und bietet ein leistungsfähiges und einfach zu handhabendes 3D-Modellierungstool, das von Ingenieuren aller Disziplinen im Produktentwicklungsprozess eingesetzt werden kann. Die „direkte Modellierung“ mit SpaceClaim unterscheidet sich wesentlich von herkömmlicher CAD-Software, die typischerweise von einem relativ kleinen Kreis von Ingenieuren erst spät im Entwicklungsprozess eingesetzt wird, um das detaillierte Design zu dokumentieren. SpaceClaim und Ansys haben bereits in der Vergangenheit als Partner zusammengearbeitet, um Kunden AnsysA SpaceClaim Direct Modeler anzubieten.

Ansysis HFSS jetzt mit Schaltungssimulation

Die neueste Version der HFSS-Software von Ansys bietet durch lineare Schaltungssimulation weitere Zeit- und Kostenvorteile und erlaubt gleichzeitig die Optimierung der Performance kompletter elektronischer Systeme. Durch einen verbesserten Simulationsworkflow können sich die Entwickler gezielter um die Optimierung der Zuverlässigkeit und Signalqualität kompletter Systeme sowie um die Analyse elektromagnetischer Störungen kümmern. Darüber hinaus sind neue HFSS-Produktoptionen für Hochfrequenz-(HF) und Signalintegritäts-Analysen (SI) verfügbar, die den Entwicklern eine noch umfassendere Funktionalität



2014 European Altair Technology Conference
June 24 – 26, 2014 | Munich, Germany



www.altairatc.com/europe

7th European Altair Technology Conference

Kommen Sie zur 7. europäischen ATC und erfahren Sie, wie die Firmen **Airbus, GNK Aerospace, Jaguar Land Rover, Porsche, Scania, Stadler Rail, Valeo, Voith, Magna Steyr** und **MAN Truck & Bus** und viele weitere Entwicklungs Herausforderungen mit Simulation Driven Design lösen.

Die Konferenz informiert in über 100 Vorträgen aus verschiedenen Industrien über Themen wie Leichtbau, 3D-Druck, Multiphysik, High Performance Computing und viele mehr. Lernen Sie aus den Vorträgen, in den Seminaren und Trainings sowie beim Networking mit Experten, wie Sie Entwicklungsprozesse beschleunigen, ihre Produkte leichter und leistungsfähiger auslegen und sie innovativer gestalten können.

Neben dem Konferenzprogramm bietet die Podiumsdiskussion „The Next Big Idea“ eine Plattform, auf der innovative Projekte, wie elektrische Flugzeuge, faltbare Autos oder die Möglichkeiten des industriellen 3D-Drucks präsentiert und diskutiert werden.

Weitere Informationen und die Online-Registrierung finden Sie unter: www.altairatc.com/europe

lität für die Entwicklung von HF- und Hochgeschwindigkeitsschaltungen zur Verfügung stellen.

www.ansys-germany.com

ASC/S

Vorstand erweitert

Auf der ordentlichen Mitgliederversammlung des asc(s) am 6. Mai 2014 wurde Dr. Detlef Schneider (Altair Senior Vice President EMEA) in den Vorstand gewählt. Die weiteren Vorstandsmitglieder wurden unverändert für eine weitere Amtszeit von zwei Jahren bestätigt.

www.asc-s.de

BETA CAE

Neue Versionen verfügbar

BETA CAE gab die Veröffentlichung der Releases ANSA & μ ETA v15.1.0 sowie Spdrn v1.0.2 bekannt.

www.beta-cae.gr

CONTINENTAL

Automotive News PACE Award 2014 für Fußgängerschutzsystem

Der internationale Automobilzulieferer Continental hat den Automotive News PACE (Premier Automotive Suppliers' Contribution to Excellence) Award 2014 für sein Drucksensor-basiertes Fußgängerschutzsystem (Pedestrian Protection System pressure SATellite) erhalten. Es ist bereits der Gewinn des dritten PACE Awards in den vergangenen zwei Jahren. Continental hat das System zum

Fußgängerschutz, welches bereits seit 2011 im Serieneinsatz ist, zusammen mit Daimler entwickelt. Das System soll europäische und internationale Automobilhersteller, die Fahrzeuge in Europa verkaufen, bei der Erfüllung zukünftiger Euro NCAP-Vorgaben unterstützen. Diese berücksichtigen verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung der Unfallschwere mit Fußgängern. Nachdem die USA, Japan und andere wichtige Märkte ähnliche Anforderungen stellen, hat Continental eine kostengünstige Lösung auf Basis von Drucksensoren und einem flexiblen Kunststoffschlauch, der zwischen dem Schaumkörper des Stoßfängers und seiner Trägerstruktur eingebettet wird, auf den Weg gebracht. Das Fußgängerschutzsystem wird bei einem Anprall innerhalb von zehn bis 15 Millisekunden aktiviert und die Motorhaube wird leicht angehoben. Der dadurch vergrößerte Abstand zwischen der

relativ weichen Motorhaube und dem massiven Motorblock absorbiert die Aufprallenergie und mildert die Unfall- und Verletzungsfolgen bei Fußgängern.

www.continental-corporation.com

CARHS

Automotive CAE Companion 2014/2015 erschienen

Auf 96 Seiten bietet der CAE Companion 2014/2015 Informationen zum Weiterbildungsangebot von carhs.training im CAE und verbundenen Bereichen. Insbesondere neue Seminare zur Anwendung der Simulation im Fahrzeug-Homologationsprozess, zu den modellbasierten Kopfverletzungskriterien sowie zu Stochastik und Robust-Design in der Fahrzeugentwicklung sollten reges Interesse finden. Das CAE Wissen wurde mit interessanten, neuen Beiträgen erweitert. Der CAE Companion 2014/2015 kann kostenlos bestellt werden.

www.carhs.de

CD-ADAPCO

CD-adapco integriert Star-CCM+ und Speed

CD-adapco hat Speed mit Star-CCM+ integriert. Speed ist das führende Konstruktionswerkzeug für Elektromaschinen, und Star-CCM+ ein leistungsfähiges Allroundtool, das Wärmeübertragung, Fluiddynamik und Aeroakustik modelliert, die bei vielen Elektromaschinenanwendungen eine wichtige Rolle spielen. CD-adapco hat die Programmsuite für elektrische Maschinen Speed im Juni 2011 erworben. Speed bietet ein magnetisches 2D-Design; dabei kommen sowohl analytische Gleichungen als auch Finite-Element-Methode (mittels PC-FEA, einem 2D-FE-Löser) für Elektromotoren, Generatoren und andere magnetische Aktuatoren zum Einsatz. Es kombiniert auch elektronische Antriebsmodelle mit der magnetischen Maschinenkonstruktion. Star-CCM+ nutzt die Speed-Simulationsergeb-

nisse, wandelt ihr 2D-Modell in ein 3D-Modell um und moduliert die thermische Leistung der Maschine unter den verschiedensten Umweltbedingungen. Star-CCM+ kann auch für die elektromagnetischen 2D-Berechnungen genutzt werden, da über den magnetischen 2D-FV-Löser GoFER in PC-FEA für Star-CCM+ verfügbar sein wird.

Dieser Konstruktionsprozess schafft eine vollkommen elektrische Maschinenlösung. Weitere Informationen über dieses umfassende Speed- und Star-CCM+-Paket erhalten Sie von Markus Anders unter markus.anders@cd-adapco.com.

David Breashears Highlight bei der STAR Global Conference

Das diesjährige Motto der STAR-Global Conference 2014 lautete „Simulating Systems“. Bei seiner Begrüßungsrede sagte Steve MacDonald, President von CD-adapco: „Es ist noch nicht lange her, dass wir kaum einen einzelnen Raum füllten und nur CD-adapco Mitarbeiter vorgetragen haben. In diesem Jahr dauert die Konferenz 3 Tage und beinhaltet sechs parallele Blöcke und über 130 Vorträgen aus allen Bereichen der Branche.“

Die Größe der Konferenz spiegelt das Wachstum von CD-adapco selbst wider. Nach Prognose von MacDonald wird CD-adapco bis zum Ende des Geschäftsjahrs 2014 eine Jahreseinkommen von 200 Millionen US-Dollar erwirtschaften. CD-adapco ist gleichbleibend profitabel. Die Firmenstrategie ist bislang aber die Rückführung dieser finanziellen Mittel in die Entwicklung von Softwareprodukten, insbesondere sein Vorzeige-Simulations-Tool Star-CCM+. Laut Aussage von MacDonald soll in den nächsten 12 Monaten ein Großteil dieser Entwicklungsressourcen in die Erweiterung von Star-CCM+, das bereits ein Finite-Volumen-Verfahren unterstützt, um eine Finite-Elemente-Methode fließen. „So kann CD-adapco seine Software für komplette Organisationen bereitstellen, egal wie groß, und diese können alle möglichen Simulationen mit einem einzelnen Tool durchspielen“, sagte MacDonald.

David Breashears, Bergsteiger, Abenteurer und Filmemacher, war Hauptredner bei der Konferenz. In seinem mitreißenden Vortrag sprach er über Erfolg durch Teamarbeit und die Bedeutung von Leadership, Ressourcenmanagement und Tool-Auswahl, um die größten Herausforderungen zu meistern. Die Teilnehmer erkannten, dass die Einbeziehung von Schwankungsspielraum bei der Konzipierung einer kritischen Mission von entscheidender Bedeutung ist.

Die STAR Global Conference ging einher mit der offiziellen Vorstellung von Star-CCM+ v9, die neueste und bisher beste Version des Vorzeige-Simulations-Tools von CD-adapco. Jean-Claude Ercolanelli, Senior VP Product Management, zeigte am Ende seines Vortrags die Produktentwicklungs-Roadmap von CD-adapco für das kommende Jahr. Dabei gab es eine exklusive Vorschau auf die von MacDonald zuvor erwähnte Finite-Elemente-Methode. Für die Teilnehmer gab es verschiedene Star-CCM+-Schulungen, wo man von Experten aus erster Hand Tipps und Tricks erfahren konnte, um den eigenen CAE-Prozess effektiver zu gestalten.

Freigegebene Konferenzvorträge werden schon bald auf die CD-adapco-Website bereitgestellt.

www.cd-adapco.com

CLOUD-SME

Open Call für Projektpartner des EU-Projekts CloudSME

Das EU-Projekt CloudSME ermöglicht Fertigungs- und Engineering-Unternehmen einen kostengünstigen Zugang zu High-Performance-Computing-gestützter Simulationssoftware durch die Cloud. Anwender-Unternehmen haben dabei die größtmögliche Flexibilität, da sie via Webbrowser je nach Bedarf Zugriff auf maßgeschneiderte Simulationslösungen erhalten (One-stop-shop, pay-per-use), ohne sich um Softwarelizenzen oder eine eigene HPC-fähige Infrastruktur Gedanken machen zu müssen. Für Softwareentwickler bedeutet das An-

gebot ihrer Software in der Cloud ein neues Geschäftsmodell, das es ermöglicht, ihr Produkt einem weitaus größeren Kreis potentieller Kunden zugänglich zu machen, als zuvor. Die CloudSME–Simulationsplattform (CSSP) eignet sich besonders für rechen- und/oder speicherintensive Simulationen wie auch für die Auswertung großer Datenmengen (Big Data Analysis). Der Open Call läuft von 30. April bis 25. Juni 2014 (17h00, Brussels Local Time). Informationen für interessierte Projektpartner findet man unter www.cloudsme.eu/opencall.

www.cloudsme.eu

DASSAULT SIMULIA

Neue Versionen Abaqus 6.13-AP2 und Tosca 8.0

Simulia lanciert mit der Version Abaqus 6.13-AP2 das neue Optimization Modul in Abaqus/CAE. Dieses ermöglicht Anwendern einen schnellen und einfachen Zugang zu den Funktionalitäten von Tosca Structure 8.0 – für beste Simulationsergebnisse. Tosca Structure Version 8.0 ermöglicht mit dem neuen Sizing Modul zur hocheffizienten Optimierung von Blechstrukturen, interessante Topometrie-Anwendungen. In der Berechnung wird das optimale Verhältnis zwischen Gewicht, Steifigkeit und dynamischem Verhalten von Blechstrukturen erzielt. Dies ermöglicht eine maximale Materialeinsparung und gesteigerten Komfort.

Mit Version 8.0 werden Entscheidungen über alternative Designvarianten leicht gemacht. Das Modul Tosca Structure.morph erlaubt die Erzeugung vielfältiger Designvarianten durch einfache Änderung der Geometrie auf Basis des FE-Netzes, ohne den bisher oft notwendigen Schritt zurück zum CAD.

Der schnelle und einfache Zugang zur Optimierung mit Tosca Structure wird durch das neue Optimization Modul direkt aus Abaqus/CAE möglich. Dies vereinfacht das Pre- und Postprocessing erheblich.

Höhere Qualität, verbesserte Leistung und Nachhaltigkeit in einer insgesamt kürzeren Entwicklungs-

zeit – derart optimierte Designkonzepte lassen sich durch die perfekte Verbindung von Tosca Structure und Abaqus realisieren. Die Nutzung von Tosca Structure ist ab sofort über Extended Token Lizenzierung möglich.

Tosca for Abaqus' ersetzt ATOM

Ende Februar wurde das neueste Release Abaqus 6.13-AP2 freigegeben. Dieses Release ist vor allem für Kunden interessant, die Tosca oder ATOM lizenziert haben bzw. an einer Nutzung interessiert sind.

Mit diesem Release heben wir die Unterscheidung zwischen Tosca und ATOM auf. Zukünftig wird es nur noch ‚Tosca for Abaqus‘ geben. Die Lizenzierungen für Tosca und ATOM ändern sich und ermöglichen einen erheblich leichteren Zugang zu unseren Werkzeugen zur Topologie- und Formoptimierung. So ist zukünftig für das Pre- und Postprocessing von Tosca keine separate Lizenz mehr nötig sondern es kann mit jeder verfügbaren Abaqus/CAE Lizenz betrieben werden. Das eigentliche ‚Solving‘ wird über Token gesteuert. Da diese Token z.B. auch für Rechenläufe von Abaqus oder Isight verwendet werden können, ergibt sich ein flexibler und kosteneffizienter Zugang zu Tosca.

Mit Abaqus 6.13-AP2 und der Umstellung auf die neue Lizenzierung ist gleichzeitig der Zugriff auf das neueste Tosca-Release 8.0.1 verbunden.

Bitte beachten Sie, dass die oben beschriebene Umstellung derzeit nur für ‚Tosca Structure‘ verfügbar ist und auch nur für kommerzielle Lizenzen. Die Umstellung akademischer Lizenzen sowie die Unterstützung von ‚Tosca Fluid‘ ist für später im Jahr geplant.

Wenn Sie Interesse an einer Nutzung von ‚Tosca for Abaqus‘ haben, so kontaktieren Sie bitte Ihren vertrieblischen Ansprechpartner, der Ihnen gerne die notwendigen Schritte erläutert.

www.3ds.com

DYNAMORE

DYNAMore unterstützt wissenschaftlichen Nachwuchs

Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern von Universitäten und Forschungsinstituten bietet die DYNAMore GmbH attraktive Konditionen zum Besuch ihrer Seminare an. Das Schulungsangebot reicht von Einführungskursen in LS-Dyna bis zu Spezialkursen, die von praxiserfahrenen Dozenten geleitet werden. Insgesamt werden über 60 unterschiedliche Kurse und Informationstage angeboten. Zu den „update“-Kursen sind häufig auch Programmentwickler aus Deutschland oder USA verfügbar, so dass bei dieser Gelegenheit auch direkt Weiterentwicklungswünsche von den Kunden aufgenommen werden können. Für Studierende ist der Besuch aller Kurse kostenfrei, wissenschaftliche Mitarbeiter können zu günstigen Hochschulkonditionen teilnehmen.

Dr. Nils Karajan, Leiter des Bereichs Schulung und Weiterbildung bei der DYNAMore GmbH ergänzt: „Es ist uns sehr wichtig, dass die Lehre an Hochschulen und Universitäten mit industriell erprobten Werkzeugen stattfinden kann. Aus diesem Grund bieten wir allen Hochschulen und Forschungsinstituten attraktive Konditionen sowohl für die Lizenzierung von LS-Dyna als auch für unsere Schulungen an. Dabei beschränken wir uns nicht auf die reine Programmbedienung, sondern möchten dem wissenschaftlichen Nachwuchs den praktischen Einsatz der theoretisch erlernten Simulationmethoden in der industriellen Praxis näher bringen. Für die Teilnehmer bietet dies die Gelegenheit, sich durch das „training on the job“ beruflich weiter zu qualifizieren und damit die Chancen auf einen attraktiven Arbeitsplatz im wachsenden Segment der Simulationstechnologien zu erhöhen. Die Nutzung dieses Angebots ist in den vergangenen Jahren stark angestiegen. So zählten wir z.B. in 2013 über 1200 Seminarstunden, die von Studierenden kostenfrei besucht wurden. Vielfach betreuen wir in Kooperation mit unseren Partnern aus Wissenschaft und Industrie auch

akademische Abschlussarbeiten von der Studien-, Bachelor- und Masterarbeit bis zur Promotion. Ferner unterrichten mehrere Mitarbeiter von DYNAmore die Finite Elemente Methode als Lehrbeauftragte an verschiedenen Hochschulen.“

Ulrich Franz, Geschäftsführer der DYNAmore GmbH ergänzt: „Für die Verbreitung von LS-Dyna ist es sehr wichtig, dass die Simulationssoftware in den Hochschulen bekannt ist. Deshalb bieten wir attraktive Preise für die Softwarelizenzierung an. Damit unsere Software auch effektiv eingesetzt werden kann, bieten wir die bestmögliche Unterstützung sowohl beim Support als auch bei der Ausbildung vom „Newcomer“ bis zum „LS-Dyna-Spezialisten“ an. Gerne bieten wir auch Studierenden die Möglichkeit, diese Qualifizierungsmaßnahmen zu nutzen. Bei der Durchführung unserer Schulungen spielen kurzfristige ökonomische Betrachtungen keine Rolle. Die nicht unerheblichen Personal- und Sachmittelaufwendungen sehen wir als Investition sowohl in unseren eigenen Nachwuchs als auch als potentielle Verstärkung in den Simulationsabteilungen unserer Kunden. Viele der bei uns ausgebildeten Studierenden treffen wir im Rahmen von Kundenprojekten wieder oder betreuen sie später im Kundensupport. Unsere Investition in die Ausbildung von Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern führt dadurch zu einer weiteren Verbreitung von LS-Dyna und damit auch von Simulationstechniken allgemein. Unser Handeln hat sicherlich kurzfristig zunächst negative Effekte auf Umsatz und Gewinn. Wir sind jedoch überzeugt, dass uns diese Investition langfristig Wettbewerbsvorteile auf dem hart umkämpften Markt der Simulationslösungen bietet.“

www.dynamore.de

ESI

ESI stellt das neue IC.IDO 10 vor

Die ESI Group gab mit IC.IDO 10 die Veröffentlichung der neusten Version seiner immersiven Virtual Reality Lösung bekannt, die u.a. das neue Modul IC.IDO.Illuminate zur Definition ultra-realistischer Lichtverhältnisse enthält. Virtual Reality wird heute in Fertigungsunternehmen unterschiedlicher Fachgebiete eingesetzt, um Entwicklungs Herausforderungen in Engineering, Fertigung und After-sales kollaborativ zu untersuchen und Lösungen zu erarbeiten. Das neue

IC.IDO 10 stellt in seiner immersiven Umgebung mit naturgetreuer Visualisierung und realistischem Produktverhalten die Entscheidungsfindung auf eine neue Ebene. Fertigungsunternehmen suchen nach innovativen Wegen, um ihre Produktivität zu steigern und potenzielle Entwicklungsprobleme bei großen, komplexen oder teuren Produkten zu reduzieren. Sie setzen IC.IDO ein, um in einer kollaborativen und immersiven Umgebung Konstruktionsüberprüfungen durchzuführen, Montage- und Demontagesequenzen zu evaluieren und zu optimieren, Ressourcen und Werkzeuge für Fertigung und Wartung zu verifizieren sowie Dokumentation und Training zu unterstützen.

Der Automobilhersteller Renault hat jüngst ESIs Virtual Reality Lösung eingeführt, um die Qualität und Effizienz seiner Entwurfsprozesse zu beschleunigen. Renaud Deligny, Spezialist für 3D Engineering for Product and Product Design bei Renault, fasst seine Ziele wie folgt zusammen: „Wir freuen uns über die neue Version und erwarten viel von IC.IDO 10 bezüglich der physischen Simulation von flexiblen Teilen, kinematischen Ketten, der Manipulation von Menschmodellen sowie Datenfluss und Workflow-Organisation. Unser Ziel ist es, mit Hilfe von IC.IDO 10 die Qualität und Effizienz unserer Montagevalidierung zu erhöhen und Entwicklungszeiten zu verkürzen.“ Anders als andere Virtual Reality Lösungen schließt IC.IDO die physische Simulation in Echtzeit mit ein, um das Verhalten von virtuellen Ob-

jekten wie z.B. Kabeln, Schläuchen und kinematischen Ketten realistisch wiederzugeben. Diese einzigartige Fähigkeit stellt einen deutlichen technischen Vorteil für zuverlässige Konstruktionsüberprüfungen und die Eliminierung von Entwicklungsfehlern frühzeitig im Entwurfsprozess dar.

Nutzer von IC.IDO profitieren von einer immersiven Benutzeroberfläche, über die sie intuitiv mit ihrem virtuellen Produkt interagieren können. Die neue Version bietet mit ihrer verbesserten Bedienbarkeit, Agilität und den optimierten Workflows erhebliche Verbesserungen der Benutzeroberfläche. Anwender können darüber hinaus nun Bibliotheken wiederverwendbarer Elemente erzeugen und verwalten, auf die unterschiedliche Teams problemlos zugreifen können.

IC.IDOs neues Modul IC.IDO.Illuminate bedeutet einen Durchbruch in der immersiven virtuellen Realität. Erstmals können Nutzer ihre Szenarien unter realistischen Lichtverhältnissen erleben, ohne die Interaktivität opfern oder die Anzahl verfügbarer Eigenschaften einzuschränken zu müssen. Komplexe 3D-Umgebungen können generiert, bearbeitet, aktiviert und deren visuelle Erscheinung direkt bewertet werden. Betriebsbedingungen werden realistischer dargestellt, um die Herstellbarkeit oder Bedienbarkeit eines Produktes besser bewerten zu können. So kann beispielsweise untersucht werden, ob die Lichtverhältnisse ausreichend sind für sichere und effiziente Arbeitsprozesse. Die Rendering-Leistung wird während der Laufzeit so optimiert, dass Nutzer von einer bestmöglichen Ausgewogenheit zwischen visueller Qualität und Echtzeit-Interaktion profitieren. Das Modul steigert nicht nur die Produktivität, sondern vermittelt außerdem bei Kundenpräsentationen neue und überzeugende visuelle Erfahrungen, indem der Einfluss der Lichtverhältnisse auf die Benutzbarkeit oder den Qualitätseindruck gezeigt wird.

Ein weiteres neues Modul von IC.IDO 10 ist IC.IDO.Process, welches eine effiziente, interaktive und kollaborative Planung und Validierung

von Montageprozessen erlaubt. IDO.Process bietet neuartige Wege, in IC.IDO Prozesse, die durch eindeutige Produktkonfigurationen und Vorgabe von Ressourcen definiert sind, flexibel zu generieren und zu manipulieren. Zusammen mit IC.IDOs immersiver Erfahrung erfüllt IDO.Process die Forderungen von Ingenieuren und Service-Managern nach einem agilen und robusten Umfeld für die Planung und Validierung ihrer jeweiligen Prozesse.

Heute wird IC.IDO von zahlreichen Automobilherstellern eingesetzt, dazu gehören Chrysler, Daimler, Fiat, Ford, Honda, Hyundai, JLR und Volkswagen. Zu den IC.IDO-Nutzern zählen unter anderem auch Hersteller aus der Luft- und Raumfahrt wie Airbus, Boeing und Lockheed Martin; Hersteller aus dem Maschinen- und Werkzeugbau wie AP&T, Bausch + Ströbel, Gabler, Herrenknecht, MTU oder Oerlikon Neumag; Nutzfahrzeug- und Transportmittelhersteller wie Caterpillar, John Deere und Bombardier sowie führende Energieunternehmen wie Siemens und Hitachi.

www.esi-group.com

FRAUNHOFER IFAM

Umweltfreundlicher fliegen mit verformbaren Flugzeugflügeln

Spritsparend und somit umweltfreundlich fliegen – das ist das große Ziel der Airlines. Im EU-Projekt Saristu soll der Kerosinverbrauch nun um sechs Prozent gesenkt werden, unter anderem durch eine bewegliche Landeklappen. Auf der Messe ILA Berlin Air Show vom 20. bis 25. Mai stellen die Forscher diesen und andere Prototypen vor (Halle 6, Stand 6212).

Der Andrang auf den Flughäfen ist enorm: Rund 2,2 Milliarden Menschen steigen jährlich in den Flieger, sei es für den Urlaub oder für eine Geschäftsreise. Und es werden zunehmend mehr. Doch die Vielfliegerei hat einen Haken: Die Jets pusten Schadstoffe in die Luft, die die Umwelt belasten. Airlines, Flugzeugbauer und Wissenschaftler arbeiten daher daran, den

Kerosinverbrauch der Flugzeuge zu senken und damit auch die Umwelt zu schonen. So beispielsweise im EU-Projekt Saristu, kurz für Smart Intelligent Aircraft Structures.

www.ifam.fraunhofer.de

GRANTA DESIGN

Automobil-Konsortium zum Thema Werkstoffinformationen

Auf dem SAE World Congress in Detroit, MI, hat Granta Design die Gründung des Automotive Material Intelligence Consortium (AutoMatIC) bekannt gegeben. Diese neue Industriekooperation wird Hersteller und Zulieferer aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugbereich zusammenbringen und dabei helfen, die optimalen Prozesse für den Umgang mit Werkstoffdaten zu entwickeln. Das Konsortium wird seine Mitglieder bei ihren Zielen unterstützen, die Entwicklungsproduktivität zu erhöhen, Kosten zu senken, Produkteigenschaften zu verbessern, Risiken im Zusammenhang mit Materialbeschaffung und gesetzlichen Vorgaben bei verbotenen Substanzen zu senken und die Rentabilität der Investitionen in Simulation und PLM zu maximieren. Das neue Konsortium AutoMatIC orientiert sich an zwei bestehenden Projekten, die bei der industriellen Anwendung von Werkstoffinformationstechnologie bereits Pionierarbeit geleistet haben: das Material Data Management Consortium (MDMC) und das Environmental Materials Information Technology (EMIT) Consortium.

Aufgrund immer kürzerer Entwicklungszyklen, der reduzierten Anzahl physikalischer Prototypen und steigender Herausforderungen bei größeren Konstruktionsänderungen hat die Automobilindustrie die strategische Bedeutung präziser und kontrollierter Informationen zu Werkstoffen erkannt. Diese Informationen sind in der virtuellen Produktentwicklung, bei der Materialsubstitution, der Qualifikation der Lieferketten, der Zertifizierung und beim Risikomanagement von essenzieller Wichtigkeit. Die Unternehmen im Automobilbereich müssen außerdem

mit den schnellen Entwicklungen bei neuen Werkstoffen Schritt halten und Innovationen, z.B. bei hochfesten Stählen und Verbundwerkstoffen, zügig verstehen und umsetzen können. Gute Materialdaten und effektive Werkstoffentscheidungen sind gerade hinsichtlich globaler Fertigung, Leichtbau und Emissionsreduzierung von grundlegender Bedeutung bei der Optimierung von Produktdesigns.

Für die Verwaltung und praktische Anwendung von Materialinformationen existiert bei Granta bereits eine umfangreiche Technologiebasis. Das AutoMatIC Projekt wird diese Technologie für automobiler Anwendungen anpassen und erweitern. Den Mitgliedern des Konsortiums werden die Entwicklungen Wettbewerbsvorteile verschaffen und sie werden es ihnen ermöglichen, diese Werkzeuge in ihren Unternehmen schnell und effizient einzuführen und anzuwenden. Außerdem werden sie vom Austausch der Erfahrungen und der Zusammenarbeit mit den anderen Mitgliedern im Rahmen der regelmäßigen Treffen des Konsortiums profitieren.

Die erste dreijährige Phase des Konsortiums beginnt im Juni dieses Jahres. Die Gründungsmitglieder – erwartet werden führende OEMs und Zulieferer aus den USA und Europa – werden noch vor dem ersten Treffen im Laufe der nächsten Monate bekannt gegeben. Das Projekt steht allen, an der Anwendung von Materialinformationstechnologie interessierten Unternehmen aus den betreffenden Industrien offen. Weitere Informationen und die Möglichkeit zur Kontaktaufnahme finden Sie auf der Webseite unter www.grantadesign.com/automatic/.

Es wird erwartet, dass sich das Konsortium ähnlich wie das MDMC und das EMIT Konsortium entwickelt. Das MDMC wurde 2002 gegründet und umfasst heute über 20 aktive, führende Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrt, der Verteidigungsindustrie und dem Energiesektor (z.B. Boeing, NASA, GE, Rolls-Royce). Das Konsortium hat bei der Entwicklung der Werkzeuge für Werkstoffinformations-Management Pionierarbeit geleistet und wird den

strengen Anforderungen der Unternehmen in dieser Branche gerecht. Das EMIT Konsortium wurde 2008 gegründet und umfasst rund ein Dutzend Mitglieder (z.B. Airbus Helicopters, Emerson Electric, Honeywell) aus unterschiedlichen Fertigungsbereichen. Es entwickelt Werkzeuge zur Bewertung der Materialportfolios und Produktdesigns der Unternehmen hinsichtlich Umwelteinflüssen und dem Risiko bei der Verwendung verbotener Substanzen.

Zur Unterstützung der Arbeit des Konsortiums wird Granta den Mitgliedern erforderliche Technologien, Daten und Projektergebnisse zur Verfügung stellen, darunter Software zur Verwaltung unternehmensinterner Materialdaten, innovative Werkzeuge zur Integration von Werkstoffdaten in CAD, PLM und Simulation und führende Referenzdatenquellen automobilier Stähle, Leichtmetalllegierungen, Polymere sowie Verbundwerkstoffe. Darüber hinaus stellt Granta den Konsortiums-Mitgliedern die Ergebnisse aus anderen Kooperationen, wie Stahl- und Verbundmaterialmodelle für die Crashberechnung und Berichterstellung im Zusammenhang mit verbotenen Substanzen, bereit. „Das AutoMatIC Projekt baut auf einer soliden Technologie für Materialinformations-Management für automobile Unternehmen auf“, sagt Dr. Patrick Coulter, Chief Operating Officer bei Granta Design. „Dabei wird das bereits bewährte Konsortium-Modell eingesetzt, das bereits enge Industriekooperationen ermöglicht hat, um Software und Informationsquellen zu entwickeln, die konkrete Auswirkungen auf Werkstoffauslegung, Simulation, Produktdesign und Entwicklung haben.“

Neue Version CES EduPack 2014

Granta Design hat die Software CES EduPack 2014, eine neue Version der interdisziplinären Materialdatenquelle für die Lehre, veröffentlicht. CES EduPack 2014 wurde zum ersten Mal am 19. März, im Rahmen des 5. Nordamerikanischen Materials Education Symposium an der Universität von Illinois in Urbana-Champaign als CES EduPack Short

Courses, eingesetzt. Das 2014er Release legt die Schwerpunkte auf die Bereiche Materialien, Design, Projektarbeit und leistungsstarke Werkstoff-Softwarewerkzeuge und umfasst außerdem eine Reihe von Lehrbüchern, Vorträgen, Projekten und Beispielen. Das Release wurde für die unterschiedlichen Bedürfnisse von Studenten während des Bachelor Studiums sowie für die postgraduierte Lehre ausgelegt.

www.grantadesign.com

HBM NCODE

nCode ergänzt Software-Suite mit Premium-Materialdatenbank

nCode gab die Markteinführung einer Premium-Materialdatenbank zur Anwendung in nCode 10 bekannt. Die Premium-Materialdatenbank, die nun für nCode 10 zur Verfügung steht, bietet eine neue, bislang unerreichte Zusammenstellung von Ermüdungseigenschaften für allgemein verwendete Stähle und Aluminiumlegierungen. Alle Daten der Datenbank sind aus Versuchen abgeleitet, die auf dem von HBM-nCode betriebenen und nach ISO 9001 zertifizierten Prüflabor „Advanced Materials Characterization & Test Facility“ (AMCT-Prüflabor) durchgeführt wurden.

Es kann technisch eine hohe Herausforderung sein, einen Ermüdungsbruch zu simulieren, gänzlich unmöglich aber sind präzise Berechnungen der Ermüdungslebensdauer ohne spezifische und zuverlässige Werkstoffdaten. Branchenübliche Verfahren zur Betriebsfestigkeitsvorhersage basieren auf einer empirischen Ableitung aus Laborprüfungen bei einer Reihe unterschiedlicher Laststufen. Im Internet verfügbare oder käuflich erhältliche Materialdatenbanken geben Auskunft über grundlegende mechanisch-statische Materialeigenschaften, enthalten in der Regel aber kaum Ermüdungseigenschaften. Diese eingeschränkte Datengrundlage führte bislang oft dazu, dass Unternehmen eigene Werkstoffprüfungen beauftragen, um Daten aus den Betriebsfestigkeitskurven individueller Prüfungen

abzuleiten. Die neue Premium-Materialdatenbank von nCode bietet Ingenieuren, Technikern und Fachleuten zuverlässige Ermüdungsparameter höchster Qualität und hilft, kostenintensive Materialprüfungen zu vermeiden.

Die erste Ausgabe der Premium-Materialdatenbank für nCode 10 verzeichnet 72 Werkstoffe und steht Kunden exklusiv über eine Lizenz für nCode CDS (Complete Durability System) zur Verfügung. nCode plant, der Datenbank jährlich 20 bis 30 Werkstoffe neu hinzuzufügen – die Kunden erhalten automatisch Benachrichtigungen, wenn neue Werkstoffdaten eingestellt werden. Zur Unterstützung bei der Auswahl der gewünschten Werkstoffe erfolgt ihre Identifikation in der Datenbank wo immer möglich gemäß internationaler Standards (ISO, DIN, WNR, UNS, usw.). Um die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Überlebensprozentwerte besser bewerten zu können, werden auch statistische Schätzungen der Streuung bereitgestellt.

„Besonders froh sind wir darüber, dass wir mit unseren Werkstoffprüfmöglichkeiten technisch auf dem neuesten Stand sind und sie zur Erstellung der Premium-Materialdatenbank nutzen können“, sagt Steve Tudberry, Vice President, HBM-nCode. „Das AMCT-Prüflabor von nCode bietet Ermüdungsdaten und Validierungen aus der tatsächlichen Anwendung, also Daten, die unabdingbar für fortschrittliche Lösungsansätze in Bezug auf thermomechanische Ermüdung, Schweißstellen, Klebverbindungen und Verbundstoffe sind. Diese enge Verzahnung innovativer Computersimulationsverfahren mit Werkstoffbeschreibungen und Validierungen aus physikalischen Prüfungen ist von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung unserer weltweit führenden Analysesoftware“, führt er weiter aus. In dem AMCT-Prüflabor wird jedes Jahr auch eine Reihe spezieller Prüfprojekte für externe Kunden durchgeführt, z. B. Motorsport-Teams, Hersteller von Flugzeugkomponenten und Automobil-Zulieferer. Die gesamte Prüfeinrichtung ist gemäß dem Standard

des „United Kingdom Accreditation Service“ (UKAS) durch akkreditierte Stellen kalibriert.

www.ncode.com

HOCHSCHULE TUTTLINGEN

Studiengang

„Mechatronische Systeme“

Im Oktober 2014 startet die Fakultät Industrial Technologies mit ihrem ersten Masterstudiengang. Mit „Mechatronische Systeme“ baut der Hochschulcampus Tuttlingen somit sein Studienangebot im MINT-Bereich aus. 2009 nahm der dritte Standort der Hochschule Furtwangen seinen Betrieb in Tuttlingen auf. Die Fakultät Industrial Technologies bildet hier Ingenieure in Medizintechnik, Mechatronik, Fertigungstechnik, Werkstofftechnik sowie Virtual Engineering aus. Zudem bietet die International Business School Tuttlingen am Campus den berufsbegleitenden Masterstudiengang Medical Devices & Healthcare Management an. Neben fünf Bachelor- sind somit insgesamt zwei Masterprogramme im Angebot.

Elektronische Komponenten sind inzwischen in alle Produkte des Maschinenbaus integriert. Mechatronik-Experten sind am Industriestandort Deutschland deshalb gefragt. Der Master „Mechatronische Systeme“ vermittelt notwendige Methoden- und Fachkompetenzen auf diesem Feld. Er vertieft die technischen Kerndisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik. Management und Ingenieurmathematik runden die Ausbildung ab. „Mechatronische Systeme“ bereitet Studierende für eine Karriere in der Forschung und Entwicklung oder für die Übernahme von Führungsaufgaben vor. „Die Medizintechnik-, Maschinenbau- und Elektrotechnikbranche setzt mittlerweile mehr und mehr auf Ingenieure mit einem Masterabschluss, wenn es um die Forschung und Entwicklung geht“, erklärt Studiendekan Professor Dr. Andreas Gollwitzer. Zudem bietet der Abschluss die Möglichkeit zur Promotion.

www.hfu-campus-tuttlingen.de

INSTAL

Instal-News12 erschienen

Die Ausgabe 6/2014 des Instal Newsletters ist vor kurzem erschienen.

www.instal-online.de

MICRSOSOFT INNOVATION CENTER RAPPERSWIL

Big Compute on Windows Azure

Cloud Computing wird den Bereich des technischen und wissenschaftlichen Rechnens revolutionieren. In naher Zukunft wird jeder Programmierer und Wissenschaftler davon ausgehen können, dass praktisch unbegrenzte Rechenleistung zur Verfügung steht, da die erforderlichen Rechenkerne einfach in der Cloud zugeschaltet werden.

Das Microsoft Innovation Center for Technical Computing an der HSR in Rapperswil möchte diese Cloud-Revolution mitgestalten. Zusammen mit Microsoft sind wir dabei, Software für die Zukunft des parallelen Rechnens in der Cloud zu entwickeln, denn ohne neue Software geht es nicht! Um das Potential der Cloud effizient nutzen zu können, muss die Software entsprechend angepasst werden, oder man entwickelt sie neu, wie wir es schon in spannenden Forschungsprojekten tun.

Kürzlich wurde der Windows-Cluster an der HSR mit dem Microsoft HPC Pack 2012 ausgestattet. Damit lassen sich einfach virtuelle Compute Nodes über Windows Azure reservieren und der Cluster, welcher auch externen Kunden für hands-on Testing zur Verfügung steht, kann beliebig skaliert werden. Bitte melden Sie sich (e-mail), wenn Sie auf diese Art mit Windows Azure Erfahrungen sammeln wollen.

Darüber hinaus wird auch eine Software entwickelt, um parallele Jobs einfach direkt in die Cloud zu schicken. Unter dem Motto „Mein PC ist auch ein Supercomputer“ wollen wir die Nutzung von Azure für High-Performance Computing (HPC) transparent und einfach machen. Diese Software werden wir zunächst für verschiedene Projekte im Bereich

Computational Physics einsetzen. Auch an anderen Orten laufen Bestrebungen, rechenintensive Anwendungen in die Cloud zu bringen. Das UberCloud-Experiment (<http://www.theubercloud.com>) ist bestrebt, Anbieter von HPC in the Cloud mit potentiellen Kunden zusammenzuführen. Cloud Computing kann jetzt schon eine interessante Alternative zu einer teuren Investition in Hardware sein.

www.msic.ch

MSC SOFTWARE

MSC unterstützt Entwicklung weltweit größter Gezeitenturbine

MSC Software gab bekannt, dass das auf den Orkney Inseln beheimatete Unternehmen Scotrenewables Tidal Power Ltd (SRTP) MSC Nastran und Patran inklusive Laminate Modeler verwendet, um das Rotorblatt der weltweit größten Gezeitenturbine zu entwerfen und zu bewerten.

Gegründet 2002, hat sich SRTP zum Ziel gesetzt, kostengünstige erneuerbare Energie bereitzustellen. Dafür hat das junge Unternehmen eine schwimmende Gezeitenströmungsturbine entwickelt. Die neueste Innovation - der SR250 Converter - ist ein preisgekrönter patentierter hydrokinetischer Energiewandler. Er kann Energie aus Gezeiten- und Flussströmungen umwandeln und setzt in Nähe der Oberfläche an, wo die Strömung am stärksten ist.

Der nächste Schritt in die Zukunft ist die Gestaltung und Entwicklung einer größeren Turbine, die noch besser für Gezeitenstrom geeignet ist. Die nächste Generation Turbine - die SR2000 - wird eine Nennleistung von 2 MW bei 3m / s erreichen und ist damit einer der stärksten Gezeitenturbinen in der Welt. MSC Software wird bei Entwurf und Berechnung der Struktur der Rotorblätter der Gezeitenturbine zum Einsatz kommen. Diese Rotorblätter sind bisher die weltweit größten ihrer Art und sollen für eine Lebensdauer von zwanzig Jahren ausgelegt werden. SRTP nutzt die Lösungen von MSC, um die Blattstruktur zu modellieren und das Design zu optimieren. Dabei

kommen der Finite Elemente (FE)-Solver MSC Nastran und der Pre-/Postprozessor Patran mit dem Modul Laminate Modeler zum Einsatz.

Volkswagen AG hat sich für Adams/Machinery entschieden

MSC Software gab bekannt, dass sich die Volkswagen AG für Adams/Machinery entschieden hat. Mit der Simulationslösung Adams/Machinery können mechanische Komponenten und Systeme mit wenig Aufwand in einer modernen Computer Aided Engineering (CAE)-Umgebung entwickelt werden. Die Volkswagen AG möchte die Software nutzen, um Aussagen über das dynamische Verhalten ihrer Systeme zu treffen. Adams/Machinery ist ein maßgeschneidertes und vollständig in die Umgebung von Adams integriertes Softwarepaket zur Modellierung mechanischer Bauteile. Die Software enthält Module für häufig genutzte Komponenten wie Ketten, Getriebe, Riemen, Lager, Seile oder Elektromotoren. Die Module enthalten nützliche Informationen über die Komponenten, ihre Verbindungen und Optionen. Assistenten helfen Anwendern beim Navigieren durch das Modell-Setup und bieten die Möglichkeit, Optionen schnell zu bearbeiten, zu modifizieren oder zu ändern. Zudem sind zeitraubende Aktivitäten wie beispielsweise Geometrieerstellung und die Einrichtung von Subsystemverbindungen automatisiert.

Bereits zu Beginn der Auslegungsphase können mit Adams/Machinery präzise Aussagen über das Leistungsvermögen von Designs getroffen werden. Der erforderliche Zeitaufwand für die Modellierung von Maschinenteilen und Systemen wird durch die integrierten Assistenten und die Automatisierung unterschiedlichster Elementtypen und Bauteilverknüpfungen erheblich reduziert.

Adams/Machinery basiert auf der Software Adams und löst die system- oder bauteilspezifischen Problemstellungen mit Hilfe der Mehrkörperdynamik. In der Mehrkörperdynamik werden Bewegungsvorgänge von Bauteilen und die daraus resultierenden dynamischen Größen un-

tersucht. Adams - kurz für Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems - ist die weltweit am häufigsten eingesetzte Software für die Simulation mechanischer Systeme. Mehr Informationen über Adams/Machinery unter www.mscsoftware.com/de/product/adamsmachinery.

Widerrechtliche Verwendung von Geschäftsgeheimnissen von MSC Adams durch Altair Engineering festgestellt

MSC Software Corporation hat bekannt gegeben, dass eine Jury beim United States District Court for the Eastern District of Michigan festgestellt hat, dass Altair Engineering in ihrem Produkt MotionSolve vorsätzlich und arglistig Geschäftsgeheimnisse von MSC Software verwendet hat. Die Jury hat MSC Software \$ 26,1 Mio. zugesprochen wegen widerrechtlicher Verwendung von Geschäftsgeheimnissen und Verstoß gegen Vertraulichkeitsvereinbarungen durch Altair und zwei ehemalige Mitarbeiter von MSC, die derzeit in Führungspositionen bei Altair tätig sind. Ferner hat die Jury festgestellt, dass zwei ehemalige Mitarbeiter von MSC Software gegen Abwerbebeschränkungen, die in ihren Verträgen mit MSC enthalten waren, verstoßen haben und dass Altair die für diese Personen geltenden MSC Abwerbebeschränkungen verletzt hat. Die Jury hat MSC hierfür weitere \$ 425.000 zugesprochen.

„Die Jury hat gesprochen“, erklärte Dominic Gallelo, President & CEO von MSC Software. „Wir begrüßen einen intensiven Wettbewerb im Markt. Jedes Unternehmen hat ein Recht auf Innovation, jedoch sollte es keinem Unternehmen gestattet sein, das geistige Eigentum eines Wettbewerbers widerrechtlich zu verwenden. Wir werden weiterhin in erheblichem Umfang in die Adams Technologie investieren, im Dienste unserer Kunden und um unsere führende Marktposition zu erhalten.“

www.mscsoftware.com

SCHNEIDER DIGITAL

Revolutionärer Meilenstein im 3D-Stereo-Powerwall-Markt

Mit der großen Erfahrung aus über 15 Jahren professioneller 3D-High-End-Lösungen ist das erste eigene Projekt ein Meilenstein für großformatige Visualisierungslösungen. Bisher haben Hochleistungsprojektionssysteme in mehrfacher Hinsicht hohe Anforderungen an die Umgebung und der Anwender gestellt. Diese Komplexität in ein Plug & Play-„Easy-to-Use“-System umzusetzen, stellte das Entwicklungsziel von Schneider Digital dar. Die Entscheidung für eine VR-Wall war bisher meist langwierig. Das lag nicht nur am hohen Preis, sondern vor allem an der Komplexität der Installation. Der große Raumbedarf bedingte häufig Umbauten am Gebäude, Klimaanlagekonzeptionen und das Warten auf Baugenehmigungen. Auch im Betrieb ging es nicht ohne In-House-Spezialisten und hohe Folgekosten bei Wartung und Service. Von einem langen Lifecycle und einem damit einhergehenden Investitionsschutz ganz zu schweigen. Die Schneider-Lösung sticht hier in allen Bereichen mit erheblichen Vorteilen hervor.

www.schneider-digital.com

SIEMENS PLM SOFTWARE

NX jetzt auch in Private-Cloud-Umgebung verfügbar

NX, die integrierte Software-Lösung für 3D-Computer Aided Design, Manufacturing und Engineering (CAD/CAM/CAE) von Siemens, ist ab sofort auch in kosteneffizienten Private-Cloud-Umgebungen verfügbar. Siemens arbeitete eng mit Nvidia zusammen, um den Einsatz von NX in der Private Cloud über die Virtual-Desktop-Infrastruktur (VDI) und Nvidia GRID vGPU (Virtual Graphics Processing Unit) zu zertifizieren. Diese Technologie ermöglicht es Unternehmen, auf zentrale Server auch Remote zuzugreifen und Software auf einem virtuellen Desktop zu hosten. Durch die VDI-Zertifizierung entfällt die Installation

von NX auf einem lokalen Client. Das senkt die Kosten für den IT-Support und erhöht die Flexibilität für NX Kunden bei der Auswahl der Plattform. So konnten Siemens und Nvidia ihren gemeinsamen Kunden Turkish Aerospace Industries, Inc. (TAI) dabei unterstützen, NX erfolgreich in einer Privat-Cloud-Umgebung einzusetzen.

„Durch den Einsatz von NX in unserer Private Cloud und die Verwendung der Nvidia-Graphics-Umgebung optimieren wir Ressourcen und vermeiden zusätzliche Belastungen für die IT“, so Serdar Kaya, IT System Engineer, TAI. „Die Virtual-Desktop-Infrastruktur und die dynamische Bereitstellung der Grafikleistung sind ein wichtiger Bestandteil unserer Vision: die Migration von ca. 400 Konstrukteuren und Ingenieuren, die mit NX arbeiten, auf virtualisierte Desktops und Anwendungen. Wir expandieren kontinuierlich - unsere Ingenieure benötigen daher von Projekt zu Projekt einen unterschiedlichen Umfang an Grafikleistung. Es wäre zu teuer und unüberschaubar, je nach Bedarf einfach mehr Arbeitsplätze und Grafikkarten bereitzustellen. Durch die Implementierung von NX in der Private Cloud vermeiden wir diese Kosten, vereinfachen die Verwaltung und erhöhen gleichzeitig die Nutzerdichte.“

VDI-Lösungen unterstützen Serverbasierte 3D-Grafiken sowie den Fernzugriff auf Anwendungen. Anbieter wie Nvidia, globaler Marktführer für Visual Computing, stellen Serverbasierte Grafikkarten bereit. Darüber hinaus haben die großen Computer-OEMs Server entwickelt, die diese Grafikkarten unterstützen. So können Anwendungen wie NX im Unternehmensrechenzentrum betrieben und Remote auf PCs mit niedrigerer Leistung sowie Tablets und anderen mobilen Endgeräten ausgeführt werden. Die Rechen- und Grafikleistung bleibt im eigenen Rechenzentrum. Kunden profitieren so von erhöhter Sicherheit, einer einfachen Verwaltung kleinerer Standorte und einem schnellen Zugriff auf Daten, die sich auf dem Server oder lokalen Speichersystemen befinden. „Siemens freut sich sehr über die



‚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!

Zusammenarbeit mit Nvidia. Durch diese Kooperation können wir Unternehmen wie Turkish Aerospace Industries dabei unterstützen, die Vorteile von NX und der neuen VDI-Einsatzfähigkeit voll auszuschöpfen“, so Jim Rusk, Senior Vice President, Product Engineering Software, Siemens PLM Software. „Es sind besonders zwei wichtige wirtschaftliche Vorteile, die sich aus der Bereitstellung von NX in der Private Cloud mittels VDI ergeben: Kostenreduzierung und Flexibilität. Der VDI-Ansatz ist die Antwort auf die wachsenden Anforderungen in der Industrie, Kosten zu senken und gleichzeitig die Innovationsfähigkeit zu erhöhen. Diese neue Plattform wird dazu beitragen, Entwicklungsingenieuren einen zuverlässigen Zugriff auf NX Technologie zu gewähren. So können sie fundierte Entscheidungen treffen, die zu besseren Produkten führen.“

„Siemens macht grafikintensive Konstruktionsanwendungen mobil - durch die Zertifizierung der NX Software auf unsere Nvidia-GRID-Technologie für virtuelle Desktop- und Anwendungsinfrastruktur“, so Justin Boitano, General Manager für das Nvidia GRID Business. „Die Anwendungen werden durch die Nvidia GRID virtual GPU-Technologie unterstützt. So bietet Siemens Kunden auf jedem Endgerät das gleiche visuelle 3D-Erlebnis, das bisher nur an lokalen Computerarbeitsplätzen möglich war.“

Toyota weitet den Einsatz von Siemens PLM-Software aus

Die Toyota Motor Corporation setzt ihr System zur Verwaltung von Fahrzeugsicherheits-Informationen verstärkt ein. Es basiert auf der Teamcenter-Software von Siemens. Die Software ist bei Toyota seit Januar 2013 im Rahmen einer umfangreichen Initiative zur Produktion sicherer Fahrzeuge für seine Kunden in Gebrauch. Teamcenter wurde aufgrund der nachweislich erfolgreichen Technologie sowie seiner weltweiten Nutzung in der Fertigungsindustrie ausgewählt. Die Marktanforderungen hinsichtlich der Sicherheit von Fahrzeugen steigen stetig. 2011 veröffentlichte die Internationale

Organisation für Normung (ISO) die funktionale Sicherheitsnorm ISO 26262. Sie definiert die Sicherheit für die Ausrüstung von Fahrzeugen, wie sie im Lebenszyklus aller elektronischen und elektrischen Systeme der Automobilbranche zu erfüllen ist. Um die Einhaltung mit ISO 26262 zu gewährleisten, entschied sich Toyota für ein neues, PLM-basiertes Informationssicherheitssystem, das Prozesse über verschiedene Unternehmensbereiche hinweg standardisiert. In einem Auswahlverfahren entschied sich Toyota unter verschiedenen PLM Software-Systemen für Teamcenter von Siemens. Wichtige Faktoren für diese Entscheidung sind die breite Präsenz der Lösung in der Fertigungsindustrie sowie die offene Architektur. Die Einführung von Teamcenter ermöglicht eine vertiefte Zusammenarbeit verschiedener Bereiche und eine verbesserte Rückverfolgbarkeit. Dadurch können die funktionalen Sicherheitsstandards leichter erfüllt werden. „Wir sind stolz darauf, das Vertrauen von Toyota in einer derartig wichtigen globalen Initiative gewonnen zu haben“, sagt Chuck Grindstaff, CEO der Siemens PLM Software. „Bei Siemens als führendem Hersteller von PLM-Software für die Automobilindustrie steht der Erfolg seiner Kunden im Mittelpunkt. Wir sind sicher, dass die Software auch weiterhin die richtigen Informationen am richtigen Platz und zur richtigen Zeit bereitstellt. So kann Toyota auch in Zukunft intelligente Entscheidungen in der Fahrzeugentwicklung treffen“.

www.siemens.com/plm

SIMUFACT

Simufact wächst und zieht um

Simufact Engineering bezieht an seinem Hauptsitz im Hamburger hit-Technopark größere Büroräume. Ab Ende April werden die Angestellten im neu errichteten Bürogebäude im Tempowerkring 19 auf 880 Quadratmetern, verteilt über zwei Etagen, großzügigere und modern ausgestattete Räume nutzen.

www.simufact.de

TECOSIM

Tecosim entwickelt Simulationsprozess zur Akustikbewertung

Die Akustik im Fahrzeuginnenraum hat sich in den vergangenen Jahren stetig verbessert: Insassen werden immer weniger durch Motorlärm, Fahrtwind oder rollende Reifen belastet. Doch während das Dröhnen und Pfeifen an der einen Stelle reduziert wurde, rücken andere Geräusche umso stärker ins Bewusstsein. Dazu gehört das Schwappen des Tankinhalts. Schon bei einem konventionellem Fahrzeug hört man gelegentlich beim Anfahren oder Halten das Benzin gegen die Wand des Tanks schlagen. Dies nehmen Passagiere von Fahrzeugen mit Start-Stopp-Funktion oder Hybridantrieb durch die wegfallenden Motorengeräusche wesentlich deutlicher wahr. Tecosim hat sich intensiv mit dieser Thematik auseinander gesetzt und im Rahmen eines ZIM-Forschungsprojekts (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) einen Ansatz zur Optimierung von Tankstrukturen und eingebauten Hindernissen entwickelt.

Ausgangspunkt für das Tecosim Projektteam war die Analyse der akustischen Eigenschaften einer beispielhaften Tankgeometrie. Dabei untersuchten die Spezialisten verschiedene Parameter, darunter die Wirkung von eingebauten oder fehlenden Hindernissen, so genannten Schwallblechen. Diese sollen im Tank die Bewegungsenergie des Kraftstoffs minimieren. Außerdem analysierten sie den Einfluss von Diesel und Benzin mit unterschiedlicher Dichte und Viskosität auf das strömungsmechanische Verhalten und simulierten das Tankschwappen mit drei verschiedenen Tank-Füllständen (100, 80 und 50 Prozent). Um den Umfang des Forschungsprojekts überschaubar zu halten, wurde als Szenario ein moderates Fahrverhalten mit genau definierter Fahrzeuggeschwindigkeit, Stärke der Bremsverzögerung und die Länge der Messzeit nach dem Anhalten festgelegt.

Zu Beginn des Projekts konzentrierten sich die Ingenieure auf die Strömungssimulation (CFD). Sie

stellten jedoch bald fest, dass diese für eine akustische Bewertung nicht ausreichte: Es konnte zwar aufgezeigt werden, welche Varianten der Schwallbleche wirkungsvoll das Schwappen reduzieren. Das allein ließ jedoch keine Aussage über das akustische Verhalten des Tanks zu. Denn gleichzeitig wurde klar, dass ein starkes Schwappen nicht zwangsläufig mit einer hohen Geräuschentwicklung einhergeht. Dagegen schien die Struktur der Tankwand selbst einen größeren Einfluss auf die Geräuschbildung zu haben als zunächst angenommen. Das Team erweiterte daraufhin den Simulationsprozess:

- Zunächst wurde die oben erwähnte, zeitabhängige Strömungssimulation (CFD) durchgeführt. Hierbei wurden die lokale Oberflächendruckverteilung und die Fluidströmung im Tank analysiert sowie Druck und Druckgradienten an den Tankwänden berechnet. Die Ergebnisse zeigten die Geschwindigkeits-, Druck- und Fluidverteilung im Tank. Die Daten wurden via Fast Fourier Transformation für die anschließende FEM-Berechnung aufbereitet.

- Es folgte eine frequenzabhängige FEM-Berechnung: Hier analysierten die Ingenieure die Deformationen der Tankoberfläche, die sich aufgrund der Fluid-Druckschwankungen ergeben.

- Im letzten Schritt erfolgte eine frequenzabhängige Akustik-Analyse des Luftschalls (Sound Pressure Level SPL). Diese wurde an ausgewählten Punkten in einem vorgegebenen Abstand vom Tank durchgeführt.

Der Wechsel von einer Simulation im Zeitbereich zu einer Simulation im Frequenzbereich hat mehrere Vorteile: Letztere kann für jede Frequenz entkoppelt stattfinden. Somit ist grundsätzlich eine Auswahl bestimmter Frequenzbereichen im hörbaren Bereich oder einzelner Eigenfrequenzen möglich. Zudem ist der Simulationsaufwand im Frequenzbereich im Vergleich zu Untersuchungen im Zeitbereich geringer. Die einzelnen Schritte des erweiterten Simulationsprozess zeigten wichtige Zusammenhänge auf, die jeweiligen Ergebnisse flossen in

den nächsten Schritt ein: Die CFD-Simulation gab Aufschluss über die auftretenden Kräfte der Strömung, die anschließende Struktursimulation zeigte im FE-Modell die Deformation der Tankoberfläche aufgrund der Drücke. Auf dieser Basis ließen sich mit der Akustik-Berechnung der abgestrahlte Luftschall und damit das wahrnehmbare Geräusch bestimmen. Anhand der Ergebnisse konnten die Tecosim Spezialisten bei dem Beispiel-Tank ein Hindernis mit optimierter Geometrie einsetzen. Mit dem Einbau des Schwallblechs wurden die auftretenden Strömungskräfte und damit das Tankschwappen bei allen drei untersuchten Füllständen deutlich reduziert. Dies wirkte sich nachweisbar positiv auf die Akustik aus.

Mit der Erweiterung des Simulationsprozesses hat das Team von Tecosim eine Methodik entwickelt, genaue Aussagen über das akustische Verhalten eines Tanks zu treffen. Das entwickelte Verfahren lässt sich auf reale Tankgeometrien übertragen. Dabei können die Ingenieure nicht nur die Geräuschbildung reduzieren, sondern auch die Anzahl und die exakte Montageposition der Schwallbleche optimieren, da der Einbau dieser Hindernisse sehr kostenintensiv ist. Für OEMs sowie Hersteller von Kunststofftanks bietet diese Methodik einen deutlichen Vorteil im frühen Produktentwicklungsstadium, den Fahrzeuginsassen bringt die Reduzierung der Geräuschentwicklung mehr Komfort.

www.tecosim.com

TRANSVALOR

Forge NxT 1.0 – Schmiedesimulation neu definiert

Mit Forge NxT 1.0 steht den Kunden von Transvalor S.A. im Mai 2014 eine neue Simulationssoftware zur Verfügung. Damit baut die französische Transvalor S.A. ihre führende Position als Anbieter von Simulations- und Modellierungstechnik im Bereich der Materialumformung weiter aus. Forge NxT 1.0 bietet zahlreiche neue Funktionalitäten,

die zu einer Steigerung der Produktivität und Effizienz in der Konstruktion und Produktion führen. Mit ihren realistischen kinematischen Fähigkeiten, der Möglichkeit, die Gefügeentwicklung für den gesamten Produktionsprozess zu simulieren, und einer grundlegend neu gestalteten Benutzeroberfläche bietet die Forge NxT 1.0-Software eine bedienerfreundliche Arbeitsumgebung für eine neue Qualität von Schmiedesimulationen.

www.transvalor.com

Die hier veröffentlichten Texte wurden nicht redaktionell redigiert sondern weitestgehend unverändert von den jeweiligen Firmen übernommen.

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

NAFEMS e-Learning Kurs: Elements of Turbulence Modeling	04.06.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
NAFEMS e-Learning Kurs: Fatigue & Fracture	12.06.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
Internationale Supercomputing Konferenz	23.-25.06.	Leipzig, D	www.isc-events.com/isc14	ISC Events
Altair Technology Conference (ATC)	24.-26. 06.	München , D	www.altairtc.com/europe	Altair Engineering
Vehicle Dynamic Conference	24.-26. 06.	Suttgart, D	www.vehicledynamicsconference.com	Messe Stuttgart
ISNVH - The European Automotive Noise Conference	02.-04.07.	Graz, A	www.isnvh.com	Virtual Vehicle
NAFEMS e-Learning Kurs: Practical Modelling of Joints and Connections	01.07.	Internet	www.nafems.org/e-learning	NAFEMS
NAFEMS Trainingskurs: Einführung in FEM	01.-03.09.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS
Ircobi – International Research Council on Biomechanics of Injury	10.-12.09.	Berlin, D	www.ircobi.org	Ircobi
Deutsche Simulia-Konferenz	25.-26.09.	Dresden, D	www.3ds.com	Simulia
NAFEMS Trainingskurs: Simulation und Analyse von Composites	06.-08.10.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS
LS-Dyna Forum	06.-08.10.	Bamberg, D	www.dynamore.de	DYNAMore
Simpack Users Meeting	08.-09.10.	Augsburg, D	www.simpack.com	Simpack
NAFEMS European Conference: Multiphysics Simulation	21.-22.10.	Manchester, UK	www.nafems.org/mp2014	NAFEMS
NAFEMS Trainingskurs: Einführung in FEM	04.-06.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS
Mentor Graphics User Conference	06.11.	München, D	www.mentor.com/U2U	Mentor Graphics
Weimarer Optimierungs- und Stochastiktage	06.-07.11.	Weimar, D	www.dynardo.de	Dynardo
NAFEMS CFD-Seminar: Best Practises bei thermischen Analysen/Wärmeübergang	10.-11.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS
NAFEMS Seminar: Simulation und Berechnung von Composites	12.-13.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS
Simvec	18.-19.11.	Baden-Baden, D	www.simvec.de	VDI
NAFEMS Trainingskurs: Einführung in CFD	25.-26.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS
NAFEMS Trainingskurs: Verification & Validation of Models and Analyses (V&V)	03.-04.12.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS

Weitere NAFEMS Veranstaltungen: www.nafems.org/events

NAFEMS World Congress 2015 - Call for Papers!



21-24 JUNE | SAN DIEGO | CALIFORNIA | USA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

www.nafems.org/congress

Systemsimulation einer Kraftstoff-Fördereinheit

Oleksiy Kurenkov (Continental)

Alexis Manigrasso (Continental Automotive France SAS)

Das Ziel der vorgestellten Arbeit ist eine Designoptimierung eines Kraftstoff-Fördersystems in modernen PKWs. In unseren Simulationsmodellen untersuchen wir die Möglichkeiten zur Kraftstoffersparnis unter realistischen Fahrbedingungen beim Realisieren der sparenden Technologien in Fördereinheiten.

1 Einführung

In den letzten Jahrzehnten hat die Automobilindustrie die Prioritäten bei der Entwicklung von Personenkraftwagen geändert. Die CO₂-Reduktion durch die Reduzierung des Kraftstoffkonsums wird mehr und mehr wichtig, vor allem im Umfeld von steigenden Kraftstoffpreisen und strengeren gesetzlichen Regelungen.

Der Treibstoffverbrauch eines modernen PKW ist auf drei Hauptfaktoren zurückzuführen. Der erste Faktor ist die externe Aerodynamik des Wagens, die den Verbrauch insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten (z. B. auf der Autobahn) wesentlich beeinflusst. Ein Grund dafür ist die Tatsache dass die Widerstandskraft direkt proportional zu dem Quadrat der Geschwindigkeit v^2 ist. Hier kann eine signifikante Verbesserung durch die konsequente Verringerung des Luftwiderstandsbeiwertes c_d erreicht werden.

Der zweite Faktor ist der Trägheitswiderstand, der durch die Masse des Fahrzeugs diktiert wird. Hier werden konsequent einige Verbesserungen aufgrund der Einführung von Leichtbauelementen durchgeführt. Auf der anderen Seite bewirkt die drastische Zunahme von elektronischen Geräten und Sicherheitssystemen (ABS, ESP) im Fahrzeug eine Zunahme des Fahrzeuggewichts. Die zwei Effekte bewirken sich gegenseitig, so dass eine signifikante Verbrauchreduzierung durch Gewichtsminderung schwer realisierbar ist.

Der dritte wichtige Faktor sind die Verbraucher im Fahrzeug. Dieser sollte nicht unterschätzt werden, da solche Aggregate wie z.B. die Wasserpumpe, die Ölpumpe, die Kraftstoffpumpe, die Heizung oder die Klimaanlage die Energie aus dem Bordnetz des Fahrzeugs beziehen. Die elektrische Energie wird durch den Generator und den Verbrennungsmotor produziert, so dass der Gesamtwirkungsgrad dieses Prozesses relativ gering ist. Dazu kommt, dass die meisten dieser Verbraucher zu jeder Zeit arbeiten. Und manche Verbraucher im Fahrzeug bleiben eingeschaltet selbst wenn das Fahrzeug nicht fährt und z.B. auf der Kreuzung anhält. Sämtliche Kreisläufe (Öl, Wasser, Kraftstoff) sollen weiterhin intakt bleiben, d.h. die teuer produzierte elektrische Energie wird weiterhin verbraucht.

Die Gewichtszunahme aufgrund der immer mehr eingeführten elektronischen Komponenten und auch immer größerer Verbrauch im elektrischen Bordnetz schränkt die Möglichkeiten zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs ein. Die modernen Tendenzen auf dem Automarkt zeigen eher die weitere Zunahme der Zahl an elektronischen Systemen im Fahrzeug, so dass der Faktor „interne Verbraucher“ immer wichtiger erscheint.

In dieser Arbeit wird eine Kraftstoffpumpe bzgl. des Gesamtstromverbrauchs während eines Fahrzyklus (z.B. NEFZ, Neuer Europäischer Fahrzyklus¹) untersucht. Mit Simulationswerkzeugen werden wir die elektrische Leistung der Pumpe im Fahrzyklus ermitteln und mit speziellen Maßnahmen minimieren. Der positive Effekt auf den Kraftstoffverbrauch und die Reduzierung des CO₂ Ausstoßes werden berechnet.

2 Problemstellung

Die Kraftstoffpumpe (s. Abb. 1) ist im Fahrzeugtank als ein Teil der Kraftstofffördereinheit (Englisch: fuel supply module, FSM) installiert.

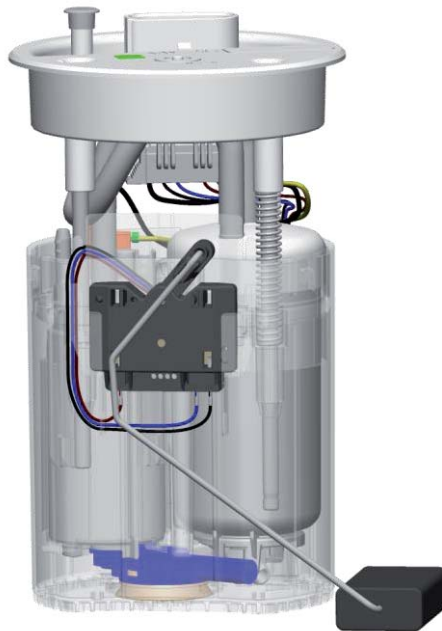


Abb. 1 Kraftstofffördereinheit (Fuel supply module, FSM).

Eine Kraftstofffördereinheit kann in drei Bestandteile unterteilt werden, nämlich eine Kraftstoffpumpe (s. Abb. 2), ein Kraftstoffniveaumesssystem und eine Steuerelektronik. Ein interessanter Fakt ist, dass ein Kraftstofffördersystem bis zu drei zusätzliche Transferpumpen im Tank beinhaltet, die notwendig sind, um eine kontinuierliche Kraftstoffzufuhr zum Fahrzeugmotor zu garantieren.



Abb. 2 Kraftstoffpumpen (Dieselpumpe links, Benzinpumpe rechts).

Ein Kraftstofffördersystem hat die folgende Konfiguration (s. Abb. 3). Das Kraftstofffördermodul ist auf der rechten Seite angeordnet. Die Kraftstoffpumpe ist in einem kleinen Behälter (s.g. Schwalltopf) positioniert. Auf der linken Seite des Tanks werden die zusätzlichen Transferpumpen benötigt um den Kraftstoff aus der linken

Tankkammer in den Schwalltopf zu liefern. Die Kraftstoffpumpe bezieht den Kraftstoff aus dem Schwalltopf, der aus beiden Tankhälften mit den Transferpumpen gefüllt wird. Diese komplizierte Technik ist notwendig, um eine kontinuierliche Kraftstoffzufuhr zum Motor, auch bei stark schwappendem Kraftstoff im Tank, zu garantieren. Die Transferpumpen werden besonders für komplexe Geometrien, z.B. die Mehrkammertanks, eingesetzt.

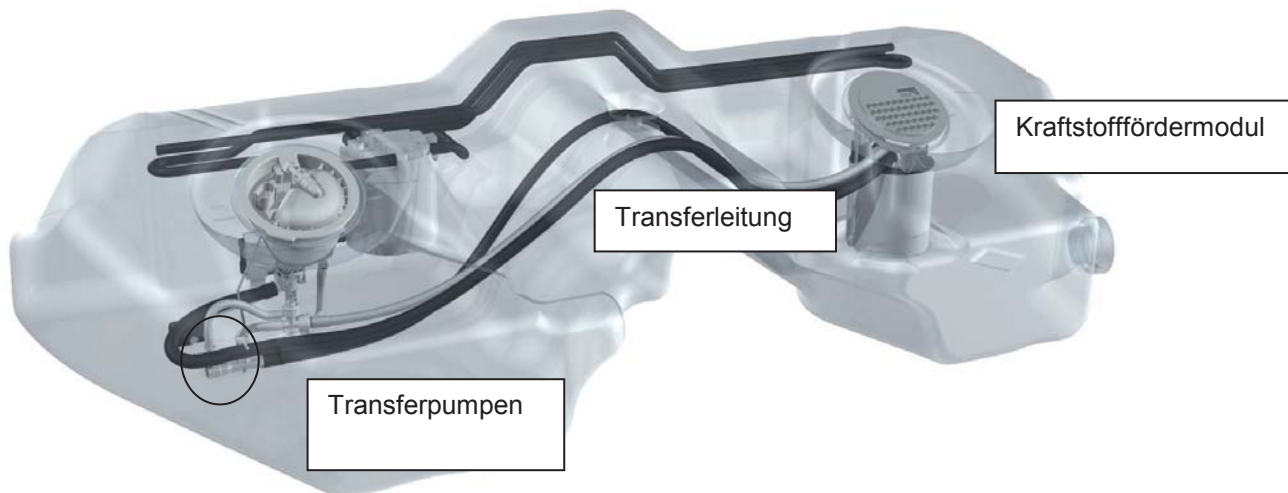


Abb. 3 Kraftstofffördermodul im Tank.

Die Anwendungsvielfalt beinhaltet Applikationen für jede denkbare Art von Kraftstoff wie Benzin, Diesel, Flüssiggas (LPG) und biologische Kraftstoffe mit Biodiesel, Ethanol und Methanol-basierte Kraftstoffe. Wir konzentrieren uns in dieser Arbeit nur auf die am weitesten verbreiteten Diesel- und Benzinanwendungen. Wir vergleichen in dieser Arbeit die bedarfsgeregelten Pumpen mit nicht-regulierten Kraftstoffpumpen.

In dieser Arbeit werden wir den Eintrag des Kraftstofffördermoduls in den Gesamtverbrauch eines PKWs und auch gleichzeitig den CO₂-Ausstoß, für den das Modul verantwortlich ist, berechnen. Im nächsten Abschnitt beschreiben wir die verwendete Modellierungsmethodik.

3 Modellierungsansatz

Wir teilen unser Simulationsmodell in zwei Teile. Zunächst wird ein numerisches Modell zur Untersuchung eines Kraftstofffördermoduls vorgestellt. In diesem detaillierten FSM-Modell wird unter anderem der Stromverbrauch des Moduls während eines Fahrzyklus berechnet. Diese Stromverbrauchsdaten werden dann im zweiten Schritt in ein Vollfahrzeugmodell implementiert. In diesem werden der Motorverbrauch und der CO₂ Ausstoß des Fahrzeuges in einem Fahrzyklus (z.B. NEFZ) modelliert. Damit sind wir in der Lage, die Fallstudien durchzuführen und die unterschiedlichen Konzepte (z.B. eine geregelte und eine ungeregelte Kraftstoffpumpe) untereinander zu vergleichen.

3.1 Modellierung eines Kraftstofffördermoduls

Unser Modell zur Simulation eines Kraftstofffördermoduls ist ein 0D-AMESim² Modell. Einige Komponenten werden etwas genauer mit detaillierten 3D Modellen (Ansys CFX) simuliert und in das 0D-Modell mit Hilfe von Lookup-Tabellen implementiert. Der vollständige Simulationsprozess kann mit insgesamt sechs Schritten beschrieben werden (s. Abb. 4).

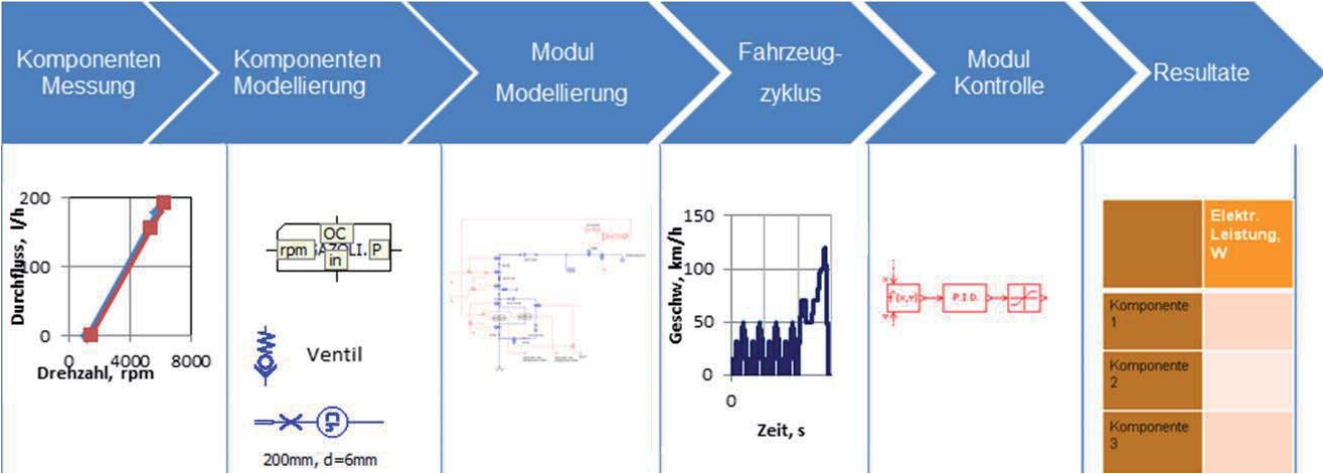


Abb 4. Vollständiger Simulationsprozess.

Wir vermessen im ersten Schritt die einzelnen Komponenten und präparieren die rohen Messdaten. Als Beispiel werden die Pumpenkennlinien aufgenommen und als eine Look-up-Tabelle abgespeichert. Auf diese Weise ist es möglich, die Pumpenförderrate abhängig vom Systemdruck und der Drehzahl zu beschreiben. Falls die Messung unmöglich oder zu teuer erscheint, können die Daten aus einer 3D-CFD Simulation verwendet werden. So wurde z.B. der Druckverlust in Verbindungsschläuchen in einer 3D CFD Simulation mit Ansys CFX ermittelt.



Im zweiten Schritt erstellen wir die Komponenten-Modelle in AMESim. Die Kraftstoffpumpe ist aufgrund der höheren Komplexität als ein Teilmodell (eine s.g. Superkomponente) implementiert und enthält die wichtigsten physikalischen Effekte: alle möglichen Leckagen, Durchflussvariation durch die Änderung der Kraftstofftemperatur und des Systemdruckes. Weiterhin, implementierten wir eine Möglichkeit zur Pumpenregelung welche unabdingbar für die bedarfsgeregelte Fördereinheiten ist.

Im Schritt 3) implementieren wir das komplette 0D-Modell einer Kraftstofffördereinheit und in dem nächsten Schritt 4) applizieren wir die Bedingungen eines Fahrzyklus. Der Fahrzyklus (s. Abb. 5, NEFZ) beinhaltet die vorgeschriebene Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit.

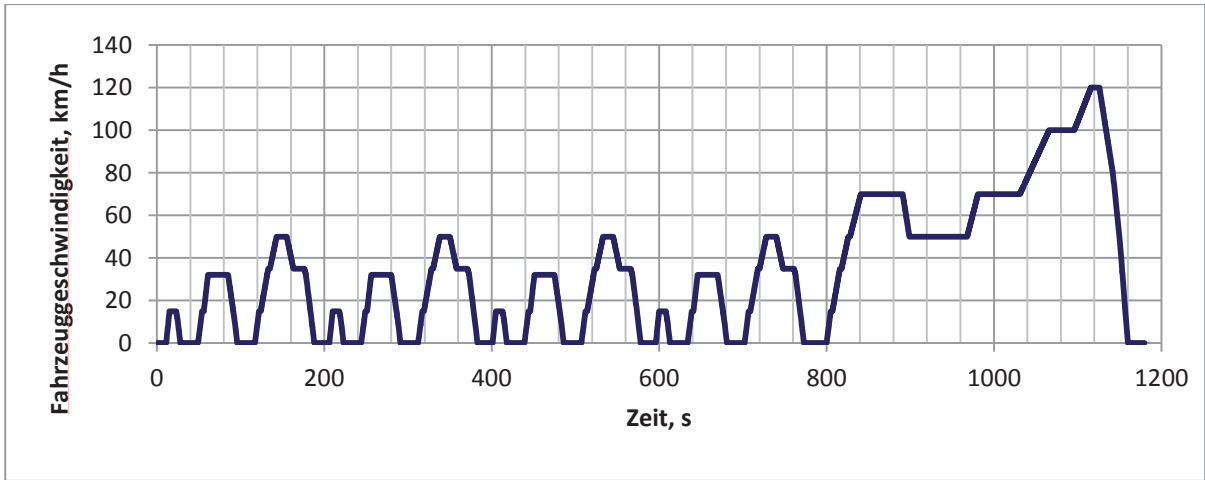


Abb. 5 NEFZ Fahrzyklus.

Die verbrauchte elektrische Leistung einer Kraftstofffördereinheit hängt nicht ausschließlich von der Fahrzeuggeschwindigkeit ab. Eine unregelte Fördereinheit liefert einen kontinuierlichen Kraftstofffluß zum Fahrzeugmotor. Eine geregelte Fördereinheit liefert die momentan verbrauchte Kraftstoffmenge und einige zusätzliche Mengen, die z.B. zur Kühlung einer Hochdruckpumpe notwendig sind. Um dieses Verhalten korrekt

zu simulieren, benutzen wir das Vollfahrzeugmodell, welches im vorgegebenen Fahrzyklus den momentanen Motorverbrauch ermittelt. Diese Daten werden in dem detaillierten Modell einer Fördereinheit zur Regelung der Kraftstoffpumpe genutzt. Dies wird mit dem Schritt 5) dargestellt als eine PID Regeleinheit. Die Pumpendrehzahl wird im Fahrzyklus entsprechend den Daten aus der vorhergegangenen Vollfahrzeugsimulation ständig angepasst. Mit diesem Verfahren sind wir in der Lage, den elektrischen Verbrauch unserer Fördereinheit in beliebigen Fahrzeugtypen bzw. Fahrzyklen zu analysieren.

Der letzte Schritt 6) beinhaltet Postprocessing. Hier wird der elektrische Verbrauch einer Kraftstofffördereinheit ermittelt und zurück in das Vollfahrzeugmodell implementiert. Danach ist es möglich, den CO₂ Ausstoß bzw. mittleren Kraftstoffverbrauch für unterschiedliche Fördereinheiten zu ermitteln und zu vergleichen.

3.2 Vollfahrzeugmodell

Das Vollfahrzeugmodell³ ist in AMESim (s. Abb. 6) implementiert und berücksichtigt alle wichtigen Energieverbrauchseffekte wie Massenträgheit, Luftwiderstand und interne Verbraucher (Ölpumpe, Wasserpumpe, etc.). Ein Fahrzyklus wie z.B. NEFZ oder ein anderer kann einfach angewendet werden. Das Modell wird mit experimentellen Daten (z. B. Motorkennlinie, Getriebewirkungsgrad, etc.) versorgt und anhand der Daten eines Rollenversuchs (s. Abb.7) kalibriert. Die zu untersuchende Fördereinheit ist als ein Verbraucher in das elektrische Bordnetz implementiert.

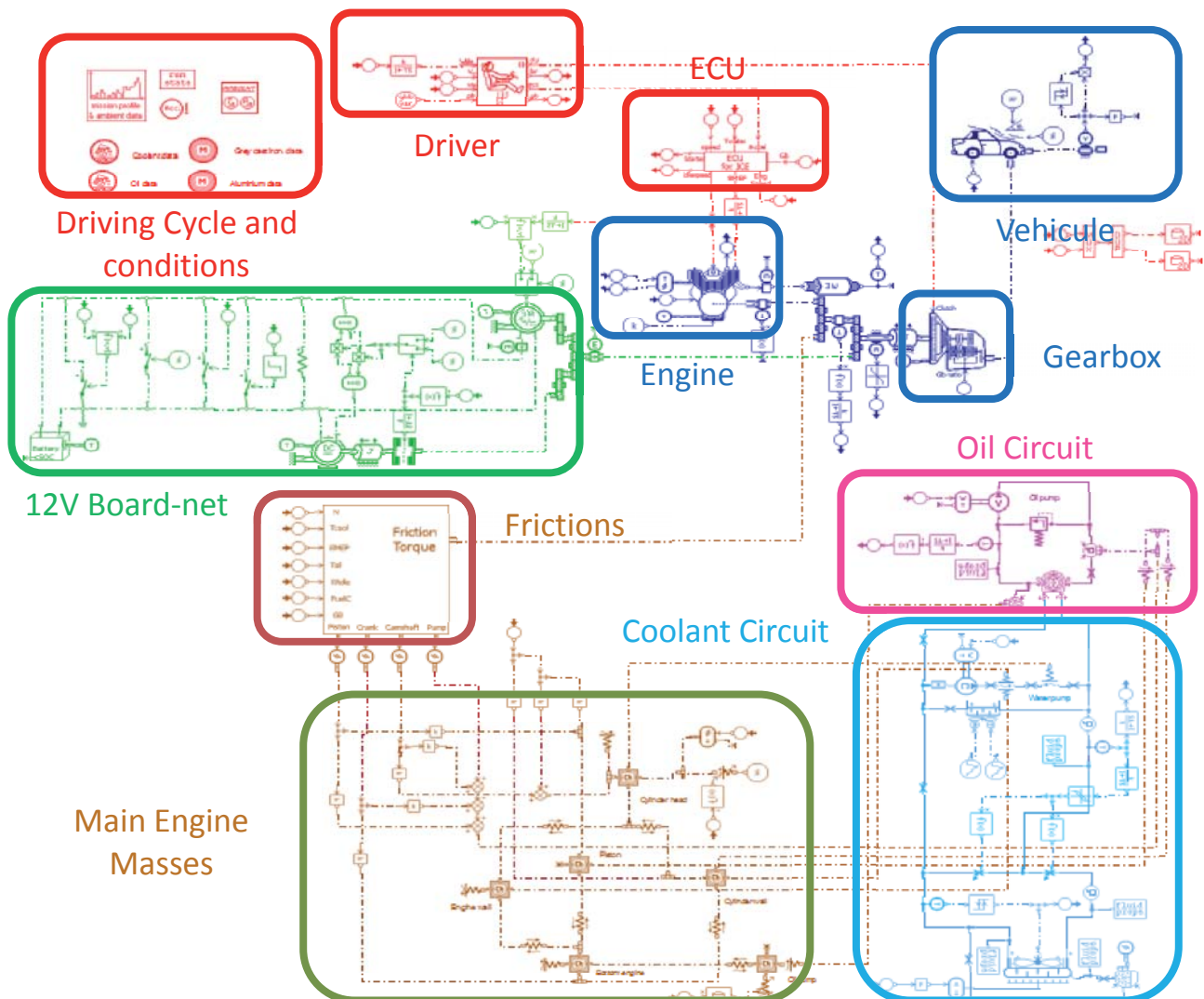


Abb. 6: Vollfahrzeugmodell.

Das Modell wurde auf verschiedenen Fahrzeugen und mit verschiedenen Fahrzyklen validiert, sowohl mit einem Diesel- als auch mit einem Benzinmotor. Die Modellgenauigkeit (basierend auf dem Kraftstoffverbrauch) liegt im Bereich 1 bis 4% (s. Abb. 7).

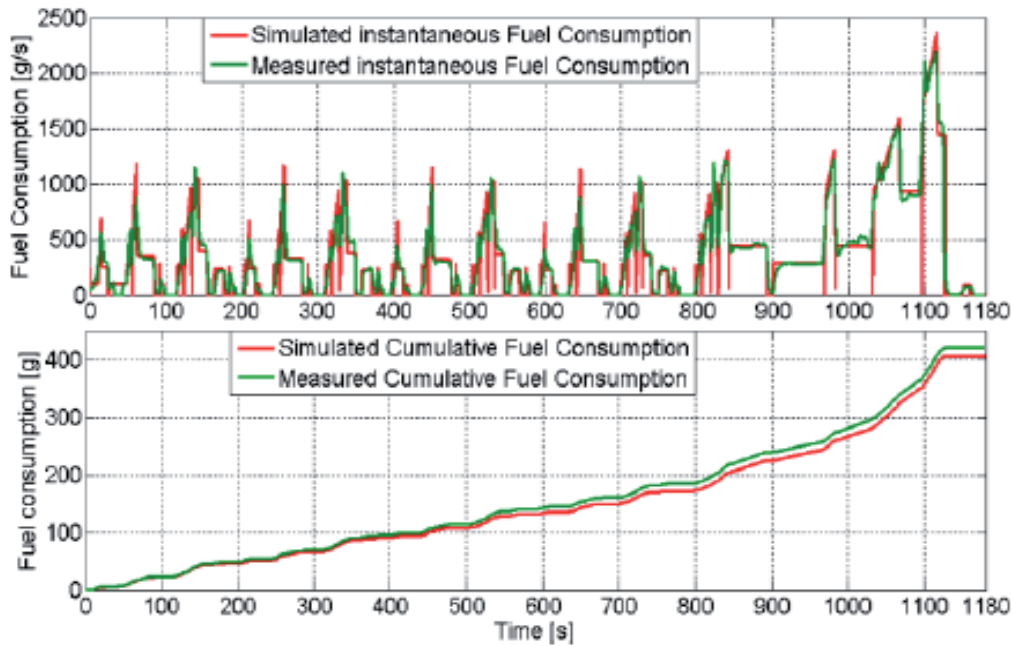


Abb. 7 Resultate der Vollfahrzeugsimulation: der Kraftstoffverbrauch.

4 Ergebnisse

4.1 Benzin-Fördereinheit

Als Referenzfahrzeug wurde ein Pkw aus der Kompaktklasse mit 1.6l Motor, 4 Zylindern und 1.300 kg Leergewicht ausgewählt. Als Kraftstoffpumpe dient eine Zweikanal-Strömungspumpe, wobei der innere Kanal dazu verwendet wird, um eine Transferpumpe anzutreiben. Der momentane Kraftstoffverbrauch während eines Fahrzyklus wird in einem Vollfahrzeugmodell ermittelt und später in einem detaillierten FSM-Modell. Abb. 8 zeigt die schematische Darstellung des 0D- Simulationsmodells einer Fördereinheit.

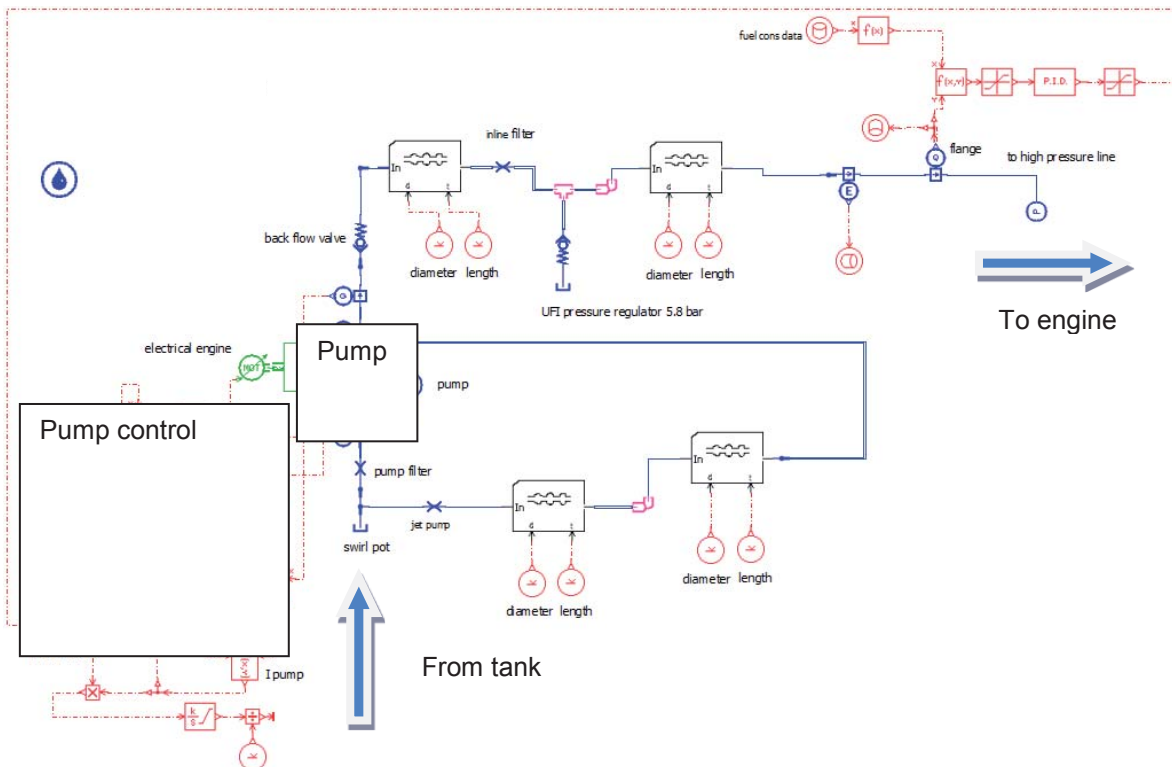


Abb. 8 0D-Modell einer Benzin-Fördereinheit.

Die Pumpengeschwindigkeit in einer Benzin-Fördereinheit korreliert stark mit der gegenwärtigen Motorverbraucher (s. Abb. 9). Die typische Kraftstofförderrate liegt im Bereich $\sim 10\text{-}25$ l/h.

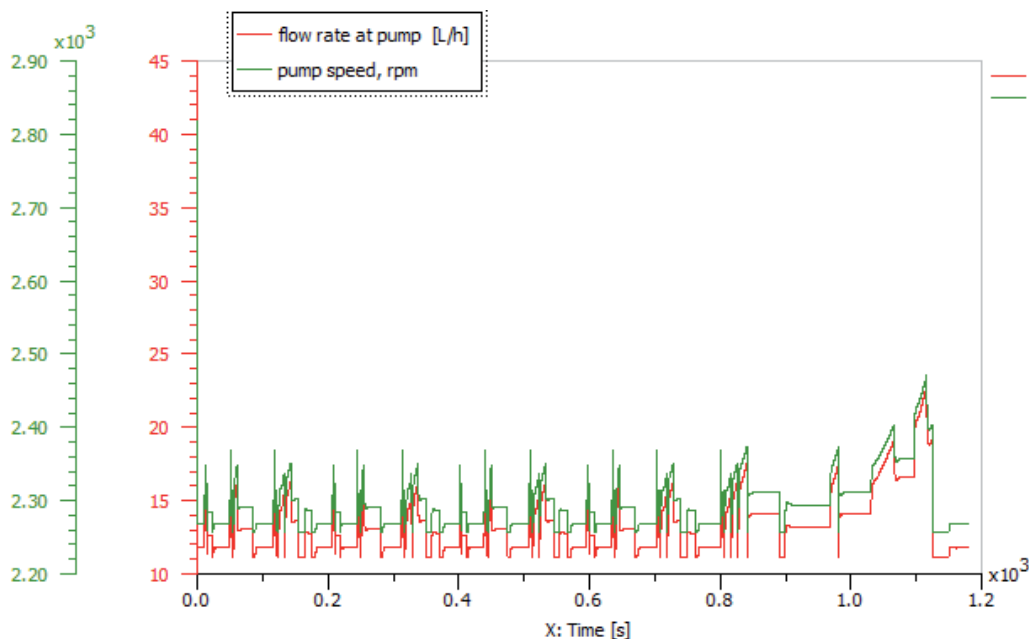


Abb 9 Pumpendurchfluss und Drehzahl in einem NEFZ.

Zur Ermittlung der möglichen Kraftstoffersparnisse wird die elektrische Leistung, die von einer Fördereinheit verbraucht wurde, in ein Vollfahrzeugmodell implementiert. Des Weiteren werden unterschiedliche Szenarien zur Verwendung einer bedarfsgeregelten Pumpe gegenüber einer unregelmäßigen studiert. Weiterhin wird ein Vergleich zwischen modernsten bürstenlosen Pumpen (electronically commutated, EC) und Gleichstrom-Pumpen (DC) gemacht. Die Resultate sind in der Tab.1 dargestellt und nachfolgend in Abb. 10 visualisiert.

Vergleichen wir geregelte mit ungeregelten Pumpen (s. Tab. 1), können wir die drastische Verringerung der verbrauchten Leistung sehen: von 120 W sinkt diese auf 30 W. Der Vergleich mit den kleineren Pumpen (DC38, EC38) zeigt eine weitere, jedoch kleine Verbesserung. Ein wichtiges Resultat stellt die Reduzierung des CO₂-Ausstosses um bis zu 1.4 g/km dar. Diese technische Lösung ist bereits verfügbar als kleinste Pumpe EC38 mit allen Technologien (geregelt, bürstenlos) zur Energieeinsparung.

Pumpe	El. Leistung in NEFZ, W	Kumulierter Verbrauch in NEFZ, g	CO ₂ , g/km	CO ₂ Ersparnis, g/km
Gasoline, DC43, unregulated	119.8	508.38	145.49	reference
Gasoline, DC43, regulated	30.29	503.71	144.15	1.34
Gasoline, DC38	29.34	503.65	144.14	1.35
Gasoline, EC38	28.11	503.6	144.12	1.37

Tabelle 1. Mittlerer Kraftstoffverbrauch / CO₂ Ausstoß in einer Benzin-Fördereinheit in NEFZ.

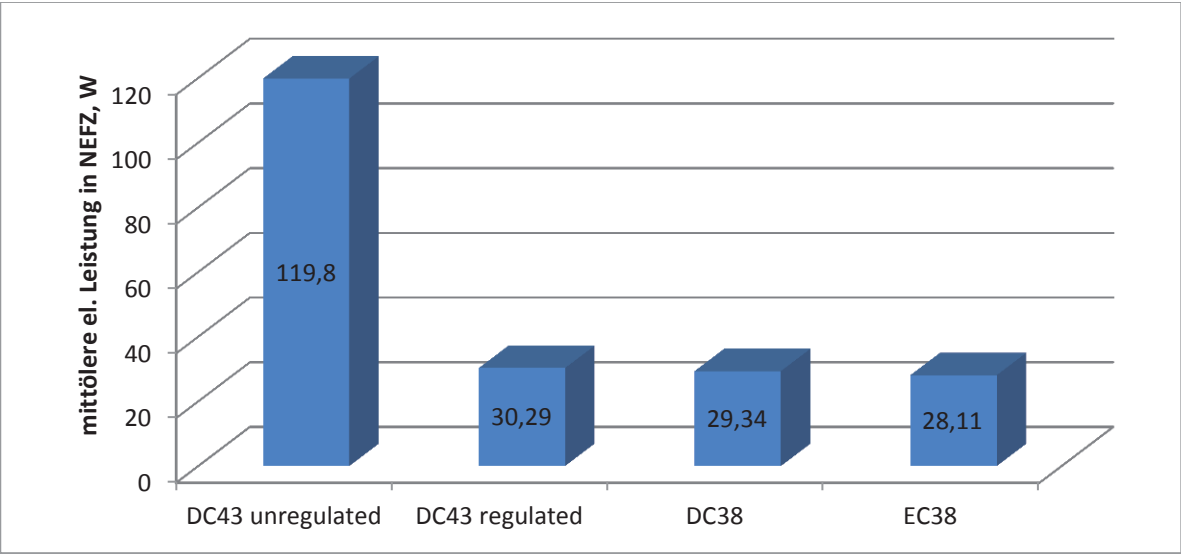


Abb 10. Mittlere elektrische Leistung einer Benzin-Fördereinheit in einem NEFZ.

4.2 Diesel-Fördereinheiten

Als Referenzfahrzeug wird hier ein Wagen der Kompaktklasse mit einem Leergewicht von ~1500 kg, 4 Zylinder, 1.6L Dieselmotorisierung genommen. Das Konzept einer Diesel-Fördereinheit unterscheidet sich grundlegend von einer Benzin-Einheit. Eine Diesel-Kraftstoffpumpe ist als eine Innenzahnradpumpe (ein Gerotor) ausgeführt. Die Transferpumpen werden mit der Kraftstoffpumpe selbst angetrieben und nicht mit einem zusätzlichen Pumpenkanal wie im Fall einer Benzinpumpe. Der zweite wichtige Unterschied ist, dass eine Diesel-Hochdruckpumpe eine gewisse Menge an Kühl- und Schmiermenge kontinuierlich benötigt. Dieser Durchfluss muss zusätzlich zum Motorverbrauch von der Fördereinheit bereitgestellt werden.

Der benötigte Kühl- und Schmierstrom ist mit Größenordnung 60-100 l / h in der Regel viel höher als der reine Motorverbrauch, der im Bereich 0-20 l / h liegt. Man beliefert den Motor mit einem gewissen Überschuss, so dass der unverbrauchte Kraftstoff aus dem Common Rail wieder in den Tank zurück fließt. Man benötigt dafür eine Rückführung. Der letzte wesentliche Unterschied zu einem Benzin-System ist, dass der Kraftstofffilter nicht in der Kraftstoffversorgungseinheit integriert ist. Dies ist aufgrund der sehr hohen Viskosität des Diesels bei niedrigen Temperaturen unerwünscht.

Abb. 11 zeigt ein 0D-Modell einer Diesel Fördereinheit. Die Simulationsergebnisse werden in Abb. 12 als der Pumpendurchfluss in NEFZ dargestellt. Man kann sehr gut beobachten, wie eine bedarfsgeregelte Pumpe auf die Änderungen des Motorverbrauchs und des Kühlstroms in NEFZ reagiert. Der vollständige Pumpendurchfluss ist eine Summe aus beiden Mengen, des Kühlstroms und des Motorverbrauchs. Man sieht auch, dass der Pumpendurchfluss von der Kühlmenge dominiert wird. Dies ist eine Besonderheit einer Diesel-Fördereinheit.

Tabelle 2 zeigt die Resultate für eine Diesel-Fördereinheit. Wir haben drei unterschiedliche Szenarien simuliert. Als Referenz dient eine Fördereinheit mit einer unregulierten Kraftstoffpumpe. Weiterhin, wurde diese mit einer bedarfsgeregelten Einheit verglichen, in welcher eine Gleichstrom-Pumpe (DC) bzw. eine bürstenlose elektronisch kommutierte (EC) Pumpe eingebaut wurde. Die mittlere elektrische Leistung wird in Abb.13 grafisch dargestellt.

Genauso wie im Fall der im letzten Abschnitt beschriebener Benzin-Fördereinheit zeigt die moderne bedarfsgeregelte Pumpe klare Vorteile. Eine bürstenlose Pumpe zeigt noch eine weitere Verbesserung aufgrund des höheren Wirkungsgrades. Der gleichzeitige Einsatz von geregelten und bürstenlosen Pumpen lässt bis zu 1 g CO₂/km einsparen. Die verbrauchte elektrische Leistung sinkt von 125 W (unreguliert) auf ~50 W.

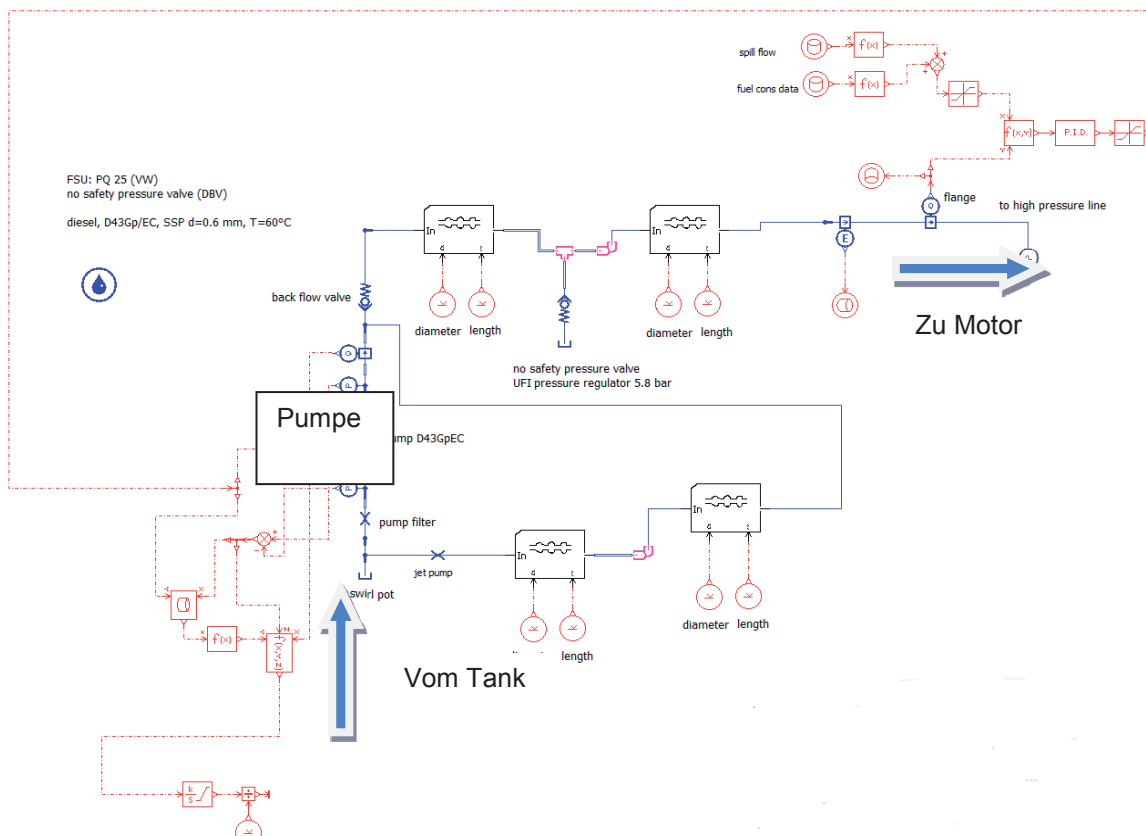


Abb 11. 0D-Modell einer Diesel-Fördereinheit.

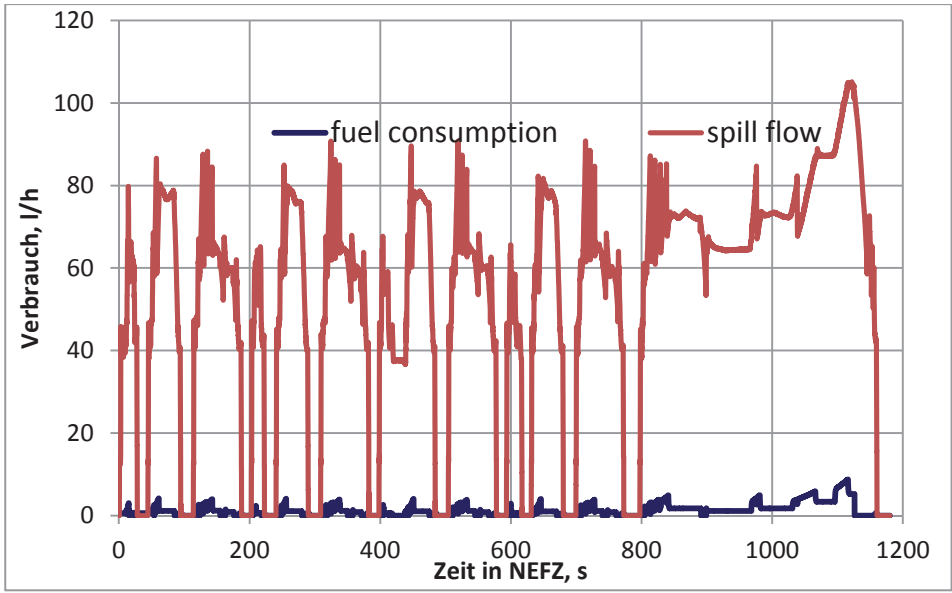


Abb. 12 Motorverbrauch und Kühlmenge in NEFZ (Diesel-Fördereinheit).

Pumpe	El. Leistung in NEFZ, W	Kumulierter Verbrauch in NEFZ, g	CO ₂ , g/km	CO ₂ Ersparnis, g/km
Diesel, DC43, ungeregelt	125.0	364.6	104.3	Referenz
Diesel, DC43	64.5	361.8	103.5	0.78
Diesel, EC43	50.4	361.3	103.4	0.95

Tabelle 2 Resultate für eine Diesel-Fördereinheit .

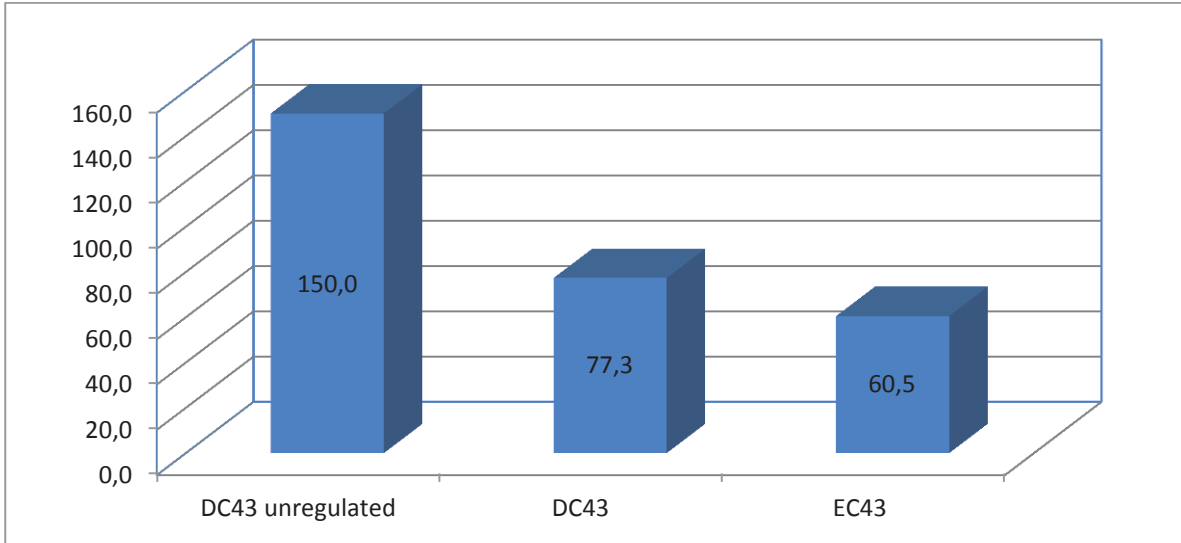


Abb. 13 Leistungsaufnahme in NEFZ (Diesel-Fördereinheit).

5 Zusammenfassung

Wir haben im vorliegenden Artikel einen Ansatz zur Berechnung der Leistungsaufnahme einer Kraftstoffförderereinheit im Fahrzeug in einem Fahrzyklus (z.B. NEFZ) gezeigt. Ein Zwei-Schritt-Verfahren wurde implementiert. Im ersten Schritt liefert eine detaillierte Betrachtung einer Förderereinheit die verbrauchte Leistung. Im zweiten Schritt wurden die Leistungsaufnahmedaten in das Vollfahrzeugmodell implementiert. Das ermöglicht es uns, die Ersparnisse im Kraftstoffverbrauch und im CO₂ Ausstoß zu berechnen und die Maßnahmen zur Kraftstoffeinsparung zu evaluieren. Wir haben gezeigt, dass wir mit bereits in Serie befindlichen Technologien (bürstenlose Pumpen, bedarfsgeregelte Förderereinheiten) ~1% Kraftstoffersparnis und eine Verringerung des CO₂ Ausstoßes ~1.6g/km in einem Fahrzyklus erreichen können.

Diese Methodik kann auf jeden internen Verbraucher (z.B. Ölpumpen, Wasserpumpen etc.) im Fahrzeug übertragen werden. Die Einsparungen im Bereich der internen Verbraucher im Fahrzeug tragen in signifikanter Weise zu den Gesamtersparnissen in einem Fahrzeug bei. Eine rasante Entwicklung im Bereich Fahrzeugelektronik wird sicherlich dazu beitragen, dass immer mehr Fahrzeugkomponenten geregelt und sogar abgeschaltet werden. Unsere Simulationsmethodik kann als Grundlage für eine Abschätzung des Kosten/Nutzen Faktors der Einzelmaßnahmen genutzt werden.

6 References

- 1 P.Mock, J.German, A.Bandivadekar, I.Riemersma, *Discrepancies between type-approval and real-world fuel consumption and CO₂ values*, working paper 2012-02, the international council on clean transportation.
- 2 LMS Imagine.Lab AMESim, <http://www.lmsintl.com/LMS-Imagine-Lab-AMESim>.
- 3 H.Dupont, *Complete vehicle model to optimize mild hybrid and thermal strategies and to predict CO₂ emissions: development, validation and analyses*, SIA Conference 2008.

7 Autoren

Oleksiy Kurenkov

Continental, Division Powertrain, Bereich Fuel Supply
Sodener Strasse 9, 65824 Schwalbach, Deutschland

Alexis Manigrasso

Continental Automotive France SAS
Division Powertrain, Bereich Engine Systems
1, Avenue Paul Ourliac, 31036 Toulouse, Frankreich

Eine effiziente Methodik für die robuste Optimierung bei der Bauteildimensionierung

Dr. Beate Rhein, Prof. Dr. Margot Ruschitzka (Fachhochschule Köln)

Dr. Tanja Clees (Fraunhofer Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen (SCAI))

Bei der Dimensionierung von Bauteilen bleiben Streuungen der Parameter wie Fertigungstoleranzen und Materialschwankungen in der Regel unberücksichtigt, obwohl sie zu erheblichen Qualitätseinbußen führen können. Die *robuste* Optimierung bezieht solche Schwankungen mit in den Optimierungsprozess ein. Sie erlaubt es, Bauteile so auszulegen, dass sie unempfindlich gegenüber Streuungen sind und gleichzeitig die übrigen Optimalitätsanforderungen erfüllen.

In diesem Beitrag wird eine neue anwendungsnahe Methodik zur robusten Optimierung vorgestellt, der nur wenige Bauteilsimulationen benötigt, aber trotzdem die Streubereiche genau quantifizieren kann. Ihre Integration in den Produktentwicklungsprozess, von der automatischen Durchführung der Simulationen über die Bestimmung der robusten Optima bis hin zur Entscheidungsfindung durch den Ingenieur, wird ebenfalls besprochen.

Die Charakterisierung der Robustheit erfolgt über Quantile, die im Vergleich zu den Standardmethoden das Variationsverhalten genauer quantifizieren. Zudem kann der gewünschte Grad an Robustheit frei gewählt werden. Für jede Bauteilvariante können obere und untere Grenzen für die Streubereiche der Ausgabevariablen bestimmt werden, die vom gewählten Robustheitsgrad abhängen.

Metamodelle modellieren das Bauteilverhalten und seine Robustheit, so dass die Anzahl der benötigten Simulationen klein ist. Die gleichzeitige Minimierung der Zielvariablen und ihrer Streuung ist ein Mehrziel-Optimierungsproblem, das als Lösung die robusten Optima besitzt, die der „Menge der besten Kompromisse“ entsprechen. Da die Analyse dieser Menge schwierig ist, wird ein mehrstufiges Entscheidungsunterstützungssystem für den Ingenieur vorgestellt.

Die praktische Umsetzung der Methodik erfolgt über die Verknüpfung der neu entwickelten Algorithmen mit der Simulationssoftware und dem Optimierungstool DesParO des Fraunhofer-Instituts SCAI. Sie wird an einem Anwendungsbeispiel demonstriert.

1 Einleitung

In den letzten Jahren sind die Anforderungen an die Produktentwicklung stetig gestiegen. Bessere Produkte und eine größere Auswahl an Modellen sollen in kürzeren Entwicklungszyklen zu reduzierten Kosten entwickelt werden. Dies kann nur durch den erweiterten Einsatz von Simulationen und durch die Verbesserung und Automatisierung des Produktentwicklungsprozesses erreicht werden.

Der Fokus dieses Beitrages liegt auf der Phase der Dimensionierung des Bauteils. Seine grobe Struktur liegt bereits fest. Die optimalen Einstellungen für die Parameter, die der Entwickler noch verändern kann, die sogenannten Eingabeparameter, werden in dieser Phase bestimmt. Dies können Längen, Breiten und Radien oder spezifische Materialeigenschaften sein. Häufig liegen die Einstellungen optimierter Bauteile am Rand ihres Gültigkeitsbereichs. Sie reagieren empfindlich auf Streuungen der Eingabeparameter bis hin zum Versagen. Daher müssen auch die Eingangsstreuungen mit in den Optimierungsprozess einbezogen werden. Ihre Berechnung ist aufwändig und nicht allein über Simulationen durchführbar, da ihre Laufzeiten zu lang sind. Hier wird eine Methodik vorgestellt, die auf diese Situation zugeschnitten ist und nur wenige Simulation benötigt. Sie ist maschinell ausführbar.

In der Praxis ist man daran interessiert, nicht nur die Größe der Ausgangsstreuung zu kennen, sondern auch verlässliche obere und untere Grenzen für die Ausgabeverteilung zu bestimmen. Von besonderem Interesse sind die Punkte, an denen ein bestimmter Prozentsatz q der Verteilung unterhalb dieses Punktes liegt und die restlichen $1 - q$ Prozent oberhalb. Solch ein Punkt heißt q -Quantil. Mit Quantilmaßen rückt man von der zu konservativen worst-case-Abschätzung ab.

In Abschnitt 2 wird die globale Methodik zur robusten Optimierung vorgestellt. Auf die mathematischen Grundlagen der Vorgehensweise geht Abschnitt 3 ein: Die Metamodellierung (Abschnitt 3.1), die Charakterisierung der Robustheit (Abschnitt 3.2) und die Berechnung der Quantile der Ausgabeverteilung (Abschnitt 3.3) werden im Einzelnen vorgestellt.

Robuste Optimierung ist multikriteriell, es werden gleichzeitig *mehrere* Ziele minimiert, die in Widerspruch zueinander stehen. Die Optimierung führt zu einer Menge der besten Kompromisse, der sogenannten Paretofront. Je größer die Anzahl der Ziele, desto mehr Paretopunkte werden gefunden und desto höher ist die Dimension des Lösungsraumes. Es ist schwierig, einen Überblick über die möglichen Kompromisse zu gewinnen und eine Entscheidung für eine Parameterkombination zu treffen. Hierzu wird eine Visualisierung der Paretofront zur Entscheidungsunterstützung präsentiert (Abschnitt 4).

In Abschnitt 5 wird die Methodik anhand der Dimensionierung einer B-Säule demonstriert. Der Artikel schließt mit einigen abschließenden Überlegungen (Abschnitt 6).

2 Methodik zur robusten Optimierung

Die Methodik besteht aus den folgenden Schritten:

Schritt 1: Modellierung des globalen Bauteilverhaltens

Über eine Simulation kann das Verhalten eines Bauteils für eine feste Kombination von Eingabeparametern bestimmt werden. Werden mehrere Simulationen für unterschiedliche Parameterkombinationen durchgeführt, erhält man einzelne Punkte, sogenannte Stützstellen, des unbekannt globalen Bauteilverhaltens. Ein Metamodell ist eine Interpolationsfunktion durch diese Stützstellen. Man erhält eine mathematische Funktionsgleichung, die die Abhängigkeit zwischen den Eingabe- und Ausgabeparametern ausdrückt. Sie approximiert das globale Bauteilverhalten, so dass der Einfluss und die Wechselwirkungen der verschiedenen Parameter untersucht werden können. Im Vergleich zur Simulation ist ein Metamodell sehr schnell auswertbar. Daher können umfangreiche Optimierungsalgorithmen durchgeführt werden. Einzelheiten zur Metamodellierung finden sich in Abschnitt 3.1.

Schritt 2: Bestimmung der Robustheit an den Stützstellen

Im nächsten Schritt wird das Streuverhalten der Ausgabevariablen an den Stützstellen bestimmt. Es wird durch zwei Größen charakterisiert: Der Median der Ausgabeverteilung ist ein Maß für ihre mittlere Lage, die Quantildifferenz aus einem symmetrischen oberen und unteren Quantil ein Maß für die Größe der Streuung. Diese Werte werden für alle Stützstellen bestimmt. Details sind in Abschnitt 3.2 und 3.3 beschrieben.

Schritt 3: Modellierung des globalen Robustheitsverhaltens

Die in Schritt 2 berechneten Werte bilden die Stützstellen für zwei neue Metamodelle je Ausgabevariable: eines für den Median und eines für die Quantildifferenz. Das Metamodell für den Median liefert für jede beliebige Parameterkombination eine Schätzung des mittleren Wertes der Ausgabeverteilung. Das Metamodell für die Quantildifferenz charakterisiert die Robustheit.

Schritt 4: Bestimmung der robusten Optima

Nach diesen Vorbereitungen können nun Standardalgorithmen der Mehrziel-Optimierung angewendet werden, um die robusten Optima zu bestimmen, weit verbreitet sind Divide-and-conquer-Methoden [1] oder genetische Algorithmen [2]. Optimierungsziele sind der Median und die Quantildifferenz für alle Ausgabevariablen. Im Vergleich zur herkömmlichen Optimierung hat sich damit die Anzahl der Ziele verdoppelt.

Schritt 5: Visualisierung und Entscheidung

Im letzten Schritt werden die gefundenen robusten Optima in geeigneter Weise visualisiert, damit der Anwender aus der Vielzahl der Lösungen fundierte Auswahl treffen kann. Dieses Entscheidungsunterstützungssystem wird in Abschnitt 4 präsentiert.

Die Methodik benötigt als Starteingaben die Wertebereiche der Eingangsvariablen und ihre Streuungsverteilungen. Dann läuft sie bis zu Schritt 5 ohne manuelle Eingriffe ab. Das Durchführen der Simulationen nach dem vorgegebenen Versuchsplan und Herausschreiben der Ergebnisse wird dabei von einem Skript gesteuert. Dabei können die Simulationen parallel ausgeführt werden. Für die Erstellung der Metamodelle und die Berechnung der Paretofront wird die Optimierungssoftware DesParO benutzt. Da Auswertungen auf Metamodellen sehr schnell sind, benötigt die Berechnung der Quantile und der robusten Optima nur wenig Zeit.

3 Beschreibung der verwendeten Werkzeuge

3.1 Metamodellierung

Ein Metamodell kann auf viele verschiedene Arten erstellt werden. Einen Überblick gibt [3]. Hier wird ein radiales Basisfunktionen-Modell (RBF) verwendet:

Gegeben seien die n Stützstellen $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ mit $x_i = (x_{i1} \dots x_{iNpar})^T$, $y_i = (y_{i1} \dots y_{iNcrit})^T$, $Npar$ = Anzahl der Eingabevariablen und $Ncrit$ = Anzahl der Ausgabevariablen. Dann ist das zugehörige RBF-Modell gegeben durch

$$f(x) = \sum_{i=1}^n c_i \Phi(\|x - x_i\|)$$

wobei $\|\cdot\|$ die Euklidische Norm ist und Φ eine radiale Basisfunktion.

Die Gewichte c_i werden bestimmt über die Lösung des linearen Gleichungssystems

$$y_j = \sum_{i=1}^n c_i \Phi(\|x_j - x_i\|)$$

für $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$.

Falls die multiquadratische Funktion $\Phi(r) = (b^2 + r^2)^{1/2}$ als radiale Basisfunktion benutzt wird (b frei wählbarer Glättungsfaktor, z.B. 0,01), ist die zugehörige Interpolationsmatrix $\Phi(\|y_i - x_i\|)_{i=1..n, j=1..n}$ immer invertierbar und das Gleichungssystem ist stabil lösbar [4].

Für die Qualität des Metamodells ist es entscheidend, die Stützstellen gleichmäßig im Designraum zu verteilen. Dies kann durch die Verwendung eines fortgeschrittenen Versuchsplans wie Latin Hypercube Sampling oder Haltonfolge erreicht werden. Eine allgemeine Empfehlung für einen Versuchsplan, der für alle Anwendungen am günstigsten ist, kann nicht gegeben werden. Ein aktueller Vergleich findet sich in [5].

Bevor die nächsten Schritte der Methodik ausgeführt werden, muss die Genauigkeit des Metamodells validiert werden, da alle nachfolgenden Berechnungen auf diesem Modell aufbauen. Ein ungenaues Metamodell wird zu falschen robusten Optima führen. Die Überprüfung der Genauigkeit erfolgt über eine Kreuzvalidierungsprozedur, die die sogenannte Modelltoleranz bestimmt. In [6] wird ein effizienter Weg zu seiner Berechnung bei RBF-Modellen beschrieben. Ist das Metamodell nicht genau genug, gibt es verschiedene Möglichkeiten, um nachträglich Stützstellen einzufügen, siehe z.B. [7].

Die Anzahl der Stützstellen, die für ein genaues Metamodell nötig sind, lässt sich nicht vorhersagen, da sie von der Nichtlinearität der zu modellierenden Funktion – hier dem Bauteilverhalten – abhängt. Empfohlen werden mindestens $2 + Npar + \frac{Npar}{2} (Npar + 1)$ Simulationen.

3.2 Charakterisierung der Robustheit

Die Übertragung der Unsicherheit erzeugt beliebige Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Ausgabeparameter. Selbst wenn die Eingabevariablen normalverteilt sind, wird die Ausgabeverteilung es nur bei einer linearen Übertragung sein. Ausgabeverteilungen sind häufig verzerrt, besonders in der Nachbarschaft von lokalen Extrema der Übertragungsfunktion. Bei der Robustheitsberechnung werden diese Verteilungen durch wenige Kennzahlen charakterisiert. Die Standardcharakterisierung geschieht über den Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ . Sie hat den Nachteil, dass sich aus ihr keine verlässlichen unteren und oberen Grenzen der Verteilung ableiten lassen.

Dies soll an zwei kleinen Beispielen demonstriert werden:

Abb. 1 zeigt eine Normalverteilung, wie sie entsteht, wenn die Eingangsverteilung normalverteilt ist und durch die lineare Funktion $f(x) = x$ übertragen wurde. Die resultierende Verteilung ist ebenfalls normalverteilt. In diesem Fall stimmt das 2,5%-Quantil mit der aus $\mu - 2\sigma$ gewonnenen Grenze überein und das 97,5%-Quantil mit $\mu + 2\sigma$.

Bei schiefen Verteilungen lassen sich die Quantilgrenzen nicht auf diese Weise bestimmen: *Abb. 2* zeigt die Verteilung, die entsteht, wenn die gleiche Eingangsverteilung von der Funktion $f(x) = x^2$ in $x = 0$ übertragen wird. Die entstehende Verteilung ist Chi-quadrat-verteilt. Aus Erwartungswert und Standardabweichung werden die falschen Grenzen für die Verteilung abgeleitet.

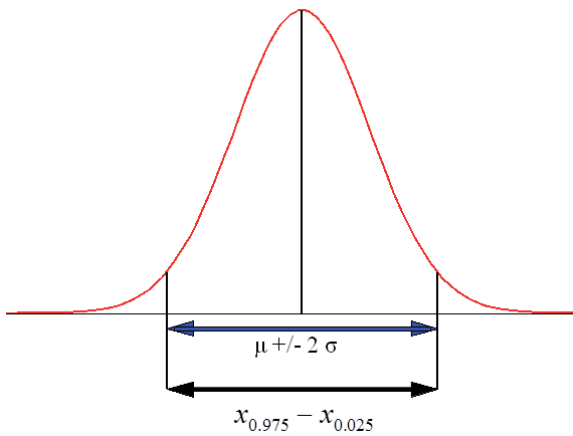


Abb. 1: symmetrische Verteilung

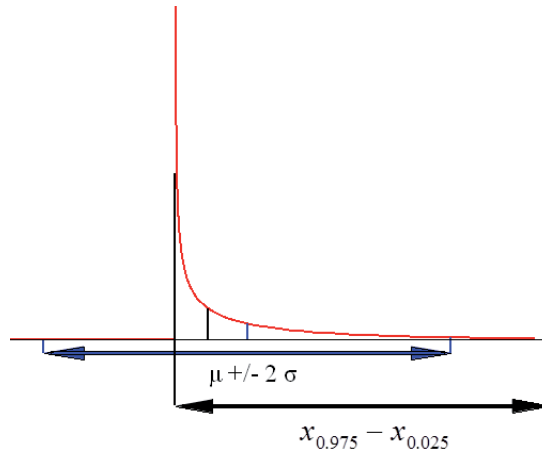


Abb. 2: schiefe Verteilung

Aus diesem Grund wird hier der Median $y_{0,5}$ als Maß für die Lage und die Quantildifferenz $y_{1-q} - y_q$ (q klein) als Maß für die Streuung der Verteilung benutzt. Diese Kombination wurde erstmals in [8] bei der zuverlässigkeitsbasierten Optimierung eingeführt.

Die Quantile erlauben eine direkte Interpretation, wie sie in der Praxis erwünscht ist:

$y_{1-q}(x)$ ist die obere und $y_q(x)$ die untere Grenze für den mittleren Teil der Ausgabeverteilung, so dass $2q$ Prozent der Verteilung außerhalb dieser Grenzen liegen. Der Anwender kann den gewünschten Grad an Robustheit über die Wahl von q bestimmen, je kleiner q , desto höher der Robustheitsgrad, empfehlenswert ist $q = 0,05$.

3.3 Berechnung der Quantile der Ausgabeverteilung

Die Standardmethode zur Berechnung von Quantilen der Ausgabeverteilung für eine feste Kombination der Eingangsparameter x umfasst folgende Schritte:

1. Ziehe eine Stichprobe (x_1, \dots, x_m) gemäß der Verteilung der Eingangsstreuung um den Punkt x .
2. Berechne die Funktionswerte (y_1, \dots, y_m) mit $y_i = f(x_i)$.
3. Schätze die Quantile y_q mit dem Standardschätzer $\hat{y}_q = y_{(\lceil qn \rceil)}$, wobei $\lceil \cdot \rceil$ die obere Gaußklammer und $y_{(1)}, \dots, y_{(m)}$ die Ordnungsstatistik zur Stichprobe ist.

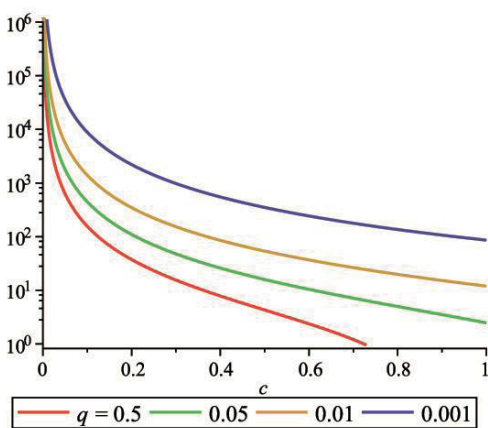


Abb. 3: nötige Stichprobengröße



Abb. 4: $f(x) = \sqrt{|x|}$ (gestrichelte Linie), robuste Optima (schwarze Punkte)

Diese Methode benötigt sehr große Stichprobengrößen, um eine gute Genauigkeit zu erzielen. Abb. 3 zeigt die nötige Stichprobengröße zur Schätzung der Standardnormalverteilung für eine vorgegebene Genauigkeit c in Abhängigkeit von q [9].

In [10] werden Methoden vorgestellt, die durch die Kombination eines fortgeschrittenen Versuchsplans mit einem nichtparametrischen Quantilschätzer diesen Aufwand deutlich reduzieren. Die verbleibenden Stichprobengrößen von mehreren Zehntausend sind bei Metamodellen ohne Probleme möglich.

4 Entscheidungsunterstützung für die Auswahl des robusten Optimums

Bei der Mehrziel-Optimierung und besonders bei der robusten Optimierung ist es oft schwierig, einen Überblick über die verschiedenen Lösungen zu behalten. Dies hat mehrere Gründe:

- Robuste Optimierung führt oft zu einer großen Menge bester Kompromisse. *Abb. 4* zeigt ein kleines eindimensionales Beispiel: Da die Funktion $f(x) = \sqrt{|x|}$ zu den Seiten hin ansteigt, aber immer flacher wird, ist für $x \sim N(0,1)$ fast jeder Punkt ein robustes Optimum. Der Entscheider muss aus einer großen Menge von Lösungen auswählen.
- Robuste Optimierung verdoppelt die Anzahl der Ziele: Für jedes Ziel des ursprünglichen Optimierungsproblems wird noch die Streuung hinzugefügt. Der Entscheider muss die Erfüllung aller Kriterien im Auge behalten.
- Wenn Metamodelle benutzt werden, sollte auch die Modelltoleranz berücksichtigt werden: Falls zwei Lösungen ungefähr gleich sind, sollte die mit der kleineren Toleranz gewählt werden.

Hier wird eine iterative Visualisierung vorgestellt, die den Auswahlprozess unterstützt.

Eine weit verbreitete Methode der Veranschaulichung mehrerer Ziele ist das Sterndiagramm. In diesem Zusammenhang werden der Median und die Quantildifferenz der Ziele sowie die zugehörige Modelltoleranz des Original-Metamodells visualisiert (vgl. *Abb. 10*). Jedes Kriterium (d.h. jede Spitze des Sterns) wird zwischen seinem minimalen und maximalen Wert auf der Paretofront skaliert. Dies ist nötig, da die Modelltoleranzen im Vergleich zu den anderen Kriterien sehr klein sind. Der Wertebereich der robusten Lösungen wird neben jedem Kriterium angegeben, um dem Entscheider einen Überblick der möglichen robusten Bereiche zu geben.

In einem Sterndiagramm kann nur eine kleine Anzahl von „Sternen“ miteinander verglichen werden. Bei mehr als sechs von ihnen wird das Diagramm verwirrend. Um die Menge der robusten Optima zunächst auf wenige repräsentative Lösungen zu reduzieren, werden diese mit einem Cluster-Algorithmus (wir benutzen den k -means-Algorithmus) gruppiert und jeweils ein Gruppenzentrum bestimmt. Im ersten Schritt werden nur diese Zentren angezeigt, aus denen der Anwender eines auswählt. Danach werden alle Lösungen, die zu dieser Gruppe gehören, visualisiert. Wenn es mehr als sechs sind, wird wieder geclustert und nur die Zentren angezeigt. Dieser Vorgang wird wiederholt bis eine Entscheidung getroffen ist.

Die Methodik bestimmt die gesamte Paretofront. Die Präferenzen des Anwenders gehen erst im letzten Schritt ein. Die Visualisierung gibt einen vollständigen Überblick über den Lösungsraum. Der Anwender kann analysieren, wie weit er vom optimalen deterministischen Ziel abrücken muss, um eine robuste Lösung zu erzielen.

5 Anwendungsbeispiel: B-Säule eines Pkw

Die oben beschriebene Methodik wird benutzt, um die B-Säule eines Pkw optimal auszulegen. Sie besteht aus zwei übereinanderliegenden U-Profilen, deren Dicke zwischen 0,8 und 2,7 mm liegen darf (vgl. *Abb. 5*). Die Fertigungstoleranzen sind normalverteilt mit einer Standardabweichung von 0,01 mm. Das Crashverhalten der B-Säule wird über eine FEM-Simulation modelliert, bei der ein Intrusor mittig gegen die Säule schlägt. Die Verschiebung eines Referenzpunktes in der Mitte der Säule ist ein Maß für die Steifigkeit der Säule. Die Größe der Verschiebung wird im folgenden Intrusion genannt.

Ziel ist es, die B-Säule so aufzulegen, dass Masse und Intrusion möglichst klein sind und gleichzeitig ihre Streubreite minimiert wird. Dazu wird die oben beschriebene Methodik benutzt.

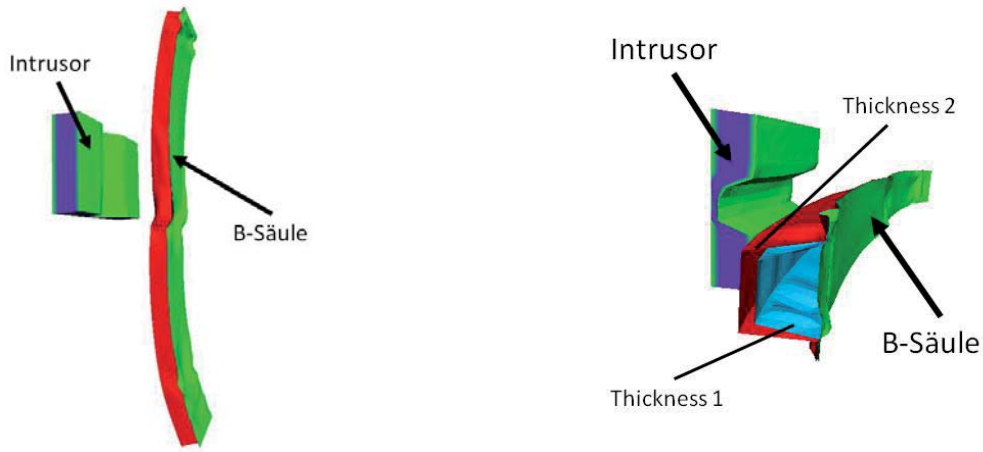


Abb. 5: B-Säule

Zuerst werden 101 Simulationen, die nach dem Latin Hypercube Versuchsplan ausgewählt wurden, durchgeführt und hieraus je ein Metamodell für Masse und Intrusion gebildet. Anschließend werden an den Stützstellen das 50%-Quantil und die Differenz aus 95%- und 5%-Quantil bestimmt. Aus diesen Werten werden wieder Metamodelle gebildet.

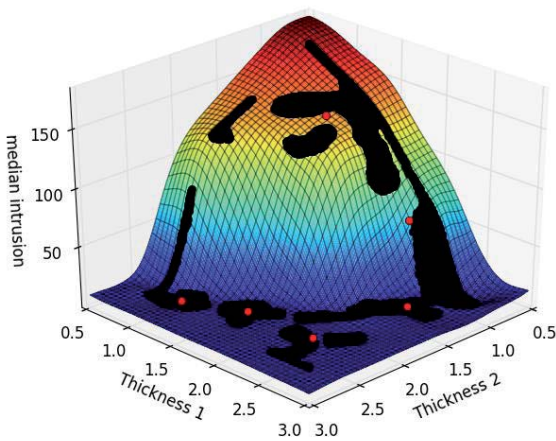


Abb. 6: Metamodell für den Median von Intrusion mit Menge der robusten Optima (schwarz) und Clusterzentren (rot)

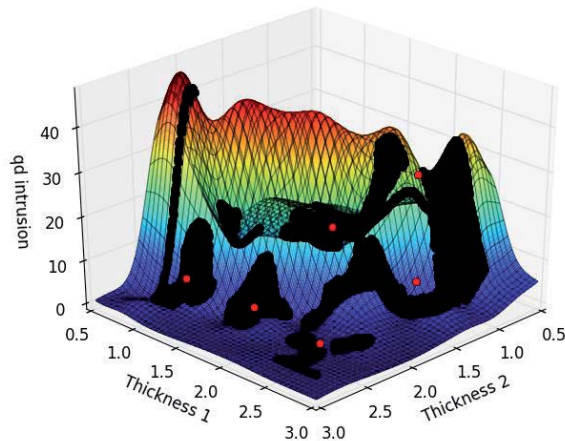


Abb. 7: Metamodell für die Quantildifferenz von Intrusion mit Menge der robusten Optima (schwarz) und Clusterzentren (rot)

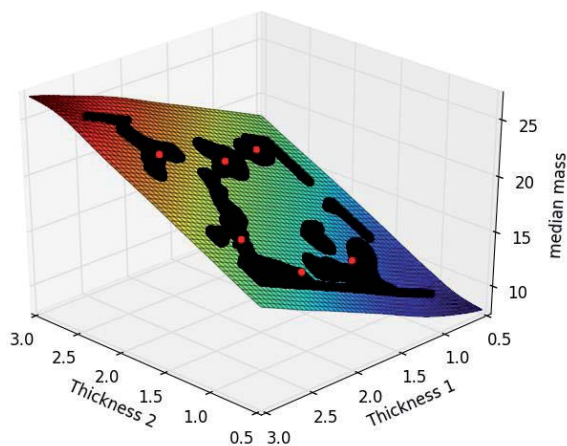


Abb. 8: Metamodell für den Median von Masse mit Menge der robusten Optima (schwarz) und Clusterzentren (rot)

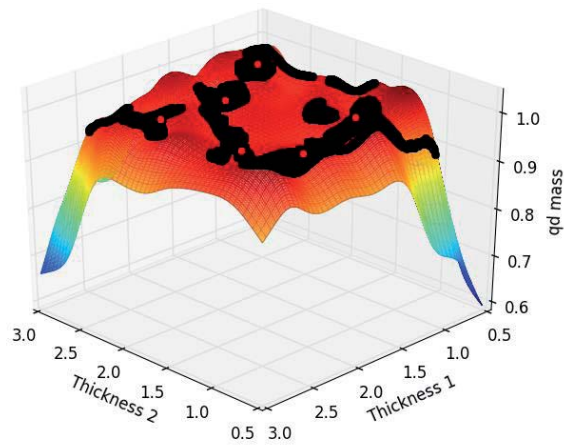


Abb. 9: Metamodell für die Quantildifferenz von Masse mit Menge der robusten Optima (schwarz) und Clusterzentren (rot)

Da nur zwei Eingabevariablen vorhanden sind, lassen sich diese Metamodelle visualisieren (vgl. Abb. 6 bis Abb. 9). Die Intrusion ist stark nichtlinear. Ihre Quantildifferenz formt einen Gebirgszug quer zum Blickwinkel. Die Masse verhält sich linear, so dass die Quantildifferenz konstant ist. Masse und Intrusion verhalten sich gegenläufig, bei steigender Masse sinkt die Intrusion. (Die Grafiken für die Masse sind um 90 Grad gedreht.) Auf den vier Metamodellen wird die Menge der robusten Optima bestimmt. Dies sind die schwarzen Bereiche in den Grafiken. Eine Analyse jeder einzelnen Lösung ist aufgrund der hohen Anzahl nicht möglich.

Abb. 10 zeigt die sechs Lösungen, die man durch Clusterung der robusten Bereiche erhält. So hat Punkt 3 mittlere Werte für die beiden Mediane, aber eine hohe Quantildifferenz und Modelltoleranz für Kriterium 0 (= Intrusion). Kleinere Streuungen kann man erreichen, wenn man bereit ist, höhere Medianwerte in einem der beiden Kriterien zu akzeptieren. Falls man für die Masse einen höheren Median hinnehmen kann, ist z.B. Punkt 0 eine Alternative. Wenn der Entscheider die Clusterzentren analysiert hat, wählt er eines aus, z.B. Punkt 0. Im nächsten Schritt werden nun sechs Clusterzentren zu allen robusten Optima, die zur Gruppe um Punkt 0 gehören, gebildet (Abb. 11). Die Sterne haben nun eine ähnliche Form, hier wird nun nur noch eine Feinauswahl getroffen. Bei Wahl von Punkt 5 erscheint Abb. 12. Entscheidet man sich auch hier für Punkt 5, werden nun alle Elemente dieser Gruppe angezeigt (Abb. 13). Sie enthält fünf Punkte mit sehr ähnlichen Eigenschaften. Dies ist wünschenswert, da diese Punkte offensichtlich zu einem robusten Bereich gehören und nicht isoliert liegen. Die Auswahl von Punkt 3 führt schließlich zu einer Entscheidung. In diesem Fall gilt Thickness1 = 1.715mm, Thickness 2 = 2.245mm. Die Werte für die Quantildifferenzen und Modelltoleranzen sind klein bei dennoch guten Werten für die Mediane.

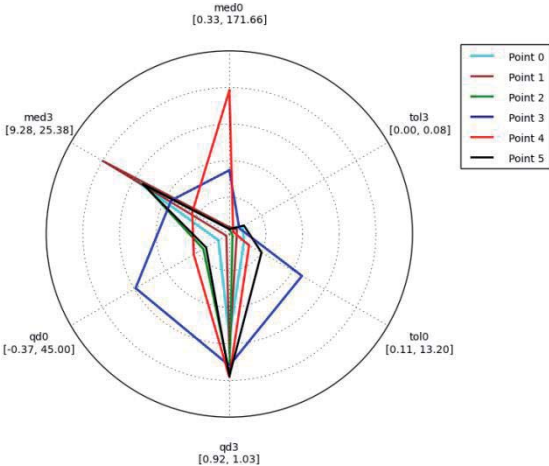


Abb. 10: Sterndiagramm, erster Iterationsschritt

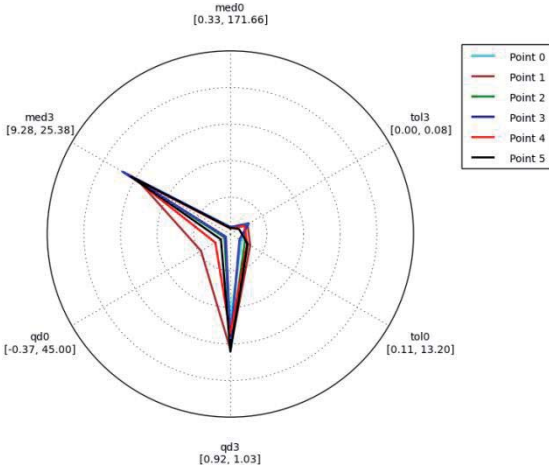


Abb. 11: Sterndiagramm, zweiter Iterationsschritt bei Auswahl von Punkt 0 in Abb. 10

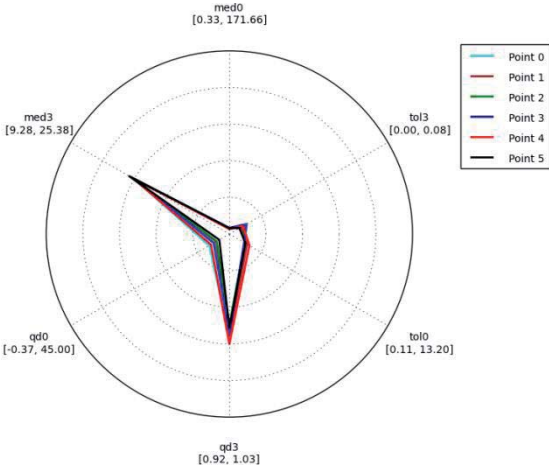


Abb. 12: Sterndiagramm, dritter Iterationsschritt bei Auswahl von Punkt 4 in Abb. 11

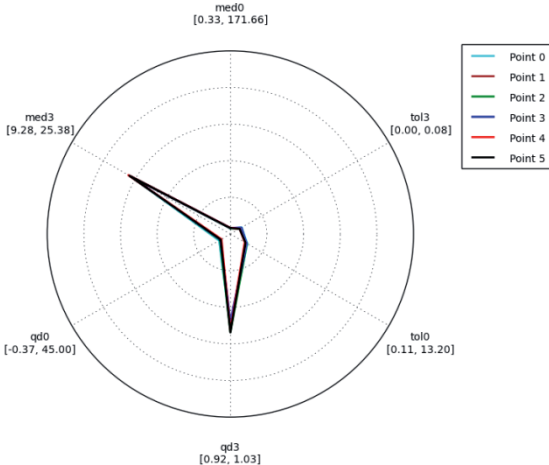


Abb. 13: Sterndiagramm, vierter Iterationsschritt bei Auswahl von Punkt 5 in Abb. 12

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Notwendigkeit, bei der Auslegung von Bauteilen mögliche Unsicherheiten zu berücksichtigen, ist im Ingenieurbereich erkannt worden. In diesem Beitrag wird eine effiziente Methodik vorgestellt, die eine robuste Optimierung mit nur wenigen echten Simulationen möglich macht. Sie basiert auf Metamodellen. Die Robustheit wird über Quantile charakterisiert, so dass eine quantitative Interpretation der Grenzen möglich ist. Der Anwender wird interaktiv durch den Prozess der Auswahl der robusten Optima geführt. Zu Beginn werden repräsentative Lösungen bestimmt, die in den nächsten Schritten verfeinert werden.

Die vorgestellte Methodik kann leicht in den Produktentwicklungsprozess integriert werden. Sie ist nicht nur auf die Bauteildimensionierung beschränkt, sondern kann universell auf jedes parametrische robuste Optimierungsproblem angewendet werden.

Die Anzahl der benötigten Simulationen kann weiter reduziert werden, wenn man das Verfeinern des Metamodells mit der Robustheitsberechnung verknüpft: Man startet mit einem aus wenigen Simulationen gebildeten groben Metamodell und bestimmt dort die robusten Bereiche. In den nächsten Schritten werden nur diese Bereiche durch zusätzliche Stützstellen weiter verfeinert. Hierzu muss die Toleranzabschätzung des Metamodells und der Fehler der Quantilschätzung bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Die Metamodellierung und die Pareto-Optimierung wurden mit der Software DesParO des Fraunhofer Instituts SCAI durchgeführt. Es ist geplant, die gesamte Methodik in dieses System zu integrieren.

7 References

- [1] J. L. Bentley, "Multidimensional divide-and-conquer," *Commun. ACM*, vol. 23, no. 4, pp. 214–229, 1980.
- [2] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal, and T. Meyarivan, "A Fast and Elitist Multi-Objective Genetic Algorithm: NSGA-II," *IEEE Transactions Evol. Comput.*, vol. 6, no. 2, pp. 182–197, 2000.
- [3] A. Forrester, A. Sobester, and A. Keane, *Engineering design via surrogate modelling: a practical guide*. Wiley, 2008.
- [4] M. D. Buhmann, *Radial Basis Functions: Theory and Implementations*. Cambridge University Press, 2003.
- [5] D. Zhao and D. Xue, "A comparative study of metamodelling methods considering sample quality merits," *Struct. Multidiscip. Optim.*, vol. 42, no. 6, pp. 923–938, 2010.
- [6] C. Thole, L. Nikitina, I. Nikitin, D. Steffes-lai, R. Kersten, and J. Bruns, "Constrained optimization with DesParO," in *Proc. Conf. Virtual Product Development in Automotive Engineering*, Prien, 2007, pp. 21–22.
- [7] A. J. Keane and P. B. Nair, *Computational Approaches for Aerospace Design*. John Wiley and Sons, Ltd, 2005.
- [8] X. Du, A. Sudjianto, and W. Chen, "An Integrated Framework for Optimization Under Uncertainty Using Inverse Reliability Strategy," *J. Mech. Des.*, vol. 126, no. 4, pp. 562–570, 2004.
- [9] B. Rhein, T. Clees, and M. Ruschitzka, "Uncertainty quantification using nonparametric quantile estimation and metamodelling," in *CD-ROM Proceedings of the 6th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2012)*, 2012.
- [10] B. Rhein, T. Clees, and M. Ruschitzka, "Robustness measures and numerical approximation of the cumulative density function of response surfaces," *Commun. Stat. - Simul. Comput.*, vol. 43, no. 1, pp. 1–17, 2014.

Transiente Simulation der Fluid-Struktur-Interaktion in radialen Gleitlagern unter Verwendung eines Mehrphasen Modells mit integrierter Kavitation

Marius Geller, [Christoph Schemmann](#), Norbert Kluck (Fachhochschule Dortmund)

In den letzten Jahren hat sich die Fluid-Struktur-Interaktion (FSI), also die gekoppelte Betrachtung von Strömungs- und Strukturmechanik, zu einem wichtigen Teilgebiet der Computersimulation entwickelt. Mittels dieser Methode ist es möglich, Untersuchung an einem virtuellen Modell unter Einbeziehung nahezu aller physikalischen Phänomene bei gleichzeitiger Reduktion des Zeit- und Kostenaufwandes wirtschaftlich durchzuführen. Dadurch lassen sich detaillierte Informationen über das Verhalten eines technischen Systems gewinnen.

Gleitlager werden seit langem in vielen Bereichen des Maschinenbaus erfolgreich eingesetzt. Hinsichtlich der im Inneren des Lagers ablaufenden physikalischen Vorgänge besteht allerdings noch immer eine Vielzahl offener Fragen. Aufgrund der in einem Gleitlager auftretenden komplexen Wechselwirkungen zwischen Schmierfilm und Struktur, bietet sich für diese Fragestellung das FSI-Verfahren als optimale Simulationsmethode an.

Keywords: Radialgleitlager, Kippsegmentgleitlager, Fluid-Struktur-Interaktion, Kavitation, Mehrphasenströmung, Spaltströmung, Hydrodynamische Schmierung, Elastohydrodynamischer Effekt, Absorption, Desorption

1 Einleitung

Gleitlager sind eine für den modernen Maschinenbau unverzichtbare Komponente. Aufgrund ihres breiten Einsatzfeldes sind sie in nahezu allen Gebieten des Maschinenbaus anzutreffen. Als Beispiele seien hier elektrische Maschinen, Gas- und Dampfturbinen oder Anwendungen in der Antriebstechnik genannt. Neben den zahlreichen Einsatzbereichen weisen auch die Lagerbauformen eine große Vielfalt auf, die von einfachen kreisförmigen Lagern über Zitronenlager und sog. Pressure-Dam-Lager bis hin zu komplizierten Ausführungen wie Kippsegmentgleitlagern reichen. Die Interaktion zwischen Schmierfilm und Lagerstruktur hat einen starken Einfluss auf das rotodynamische Verhalten der gesamten Maschine. Um diesen Einfluss bzw. speziell das Lagerverhalten vorauszusagen, müssen alle physikalischen Effekte innerhalb des Systems Schmierfilm-Struktur berücksichtigt werden. Die Strömung in einem Lagerspalt kann durch die Reynolds-Differentialgleichung (1) beschrieben werden, die die zeit- und ortsabhängige Druckverteilung im Spalt in Abhängigkeit von der Wellenverschiebung und -neigung abbildet [3]. Diese Gleichung basiert auf den Navier-Stokes'schen Differentialgleichungen und der Massenerhaltung unter Anwendung bestimmter Vereinfachung in Hinsicht auf Geschwindigkeitsverteilungen, Turbulenz, Kompressibilität und Krümmung des Schmierfilmes.

$$\frac{1}{R^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left\{ h^3 \frac{\partial p}{\partial \theta} \right\} + h^3 \frac{\partial^2 p}{x^2} = 6\eta\Omega \frac{\partial h_0}{\partial \theta} + 6\eta e \Omega \sin(\theta - \gamma) - 12\eta e \dot{\gamma} \sin(\theta - \gamma) - 12\eta \dot{e} \cos(\theta - \gamma) \quad (1)$$

Wird diese Gleichung unter Annahme einer Spaltfunktion $h(\Theta, t)$ gelöst, können im divergierenden Spaltbereich sehr niedrige oder sogar negative Drücke auftreten. Da Flüssigkeiten im thermodynamischen Gleichgewicht keine negativen Drücke bzw. Zugspannungen aufnehmen können, muss Kavitation im Lager auftreten. Daher ist die verwendete Modellierung der Kavitation und der Mehrphasenströmung von entscheidender Wichtigkeit für die Lagersimulation.

Die Kinematik eines Gleitlagers ist stark nicht-linear und zeitabhängig. *Abb. 1* zeigt drei Verlagerungsbahnen für verschiedene Betriebszustände. Das Diagramm in *Abb. 1a* beschreibt die Rotorverschiebung in einem Lager, dass im stabilen Bereich betrieben wird und eine quasistationäre Ruhelage erreicht. Die Verlagerungsbahnen in

Abb. 1b und 1c zeigen das Lagerverhalten im grenzstabilen bzw. im instabilen Bereich. In diesen Bereichen ist die Lagerdynamik hochgradig instationär und zeitabhängig. Daher müssen alle fluid- und strukturmechanischen Phänomene im Zeitbereich untersucht werden.

Im Folgenden wird ein Modell vorgestellt, dass die nichtlineare, zeitabhängige Gleitlagersimulation mit Berücksichtigung von Kavitation und elastohydrodynamischer Effekte ermöglicht. [1],[2]

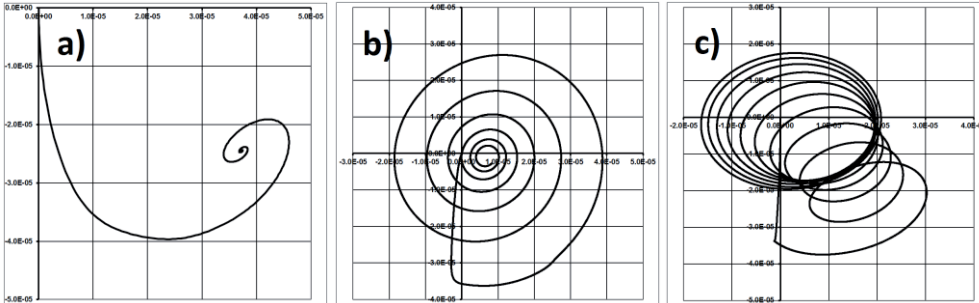


Abb. 1: Verlagerungsbahnen für einen stabilen Fall(a), Betrieb in der Nähe der Stabilitätsgrenze (b) und für einen instabilen Fall (c) (von links nach rechts)

2 Fluid Struktur Interaktion

Die numerische Simulation der Interaktion zwischen Fluid und Struktur kann auf verschiedenen Abstraktionsebenen erfolgen. Dabei ist anzumerken, dass sich die Anzahl der berücksichtigten physikalischen Phänomene signifikant auf den benötigten numerischen Aufwand auswirkt (Abb. 2). In der verwendeten Simulationsumgebung „ANSYS Workbench“ werden mehrere Lösungen für die Simulation der Wechselwirkung zwischen Fluid und Struktur angeboten.

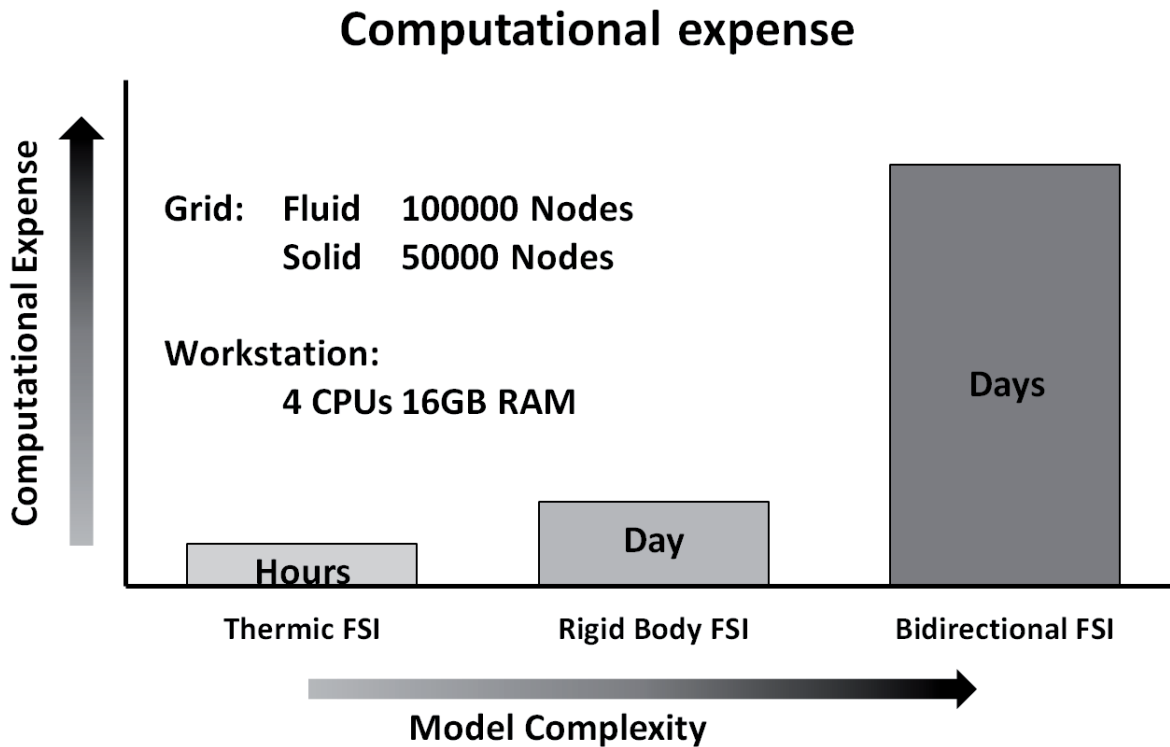


Abb. 2: Korrelation zwischen Modellkomplexität und numerischem Aufwand

Für die Simulation von Gleitlagern sind die folgenden Methoden anwendbar:

Thermische FSI, nur CFD

Das Lager wird stationär simuliert, um Temperatur und Wärmeübergang sowohl im Fluid als auch im Lagerkörper zu ermitteln.

Starrkörper FSI, nur CFD

Bei dieser Simulationsmethodik wird die Lagerkinematik in Form einer reinen Starrkörperbewegung berücksichtigt.

Bidirektionale FSI, CFD und FEM gekoppelt

Diese Methode bietet den höchsten Detailgrad. Zusätzlich zur Kinematik wird auch die Verformung der Lagerkörper simuliert. Dies wird durch eine bidirektionale Kopplung der CFD und FEM Solver erreicht. Dabei werden in jedem Zeitschritt der Simulation die Fluidkräfte beziehungsweise die Festkörperverschiebungen zwischen beiden Solvern ausgetauscht und so lange iteriert, bis ein Gleichgewicht gefunden ist. Die Interaktion zwischen Schmierfilm und Struktur wird auch als elastohydrodynamischer Effekt bezeichnet.

3 Mehrphasenströmung und Kavitation

Wie bereits erwähnt, kann die analytische Lösung der Reynolds Gleichung (1) zu negativen Drücken im divergierenden Spaltbereich führen. Daher muss zwangsläufig Kavitation im Lager auftreten. Dies kann auf verschiedene Art und Weise berücksichtigt werden.

Die einfachste Möglichkeit ist die sog. Gümbelsche Randbedingung. Bei diesem Ansatz werden alle negativen Einträge im Druckvektor zu Null gesetzt. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Reynolds Randbedingung. In diesem Fall wird ein Kavitationsgebiet mit konstantem Druck angenommen, d.h alle negativen Einträge des Druckvektors werden auf den Kavitationsdruck p_{cav} gesetzt.

Wird eine realitätsnähere Lösung benötigt, muss der Massentransfer zwischen den verschiedenen Fluidphasen modelliert werden. Dies wird durch die Verwendung eines passenden Kavitationsmodells erreicht. Hierbei ist es wichtig zwischen Dampf- und Gaskavitation zu unterscheiden (Abb. 3).

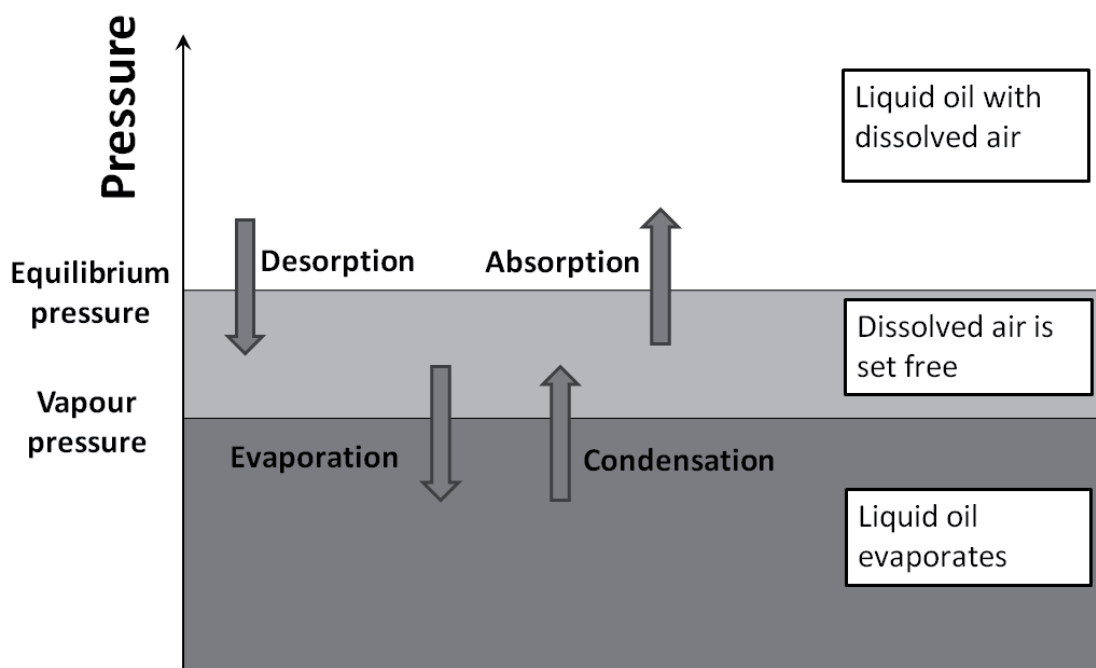


Abb. 3: Interaktion der verschiedenen Kavitationsmodelle

3.1 Dampfkavitation

Dampfkavitation, d.h. der abrupte Übergang des Mediums vom flüssigen in den gasförmigen Zustand bei Unterschreiten des Dampfdruckes, kann in guter Näherung durch das Rayleigh-Plesset Modell beschrieben werden. Dieses Modell beschreibt den Vorgang der Verdampfung und Kondensation unter der Annahme von Keimstellen als Startpunkte der Verdampfung. Der Phasenübergang wird durch einen Quellterm \dot{S}_V (2) kontrolliert, der die Raten der Verdampfung \dot{R}_{Vap} (3) und der Kondensation \dot{R}_{Cond} (4) zueinander ins Verhältnis setzt. Ein Rayleigh-Plesset basiertes Kavitationsmodell ist standardmäßig im CFD Paket ANSYS CFX integriert [4].

$$\dot{S}_V = \pm(\dot{R}_{Vap} - \dot{R}_{Cond}) \tag{2}$$

$$\dot{R}_{Vap} = F_{Vap} \frac{3r_{nuc}(1-r_v)\rho_v}{R_B} \sqrt{\frac{2}{3} \frac{|p_{Vap} - p|}{\rho_l}} \tag{3}$$

$$\dot{R}_{Cond} = F_{Cond} \frac{3r_v\rho_v}{R_B} \sqrt{\frac{2}{3} \frac{|p_{Vap} - p|}{\rho_l}} \tag{4}$$

Die Terme F_{Vap} und F_{Cond} sind empirische Faktoren für die Verdampfung und Kondensation. Weiterhin enthalten die Gleichung (3) und (4) die Volumenanteile der Keimstellen r_{nuc} , Volumenanteile und Dichte der Dampfphase r_v und ρ_v , den Blasenradius R_B , den Dampfdruck p_{Vap} , den Systemdruck p und die Dichte des umgebenden Fluids ρ_l . Die Werte für F_{Vap} / F_{Cond} sowie den Blasenradius müssen zur Bestimmung einer Lösung sinnvoll anhand empirischer Werte gewählt werden.

3.2 Gaskavitation

Sind in einem Fluid Gase gelöst, kann neben der Dampfkavitation Gaskavitation als zusätzliche Form des Massentransfers auftreten. Fällt der Druck im System unter den Partialdruck des im Fluid gelösten Gases, wird das Gas freigesetzt (=desorbiert) und formt eine Blase. Diese Blasen wachsen, solange sich der Druck unterhalb des Partialdruckes befindet. Steigt der Druck wieder auf Werte oberhalb des Partialdruckes an, wird das Gas wieder im Fluid gelöst (=absorbiert). Gaskavitation kann durch das Full-Cavitation-Model beschrieben werden [5]. Der Phasenübergang wird wie im Rayleigh-Plesset Modell durch einen Quellterm \dot{S}_{DA} (5) gesteuert, der den Massentransfer durch Absorption \dot{R}_{abs} (6) und den Massentransfer durch Desorption \dot{R}_{des} (7) vergleicht. Der Massenanteil des Gases f_g setzt sich dabei aus dem Anteil des freien Gases $f_{g,g}$ und dem Anteil des gelösten $f_{g,l}$ Gases zusammen (8).

$$\dot{S}_{DA} = \dot{R}_{abs} - \dot{R}_{des} \tag{5}$$

$$\dot{R}_{abs} = C_a \rho_g (p_g - p_{equil}) \cdot (f_{g,l,lim} - f_{g,l}) f_{g,g} \tag{6}$$

$$\dot{R}_{des} = C_d \rho_g (p_{equil} - p_g) \cdot (1 - f_{g,g}) f_{g,l} \tag{7}$$

$$f_g = f_{g,g} + f_{g,l} \tag{8}$$

C_a und C_d sind empirische Faktoren für die Absorption bzw. die Desorption. Der Term p_{equil} beschreibt den Gleichgewichtsdruck, bei welchem Absorption bzw. Desorption auftreten. $f_{g,lim}$ stellt die maximale Lösbarkeit des Gases in der Flüssigkeit dar.

3.3 Variable Fluideigenschaften

Die zuvor beschriebenen Kavitationsmodelle sind für Fluide mit konstanten Eigenschaften entwickelt worden. Da die Temperatur einen großen Einfluss auf das Betriebsverhalten des Lagers hat und weiterhin die Viskosität des Öles stark von Temperatur und Druck abhängt, wird das Materialmodell erweitert um die variablen Eigenschaften des Öles zu berücksichtigen.

Knezevic und Savic haben eine Gleichung (9) entwickelt, die verwendet wird, um die temperatur- und druckabhängige dynamische Ölviskosität zu beschreiben [6]. Diese Gleichung formuliert die dynamische Viskosität als Funktion der Temperatur T und des Druckes p . a , b , c , a_1 und a_2 sind empirische Konstanten.

$$\eta(p, T) = a \cdot e^{\frac{b}{(T+273,15)^{-c}}} \cdot e^{\frac{p}{a_1+a_2T}} \quad (9)$$

Unter hohen Drücken zeigen eigentlich inkompressible Flüssigkeiten ein begrenzt kompressibles Verhalten. Dies kann durch Gleichung (10) berücksichtigt werden. Die druckabhängige Dichte wird als Funktion der Referenzdichte ρ_0 , der Druckdifferenz $p-p_0$ bezogen auf den Referenzdruck p_0 und der empirischen Kompressibilität κ abgebildet.

$$\rho(p) = \frac{\rho_0}{1 - \kappa(p - p_0)} \quad (10)$$

4 Simulationsumgebung

Alle in dieser Arbeit vorgestellten Simulation sind in der Simulationsumgebung „ANSYS Workbench“ durchgeführt worden.

5 Simulationsergebnisse

Das erste Ergebnis der Gleitlagersimulationen ist die quasistationäre Ruhelage des Systems. Auf der linken Seite von *Abb. 4* ist die Verlagerungsbahn für ein Vier-Kippsegment radial Gleitlager dargestellt. Diese Ruhelage wird ermittelt, indem der Rotor in zentrischer Lage gestartet wird. Diese Vorgehensweise ist notwendig aufgrund des verwendeten Simulationsmodells, da ein Starten des Rotors von einer „liegenden“ Position aus zu einer Spalthöhe von Null und somit zu degenerierten Netzelementen führen würde. Die Ruhelage zeigt eine gute Übereinstimmung zu Versuchsergebnissen in der Literatur [1]. Weiterhin sind auf der rechten Seite der Abbildung die Schrägstellung der Kippsegmente und die Druckverteilung dargestellt. Die Verschiebung in dieser Darstellung ist stark vergrößert, da bei einer nominalen Spalthöhe h_0 von $78\mu\text{m}$ ansonsten keine Verschiebung zu erkennen wäre.

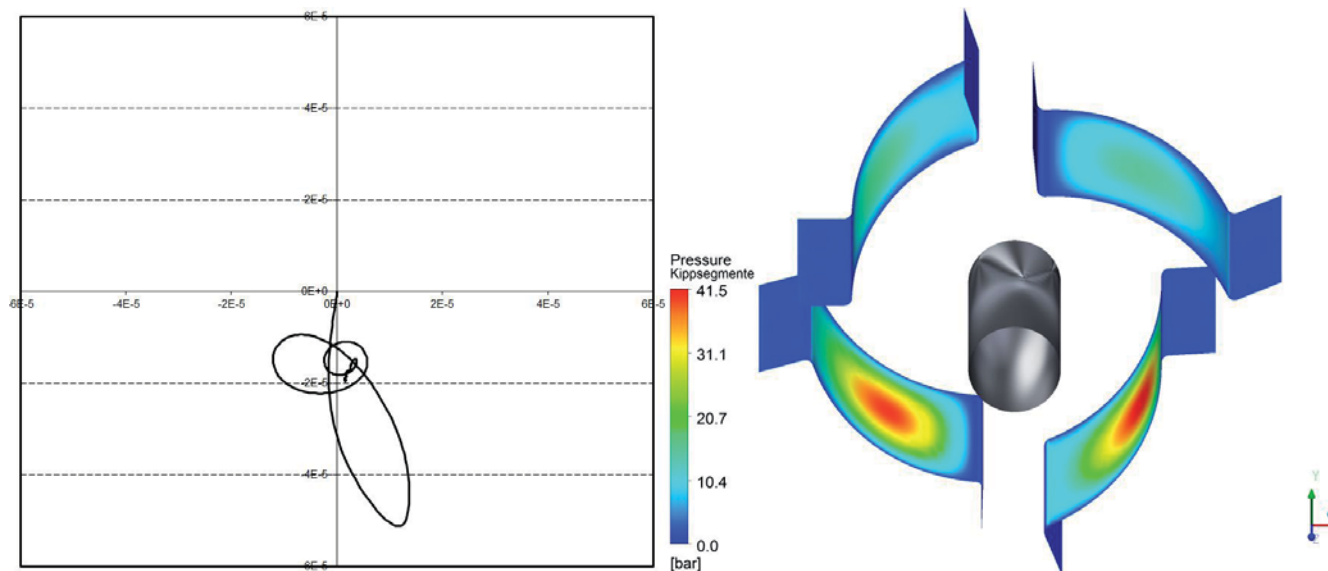


Abb. 4: Quasistationäre Ruhelage (links) und Druckverteilung auf den Kippsegmenten (rechts)

Basierend auf der zuvor berechneten Ruhelage werden weitere Analysen durchgeführt. Zwei der wichtigsten Ergebnisgrößen bei der Betrachtung von Gleitlagern sind die Spaltfunktion und die Druckverteilung in Umfangsrichtung auf der Wellenoberfläche (*Abb. 4*). Deutlich zu erkennen ist, dass sich das Druckminimum im divergierenden Spaltbereich kurz hinter der Stelle der minimalen Spalthöhe befindet. Dies Ergebnis zeigt eine gute Übereinstimmung mit experimentellen Daten.

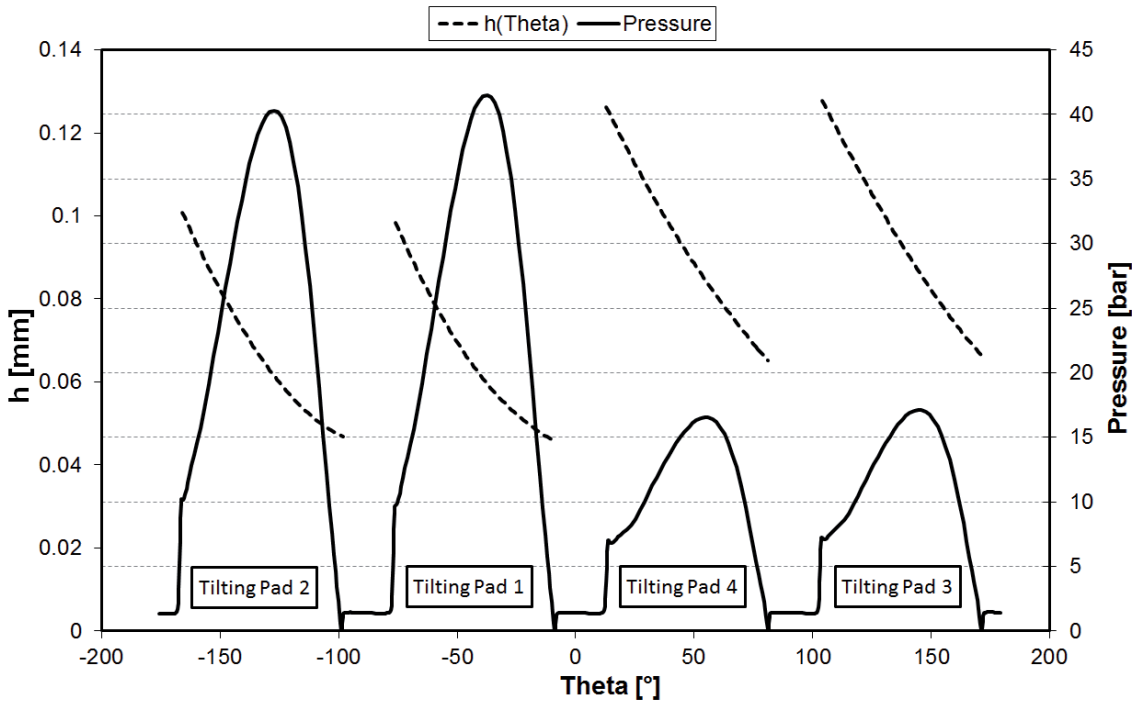


Abb. 5: Druckverteilung und Spaltfunktion in der Ruhelage

Das thermische Lagerverhalten ist entscheidend für die Lebensdauer des Lagers. Abb. 6 stellt die Temperaturverteilung im Lagerkörper (links) sowie auf der Wellenoberfläche dar. Zur besseren Darstellung ist das Lager dabei in der Symmetrieebene geschnitten. Dabei ist zu erkennen, dass die unteren Kippsegmente nicht nur mechanisch sondern auch thermisch am höchsten belastet sind.

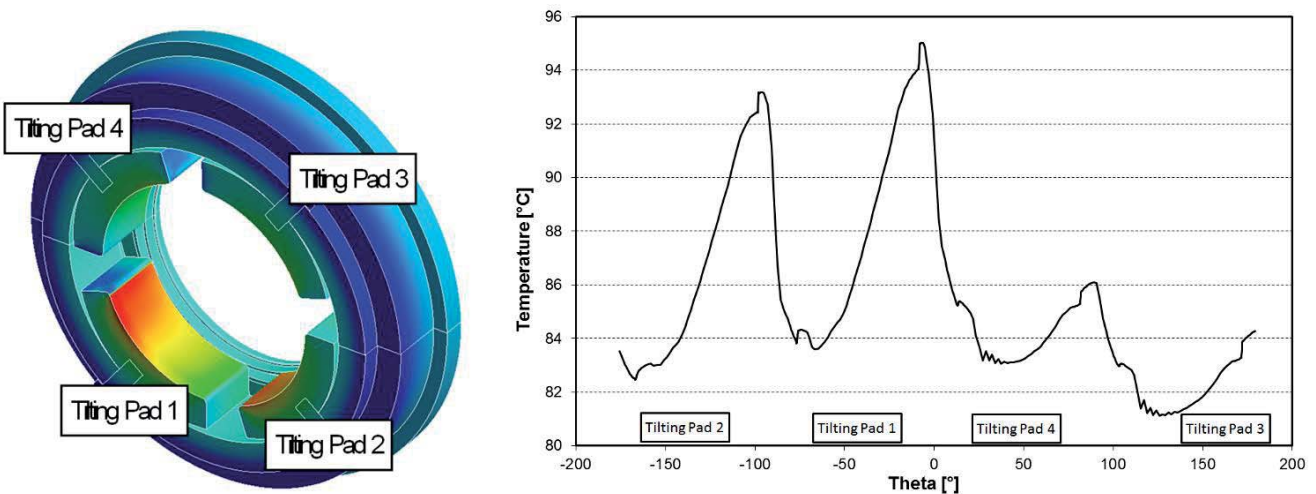


Abb. 6: Temperaturverteilung im Lagerkörper (links) und auf der Wellenoberfläche (rechts)

Weitere Untersuchungen sind hinsichtlich der Reaktion des Lagers auf eine Unwuchterregung durchgeführt worden. Ausgehend von der quasistationären Ruhelage wird die Welle zusätzlich mit einer rotieren Unwuchtmass beaufschlagt. Die daraus resultierende Verlagerungsbahn ist auf der linken Seite von Abb. 7 dargestellt, die rechte Seite zeigt die resultierenden Fluidkräfte über die Simulationszeit. Basierend auf diesen periodischen Reaktionskräften ist es möglich, die rotordynamischen Koeffizienten des Lagers und somit das dynamisch Verhalten im Falle einer Unwucht vorherzusagen.

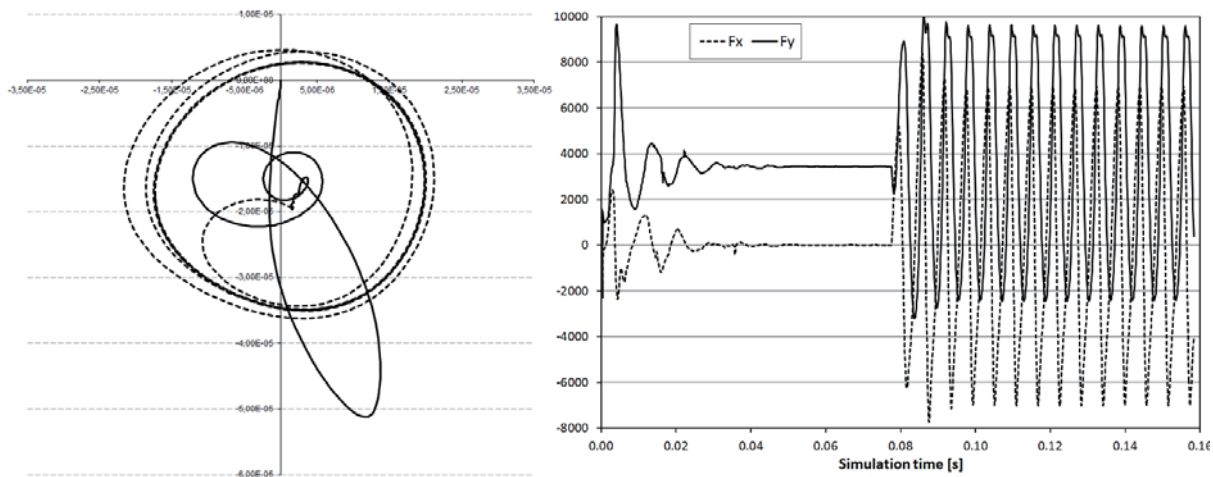


Abb. 7: Verlagerungsbahn des Lagers unter Unwucht Erregung (links) und die daraus resultierenden Reaktionskräfte (rechts)

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der Gleitlagersimulation ist die Größe und der Ort der Kavitationszone im Lagerspalt. Diese kann zum einen anhand der Druckverteilung im Lagerspalt (Abb. 8) oder zum anderen durch den Füllgrad (Abb. 9) visualisiert werden. Simulationen, die mit einem Pressure-Dam-Gleitlager durchgeführt wurden, zeigen sehr gute Übereinstimmungen zu Messdaten aus der Literatur [7].

Diese Ergebnisse zeigen einen großen Vorteil des FSI Methode: während Messungen nur den Druck an bestimmten Stellen auf der Rotoroberfläche wiedergeben können, ermöglichen Simulationen eine kontinuierliche Darstellung der Druckverteilung auf der Rotoroberfläche. In Hinsicht auf die Lokalisierung von Kavitationsgebieten sind Messungen sehr vage und können nur näherungsweise Hinweise geben, wo sich eine Kavitationzone befindet. Eine detaillierte Beschreibung der Kavitationsgebiete ist nur mit numerischen Methoden möglich.

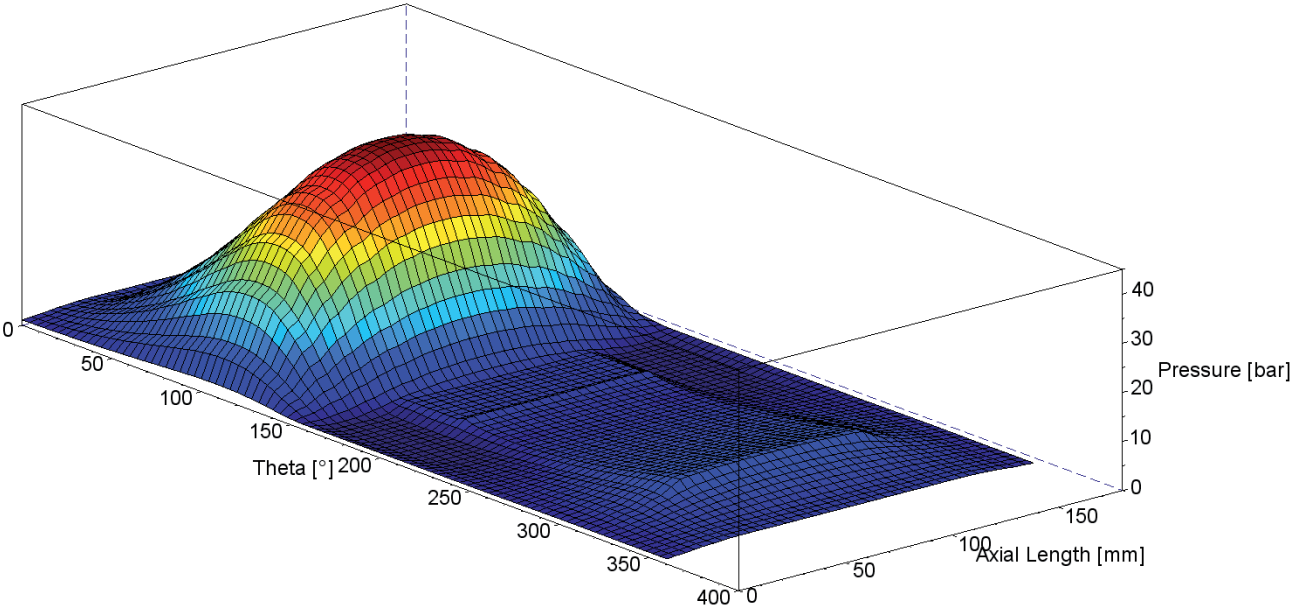


Abb. 8: Druckverteilung auf der Wellenoberfläche (Pressure-Dam-Lager)

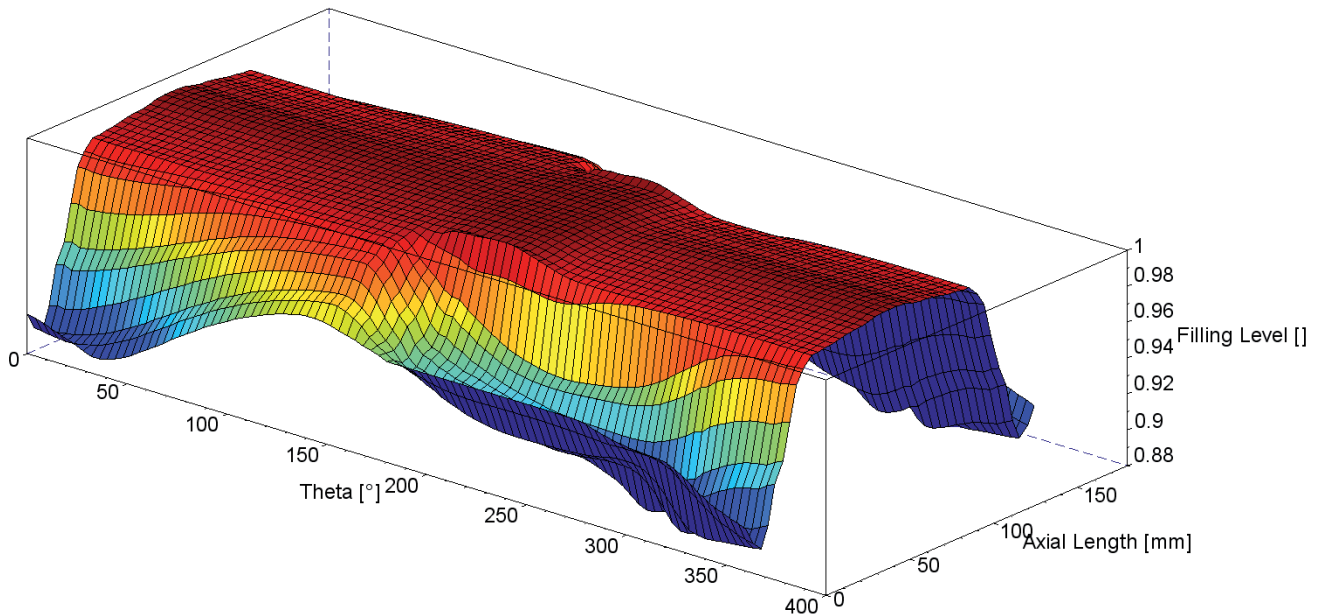


Abb. 9: Füllgrad (Pressure-Dam-Lager)

Die Anwendung von CFD Software zur Simulation von Gleitlagern erlaubt detaillierte Untersuchungen der Strömungsphänomene, die mit anderen Methoden nicht aufzeigbar wären. Die Strömung in den Lagertaschen ist entscheidend für den Austausch des warmen und kalten Öles und somit für den Wärmehaushalt im gesamten Lager.

Die linke Seite von *Abb. 10* zeigt Stromlinien in eine Vier-Kippsegment Gleitlager mit einem speziellen Augenmerk auf die Mischungs- und Rezirkulationsphänomene in den Lagertaschen. Zur besseren Übersicht ist das Lager in der Symmetrieebene geschnitten. Weiterhin ist die Geschwindigkeit am Lageraustritt durch Vektoren visualisiert. Diese Geschwindigkeitsverteilung ist stark ungleichförmig und zeigt zudem Bereiche von Rückströmungen. Eine detailliertere Darstellung der Strömung in einer Lagertasche ist auf der rechten Seite der Abbildung zu sehen. Innerhalb der Taschen herrschen komplexe Strömungsvorgänge: Nahe am Rotor bewegt sich ein dünner Film heißen Öls mit hoher Geschwindigkeit an der Tasche vorbei. Die Tasche andererseits ist mit einer stark verwirbelten Strömung gefüllt. Daher kann die Öldurchmischung in der Tasche als eher schlecht angesehen werden. Das meiste heiße Öl aus dem Lagerspalt passiert die Tasche ohne sich mit dem kühleren frischen Öl zu vermischen. Ein ähnliches Verhalten wurde auch von Uhkoetter et al. beschrieben [8].

6 Fazit

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass moderne CFD und FEM Programme in der Lage sind, die komplexen Strömungsphänomene, die in einem Gleitlager auftreten, realitätsnah zu beschreiben. Die Abbildung der Kavitation sowie die Modellierung der Mehrphasenströmung haben einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Simulationsergebnisse.

Den vielversprechenden Ergebnissen steht gegenüber, dass die Simulationen teuer in Hinblick auf die erforderlichen Rechenzeiten sind. FSI Simulationen bieten ein großes Potential, die Details der Strömungsvorgänge in Gleitlagern weiter zu untersuchen, sind aber (noch) nicht dafür geeignet, traditionelle Gleitlager-Berechnungsprogramme im Industriellen Alltag zu ersetzen.

Die bisher erzielten Ergebnisse sind sehr ermutigend, allerdings müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Um allgemeingültigere Aussagen treffen zu können, muss die Simulationsmethode für weitere Lager-Geometrien validiert werden.

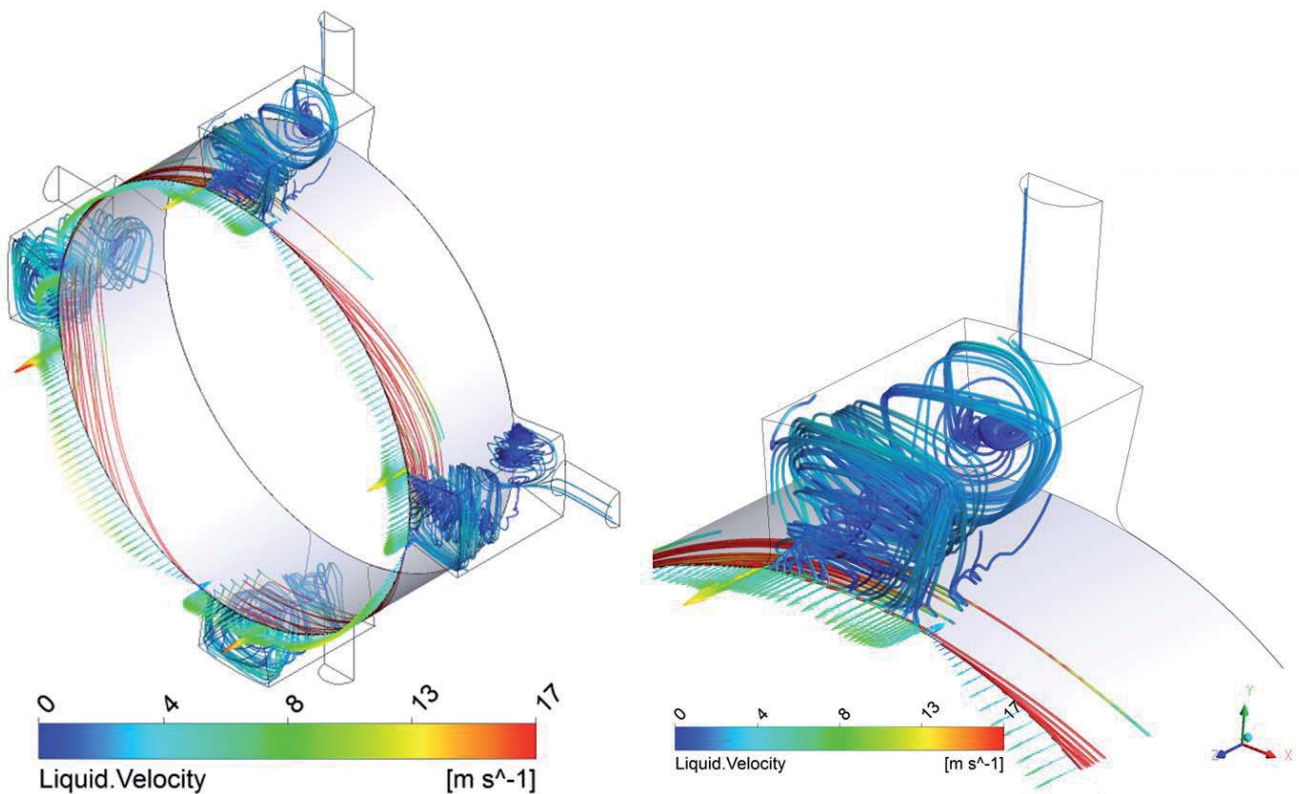


Abb. 10: Stromlinien in einem Gleitlager und Geschwindigkeit am Spaltaustritt (links) sowie detaillierte Darstellung der Strömung in einer Lagertasche (rechts)

7 References

- [1] Geller, M., Schemmann, C., Kluck, N.: "TRANSIENT SIMULATION OF FLUID-STRUCTURE-INTERACTION IN RADIAL JOURNAL BEARINGS USING A MULTIPHASE FLOW MODEL WITH INTEGRATED CAVITATION", NAFEMS World Congress 2013, Wien, Austria
- [2] Geller, M., Schemmann, C. and Kluck, N.: "Simulation of radial journal bearings using the FSI approach and a multi-phase model with integrated cavitation", Progress in Computational Fluid Dynamics, Vol. 14, No. 1, 2014, pp.14–23.
- [3] Gasch, R., Nordmann, R., Pfützner, H.: „Rotordynamik 2. Auflage“, 2006, Springer, Berlin
- [4] SAS IP, Inc., `ANSYS 14.0 Help`, 2011.
- [5] Singhal, A.K., Athavale, M.M., Li, H., Jiang, Y.: "Mathematical Basis and Validation of the Full Cavitation Model", Journal of Fluids Engineering, Vol. 124, 2002, pp. 617-624
- [6] Knezevic, D., Savic, V.: "Mathematical Modeling Of Changing Of Dynamic Viscosity As A Function Of Temperature And Pressure Of Mineral Oils For Hydraulic Systems", FACTA UNIVERSITATIS Series: Mechanical Engineering, Vol. 4; No 1, 2006, pp. 27 – 34.
- [7] Rückert, A.: "Experimentelle Überprüfung der Berechnungsgrundlagen für die Radialgleitlager von Turbomaschinen", Fortschritt Berichte VDI Reihe 1, Nr. 214, 1992
- [8] Uhkoetter, S., Aus der Wiesche, S., Kursch, M. and Beck, C.: "Development and Validation of a Three-Dimensional Multiphase Flow CFD Analysis for Journal Bearings in Steam and Heavy Duty Turbines.", 2012, Proceedings of the ASME Turbo Expo 2012

Gekoppelte CFD-Analyse einer Rollenmühle zur Schüttgutverteilung

Dominik Mey (CAE Engineering und Service GmbH)

Die CFD-Analyse der Rollenmühle dient der Ermittlung der Strömungsverhältnisse in der Rollenmühle. Kenntnisse über die Strömungsverhältnisse in der Mühle sind wichtig, um mögliche Konstruktionsoptimierungen vornehmen zu können. Das Ziel der Analyse ist es, das Strömungsverhalten darzustellen sowie die Partikelverteilung von Kohlestaub in der Mühle zu errechnen. Die Berechnung wird mit Siemens NX 8.5 durchgeführt.

1 Hintergrund

Rollenmühlen werden zum Mahlen von Mineralien oder Kohle in verschiedensten Industrieanwendungen genutzt. Die betrachtete Mühle wird in Kraftwerken genutzt, um Kohle zu zerkleinern. Dieser Vorgang ist notwendig, da Kohlestaub ein besseres Verbrennungsverhalten aufweist als größere Kohlebrocken.

Eine neue Rollenmühle ist in der aktuellen Konstruktionsphase. Ein Ziel der Konstruktion ist es, die Mühle mit nur einem Lufteinlass zu bauen. Aktuelle Rollenmühlen werden mit zwei oder mehr Lufteinlässen gebaut, um eine möglichst symmetrische Strömung in der Mühle zu erzeugen. Die symmetrische Strömung ist notwendig, um Kohleansammlungen zu vermeiden und den Verschleiß der Mühle gleichmäßig zu gestalten.

Vorteile der Konstruktion mit einem Lufteinlass sind geringere Fertigungskosten sowie ein geringerer Platzbedarf im Kraftwerk. Außerdem haben die Strömungsbedingungen in der Mühle einen Einfluss auf den Verbrennungsprozess im Kraftwerk. Ist die Kohle nicht fein genug zermahlen, verbrennt sie nicht bei einem optimalen Energieertrag. Auf der anderen Seite kann es zu verunreinigten Ascheresten kommen.

Aus diesen Gründen wird eine CFD-Analyse des aktuellen Entwicklungsstandes durchgeführt. Hauptziel ist es, die exakten Strömungsbedingungen aufzuzeigen und die Schüttgutverteilung zu ermitteln. Zur CFD-Analyse gehört die Vorbereitung des CAD-Modells, die Ermittlung des optimalen Gitters, die Definition der Randbedingungen und die Auswertung der Ergebnisse. Das Berechnungstool ist Siemens NX 8.5.

2 Rollenmühle

Die Mühle wird von oben durch ein Fallrohr mit Kohle beschickt. Die Kohle gelangt in der Mühle auf einen Mahlteller, der eine Rotationsbewegung durchführt. Oberhalb des Mahltellers sind drei Mahlsteine installiert. Durch die Rotation des Mahltellers wird die Kohle unter die Mahlsteine geführt und dort unter hohem Druck zerkleinert. Nach dem Mahlprozess gelangt die Kohle an den Rand des Mahltellers und wird dort von einem Heißluftstrom mitgerissen. Letztendlich gelangt die Kohle im oberen Bereich der Mühle an einen Sichter.

Der Heißluftstrom wird durch einen Lufteinlass in den Verteilerkasten geleitet, der sich im unteren Teil der Mühle befindet. Es wird Heißluft verwendet, um die Kohle zu trocknen. Durch den Trocknungsprozess wird der Heißluft Energie entzogen und sie kühlt sich um etwa 200 °C ab. Die Luft wird durch einen Düsenring aus dem Verteilerkasten in den Mahlraum der Mühle transportiert.

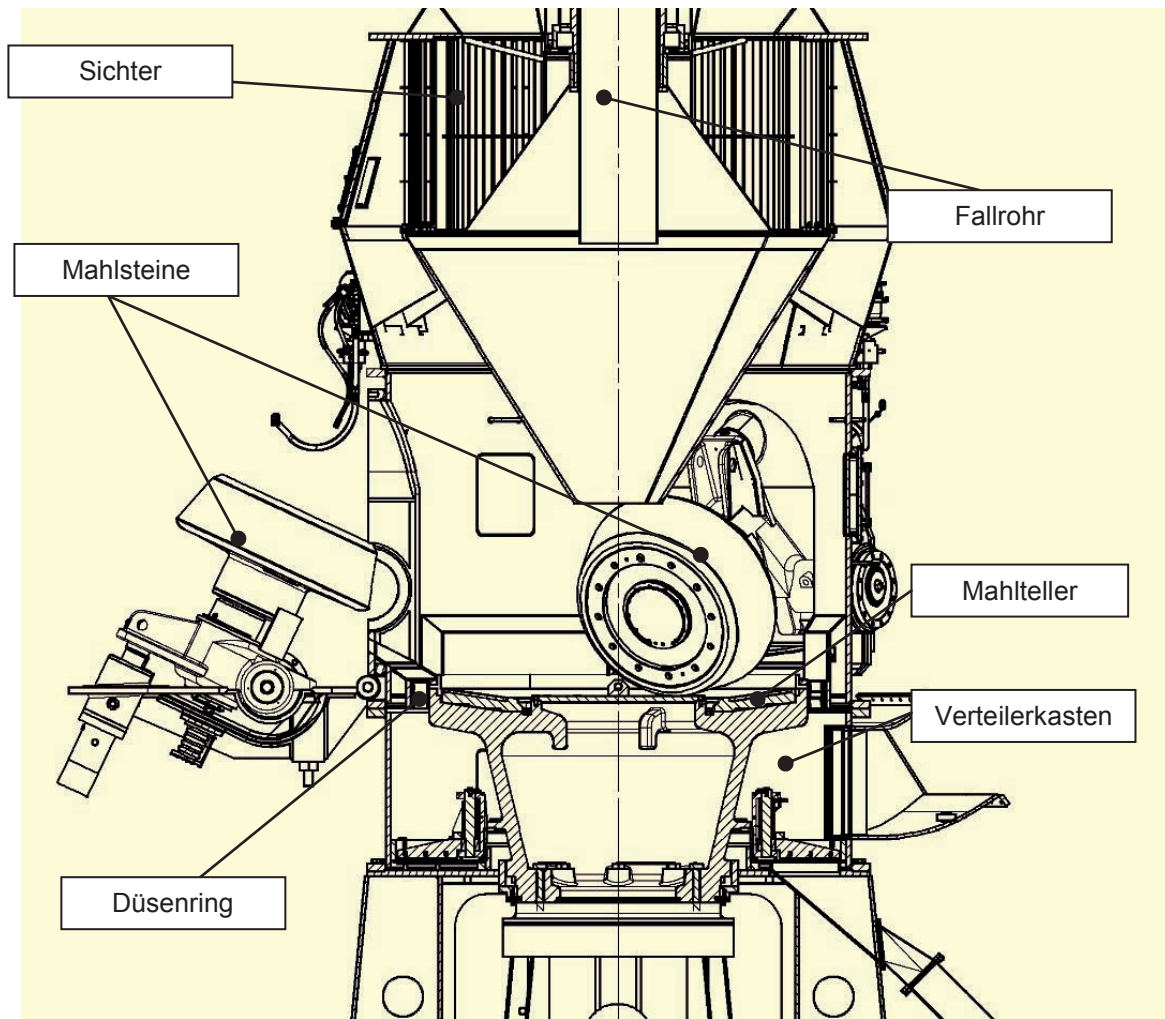


Abb. 1: Rollenmühle im Schnitt

3 Modellvorbereitung

Während der Modellvorbereitung sind einige Arbeiten am CAD-Modell durchgeführt worden. Diese Arbeiten sind nötig, um ein gutes Berechnungsgitter zu erzeugen sowie die Randbedingungen sauber definieren zu können. Einige Schritte sollen exemplarisch dargestellt werden.

Der erste Schritt besteht in der Auftrennung des Modells, um den Düsenring separat mit einem Gitter belegen zu können. Dieser Schritt ist wichtig, da in diesem Bereich hohe Strömungsgeschwindigkeiten erwartet werden und das CFD-Gitter somit möglichst fein sein muss.

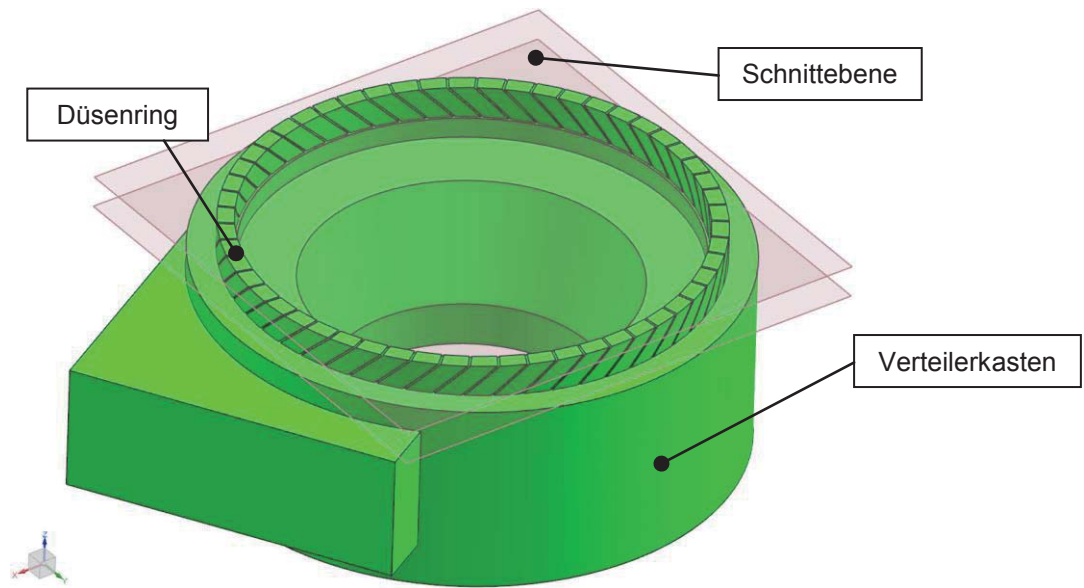


Abb. 2: Aufgetrennte CAD-Geometrie

Der nächste Schritt zeigt, dass das CAD-Model das Schüttgut mit abbildet. Die Flächen, die den Mahlteller zugehörig sind, werden verschoben um so die Kohleschicht zu imitieren. Durch diesen Schritt wird außerdem ein kleiner Spalt zwischen Mahlteller und Mahlsteinen geschlossen, was Vorteile bei der Gittererzeugung mit sich bringt.

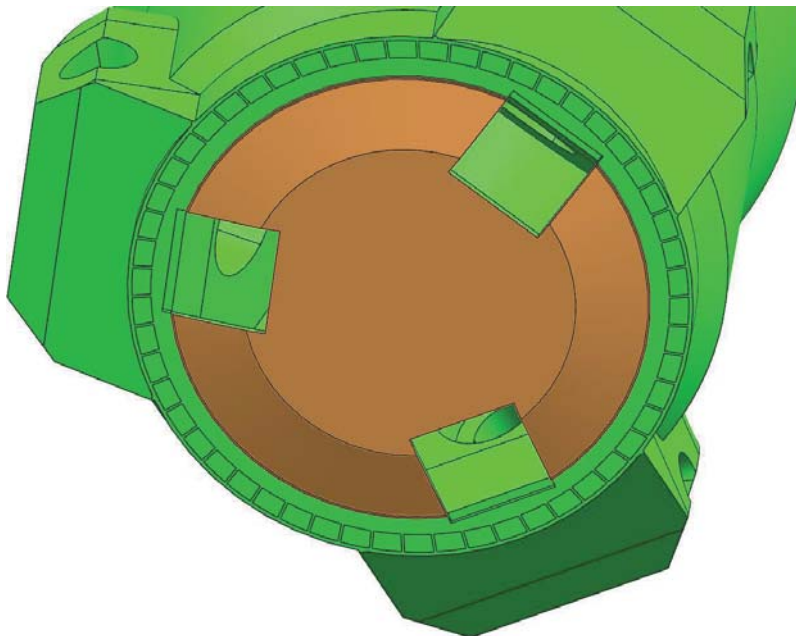


Abb. 3: Mahlsteinposition und Schüttgut

Außerdem sind einige Zusatzkörper erzeugt worden, um negative Einflüsse der Randbedingungen auf das auszuwertende Strömungsfeld zu vermeiden. Einström- und Ausströmbedingungen werden auf diesen Körpern definiert. Die Strömungsverhältnisse in den Zusatzkörpern werden nicht ausgewertet.

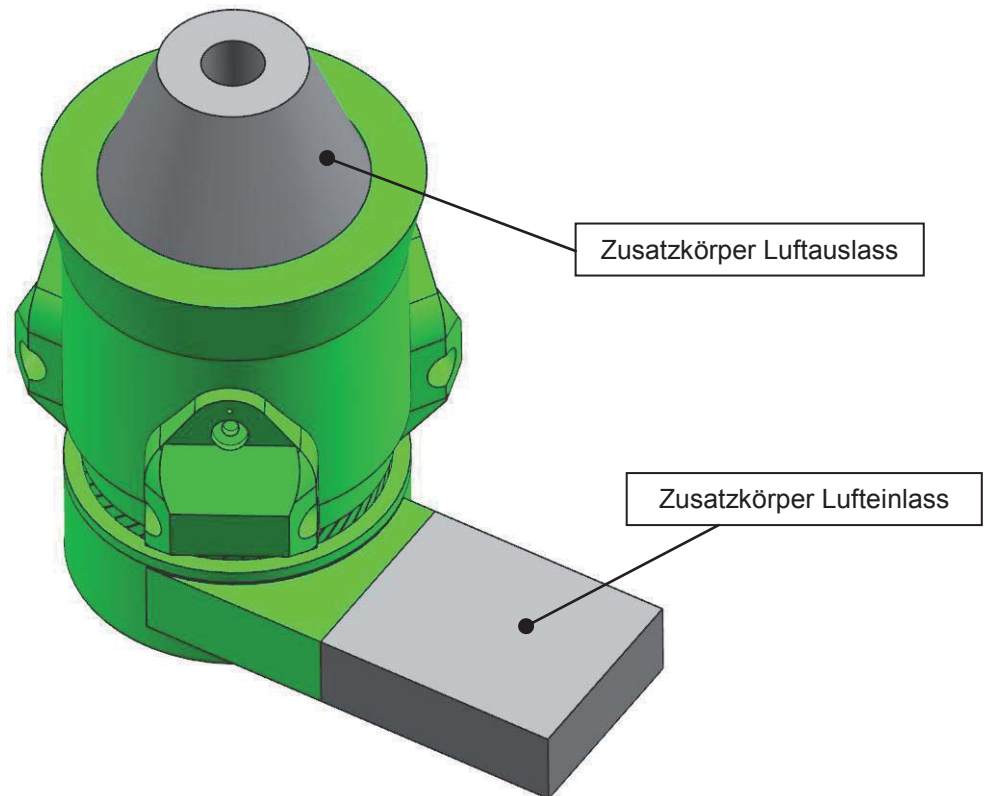


Abb. 4: Zusatzkörper

Der nächste Schritt ist die Gittererzeugung. Hierfür wird eine Gitterstudie durchgeführt. Insgesamt sind vier Gitter erzeugt worden, die Zellenanzahl variiert von 1.525.000 Zellen bis zu 5.856.000 Zellen. Die unterschiedlichen Gitterstrukturen werden exemplarisch anhand des Schaufelkanals im Düsenring in Abb. 5 dargestellt.

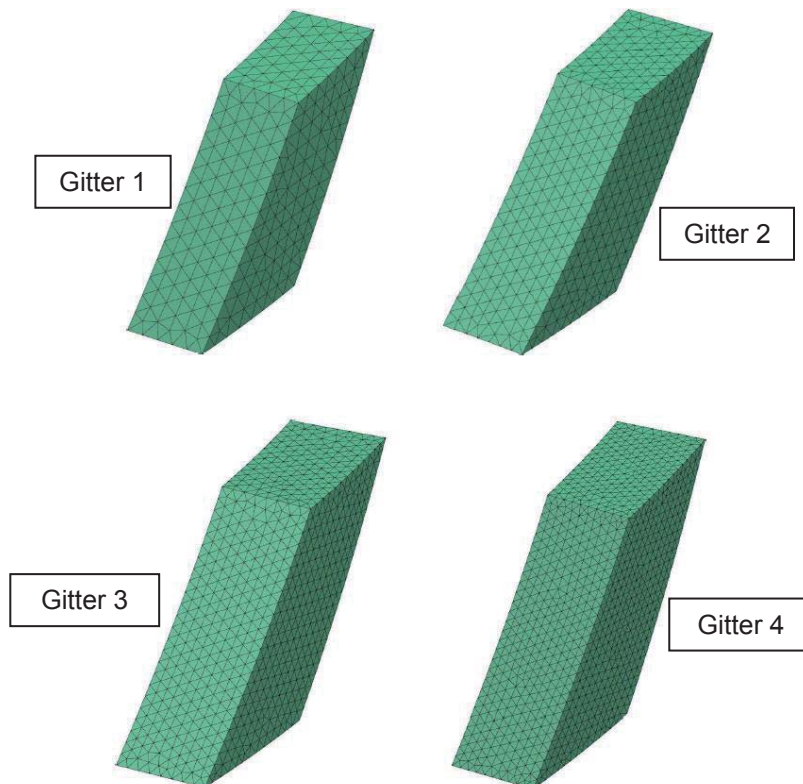


Abb. 5: Gitterstruktur im Schaufelkanal des Düsenrings

Das finale Gitter besteht aus 4.848.000 Zellen. Feine Zellen sind im Bereich des Düsenrings und angrenzender Bereiche benutzt worden. Die Zellengröße variiert von 10 mm bis 45 mm.

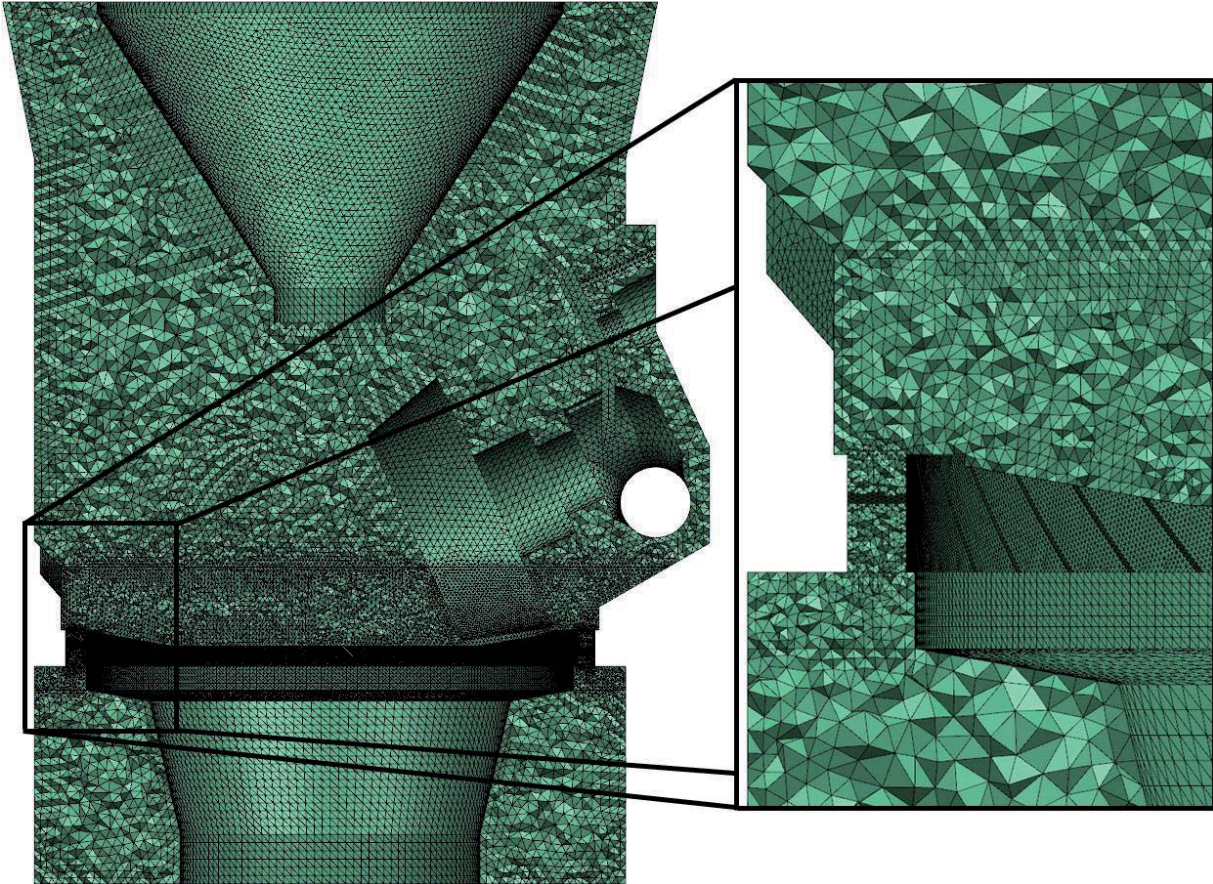


Abb. 6: Finales Gitter für die CFD-Analyse

Zuletzt werden die Randbedingungen in der Modellvorbereitung definiert. Hierzu gehören der Heißluftmassenstrom im Lufteinlassbereich, die Rotation des Düsenrings sowie die Injektion des Schüttgutes.

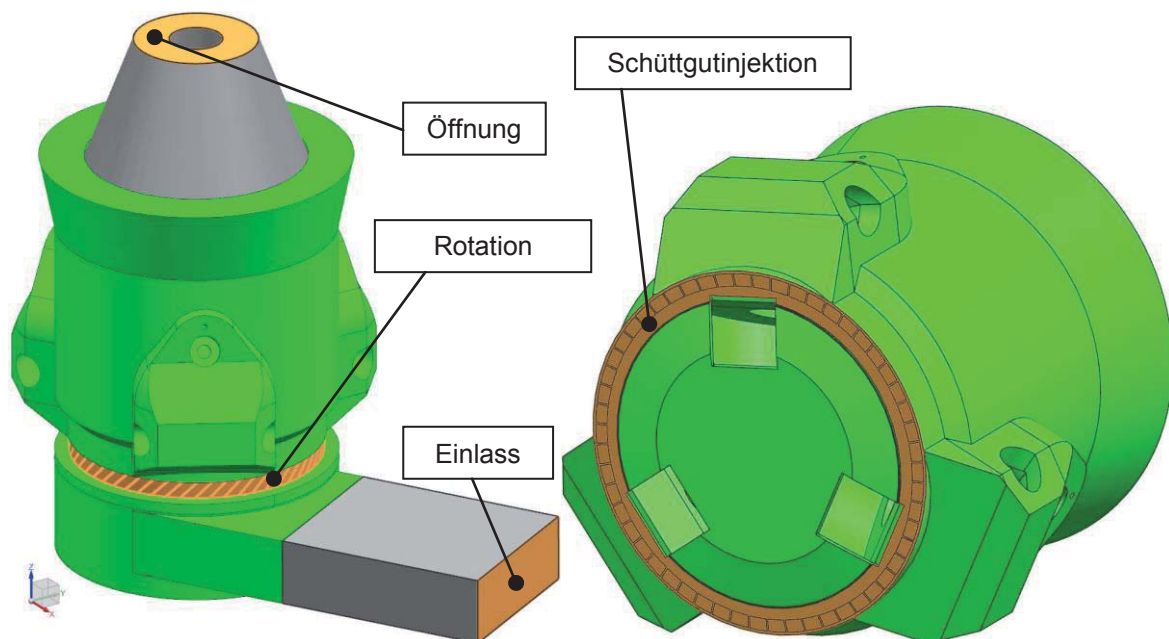


Abb. 7: Randbedingungen

4 Ergebnisse

Die folgende Ergebnisdarstellung konzentriert sich auf die Strömungsgeschwindigkeiten sowie die Partikelverteilung der Kohle. Das Strömungsfeld der Zusatzkörper wird nicht betrachtet.

4.1 Strömungsgeschwindigkeit

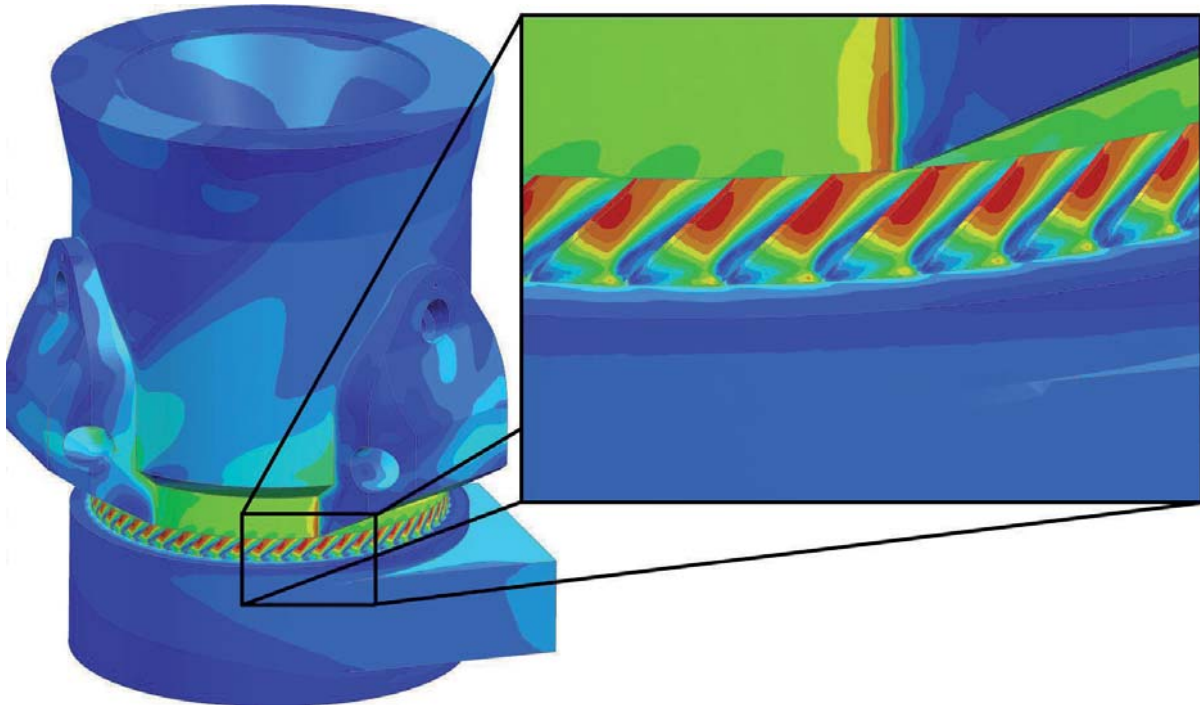


Abb. 8: Strömungsgeschwindigkeiten und Schaufelkanal mit höchster Strömungsgeschwindigkeit

Im Verteilerkasten variieren die Strömungsgeschwindigkeiten nur gering, während die höchste Strömungsgeschwindigkeit im Düsenring erfasst worden ist. Es ist außerdem zu erkennen, dass das Strömungsfeld nicht symmetrisch ist. Diese Tatsache wird durch einige Wirbel im Verteilerkasten verursacht. Diese Wirbel entstehen durch die Aufteilung der Strömung und das erneute Aufeinandertreffen der Luftströmung. Die Strömung muss sich aufteilen, da es nur einen Lufteinlass gibt, der breiter ist als der Radius des Verteilerkastens. Abb. 9 zeigt das Strömungsverhalten im Verteilerkasten.

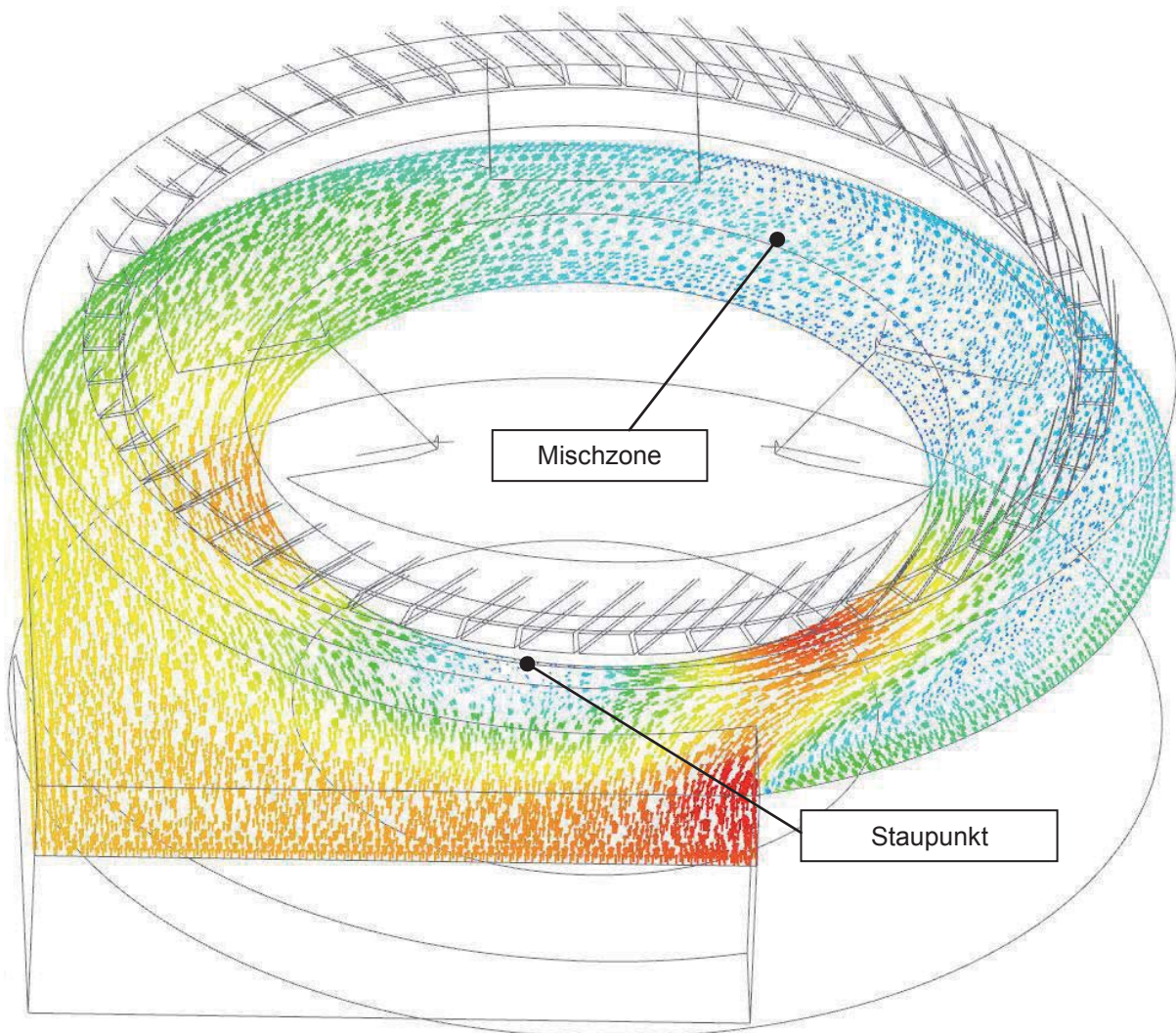


Abb. 9: Schnittansicht im Verteilerkasten, Strömungsgeschwindigkeiten

In der Mischzone wird das Fluid langsam, verwirbelt und wird dann in Richtung Düsenring beschleunigt:

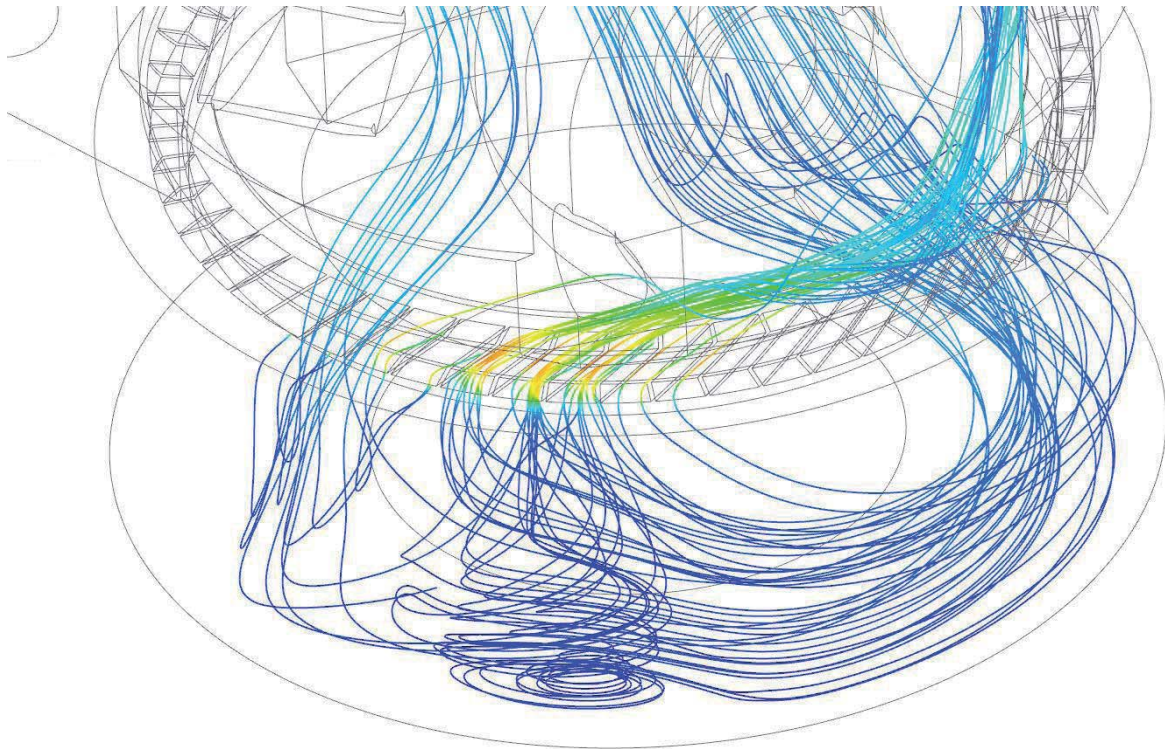


Abb. 10: Verwirbelung im Verteilerkasten

Der Einfluss des Düsenrings ist ebenfalls deutlich erkennbar. Im oberen Teil der Mühle hat die Strömung einen rotierenden Charakter. Ebenfalls bemerkenswert ist die Umkehr der Strömungsrichtung im Düsenring.

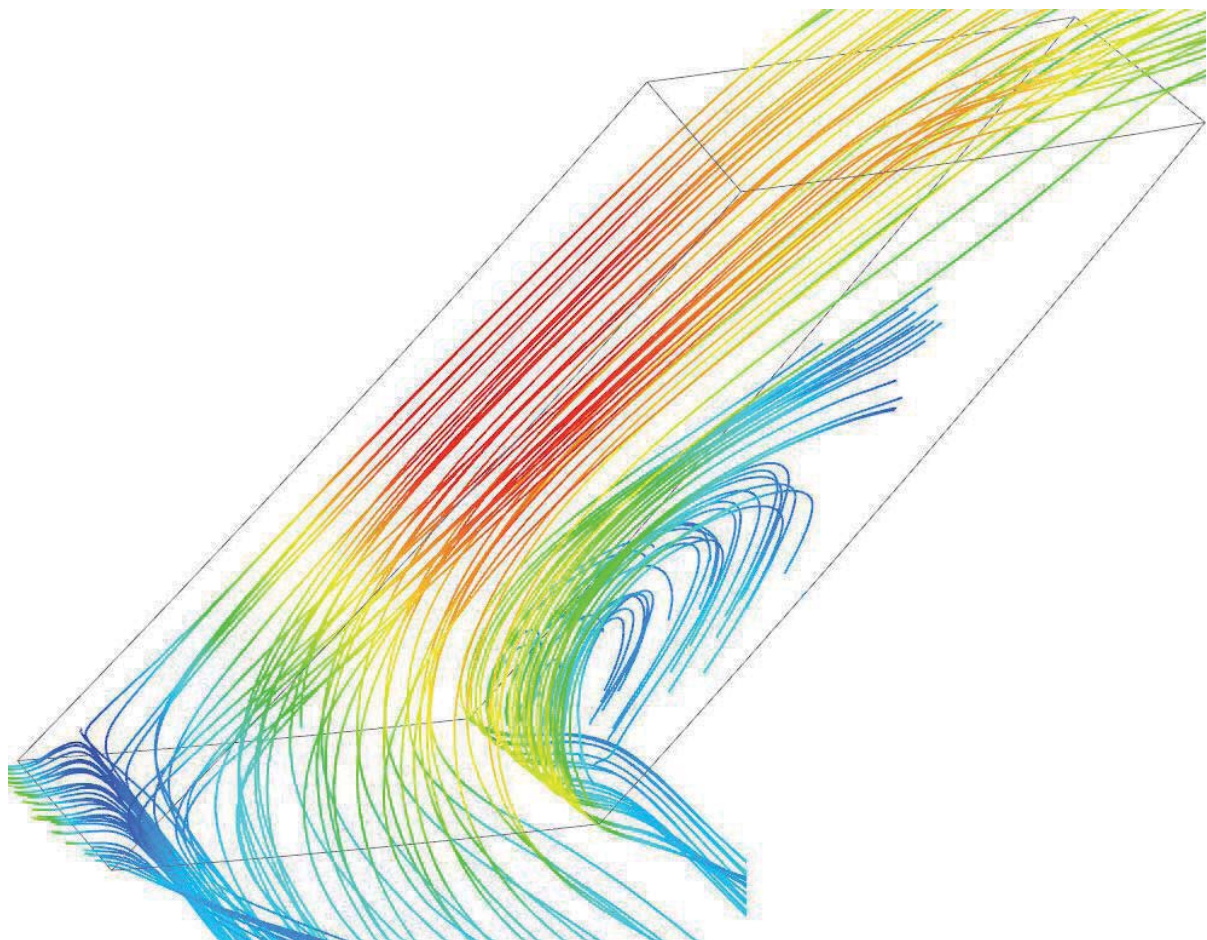


Abb. 11: Strömungsgeschwindigkeiten im Schaufelkanal

4.2 Schüttgutverteilung

Der zweite Aspekt der Ergebnisbetrachtung bezieht sich auf die Schüttgutverteilung. Abb. 12 stellt eine Übersicht der Staubverteilung in der Mühle dar.

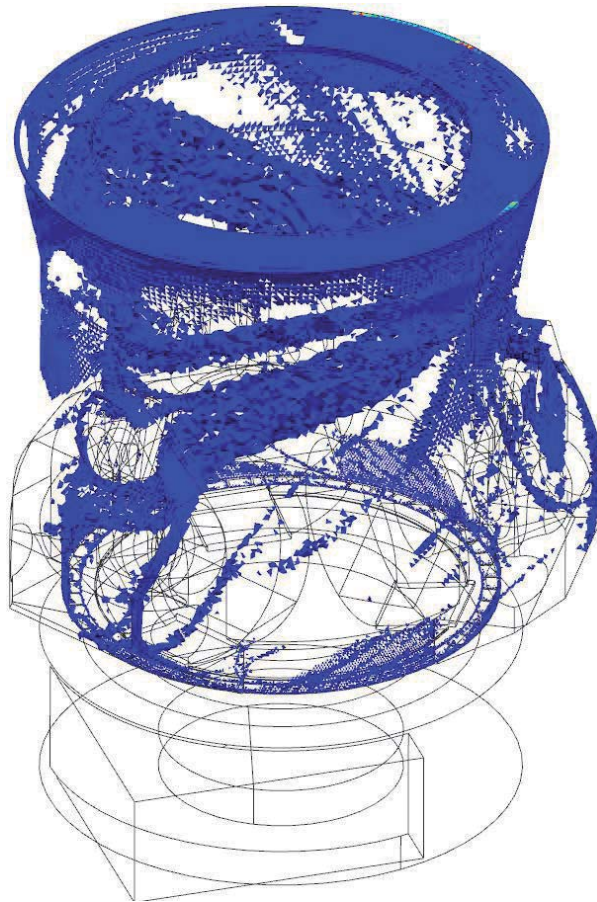


Abb. 12: Übersicht der Partikelverteilung

Auffällig ist, dass die Partikel in der Mühle von drei Hauptströmen transportiert werden. Diese folgen der Strömung im oberen Teil der Mühle. Die meisten Partikel werden zwischen den Mahlsteinen von der Strömung mitgerissen. Nachdem die Lagerkästen der Mühle passiert worden sind, werden die Partikel nach oben weggeführt und verlassen die Mühle dann durch den Sichter. Die Hauptpartikelströme resultieren aus den Ansammlungen in den Lagerkästen, vgl. Abb. 13 und Abb. 14.

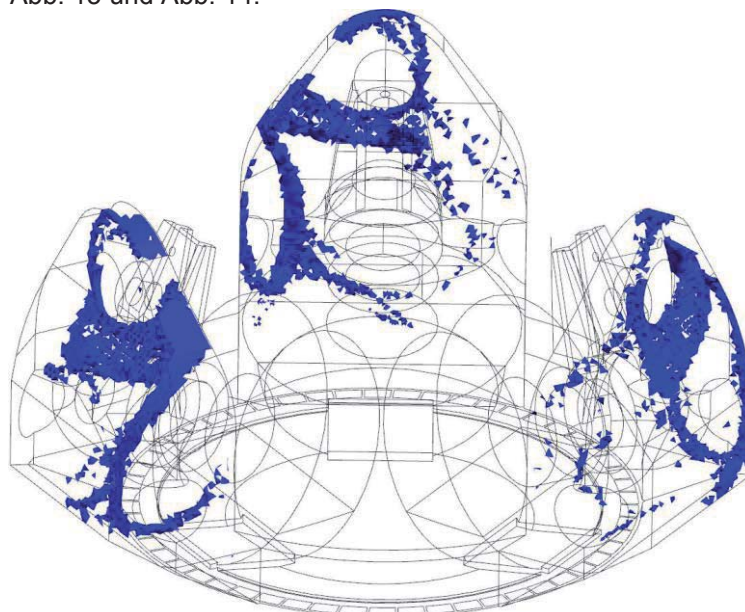


Abb. 13: Partikelansammlung in den Lagerkästen

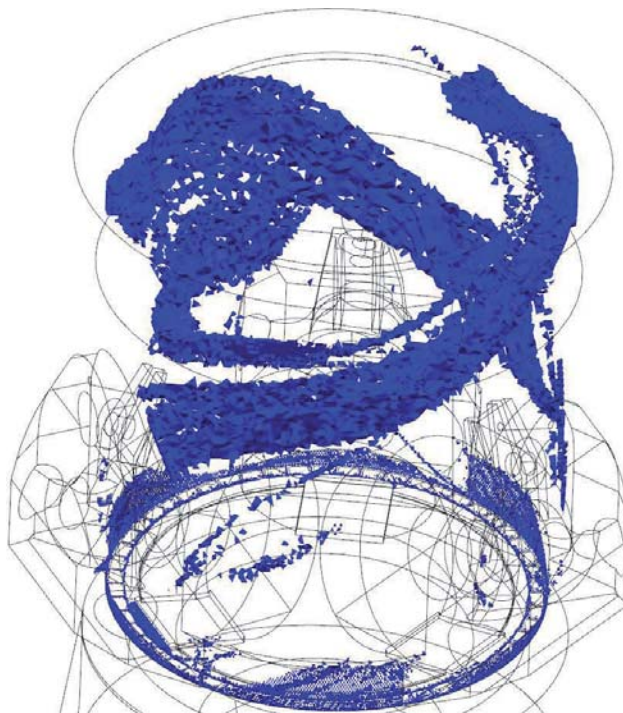


Abb. 14: Hauptpartikelströme

5 Zusammenfassung

Die CFD-Analyse der Rollenmühle zeigt, dass die Strömung in der Mühle nicht symmetrisch ist. Die asymmetrische Strömung wird durch die Konstruktion mit einem Lufteinlass bedingt. Die asymmetrische Strömung hat einen eindeutigen Einfluss auf die Partikel in der Mühle.

Das Simulationsmodell zeigt einige bekannte Effekte: es gibt Verwirbelungen an der Staubkante des Mahltellers, das Fluid und das Schüttgut verlässt die Mühle nur durch den oberen Teil des Sichters und in der Mitte der Mühle sinkt das Fluid zurück auf den Mahlteller.

Sollte es notwendig sein, die Mühle weiter zu optimieren, bildet das CFD-Model eine hervorragende Basis dafür. Es ist möglich, die Geometrie schnell zu ändern oder Studien mit unterschiedlichen Randbedingungen durchzuführen.

6 Autor

Dominik Mey
CAE Engineering und Service GmbH, Vorhelmer Straße 81, 59269 Beckum
www.produktentwicklung.de // www.fem-center.de

Bitte per Post oder Fax senden:

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

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

e-mail: magazin@nafems.de

Adresse für Fensterkuvert



NAFEMS GmbH
Osterham 23

D-83233 Bernau am Chiemsee
Germany

Rückantwort: NAFEMS Magazin, Ausgabe (2/2014)

Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:

NAFEMS Mitgliedschaft

NAFEMS Magazin „Benchmark“

NAFEMS Seminare

NAFEMS Trainingskurse

NAFEMS e-learning

Professional Simulation Engineer PSE

Internationale Arbeitsgruppen

NAFEMS World Congress 2015

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-jobmarket.com. 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