



Online-Magazin

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

Fachbeiträge

STRUKTURMECHANIK

Anwendung numerischer Methoden zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit von wälzgelagerten Planetenrädern

ADDITIVE FERTIGUNG

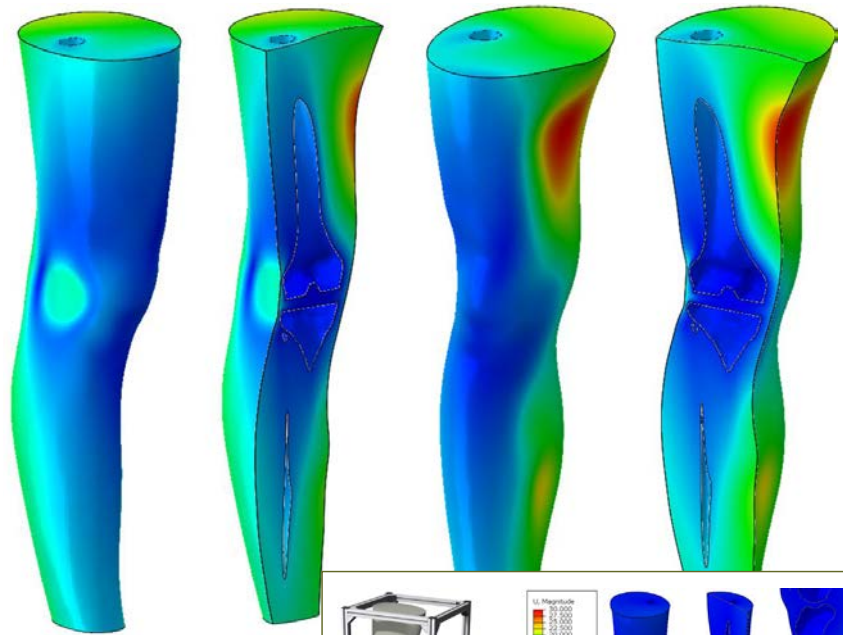
3D Kornstruktursimulation in der pulverbettbasierten additiven Fertigung

COMPOSITES

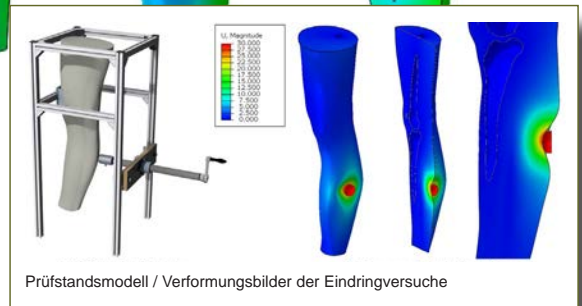
Carbonfaserverstärkte Sheet Molding Compounds – Simulation und Realität

MEDIZINTECHNIK

Unterstützung bei der Herstellung optimierter Orthesen mithilfe gekoppelter CAE-Methoden



Verformungsbilder eines Beins



Prüfstandsmodell / Verformungsbilder der Eindringversuche

VORTRAGSPROGRAMM JETZT VERFÜGBAR!



NWC NAFEMS
NAFEMSWORLDCONGRESS 2019

17-20 JUNE | QUEBEC CITY | CANADA
 A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
 Simulation Process & Data Management

- 330 Fachvorträge in 10 parallelen Sessions
- 10 Keynotes aus Industrie und Hochschule
- 20 Short Training Courses
- 4. Int. SPDM Konferenz
- Symposia, Workshops & Diskussionsrunden
- Networking und Informationsaustausch
- Große Hard- und Softwareausstellung

Offen für Mitglieder und Nichtmitglieder

www.nafems.org/congress

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

Sponsoren dieser Ausgabe:



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

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

dies ist das Magazin der deutschsprachigen NAFEMS-Organisation DACH. Das Herausgeber-Team hat es sich zur Aufgabe gesetzt, Sie über interessante Aspekte der numerischen Simulation auf den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten zu informieren. Das geschieht zum einen mit relevanten und anspruchsvollen Fachbeiträgen. Zum anderen erhalten Sie Wissenswertes über Veranstaltungen wie Seminare, Schulungen, Kurse und Kongresse, die für Sie wichtig sein können. Darüber hinaus stellen wir Neuigkeiten aus der Welt der Software-Anbieter zur Verfügung. Um all diese Angebote für Sie kostenlos bereitstellen zu können, sind wir auf Sponsoren angewiesen. An dieser Stelle möchte ich besonders den Firmen danken, die unsere Arbeit zum Teil schon seit Jahren finanziell unterstützen.

Welche Fachbeiträge haben wir diesmal im Angebot? Aus der Strukturmechanik liegt eine Untersuchung vor, die sich mit wälzgelagerten Planetengetrieben befasst. Bei Berücksichtigung eines elastischen Zahnkranzes ergibt sich keine reine Wechsellastspannung in den Zahnfüßen, was entsprechend bei der Festigkeitsberechnung zu berücksichtigen ist. Der zweite Beitrag beschäftigt sich mit einer Simulation in der pulverbettbasierten additiven Fertigung; dazu wird ein dreidimensionaler Finite-Elemente-Solver zur Berechnung der Temperaturfelder mit einem zellulären Automaten zur Bestimmung der Kornstruktur kombiniert. Der Beitrag aus dem Bereich Composites befasst sich mit Sheet Molding Compounds, das sind Pressmassen aus Polymerharzen mit Kurzfasern und mineralischen Füllstoffen. Es wird deutlich, dass vorhandene Materialmodelle das Verhalten dieser Werkstoffe unter Stoßbeanspruchung nicht ausreichend genau beschreiben. Der vierte Beitrag kommt aus der Medizintechnik und befasst sich mit Orthesen; das sind Hilfsmittel, die zum Beispiel zur Stabilisierung, Entlastung oder Führung von Kniegelenken dienen. Die Arbeit entwickelt ein Gesamtkonzept von der Modellerstellung bis zur Fertigung der Orthesen.

Schon aus dieser kurzen Übersicht sehen Sie, wie vielfältig die Anwendungsfelder der numerischen Simulation sind; ich bin davon überzeugt, dass auch für Sie interessante Aspekte dabei sind. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

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.beta-cae.com



www.3ds.com/products-services/simulia



www.dynamore.de



www.esi-group.com



www.intes.de



www.mscsoftware.com

Vorwort des Editor-in-Chief.....2
 Sponsoren3
 Inhalt / Impressum4

NAFEMS Events
 Übersicht: Konferenzen/Seminare, Schulungen, e-learnig Kurse.....5
 NAFEMS World Congress & Int. SPDM Conference 20196 - 21
 Seminare:
 Konstruktionsnahe CFD – Stand und zukünftige Entwicklungen22
 Multiphysikalische Simulationen in der Entwicklung von E-Motoren...23

NAFEMS Trainings
 Verification and Validation in Engineering Simulation24 - 25
 Festigkeitsnachweis mit der FKM-Richtlinie.....26
 Practical Introduction to Non-Linear Finite Element Analysis.....27
 Praktische Anwendung der FEM und Ergebnisinterpretation.....28
 Strömungssimulation (CFD): Theorie und Anwendung29

Über NAFEMS
 Übersicht30
 Ziele31
 Mitglied werden32
 Mitgliedsmodelle33
 Technische Arbeitsgruppen34
 Veranstaltungen35
 PSE Zertifizierung36
 Training37
 Resource Centre38
 Publikationen.....39
 Benchmark Magazin40
 Neue Website.....41

Neuigkeiten43 - 55

Veranstaltungskalender56

Fachbeiträge

Strukturmechanik
 Anwendung numerischer Methoden zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit von wälzgelagerten Planetenrädern
 B. Schlecht, M. Tragsdorf (TU Dresden)57 - 63

Additive Fertigung
 3D Kornstruktursimulation in der pulverbettbasierten additiven Fertigung
 J. A. Koepf, D.c Soldner, M. R. Gotterbarm, M. Markl, J. Mergheim, C. Körner (Universität Erlangen- Nürnberg)64 - 67

Composites
 Carbonfaserverstärkte Sheet Molding Compounds – Simulation und Realität
 J. Lausch (TH Ingolstadt/EDAG Engineering); H. G. Schweiger (EDAG Engineering)68 - 73

Medizintechnik
 Unterstützung bei der Herstellung optimierter Orthesen mithilfe gekoppelter CAE-Methoden
 M. Serf, A. Albers (Karlsruher Institut für Technologie)74 - 82

Werbeanzeigen
 ITEA3 VMAP Projekt.....42
 escocaet.....45
 BETA CAE Systems47
 Hochschule Rapperswil.....49

Rückmeldefomulare75

Impressum

Editor-in-Chief

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

Redaktioneller Beirat

Dr. Alfred Svobodnik
 Mvoid Technologies
 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
 Griesstr. 20
 D-85567 Grafing b. München
 Germany
 Tel. +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 01.01.2018

Verteilung / Bezug

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

Copyright © 2019, Werbos GbR.

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

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

ISSN 2311-522X

Seminare in DACH 2019

Konferenz-/Seminartitel	Termin	Ort
Konstruktionsnahe CFD – Stand und zukünftige Entwicklungen www.nafems.org/events/nafeems/2019/cfd/	11.-12.11.18	Wiesbaden
Multiphysikalische Simulationen in der Entwicklung von E-Motoren www.nafems.org (ab Mai 2019)	13.-14.11.18	Wiesbaden

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

Schulungen in DACH 2019

Schulungstitel	Termin	Ort	Teilnahmegebühr
Verification and Validation in Engineering Simulation www.nafems.org (ab Mai 2019)	Nov. 2019	München	1.950 / 1.560 ¹⁾
Festigkeitsnachweis mit der FKM-Richtlinie www.nafems.org/events/nafeems/2019/festigkeitsnachweis-mit-der-fkm-richtlinie	7.-8.5.	Wiesbaden	1.590 / 1.200 ¹⁾
NVH	in Planung	bei Interesse bitte melden	
Praktische Anwendung der FEM und Ergebnisinterpretation	auf Anfrage / Inhouse		
CFD Analysis: Theory and Applications	auf Anfrage / Inhouse		
Non-Linear Finite Element Analysis	auf Anfrage / Inhouse		

¹⁾ in Euro zzgl. ges. MwSt. je Teilnehmer (Nichtmitglied / NAFEMS Mitglied)

Eine Beschreibung der Schulungsinhalte finden Sie auf Seiten 10 - 15. Weitere Schulungen und Kurse, die web-basiert (e-learning bzw. Webinare) oder ausserhalb der deutschsprachigen Region stattfinden, finden Sie unter www.nafems.org/events.

e-Learning Kurse

E-Learning ermöglicht schnelle, höchst effektive und kostengünstige Trainings.

Folgende Themen werden regelmäßig angeboten:

- 10 Steps to Successful Explicit Dynamic Analysis
- Advanced Dynamic FEA
- Basic FEA
- Composite FEA
- CFD for Structural Designers and Analysts
- Elements of Turbulence Modeling
- Fatigue & Fracture Mechanics in FEA
- Introduction to Dynamics using FEA
- Introduction to Engineering Simulation for Non-Specialists
- Introduction to Practical CFD
- Non-Linear FEA
- Practical Modelling of Joints and Connections
- Structural Optimization in FEA

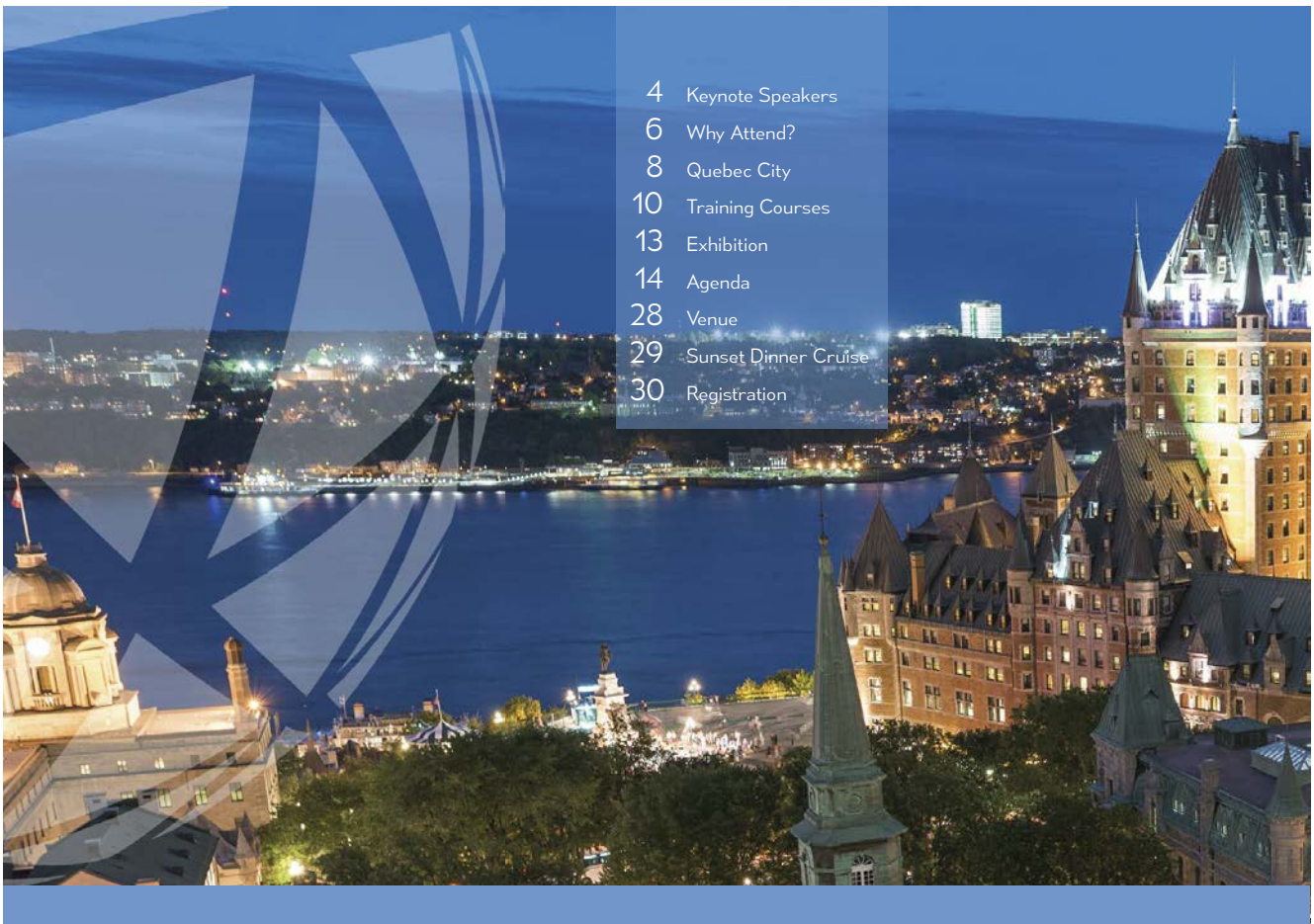


Aktuelle Termine und weitere Infos unter www.nafems.org/e-learning

PDF Seitenanzeige bitte auf „Zwei-Seitenansicht“ stellen!



Preliminary Agenda - Version 2d - March 15th 2019



4	Keynote Speakers
6	Why Attend?
8	Quebec City
10	Training Courses
13	Exhibition
14	Agenda
28	Venue
29	Sunset Dinner Cruise
30	Registration

NAFEMS World Congress 2019

Engineering analysis, modelling and simulation are dynamic and ever-evolving fields. Gone are the days when everything could be categorised as either FEA or CFD. The rate of progress in software, hardware, techniques and best practice continues at a blistering pace, while the community driving that change also continues to grow and develop to incorporate every part of the product development process.

NAFEMS remains proud to be the only independent, international body dedicated to serving the community, and we want you to play an active role in driving progress and shaping the future of the sector.

As well as hosting the 4th international SPDM conference the Congress will also be hosting Technical Symposia on

- Manufacturing Process Simulation & Additive Manufacturing
- Systems Modelling & Simulation
- Digital trends and what they mean for the engineering simulation community
- VMAP - Interface Standard for Integrated Virtual Material Modelling in Manufacturing Industry

As part of the focus on digital trends, we will be looking at new 'digital' areas from the cutting edge of technology. AI, Digital Twins, VR & AR and Industry 5.0 are just some of the pertinent topics that the Congress will cover.

This is the only major international event dedicated to your community and your technology. Every aspect of analysis, modelling and simulation will be addressed, covering numerous industries globally. There's nothing quite like it.

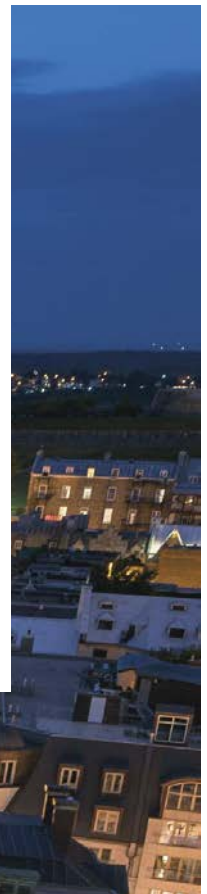
Registration Fees

PRESENTING AUTHORS

NAFEMS Members \$1160 USD
 Non-Members \$1390 USD

STANDARD DELEGATES

NAFEMS Members \$1290 USD
 Non-Members \$1520 USD



Keynote Speakers



Charles Poon | Ford Motor Company [USA]

The Role of Simulation in the Transformation of the Automotive Industry

Charles Poon is Ford's Chief Engineer for Global Powertrain Installation organisation leading a team of over 600 engineers worldwide. He is responsible for all of Ford's global mounts, cooling, exhaust, air induction and fuel system development with the goal of delivering world-class powertrain systems at best in class product development cycle times.



Rodrigo Britto Maria | Embraer [BRA]

Applications of SPDM in Aircraft Structural Analysis

Rodrigo Britto Maria is a Senior Engineer in the department of Digital Engineering Systems and Technology Development at EMBRAER S.A. He has worked with the implementation and administration of new CAE, PLM and SPDM solutions at EMBRAER since 2005, and was responsible for the first SPDM implementation at the company.



Mark Meili | Procter & Gamble [USA]

"Diffusion of Innovation" Applied to Modeling & Simulation - What can we Learn from Social Science Research and Marketing?

Mark A. Meili is Director of Modeling and Simulation for The Procter & Gamble Company. His role spans both organisations and technical work processes from research to commercialization to supply chain operation. Mark has been a champion of first principles understanding to reduce risk and enable robust technical decision-making throughout his career.



Francisco Chinesta | ENSAM ParisTech [FRA]

The Era of "Twins"! A New Paradigm for Simulation-and-Data-Based Engineering as Applied to Materials, Processes, Structures and Systems

Francisco Chinesta is Professor of Computational Physics at ENSAM ParisTech (Paris, France). He is an honorary fellow of the "Institut Universitaire de France", and fellow of the Spanish Royal Academy of Engineering. He is president of the French association of computational mechanics (CSMA) and director of the CNRS research group on model order reduction techniques in engineering sciences.



Lyle Levine | National Institute for Standards and Technology (NIST), [USA]

Supporting the Simulation Community with Benchmark Measurements for Additive Manufacturing of Metals

Lyle Levine is a physicist in the Materials Measurement Laboratory of the National Institute of Standards and Technology (NIST), where he leads most of NIST's materials research in additive manufacturing (AM) of metals. Dr. Levine also founded and leads AM-Bench, an international organisation that provides AM benchmark measurements for the AM community.

4

Why Attend?

Increase confidence in your simulation capability.

The simulation and analysis team will only be central in an organisation when it has shown how reliable, repeatable and valuable its results are. Additionally, communicating the real value and ROI of simulation to key stakeholders is vital. To do that, you need to know how other companies are positioning simulation as a strategic capability. And you need to learn how to do it yourself.

See beyond the "digital" hype.

Virtual and Augmented Reality, the Internet of Things, Artificial Intelligence, Cloud Technology, and Industry 4.0 are becoming embedded in everything we do. Instead of pulling them together under a "digital" name-tag, we need to look beyond the headlines and start discussing, defining and explaining them in the context of the engineering simulation community.

We'll be looking beyond The Hype and exploring (and perhaps bracing ourselves for) the considerable impact that these technologies are expected to have on the engineering industry of tomorrow.

Gain access to an exclusive programme of short training courses.

One of the great things about the NAFEMS World Congress is the extensive programme of training courses, on FEA, CFD, and related technologies. As an attendee, you can choose from a number of exclusive short courses which will be given by our internationally recognised team of tutors, all as an inclusive part of your Congress experience.

Discover how systems modeling and simulation fits into your organisation and processes.

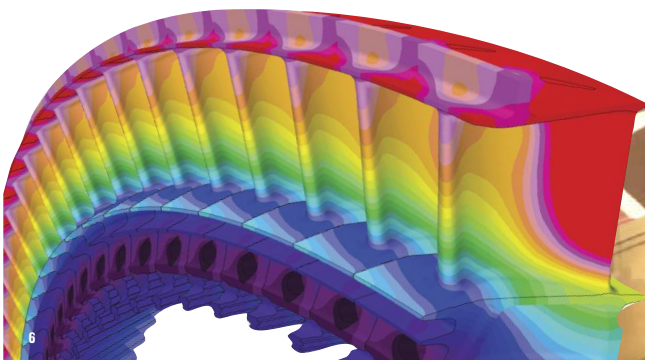
We're seeing systems modeling and simulation at the forefront of many organisation's strategic interests. Increasing product complexity means that multiple disciplines are being integrated to form a complete concept-to-production development process. What impact will this have for you and your team?

Delve as deep into the technology as you want to.

Of course, we have tracks on the latest trends and hot topics, but the beauty of the Congress is in seeing new trends, technology areas and cutting-edge methods sit alongside traditional papers on the theory, the physics, and the very basis of the technology you work with every day. You'll never be short of discoveries, but there are also myriad opportunities to dig-in to the background and theory you know and love.

Learn how additive manufacturing and manufacturing process simulation will influence the products of the future.

We're holding a dedicated symposium on additive manufacturing and manufacturing process simulation to discuss and discover the impact of virtual manufacturing tools within the product design and manufacturing cycle. Given each carries the potential to change the way we design and build new products fundamentally, it's critically important for the simulation community to keep pace.





Heinz Stoewer | INCOSE Past President and Professor TU Delft [GER]

Systems and Complementary Engineering Disciplines Interactions

Heinz Stoewer is a Past President of INCOSE and Professor at TU Delft. Over his career, he has received multiple national & international honours, produced over 90 publications, and worked at Boeing, ESA, the German & Dutch National Space Agencies, and is Founder/President Space Associates GmbH.



Vicky Pope | Met Office [GBR]

Achievements and Challenges in Weather and Climate Modelling

Vicky Pope had a long and successful career in the UK Met Office in a variety of roles. She led teams in stratospheric research (working on the ozone hole) and climate model development. In 2002 she became a senior manager of the climate research programme for various government departments, providing climate change science to underpin policy development.



Christian Brix Jacobsen | Grundfos [DEN]

Implementation of Simulation Driven Development

Christian Brix Jacobsen is Senior Director at Grundfos, heading Mechanical Development and is responsible for design of pumps and electrical motors within the company. He has more than 25 years of experience with simulation methods and the use of these in designing industrial machinery. He also has 20 years of experience in managing R&D in various positions at the company.



Olivier Colmard | Renault Technocenter [FRA]

Numerical Simulation to Develop and Validate Autonomous Car

Olivier Colmard is Vice President of Integrated CAE & PLM at Renault Group Engineering Division. His focus is on contributing to vehicle & powertrain projects development through CAE, DMU, BOM & Configuration Management, as well piloting the alliance of CAE & PLM Strategy with Nissan & Mitsubishi, Maximize Alliance Synergies, Develop new Methods, Tools & Processes for Numerical Simulation and Digital Continuity.



Martin Eriksson | Validus Engineering [SWE]

Activities and Factors Essential to the Endorsement of Confidence in Numerical Simulation and Predictions

Martin Eriksson acts as Head of Computational Structural Mechanics at Validus Engineering AB, Sweden. He leads a team of design analysts that performs CAE analyses as well as develops in-house as well as customer company methodologies, procedures, tools and standards for advanced CAE analysis. He has 20 years of experience from CAE analysis activities in various industry sectors.



View the abstracts at nafems.org/congress 5

Understand the transformative potential of SPDM.

Simulation process and data management has grown up. From a once niche area, it is now near-ubiquitous in the simulation and analysis departments of most major corporations. It's still difficult to implement for companies who don't have experience in designing information systems, and many 'off the shelf' solutions don't quite cut it.

The 4th international SPDM Conference, being held as part of the Congress, is the one place to learn what it means, how to implement it, and what mistakes to avoid.

Connect with colleagues, peers and domain experts.

NWC is entirely independent, and our agenda is driven by what the community has to say about the technology. Attendees face similar challenges, pose comparable questions, and see the same issues and obstacles every day. This is your chance to immerse yourself in the technology and enjoy a conference where you can discuss your work with both peers, and the real industry experts on the same level.

Learn what the move toward hybrid power and electrification means for simulation. Analysis and simulation have a massive role to play as we move away from the traditional combustion engine towards hybrid and electric vehicles. Even for those not directly involved in the automotive industry, the changes are so pervasive that every sector will be affected. The supporting role for simulation must not be underestimated, and it's vital that we understand how we fit-in.

Visit all of the major software vendors under one roof.

All of the major software vendors are part of the NWC exhibition. This is the one place where they are all treated as equal, in an independent setting dedicated to analysis and simulation. Use that to your advantage by seeing how the latest offerings from each company compare.



Gold Sponsors



Silver Sponsors



SPDM Sponsors



Quebec City

La Vieille Capitale



Situated on the northern bank of the Saint Lawrence River, Quebec City is Canada's 'La Vieille Capitale' known for its historic charm and architecture. The city is home to the only remaining fortified city wall north of Mexico, and within these walls (which you can walk on!) lies a treasure trove of historic and visual delights.

Stroll around the cobbled streets of the old city's Lower Town and take in the city's charming architecture and uniquely North American-European feel. Here you will find many boutiques and galleries and of course plenty of bistros where you can get a nice cold craft beer after a day at the Congress. Be sure not to miss the stunning murals dotted around the city, and look out in particular for the impressive Fresque des Québécois on the side of Maison Soumande. History has never looked so alive!

The character of this city is wonderfully reflected in its built environment. From the copper-roofed stone buildings of the Upper Town to the narrow winding streets and many, many stairways (bring your walking shoes!) you really do get a sense of being in a place steeped in a unique history. Of course, if the thought of walking up the 398 stairs of Escalier du Cap-Blanc makes your feet ache there's always the funicular which takes you from the lower to the Upper Town via spectacular views over the city.

Whether on foot or gliding along on the funicular you can't miss the imposing splendour of one of Quebec City's finest buildings, Château Frontenac. With its Chateausque architecture, it dominates the Upper Town's skyline and will be sure to delight.

There's so much crammed into this compact city you might need to take a step back to take it all in. If the strain of craning your neck gets too much, hop on a ferry across the Saint Lawrence river and you will be rewarded with the best views of this magnificent city. If you fancy staying on terra firma, head up to the 31st floor of the Marie-Guyart building and get an unobstructed view of the city from above.

But do not let the romance of the cobbled streets and olde worlde charm fool you, this is only one face of this fascinating city. Québec City is a stunning city where worlds meet and come together in perfect harmony. A forward-facing city deeply rooted in its history and environment, Quebec City has some of the most easily accessible outdoor activities of any world-class city.

15 minutes away from the bustle of Old Quebec you will find the incredible Parc de la Chute-Montmorency where you can either simply marvel at this stunning work of nature from the boardwalk or take a cable car across the gorge for unrivalled views of the falls. Of course, if you're after that adrenalin rush there's always the option to take a zip wire over the magnificent falls and truly get close and personal with this wonder of nature. How many other cities can boast a waterfall on their doorstep?

Short Training Courses

As part of the NAFEMS World Congress 2019, attendees will have access to many short training courses being held over the course of the Congress. These courses will be taken by NAFEMS tutors, and cover topics as diverse as Non-Linear Analysis, Practical CFD, Simulation Credibility and Introduction to SPDM. Registered Congress attendees will be asked to pre-register before the event.

Numerical Simulation of Multiphase Flows – Basics of Theory and Practical Applications

This short course gives an introduction in modelling and simulation of multiphase flows. The challenges and problems of modelling multiphase flows are discussed and the ideas of different modelling approaches will be described in general. Some examples of multiphase flow simulations show the application of the models as well as advantages and disadvantages of them.

Simulation Driven Engineering with Computational Acoustics

This short course gives an introduction in modeling and simulation of acoustical phenomena. The challenges of acoustics as a multiphysical approach are discussed and the state of the art of modelling will be outlined. Typical industrial examples show the application of the models and its pros and cons.

Introduction to Probabilistic Analysis and Uncertainty Quantification

Experienced practitioners who construct complex simulation models of critical systems know that replicating real-world performance is challenging due to uncertainties found in simulation and physical tests. This course will discuss the types of uncertainties and how to quantify these uncertainties through the use of state-of-art statistics and machine learning methods. This course will discuss the broad applications these probabilistic techniques have in analyzing numerous forms of engineering systems including Digital Thread/Digital Twins.

Composites

Due to the nature of composite materials, stress analysis and failure prediction is far more complex than isotropic materials. The objective of this overview is to break down the composite FE analysis process into clearly defined steps, give an overview of the physics involved and show how to implement practical solutions using Finite Element Analysis.

Nonlinear Analysis

Many problems facing engineers are nonlinear in nature, where the response of a structure cannot be simply assessed using linear assumptions. One of the most difficult tasks facing an engineer is to decide whether a nonlinear analysis is really needed and if so what degree of nonlinearity should be applied. This overview will examine these issues, and look at the best ways of creating an analysis plan that matches key objectives.

Dynamic Finite Element Analysis

This a short overview of the basics of dynamics analysis, building quickly from normal modes analysis to transient and frequency response. The session is packed with hints and tips on the most effective ways to set up these analyses - and some reminders about the implications of a dynamic environment for designers and analysts. Attendees qualify for a 15% discount on Tony's new NAFEMS book, How to do Dynamic FEA.



And the best part? The 2019 NAFEMS World Congress venue, Quebec City Convention Centre, sits on Parliament Hill, right in the heart of the city. The convention centre counts the trendy Saint-Jean Baptiste area as one of its neighbours. This is an area where you will be spoilt for choice when it comes to restaurants and bars. Mere minutes from the Congress venue, wander down Rue-Saint Jean and you will be rewarded with an excellent selection of restaurants serving everything from classic steak frites to the chickest of Nordic cuisine.

A short stroll along Boulevard Honoré-Mercier, a few minutes from the convention centre, brings you to the delightful Fontaine De Tourny and the Parliament Gardens which surround the impressive Parliament building, and is well worth a visit. You will be pleased to know that you will have the opportunity to dine inside the Parliament Building as part of the NWC optional dinner on Tuesday, June 18th. From the Parliament complex Old Quebec and its delights are a further 10 to 15 minutes' walk away.

Thanks to the Convention Centre's excellent location, you will be able to take part in the Congress and enjoy the city with little effort, needing to do little more than step outside.

Quebec City is innovative, forward facing and at home in its history and environment. A place where you can go from strolling along the charming streets of Quartier Petit Champlain to walking over stunning gorges at Canyon Ste-Anne and zipping over the stunning waterfalls at Montmorency Falls Park all in one afternoon. This is a city that truly has something for everyone.



Quebec City, not just La Vieille Capitale but also La belle Ville, La Ville Exceptionnelle and a city experience like no other.

Come join us for NWC19 and experience it for yourself.

9



Structural Optimization - Topology Optimization and Generative Design

This short overview looks at the range of optimization techniques available in FEA today. A brief history shows the development of these methods and the various strengths and weaknesses. The future role of optimization is discussed – particularly when aligned with new manufacturing methods and vastly improving computing resources. The final topic is the continuing role of the engineer in providing the required innovation and definition of the optimization task.

Fatigue Analysis

This short course gives some insight into the methods behind high and low cycle fatigue and fracture mechanics methods. How are they different? When do we use them? What are the implications for FEA?

Joints and Connections

Most structures involve some form of jointing or connection. This overview looks at popular FEA methods for simulating mechanical joints, welding and bonding. Different idealization approaches and element types will be reviewed. Hints and tips will be developed based on identifying key analysis objectives.

Effective Postprocessing of Structural Analyses

The range of post-processing options can be bewildering. However, understanding how to interrogate stress results is key to effective FEA. A road map is developed that shows how to use Von Mises, Cartesian and Principal stresses in a logical and authoritative manner. Examples of contour and XY plotting are shown. Load vectors and free body diagrams are also discussed.

CFD for Structural Designers and Analysts

This course aims to introduce the essential principles of fluid dynamics, important flow phenomena, and basics of CFD process to structural engineers for their multidisciplinary problems. This course provides a brief overview of the essential concepts and principles of fluid dynamics, CFD, turbulence, and heat transfer relevant to structural analyses through simple examples and case studies.

Introduction to Practical CFD

Through a simple and moderately technical approach, this course covers topics such as the role of CFD, basic formulation, governing equations and use of model equations, steps in CFD process, need for turbulence modeling, and CFD best practices.

11



Elements of Turbulence Modelling

This course is focused on understanding turbulence, need for turbulence modeling, and various modeling approaches. Discussions on the advantages and limitations of various models should help CFD users in selecting appropriate turbulence models for their simulations.

Sheet Metal Formability – Material Properties, Failure & Simulation

This course is intended to assist all those involved in the design of sheet metal components to identify the key material properties and potential failure modes during manufacture. The course will demonstrate how CAE methods can be used to simulate the manufacturing method in order to identify any potential problems with the process and establish if part design changes are required.

Introduction to Instability and Buckling of Structures

This short course is based upon material taken from a new online course which will be launched by NAFEMS in the near future. Attendees will be shown the course content, including an associated on-line self-test quiz. The course is designed to provide a broad introduction to instability and buckling of structures and while the focus is on both Euler and nonlinear post-buckling, the course will illustrate a range of other instability phenomena relevant to structures. The topics are well exemplified via industrial examples and videos, with sufficient theory to allow FE practitioners to understand the challenges and procedures inherent in modelling and assessment. In the course literature, the NAFEMS PSE competency statements addressed to some degree are highlighted.

Introduction to Finite Element Analysis of Pressure Systems and Components

This presentation is designed to provide an overview of a major updating and re-launch of a substantial work-based learning module, originally developed as part of the EU-funded CCOPPS project. The course is accompanied by a sector-specific competency framework and is complemented by 23 worked examples, 14 tutorials and 9 self-test online quizzes with 167 questions. The course is designed for self-paced informal learning and participation entitles the delegate to 5 months access to tutors. The course also includes a new extensive FAQ database, designed to support and enhance the learning experience.

Introduction to Design by Analysis of Pressure Systems and Components

This presentation is designed to provide an overview of a major updating and re-launch of a substantial work-based learning module, originally developed as part of the EU-funded CCOPPS project. The course is accompanied by a sector-specific competency framework and is complemented by 38 worked examples, 2 tutorials and 5 self-test online quizzes with 111 questions. The course is designed for self-paced informal learning and participation entitles the delegate to 5 months access to tutors. The course also includes a new extensive FAQ database, designed to support and enhance the learning experience.

The course is now consistent with the DBA content in the current versions of ASME VIII Div2 and EN13445. It also now includes Creep-related design checks and content.

Monday, June 17 Pre-Congress & Exhibition Opening

11:00 Congress registration opens

Pre-Congress: Short Training Courses and Workshops

<p>13:15 Training A Multiphase Flows</p> <p>Short Course in the Numerical Simulation of Multiphase Flows – Basics of Theory and Practical Applications U. Janoske (University of Wuppertal, GER)</p> <p>This short course gives an introduction in modelling and simulation of multiphase flows. The challenges and problems of modelling multiphase flows are discussed and the ideas of different modelling approaches will be described in general. Some examples of multiphase flow simulations show the application of the models as well as advantages and disadvantages of them.</p>	<p>Training B Probabilistic Analysis</p> <p>Stochastics D. Riha (Southwest Research Institute, USA)</p>	<p>Training C FMI Introduction</p> <p>Introduction to the FMI</p>	<p>Training D Design of Pressure Systems</p> <p>Introduction to Design by Analysis of Pressure Systems and Components J. Wood (JW Analysis)</p> <p>This presentation is designed to provide an overview of a major updating and re-launch of a substantial work-based learning module, originally developed as part of the EU-funded CCOPPS project. The course is accompanied by a sector-specific competency framework and is complemented by 38 worked examples, 2 tutorials and 5 self-test online quizzes with 111 questions. The course is designed for self-paced informal learning and participation entitles the delegate to 5 months access to tutors. The course also includes a new extensive FAQ database, designed to support and enhance the learning experience. The course is now consistent with the DBA content in the current versions of ASME VIII Div2 and EN13445. It also now includes Creep-related design checks and content.</p>	<p>Training E Practical CFD</p> <p>Introduction to Practical CFD K. Fouladi (Infomec Consulting)</p> <p>This course provides a view into the practical utilization of CFD in real life applications and the challenges faced due to the presence of turbulence, heat transfer, phase changes, and movement of boundaries. Through a simple and moderately technical approach, this course covers topics such as the role of CFD, basic formulation, governing equations and use of model equations, steps in CFD process, need for turbulence modeling, and CFD best practices.</p>	<p>Training F Optimization</p> <p>Structural Optimization - updated to focus on Topology Optimization and Generative Design T. Abbey (FE Training)</p> <p>This short overview looks at the range of optimization techniques available in FEA today. A brief history shows the development of these methods and the various strengths and weaknesses. The future role of optimization is discussed – particularly when aligned with new manufacturing methods and vastly improving computing resources. The final topic is the continuing role of the engineer in providing the required innovation and definition of the optimization task.</p>
--	--	--	--	--	--

14:45 Break

<p>15:30 Training A Acoustics</p> <p>Simulation Driven Engineering with Computational Acoustics A. Svobodnik (Nvidia Group, GER)</p> <p>This short course gives an introduction in modeling and simulation of acoustical phenomena. The challenges of acoustics as a multiphysical approach are discussed and the state of the art of modeling will be outlined. Typical industrial examples show the application of the models and its pro's and con's.</p>	<p>Training B Intro to UQ</p> <p>Introduction to Probabilistic Analysis and Uncertainty Quantification G. Jones (SmartUQ, USA)</p> <p>Experienced practitioners who construct complex simulation models of critical systems know that replicating real-world performance is challenging due to uncertainties found in simulation and physical tests. This course will discuss the types of uncertainties and how to quantify these uncertainties through the use of state-of-art statistical and machine learning methods. This course will discuss the broad applications these probabilistic techniques have in analyzing numerous forms of engineering systems including Digital Thread/Digital Twins.</p>	<p>Training C Co-simulation</p> <p>Why, How and When to Use Co-Simulation? T. Roudier (T-Air Tech, CAN)</p> <p>This course provides a view into a pragmatic approach of co-simulation for real use cases, and the challenges brought by the coupling of multi-disciplinary domains of engineering in a global simulation environment. Through a simplified technical approach, this course covers the topics such as the interest of co-simulation in modern modeling and simulation techniques, the fundamental principles of co-simulation, an overview of standards (Functional Mock-up Interface FMI, High Level Architecture HLA IEEE 1516-2010), challenges of hybrid co-simulations, best practices, and the realization of a simple use case.</p>	<p>Training D Buckling Introduction</p> <p>Introduction to Instability and Buckling of Structures – Overview of New On-Demand J. Wood (JW Analysis)</p> <p>This short case is based upon material taken from a new online course which will be launched by NAFEMS in the near future. Attendees will be shown the course content, including an associated on-line self-test quiz. The course is designed to provide a broad introduction to instability and buckling of structures and while the focus is on both Euler and nonlinear post-buckling, the course will illustrate a range of other instability phenomena relevant to structures. The topics are well exemplified via industrial examples and videos, with sufficient theory to allow FE practitioners to understand the challenges and procedures inherent in modelling and assessment. In the course literature, the NAFEMS PSE competency statements addressed to some degree are highlighted.</p>	<p>Training E CFD for Designers</p> <p>CFD for Structural Designers and Analysts K. Fouladi (Infomec Consulting)</p> <p>This course aims to introduce the essential principles of fluid dynamics, important flow phenomena, and basics of CFD process to structural engineers for their multidisciplinary problems. This course provides a brief overview of the essential concepts and principles of fluid dynamics, CFD, turbulence, and heat transfer relevant to structural analyses through simple examples and case studies.</p>	<p>Training F Composites</p> <p>Composites T. Abbey (FE Training)</p> <p>Due to the nature of composite materials, stress analysis and failure prediction is far more complex than isotropic materials. The objective of this overview is to break down the composite FE analysis process into clearly defined steps, give an overview of the physics involved and show how to implement practical solutions using Finite Element Analysis.</p>
---	--	--	---	---	--

17:00 End of Pre-Congress: Short Trainings and Workshops

18:00 Technical Working Group / Regional Steering Committee Reception

19:00 Congress and Exhibition Opening Reception (Exhibition Hall)

Preliminary conference agenda, subject to alteration. Presentations times and days may change.

Sponsorship & Exhibition: An Outstanding Opportunity

The NAFEMS 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 dedicated to the engineering analysis, modelling, simulation, and systems engineering 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 at nafems.org/congress. 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

nafems.org/congress/sponsorship-and-exhibition/

Platinum Sponsor



Gold Sponsors



Silver Sponsors

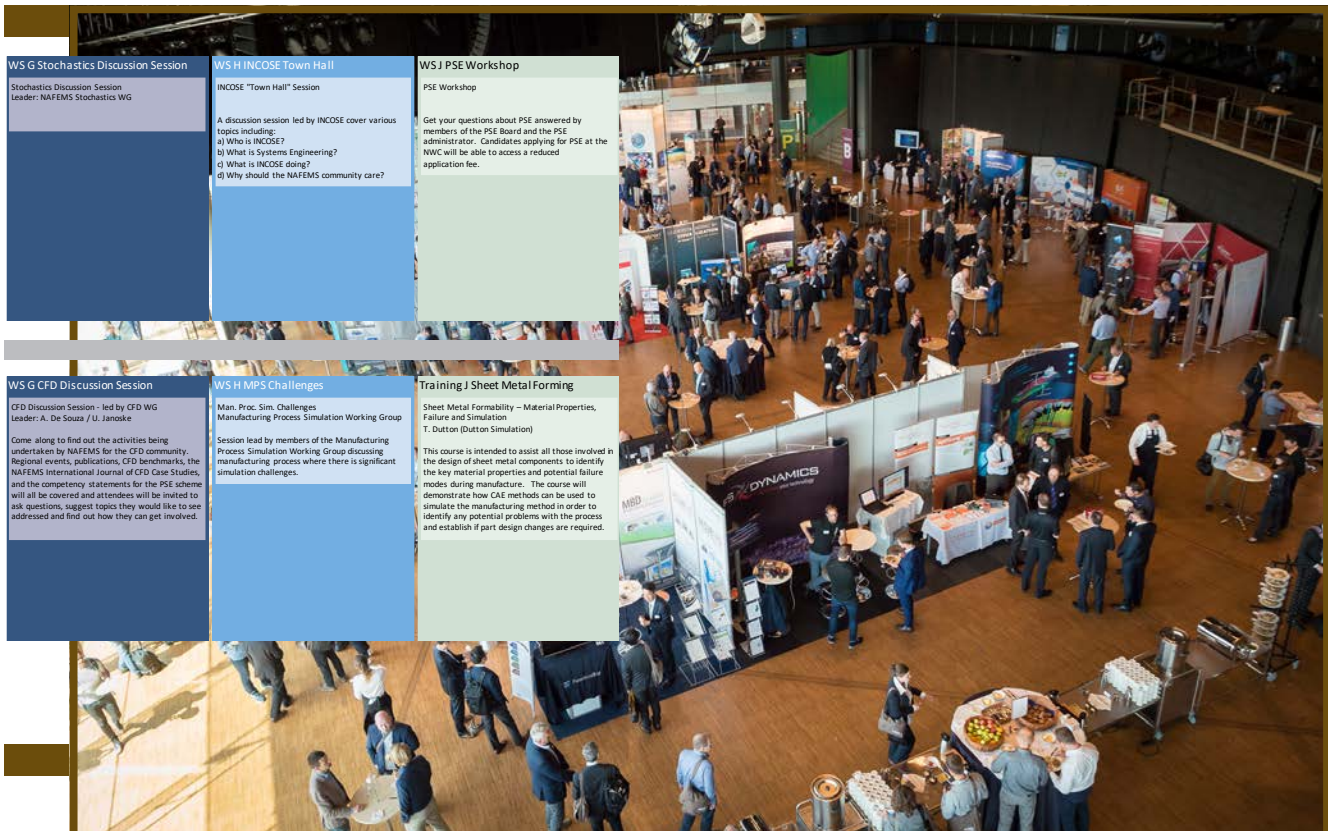


SPDM Sponsors



Exhibitors

- Altair Engineering
- ANSYS
- Aras
- BETA CAE Systems
- Dassault Systèmes
- Datadvance
- DE Digital Engineering
- Dynardo
- ESI Group
- Esteco
- Function Bay
- Granta Design
- HBM Prenscia
- Intes
- Kinetic Vision
- MSC Software
- Murata Software
- NAFEMS
- Penguin Computing
- Polygonica
- Siemens PLM Software
- SmartUQ
- Synopsys
- ITEA3 VMAP
- Volume Graphics
- ... and more



WS G Stochastics Discussion Session
Stochastics Discussion Session
Leader: NAFEMS Stochastics WG

WS H INCOSE Town Hall
INCOSE "Town Hall" Session
A discussion session led by INCOSE cover various topics including:
a) Who is INCOSE?
b) What is Systems Engineering?
c) What is INCOSE doing?
d) Why should the NAFEMS community care?

WS J PSE Workshop
PSE Workshop
Get your questions about PSE answered by members of the PSE Board and the PSE administrator. Candidates applying for PSE at the NWC will be able to access a reduced application fee.

WS G CFD Discussion Session
CFD Discussion Session - led by CFD WG
Leader: A. De Souza / U. Janoske
Come along to find out the activities being undertaken by NAFEMS for the CFD community. Regional events, publications, CFD benchmarks, the NAFEMS International Journal of CFD Case Studies, and the competency statements for the PSE scheme will all be covered and attendees will be invited to ask questions, suggest topics they would like to see addressed and find out how they can get involved.

WS H MPS Challenges
Man. Proc. Sim. Challenges
Manufacturing Process Simulation Working Group
Session led by members of the Manufacturing Process Simulation Working Group discussing manufacturing process where there is significant simulation challenges.

Training J Sheet Metal Forming
Sheet Metal Formability – Material Properties, Failure and Simulation
T. Dutton (Dutton Simulation)
This course is intended to assist all those involved in the design of sheet metal components to identify the key material properties and potential failure modes during manufacture. The course will demonstrate how CAE methods can be used to simulate the manufacturing method in order to identify any potential problems with the process and establish if part design changes are required.

Tuesday, June 18

08:30

P1 Day 1 Plenary

Welcome and introduction
C. Stavridis (AIRG, GER), T. Morris, R. Oswald (NAFEMS)

Dassault Systems Platinum Sponsor Presentation

The Role of Simulation in the Transformation of the Automotive Industry
C. Poon (Ford Motor Company, USA)

"Diffusion of Innovation" Applied to Modeling & Simulation – What can we learn from Social Science Research and Marketing?
M. Meil (Procter & Gamble, USA)

Coffee Break

<p>A1 Digital Twins in Industry</p> <p>How to Tell the Difference Between a Model and a Digital Twin L. Wright, S. Davidson (National Physical Laboratory, GB)</p> <p>Spacecraft Digital Twin as Development Accelerator C. Ducamp (Airbus, FRA), S. Estable (Airbus, GER)</p> <p>Product Digitalization: Towards the Design of Digital Twins U. Absosman, L. Asteirac (Schlumberger, USA)</p> <p>Beyond the Obvious - The Industry 5.0 by Hybrid Modelling V. Lämås, S.-P. Leino, J. Kortelainen, B. Hemming, V. Nieminen, O. Saarela, P. Kivikytö-Reponen, V. Kotivirta (VTI Technical Research Centre of Finland, FIN)</p>	<p>B1 MPS - Stamping & Forming</p> <p>Optimization and Manufacturing Feasibility of Stamped Components to Reduce the Vehicle Mass and Improve Performance P. Hiremath, R. Hoglund (Altair Engineering, USA)</p> <p>Use of Numerical Simulations to Model Non-Conventional Metal Forming X. Qian (Ansys, USA)</p> <p>Design of Automotive Structural Metal - GFRP Hybrid Parts Using the Novel Manufacturing Technique "Hybrid Forming" D. Heidrich, X. Fang (University of Siegen, GER)</p>	<p>C1 Systems 1</p> <p>Improving Stability and Performance of Flight Controls A. Laurella (Maya HTT, CAN)</p> <p>Active Torque Distribution for Multi-Track Vehicles to Stabilize the Lateral Dynamics R. Degeer, H. Ott, F. Klein, M. Ruschitzka (University of Applied Science - TH Köln, GER)</p> <p>Enabling Collaborative Simulation Towards a Common Approach for Global Analysis on Smart Power Grids Combined with Cyberphysical Systems T. Roudier (T-AirTech, CAN), C. F. Mungombi, K. Marthe, I. Kamwa (Hydro-Québec Research Institute CAN), A. Komejane (University of Toronto, CAN)</p> <p>PLM- and Microservice-Based Integration Approach of MISE and System Simulation for Federated Continuous Engineering Platforms B. Binder, M. Gottschall, T. Bouchwitz (ESI IT, GER), L. Kirisch (Contact Software, GER)</p>	<p>D1 CFD - Multiphase / Multispecies</p> <p>Centrifugal Oil Pump Modelling Applied to Retropositing Compressors M. Tada, E. R. Hulse (Embraco, BRA)</p> <p>Numerical Simulation of Degassing Processes in Filling and Packing Processes of Solid Goods U. Janoske (University of Wuppertal, GER), T. Freiberger (Optima Consumer, GER)</p> <p>Modelling Different Aspects of Once Through Steam Generators M. Forcinto, A. Singha (AP Dynamics, Canada)</p> <p>Quantitative Evaluation of Separation Performance of the Gas-Liquid Separator: Experiment, Validation of Prediction Method and Numerical Simulation M. Inikura, T. Ishigami, M. Maekawa (Chiyoda, JPN), C. Heijckers (MySep, SGP), H. Witteveen (Nara) Solutions, SGP)</p> <p>Modelling Primary Atomization of a Simplex Nozzle M. Sami, J. Ibrahim (Ansys, USA)</p>	<p>E1 Stochastics</p> <p>Assessment of Low Probabilities of Failure by Extrapolation J. Reijnders (Netherlands, NED)</p> <p>Improving Collapsibility Robustness of an EPS-CD by Means of Simulation and Six Sigma Techniques D. Costas Muñoz, M. Majzel (ZF Group, POL), D. Vieker (ZF Group, GER)</p> <p>Probabilistic Fatigue and Reliability Simulation K. Munson, A. Hallgren, A. Chabod, P. Capak, J. Adred (IBM Research, USA), R. Bates (Rolls-Royce, FRA)</p>	<p>F1 CAE in the Design Process 1</p> <p>Using FEA to Create Derivative Designs With Successful Base Designs A. Zhong (Halliburton, USA)</p> <p>Augmented Engineering Methodology to Efficiently Improve the Design Process of Sports Equipment at Deathlon A. Callens (Deathlon, FRA)</p> <p>Let Simulation do Design - Faster M. Shimozono (Innes Japan, JPN), K. Helrich, R. Fischer (Innes, GER)</p> <p>A Study of the Reduced Model of a Battery Cell for Structural Analysis Y. Hahn, F. Letalleur, J.J. Cofre (Dassault Systems Simulia, USA)</p>
--	--	--	---	--	---

Lunch Break

<p>A2 The Role of Digital Twins</p> <p>Usage of Digital Twins for Predictive Maintenance C. Schulz, B. Kries (Anhalt University of Applied Sciences, GER)</p> <p>The Role of Analytics in the Digital Twin G. Jones, M. Andrews, Z. Graves, P. Chen (SmardtIQ, USA)</p> <p>Hybrid Twin at the Crossroads of Reduced Order Modelling and Data Science F. Dalm, S. Gouveias, J. Douval (ESI Group, FRA), F. Chresta (EASIM & ESI Group, FRA)</p> <p>Building and Using Digital Twins for Product Simulation and Design P. Morelle, S. Donders, H. Van der Auwerter (Siemens Industry Software, BEL), G. Sethuraman (Siemens PLM Software, CAN), D. Hartmann (Siemens Corporate Technology, GER), W. Desmet (University of Leuven, BEL)</p>	<p>B2 MPS - Injection Moulding</p> <p>Integrative NVH Simulation of Anisotropic Injection-Moulded Parts M. Giering, M. Wessels (Westphalia University of Applied Sciences, GER)</p> <p>Experimental and Numerical Investigations into the Effects of Process Parameters on the Quality of Injection Overmoulded Thermoplastic Hybrid Composite Structures T. Wu, M. Herath, N. Chapman, S. Cooper, P. Giddings (National Composites Centre, GB)</p> <p>Intelligent Mold Tooling Design with Plastic Injection: CFD and Structural Simulation Z. Shen, J. Zheng, D. Hu (Shanghai Mahe Thermal System, CHN), W. Meng (Catià China Business Consultant, CHN), Z. Jiao (Simulia China Business Consultant, CHN), K. Zhang (Shanghai DigitalSphere IT Co., Ltd, CHN)</p> <p>Modelling Flow of Optical Fibre through Extrusion Heads J. Rodriguez, J. Nebou, J. Marti (Principia, ESP), E. Torres (Aites, ESP)</p>	<p>C2 Systems 2</p> <p>Model-Based System Design and Simulation for Elevator Systems Engineering S. Kriener (sem engineering methods, GER), F. Rigazio, W. Moretti (Schindler Elevator, SUI)</p> <p>A Standard Model Description Language for Consistent Content Management in a Collaborative Simulation Platform J. Gazeaux (ESI Group, FRA), S. Hersand (Renault, FRA)</p> <p>Extracting the Combined Benefits of 3D Finite Element Methods and System Simulation Using Dynamic Co-Simulation M. Cameron, P. Longrais, C. Marca (ESI Group, FRA), H. Choi (Hongik University, KOR), T. Nethold, T. Bouchwitz (ESI IT, GER)</p> <p>Systems Modelling and Simulation of Hydraulic Test Rigs for Aircraft Flightdeck Devices M. Raju, S. N. Narayan, C. Gangareddy (HCL Technologies, IND)</p>	<p>D2 CFD - Meshing & Methods</p> <p>Migrating from 2D FEA to 3D CFD for the Modeling of Ultra-Precision Flat Pads Aerostatic Bearings A. Karl (Rolls-Royce, USA), R. Bates (Rolls-Royce, GB), S. Raju (Bhavawasthaya, IN), Z. Miao</p> <p>Hybrid Meshing Strategies for Horizontal Axis Wind Turbines and Wind Farm Applications C. Pira, T. Carrigan (Pointwise, USA)</p> <p>Accurate 3D Model of Fuel System Pressure Relief Valve Under Special Operating Conditions B. Ströms, E. Norkin, M. Leathem (Stanadyne, USA)</p> <p>Exploring Design Space by Using Digital Geometry and Level-Set Morphing Methods R. Evans, P. Tiller, W. Dawes, M. Hunt, N. Meah (Cambridge Flow Solutions, GB)</p> <p>A CFD Approach for Aerodynamic Drag Prediction of Passenger Car U. Srivastava, S. Shama (Tata Technologies, IND), K. Tare (Tata Motors, IND)</p>	<p>E2 Uncertainty Quantification</p> <p>Uncertainty Quantification and Probabilistic Analysis Applied to the Design of Advanced Aero Engines A. Karl (Rolls-Royce, USA), R. Bates (Rolls-Royce, GB), S. Raju (Bhavawasthaya, IN), Z. Miao</p> <p>Using Uncertainty Quantification Together with Terramechanics for Generation of Stochastic Mobility Maps N. Gaud, K. Choi (Rambis Solutions, USA)</p> <p>The Assessment of Simulation Credibility in Virtual Engineering Workflows: The Challenge of Uncertainty Quantification F. Santandrea (PSE, SWE)</p> <p>UQ Challenge Problems Leader: A. Karl (Rolls-Royce, USA)</p>	<p>F2 Automotive</p> <p>Design of an Energy-Harvesting Shock Absorber with a Mechanical Motion Rectifier for Small Vehicles T. Muehle, C. Mischke (University of Johannesburg, RSA), T. Burchawasthaya (In, ZIM)</p> <p>Constitutive Modelling and Analysis of Automotive Side Door Closing Operation A. Kimbrell, A. Partl, D. Strunk, B. Seytre (Honda R&D Americas, USA)</p> <p>Innovative Techniques on Beam Section Optimization: A BIV Case Study D. Drogalas, G. Korbetis (BETA CAE Systems, GRE), K. Stokianakis (BETA CAE Systems International, SUI)</p>
---	---	---	---	--	---

Coffee Break

Preliminary conference agenda, subject to alteration. Presentations times and days may change.

Tuesday, June 18

18:30

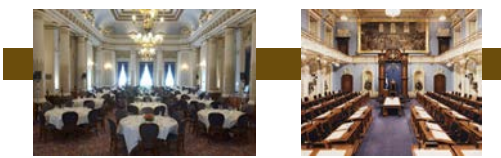
<p>WSA Digital Twins Workshop</p> <p>Digital Twins Workshop Dennis Nagy</p>	<p>B3 MPS - Metallics</p> <p>Increase Product Qualification Rate of Aircraft Engine Castings by Applying Machine Learning Methods J. Zhang (ECCES, CHN), J. Liu (BAM, CHN), X. Li (Bairnitech, CHN), A. Gitters (ESI Software, GER)</p> <p>Mechanical Effects of Casting & 3D Printing Defects - Simulation and Validation K. Nagai, J. Ferrer, C. Reichart (Volume Graphics, GER)</p> <p>A Methodology for Finite Element Modeling Accurately Accounting for Case-hardened Steel with Continuously Varying Hardness Readings Z. Yang (Valeco-Kapac, USA)</p> <p>A Comparative Study on Numerical Simulation of Residual Stresses of a Single Pass Bead-on-plate Weld Y. Ma, Z. Fan, S. Wen, S. Yan Zhang, P. Zhang (Centre of Excellence for Advanced Materials, CHN), D. McPhail (ISIS Facility, Science and Technology Facilities Council (STFC), GB)</p>	<p>C3 Systems 3</p> <p>System Modelling for Engine and Nacelle Compartment Ventilation and Thermal Integration Y. Somers (Airbus, FRA), B. Michel (Airbus, FRA)</p> <p>System Simulation with FEA and Optimization for Electric Vehicle Development P. Musunuru (ESI Group, USA), V. Debray (ESI Group, FRA)</p> <p>Machine Knowledge Software: Key Factors and Best Practices for Market Adoption and Integration of Systems Simulation V. Remillard, J. Montero, D. Lenebe (Famic Technologies, CAN)</p> <p>Efficient Cross Domain Knowledge Sharing to Deliver System Value A. Munck (Digital Product Simulation, FRA)</p>	<p>D3 CFD - HVAC</p> <p>CFD to Analyse Clean Environments P. Vincent (Ametek-Creafom, CAN)</p> <p>Analysis of Turbulent Flow Data Based on a Spectral Basis Representation C. Gochet, R. de-Feran, J. Garcke (Fraunhofer SCAI, GER), L. Berger (CFD Schuck Ingenieuregesellschaft, GER)</p> <p>Aerodynamic Analysis of Ventilation in Jiangyongjiao-jiao Using Finite Volume Approach on Adaptive Cartesian Mesh Structure J. Sohn (Korea Institute of Science and Technology Information, KOR), M. Jung, K. Lee (Solution Lab, KOR)</p>	<p>E3 Verification & Validation</p> <p>Validating a Fast Hybrid Method for Modelling Explosions M. Abdel-Jawad (Advanced Analysis Australia, AUS), P. Brady (School of Mechanical and Manufacturing Engineering, AUS), M. Ermilov (Advanced Analysis Australia, AUS), D. McGuckin (Pacific ESI, AUS)</p> <p>Multi-Body Dynamic Model Validation of a Recreational Vehicle in the Perspective of Frame Load Evaluation C. Blanchette, M. Boisvert, N. Joubert (Centre de Technologies Avancées, CAN), D. Rancourt, A. Desrochers (Université de Sherbrooke, CAN), Y. Si-Amant (Université Laval, CAN)</p>	<p>F3 Methods</p> <p>A Novel End-to-End Solution for Solving Super Large Structural Simulation Problems M. Baskley, M. Kim, C. Ianculescu, J. Jiang, W.J. He, Y. Shi (Dassault Systems Simulia, USA)</p> <p>Active Structures in an Interactive Simulation Environment D. Marinovic, M. Zehn (Technical University of Berlin, GER)</p> <p>3D Beam Elements Abstracted From 3D Solids FE Models with Shear Correction I. Mladkovic, S. Barrett (AIES, GB)</p> <p>Model Creation and Pre-Processing in the Age of Iso Geometric Analysis for Crash Simulation L. Norris (BETA CAE Systems International, SUI), A. Vafidis, I. Chalkidis (BETA CAE Systems, GRE)</p> <p>Ingeometric Analysis for More Accurate Simulation M. Sederberg (Coreform, USA), M. Scott (Brigham Young University / Coreform, USA)</p>
--	---	--	---	---	---

Coffee Break

<p>A4 AR & VR for Simulation</p> <p>Extended Reality (XR) - The Future of AI System Training? J. Jarrett (Kinetic Vision, USA)</p> <p>Bringing Simulation to Life with Immersive Virtuality G. Donval (Dassault Systems, CAN), L. Bonnyng, C. Finkle (Dassault Systems, USA)</p> <p>Overcoming the Team Collaboration Obstacles of Distance and Specialization Through Democratization Technologies S. Kleidaris (BETA CAE Systems Greece, GRE)</p> <p>Going From Collaboration + CAE to True Collaborative CAE: Cloud / Web and VR as Enabling Technologies A. Rodriguez-Villa, F. Viken (Ceetron, NOR)</p>	<p>B4 MPS - Composites</p> <p>Probabilistic Process Simulation and In-situ Process Prediction During Composite Manufacturing as Contribution to Industry 4.0 R. Hein, T. Wille, M. Liebisch (German Aerospace Center, GER)</p> <p>Manufacturing-Oriented Bead Patterns for Long Fiber-Reinforced Polymer Structures S. Revil, A. Albert, M. Spadiger (Karlsruhe Institute of Technology (KIT), GER)</p> <p>Bracing Process Simulation: Comparison of Kinematic and Fritte Element Models for Large Scale Composites A. Trevisio (National Composites Centre, GB), L. Thadhani (B, GB), D. Ivanov, L. Kawashita, R. Sun (University of Bristol, GB)</p> <p>Full End to End Virtual Prototyping of Fiber Reinforced Polymers Taking into Account Manufacturing Effects A. Tramezner (ESI Group, FRA), S. Muller (ESI SW, GER), C. Flormond (ESI Group, CAN)</p> <p>Simulation of Deposition Manufacturing Processes of Polymer Matrix Composites P. Silva, M. Lane, J. McRoberts, A. Forghani, A. Pouranvari (Convergent Manufacturing Technologies, CAN), S. Hind, D. Djokic, M. Rahmat, A. Yousefpoor (National Research Council, CAN)</p>	<p>C4 Integration of Test & Analysis</p> <p>Processing of Numerical Simulations and Experimental X-Ray Car Crash Data for Deviation Analyses and Model Quality Assessment M. Dlugosch, T. Soot, J. Fritsch (Fraunhofer EML, GER)</p> <p>Operational Loads Measurement and Design Optimization of a Gold Mine Rail Hauling System Showing Fatigue Cracks M. Lussier (Optimex Consultants, CAN), D. Paquette (Agnico Eagle, CAN), T. Hunter (Wolfsbar Technologies, USA)</p> <p>Root Cause Failure Analysis Driven by Numerical Simulation P. Duval, V. Lamontagne, H. Bastien (Creafom-Ametek, CAN), L. Theoux (Nova Bus - Volvo, CAN)</p> <p>Simulation and Test Process and Data Management: Enabling the Digital Twin P. Morelle, S. Donders, E. Allegaert, S. Dierck, H. Van der Auwerter (Siemens Industry Software, BEL), G. Sethuraman (Siemens PLM Software, CAN), D. Hartmann (Siemens Corporate Technology, GER), W. Desmet (University of Leuven, BEL)</p>	<p>D4 CFD - Process</p> <p>Predicting Baked Food Texture Blisters Through Modeling Approach L. Zhao, K. Kreter, T. Johnson, A. Warning (PepsiCo, USA)</p> <p>Analysis of Downdraft Gasifier Parameters in an Equipment Implemented in the Central Zone of Ecuador L. Orozco Cantos, D. Montenegro, S. López, E. Viteri (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ECU)</p> <p>Using CFD to Simulate Mixing Tank Clean-In-Place Process J. Ibrahim, H. Metwalli, M. Sami (Ansys, USA), K. Brown (Spraying Systems, USA)</p>	<p>E4 Simulation Governance</p> <p>The Importance of Sound Simulation Governance for Design of Pipeline Repair Products: Overview and Two Case Studies M. Langerholc, Q. Li, T. D. Williamson, USA)</p> <p>Beyond Validation - Understanding the Business Value of Simulation Models J. Koros, H. Tienhaara (Wärtsilä, FIN)</p> <p>It's in the Interpretation - Three GB Based Case Studies from the Oil and Gas Sector That Demonstrate How Alternative Interpretations of Simulation Predictions Can Lead to Significantly Different Engineering Decisions S. Howell, S. Feven, P. Midha (Abercrom, GB)</p> <p>Managing Simulation Quality and Data at the UK Atomic Weapons Establishment H. Edwards, M. Savory (UK Atomic Weapons Establishment, GB)</p> <p>Key Considerations to Improve Engineering Performance by Using CAE J.M. Crepel (Citran, FRA)</p>
---	---	---	---	---

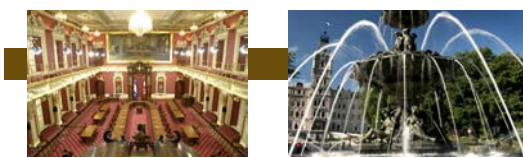
18:30 End of Presentations

19:00 **Optional Dinner in The Québec Parliament Building**
(Not included in the Congress fee. To be ordered separately on a first come, first served basis. Availability is limited.)



Preliminary conference agenda, subject to alteration. Presentations times and days may change.

<p>G1 Shock / Impact / Crash 1</p> <p>Streamlining the Design Process and Fine Tuning the Collapse Behavior of a Snowmobile Structure for Frontal Crash Tests: An Effective Use of Advanced Numerical Simulation H. Bastien (Anetek-Creafarm, CAN) S. Vézina (BPP, CAN)</p> <p>Influence of Energy Absorber on Pedestrian Lower Leg Performance for Passenger Vehicle S. Jaju (Tata technologies, IND) R. Dhakate (TTL, IND)</p> <p>Substituting Physical Testing of Packaging Concepts with Virtual Modelling for Improved Transportation Robustness T. Hansen, J.S. Nielsen (Novo Nordisk, DEN)</p> <p>e-Commerce – The Complete Virtual ISTA-6 Model is Here S. Gilmore, K.Wymie (CruX Product. Design, GBR)</p>	<p>H1 Discrete Element Method 1</p> <p>Off-Road Industry Needs for Leading Innovation in Soil & Crop Systems C. Proulle (Deere & Company, USA)</p> <p>Methodology for the Simulation of Conveyor Belts Using the Discrete Element Method E. Fimberger (University of Leoben, AUT)</p> <p>CFD-DEM and DEM Modelling for Particle Flows and Multiphase Flows A. Mayrhofer, C. Goniva, A. Hager, C. Kloss (DCS Computing, AUT), S. Cheuring (ESCO, USA), T. Keskkula (Neste Engineering Solutions, FIN)</p> <p>Numerical Modeling of Bulk Solids Flow Using the DEM Approach D. Craig, (Jenike & Johanson, USA)</p>	<p>J1 Dynamics & Vibration 1</p> <p>Analysis of the Dynamic Response Applied to a Cubesat E. Garcia, H. Vargas, J. Contreras (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, MEX) F. Candia Garcia, G. Medel, V. Galindo (Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, MEX)</p> <p>Frequency Domain Spot Weld & Seam Weld Analysis N. Bishop, P. Murthy (CAElatique, GBR) P. Rossmelt (Ford Motor Company, GER) T. Meehan (Ford Motor Company, USA)</p> <p>A Simulation Framework for Predicting Machine Damage due to Seismic Events M. Wubbolts, R. Ruimerman (ASML, NED)</p> <p>Efficient Super Element based Data Recovery for Chained FEM-Flaxible MBD Engine Simulation S. Sandhu, H. Patel (MSC Software, USA), B. Lobwegger (AVL List, AUT)</p>	<p>K1 SPDM 1 spdm</p> <p>Virtual Testing in the Industry - Process Development, SPDM and Automation B. Dósi, S. Jónás, A. Varga, D. Fehéds (Kronn-Bremse Rail Systems Budapest, HUN)</p> <p>Virtual Testing for High Lift Systems - Script-based Processes for Efficient and Traceable Model Creation T. Ulmer, R. López Parras (Airbus Operations, GER)</p> <p>Automated Model Build Process Through an SPDM System M. Laming (Siemens PLM, USA) B. Peddi, N. Kondragunta (Siemens PLM Software, USA)</p> <p>Big Data Management for Additive Manufacturing Design Process of Compliant Composites Parts M. Giugliano Auricchio (e-Xstream Engineering, ITA) R. Ressegui (e-Xstream Engineering, USA) O. Lietzer (e-Xstream Engineering, BEL) K. Dunlop (MSC Software, GBR)</p>	<p>L1 Meshing</p> <p>Analysis-Driven Geometry and Meshing for Large Scale Simulations S. Tendulkar, M. Beall, R. Nastasia, O. Kläss (Simmetrix, USA) M. Shephard, O. Sahni (Renselear Polytechnic Institute, USA)</p> <p>Why do my CAE Results not Correlate with Test Results? G. Roth (Siemens PLM, USA)</p> <p>Dislocation Meshing – A Credible Solution to Automatic Hexahedral Meshing J. Aas (CT Innovations, GBR)</p> <p>The Marching Tetra Method for Full Vehicle Meshing M. Lautsch (Lautsch Finite Elemente, GER)</p> <p>FEM Mesh Generation Using CAD Surface Shape Recognition Technique K. Ozari (Integral Technology, JPN)</p>
<p>G2 Shock / Impact / Crash 2</p> <p>Efficiency-Driven Model Simplifications in Crash Simulations of FRP-Metal Hybrid Material Systems in Automotive Body Structures M. Dlugosz, J. Fritsch, S. Hiernier (Fraunhofer EMI, GER) D. Lukaszewicz (BMW Group, GER)</p> <p>Frontal Crash Simulation of a Bus in Conformance to ECE R 29 Regulation S. López, E. Viteri, L. Orozco (Espoch, ECU)</p> <p>How E-commerce has Disrupted Product and Shipment Packaging Systems J. Topich (Kinetic Vision, USA)</p> <p>Development and Validation of Pedestrian Headform Finite Element (FE) Models for AIS 100 / GTR 9 S. Deshpande, N. Kulkarni, R. Mahajan (Automotive Research Association of India, IND)</p>	<p>H2 Discrete Element Method 2</p> <p>Simulation of Granular Flow Rate Through Grates in Semi-Autogenous Grinding Mills by Using DEM Y. Yang, A. Saena (IME Global/Electmetal, USA)</p> <p>DEM Investigation of Wafer Gradients in Grain Bulk N. Landry (PAM / Westest, CAN)</p> <p>Simulation of Surface Damage and Body Breakage by Using DEM M. Soussi, C. Bosch Padros (DEM Solutions, GBR) A. Chagas (PATI Institut für Partikeltechnik, GER), A. Saena, Y. Yang (MEGlobal, USA)</p>	<p>J2 Dynamics & Vibration 2</p> <p>Modelling and Simulation of a Reference Engine G. Breslau, B. Schlicht (Technical University Dresden, GER)</p> <p>Operating Durability Performance Estimation of Solenoid Driven Actuator Under Vibration Excitation Conditions S. Jeon, D. Lee, S. Cha (Hyundai Keeco, KOR) W. Lee (V-ENG, KOR)</p> <p>Loads Conditioning for Frequency Domain Analysis S. Kerr, N. Bishop (CAElatique, USA) S. Dutta (Chrysler Technical Center, USA)</p> <p>Loads Enveloping N. Bishop, S. Kerr (CAElatique, GBR) E. Costa (Ford Motor Company, BRA) T. Meehan (Ford Motor Company, USA)</p>	<p>K2 SPDM 2 spdm</p> <p>Challenges in Simulation-based Decisions Towards the Transformation of the Product Life-Cycle M. Atak, I. Raghavakruti, M. Emsieder, A. Gstaet, A. Hatz, M. Dod, H. M. Heinkel, D. Seiler-Tnuhl (Robert Bosch, GER)</p> <p>Quality Management of CAE Data Within an SPDM Environment S. Tziamas, I. Makropoulos, M. Pappas (BETA CAE Systems, GRE)</p> <p>Should CAE Simulation Results be Stored in 2D or 3D? A. Perilakis (BETA CAE Systems, GRE) V. Pavlids (BETA CAE Systems International, SUI)</p> <p>Earlier an SPDM Proof of Concept Based on OpenSPDM to Manage Bearing Design for Aircraft Engines at Safran Aircraft Engines J. Leroux, C. Le Lann (Safran Aircraft Engines, FRA) M. Norris (ThesDMConsultancy, GBR) G. Delabrousse, S. Grau (Inensia, FRA)</p> <p>Materials and Simulation: From CAE to KfE, A 2000 Vision S. Baker, S. Warde, J. Goddin (Granta Design, GBR)</p>	<p>Training L Nonlinear FEA</p> <p>Nonlinear Analysis T. Abbey (FE Training)</p> <p>Many problems facing engineers are nonlinear in nature, where the response of a structure cannot be simply assessed using linear assumptions. One of the most difficult tasks facing an engineer is to decide whether a nonlinear analysis is really needed and if so what degree of nonlinearity should be applied. This overview will examine these issues, and look at the best ways of creating an analysis plan that matches key objectives.</p>
<p>G3 Contact 1</p> <p>Contact Analysis - An Alternative Approach R. Hellrich, M. Ast (Intes, GER)</p> <p>Application of Variable Order Spectral Element Method on Nonconformal Unstructured Meshes for an Engineering Analysis of Assemblies with Geometric Inaccuracies A. Vershynin, V. Levin (Lomonosov Moscow State University, RUS) A. Kukuškin, D. Kononov (Fidevis, RUS)</p> <p>Multi-Megawatts Wind Turbine Gearbox Contact Stress and Strength Analysis Y. Song, Y. Li (Chongqing Wangjiang Industrial, CHN)</p> <p>Numerical and Semi-Analytical Analysis of the Stick-Slip Effect Observed in Hydraulic Sealing Systems Made of Polyurethanes C. Wehmann, S. Drey, C. Schüle, M. Wilke (Trieblberg Sealing Solutions, GER)</p>	<p>H3 Partide Methods 1</p> <p>Effective Shape Optimization of Filtration Device to Improve Filtration Efficiency Using MPS Particle Method Based CFD Software S. Tokura (Prometech Software, JPN)</p> <p>Simulating Airbag Deployment Using Lumped Kinetic Molecular Method R. Roy, B. Grimes, J. Hurtado, V. Dancoja, J. Konert (Dassault Systemes Simulia, USA)</p> <p>Evaluating Moving Particle Simulation Method Against Mesh-Based Methods J. Cris (Enginsoft, USA)</p> <p>Simulation of Washing Facilities in Automotive Manufacturing M. Menon, C. Peng (ESS - Engineering Software Steyr, AUT)</p>	<p>J3 Multibody Systems</p> <p>An Approach for More Efficient Simulation of Stick Slip Effects P. Schoenhuber, A. Walzalkar, C. Schneider, J. Leuke (RWTH Aachen University, GER)</p> <p>MBE-Based Design of Dampers for Furniture Hinges S. Müller, P. Nachbaur (Julius Blum, AUT)</p> <p>Optimization of Kinematics in Furniture Lift Systems D. Rupp, S. Müller (Julius Blum, AUT)</p> <p>Implementation and Validation of Torsional Spring Modeling Methodology in an Automotive Latch R. Venkataramu, K. Goyal, H. Krishnamurthy (Inteva Products India Automotive, IND)</p>	<p>K3 SPDM 3 spdm</p> <p>Get the Data Right for Effective Multidisciplinary SPDM – Making the Case for a Tool-Independent Unified Data Model M. Panthaki (Aras, USA) M. Lind (Aras, USA)</p> <p>SPDM Solutions for Automotive CFD Applications F. Ross, N. Kondragunta (Siemens PLM Software, USA)</p> <p>Recent Developments on an In-house Database Driven SDM Tool and its Deployment S. Howell, S. Fevers, P. Midha (Abercus, GBR)</p> <p>Making the Case for Simulation Process & Data Management within the Oil & Gas Industry J. Parady (Dassault Systemes, USA) A. Garza (Dassault Systemes Simulia, USA)</p>	<p>Training L FEA for Pressure Systems</p> <p>Introduction to Finite Element Analysis of Pressure Systems and Components – Overview of New e-Learning Course with Tutor Support J. Wood (JW Analysis)</p> <p>This presentation is designed to provide an overview of a major updating and re-launch of a substantial work-based learning module, originally developed as part of the EU-funded CCOPS project. The course is accompanied by a sector-specific competency framework and is complemented by 23 worked examples, 24 tutorials and 9 self-test online quizzes with 167 questions. The course is designed for self-paced informal learning and participation entitles the delegate to 5 months access to tutors. The course also includes a new extensive FAQ database, designed to support and enhance the learning experience.</p>
<p>G4 Contact 2</p> <p>Adaptive Penalty Stiffness for Contact Problems V. Narayanan (Siemens PLM, USA)</p> <p>Circuit Breakers for Future Power Grids: Development and Evaluation on High Dynamic Actuated Mechanisms M. Schneider, O. Frantisek (ABB Corporate Research, GER)</p> <p>Digital Twin of Electric Cables and Wire Harness P. Andry, A. Schyns (Samtech, BEL)</p>	<p>H4 Partide Methods 2</p> <p>Lubrication Simulation in Automotive Gearbox with SPH Method J. Candelier, L. Chiron (Nextflow Software, FRA) F. Ravel, N. Dabert, B. Pelourdeau, L. Dufloy (Renault, FRA)</p> <p>An Adaptive Tree Structure for the Discrete Integration of the Weak Forms Arising in the Meshless Simulation of Elliptic Equations. G. Fougere, A. Kamoulakos (ESI-Group, FRA)</p> <p>Meshless Simulation Approach for Complex Liquid Domained Flows using SPH D. Greif (AVL-AST, SVN), M. Ihmsen (Fifty2 Technology, GER), G. Maier (AVL List, AUT)</p>	<p>J4 Multiphysics 1</p> <p>2-Way Coupled FSI Simulation for Reciprocating Compressor Reed Valve M. Soppin, V. Kumar Taruga P. Ag (HCL Technologies, IND)</p> <p>Introduction of Fluid Element to Structural-Thermal Analysis in Diamond Light Source H. Huang (Diamond Light Source, GBR)</p> <p>A Multiphysics-Circuit Coupled Dynamic Modeling of Electroactive Polymer Based Capacitive Force Sensor S. Badgujar, S. Sewalkar, D. Phatak (John Deere India, IND)</p> <p>Modeling Thermal-Fluid-Structure Interaction for Leakage Prediction in Diesel Engine Fuel Pumps C. Wolle (Ansys Software, USA) V. Rao, J. Mutyal (Ansys Software, IND)</p>	<p>Training L Postprocessing</p> <p>Effective Postprocessing of Structural Analyses T. Abbey (FE Training)</p> <p>The range of post processing options can be bewildering. However, understanding how to interrogate stress results is key to effective FEA. A road map is developed that shows how to use Von Mises, Cartesian and Principal stresses in a logical and authoritative manner. Examples of contour and XY plotting are shown. Load vectors and free body diagrams are also discussed.</p>	



Wednesday, June 19 - 1

08:15

P2 Plenary Day 2

Numerical Simulation to Develop and Validate Autonomous Car
O. Galmard (Renault, Technocentre, FRA)

Applications of FPM in Aircraft Structural Analysis: Embraer
R. Brito Maria, M. de Freitas Leal, E. Sousa Junior, V. Leite Lemos, P. Magalhães Cardoso, L. Come de Oliveira (Embraer, BRA) D. Joshi (MSC Software, USA)

Systems and Complementary Engineering Disciplines Interactions
H. Stoewer (Innose Past President and Professor TU Delft, GER)

Supporting the Simulation Community with Benchmark Measurements for Additive Manufacturing of Metals
L. Levine (National Institute for Standards and Technology (NIST), USA)

Coffee Break

A5 Digital Hype - Machine Learning

Theory-Guided Machine Learning Composites Processing Modelling for Manufacturability Assessment in Preliminary Design
A. Floys, D. Van de, A. Poursartip (Convergent Manufacturing Technologies, CAN) N. Zobory (University of British Columbia, CAN)

Powertrain Mount Bracket NVH Design Development Through Genetic Algorithm and Machine Learning
K. Flores, C. Diaz (Ford Motor Company, MEX) C. Li, K. Zouani (Ford Motor Company, USA)

Study of Machine Learning Algorithms for the Prediction of IGB Combustion Uniformity
A. Zouani, X. Li (Ford Motor Company, USA)

B5 Design Using MPS

Model-based Manufacturing of Novel Single-piece Aircraft Centre Wing Box
S. Van Der Veen (Airbus Operations, FRA) A. Doux (Digital Production, FRA)

Hot-Forming of Ultra-High Strength Aluminum Sheets for Lightweight Transportation Systems
R. Said, P. Saillard, M. Ziane, F. Adzima (ESI Group, FRA) D. Sengdo, M. Mohamed (Impression Technologies, GBR)

Coupled Thermo-Mechanical Simulation of the Ski Manufacturing Process
G. Hauerstein, D. Schifflmann, R. Baumann (Lucerne University of Applied Sciences and Arts, SUI) M. Faure (Stockli Swiss Sports, SUI)

WC3 Progress in DE - INCOSE

Progress in Digital Engineering by INCOSE

D5 Multiscale

Micro-Meso 3D FE Damage Modelling of Woven CFRP Composite Under Quasi-static Bending
A. Mubashir, I. Fiaz (National University of Engineering and Technology, PAK)

Multiscale Modelling of Sand Erosion: A Step Towards Digitalization
C. Wolfe, A. Jatake (Ansys, USA) M. Parsi (DNV GL, USA)

Application of FEM for an Estimation of Effective Elastoplastic Properties of Shales with Kerogen Inclusions
S. Imbulatov, A. V. Mysnikov, D. I. Sabitov (Sikhov Institute of Science and Technology, RUS) A. V. Verzhinin (Tomskov Moscow State University, RUS)

Lattice Optimization Analysis by Means of Multiscale Approach Based on Homogenization Technique
K. Yamamoto (Cybernet Systems, JAP) K. Terada (International Research Institute of Disaster Science, JAP) N. Hirayama (College of Industrial Technology of Nihon University, JAP)

Multiscale- and Multiphysics-Based Approach for Predicting Manufacturability, CAD Conformity, and Residual Stresses in Powder Bed Fusion Parts
R. Said, H. Mirdi, M. Maghreb (ESI Group, FRA) J. Rosser, S. G. R. Brown, N. P. Lavery (College of Engineering, Swansea University, GBR)

E5 Optimisation1

Shape Optimization Based on an Adjoint Method for Improving Aerothermal Performance of Heat Exchangers
N. Francois (Valeo, FRA) T. Piusa (Valeo, FRA)

Design Optimization of Extendable Spout for Flexible Packaging
L. Ma, D. Ramirez (The Dow Chemical Company, USA) J. Gomes (The Dow Chemical Company, BRA)

The Optimal High-Volume Production Line
L. Green, S. Gilmore, M. Philippo (Cruz Product Design, GBR)

Optimizing the Dynamic System Behavior of Machine Tools
R. Heiflich, B. Kirchgaßner, G. Nitzel-Steidle (ntes, GER)

F5 Composites 1

Framework to Facilitate Textile Composite Modelling
F. Stig (RISE Scimp, SWE)

Structural Performance of Recycled Carbon Fiber Composite Materials
M. Rouhs, M. Jurikka (RISE Scimp, SWE) J. Landberg (RISE WF, SWE) M. Wysocki (RISE, SWE)

A Benchmark Example for Delamination Growth Predictions Based on the Single Leg Bonding Specimen Under Fatigue Loading
R. Krueger (National Institute of Aerospace, USA) L. Deodabhi, H. Gu (The Boeing Company, USA)

Advances in Material Modeling for High Velocity Impacts on Composites
M. Bruyneel, A. Rajaneesh, F. Strepenne, (GDTech, BEL) P. Flores (University of Conception, CHL) J.P. Ponthot (Université de Liège, BEL)

Coffee Break

A6 Autonomous Vehicles

Full Virtual ADAS Testing: Application to the Typical Emergency Braking Scenario
M. Hadi-Bachir, E. Abenius, J.C. Kedzia, P. De Souza (ESI Group, FRA)

UDAR Sensor Simulation in Adverse Weather Condition for Driving Assistance Development
M. Hadi-Bachir, P. De Souza (ESI Group, FRA)

Impact of Vehicle Dynamics Model Fidelity in the Development of ADAS
M. Grottolli, A. Van Der Heide, J. Lemmens (Siemens PMS Software, BEL)

mm-Wave Antenna Array Modeling for ADAS Applications
L. Salman, S. Carpenter (Ansys Canada, CAN)

Safety Assessment and Uncertainty Quantification of Automated Driver Assistance Systems Using Stochastic Analysis Methods
T. Most, V. Bayar, R. Nemezer (Dyando, GER) P. Ubben, M. Resch (Daimler, GER)

B6 AM - Validation & Calibration

Simulation of Additive Manufacturing Processes for Metals: Amazing Experiences
H. Gysin, R. Gantenbein (HSR Hochschule für Technik, SUI)

A Modified Shrinkage Method for Fast Prediction of Residual Distortions and Stresses in Additive Manufactured of Metal Parts
A. Durán, J. Jorge, M.A. Guerrero (Idonair Technology Center, ESP)

Simulation of the Laser Powder Bed Fusion Process to Predict Part Distortion
C. Siméone (SimuTech Group, CAN) F. Zongo, A. Timercan, A. Tahan, V. Brailovski (École de technologie supérieure, CAN)

WC3 Progress in MS for SE

Progress in Modelling and Simulation for Systems Engineering

D6 Co-Simulation

Co-Simulation of a 6 DoF Manipulator for HIL Applications: Design, Development and Results
F. La Mura, H. Gilberti (Politecnico di Milano, ITA) G. Todeschini, L. Palama (Todeschini Mario, ITA)

Pushing the Boundaries of CAE and System Dynamics with Co-Simulation Toolchain
Y. Fan, K. Hanna, E. Pashock, C. Kopp (MSC Software, USA) N. Griem (BMW, USA)

FEM-REM Couplings for Non-linear Electromagnetic Field Computations
T. Ribberg, L. Kiehorst, J. Zechner (Talisit, AUT)

A Coupling Solver Architecture for Multiphysics Simulations
O. Chernukhin, S. Reuss, J. Thunes (ANYS, CAN) C. Wolfe (Ansys, USA)

Multidomain Co-simulation between Virtual Machines and Numerical Computing Software
J. Montero, V. Remillard (Famic Technologies, CAN)

E6 Optimisation2

When is it Worth Using Design Exploration in Practice?
N. Wagner (ntes, GER)

Automatic Detuning of Steam Turbine Rotor Blades' Eigenfrequencies Away from Critical Areas
A. Saratov (Datavance, RUS) M. Stepanov, D. Khrushchik (Ural Turbine Works, RUS)

Design and Sizing of an Airship Supported by CAE
M. Bruyneel, O. Baras, J. Fidrych, S. Gohy, J. Buret (GDTech, BEL) N. Cayez (Flywin, BEL) M. Duponchot (Université Catholique de Louvain, BEL) P. Hendrick (UCL, BEL) E. Caillet (Igalatic, BEL)

Shaping Engine Cylinder Head for a Uniform Contact Pressure Distribution
M. Shimozono (ntes Japan, JPN)

F6 Composites 2

Multi-Objective Thermal and Structural Optimization of Potted Inserts in Composite Sandwich Panels for Mass Transit Vehicles
C. Cameron (RISE Scimp, SWE)

Weight Reduction Through Composites and Optimization
M. Wagner (ntes, GER)

Analytical Method to Obtain Fly Specific Engineering Constants from Simple Material Tests of NCF Composite Parts
L. Kovacs (eCon Engineering, HUN) B. Fodor (BMW Group, GER)

Multiscale Simulation of Unidirectional Carbon Fiber Reinforced Polymer Strength
F. Souza, H. Cornwell, L. Lima (MultiMechanics, USA)

Lunch Break

Sponsor A Dassault Systèmes

Towards Industry Renaissance with Simulation Driven Experiences
As industries move into the Age of Experience, being practical or aesthetically appealing is not sufficient anymore for engineered products. Products need to be designed to drive consumers' engagement and loyalty, through the maximization of user experience, often defined as comfort, connectivity or interactivity. However, competing requirements make it challenging to achieve simultaneously performance, experience, and only through simulations can optimal products be designed from early conceptual phase to manufacturing. Industry solutions from Dassault Systèmes SIMULIA enable design through simulations, and will be presented in this session in the context of digital product engineering for experience and performance.

Sponsor B ANSYS

ANSYS is making simulation more pervasive. Learn about the new capabilities that have dramatically broadened the scope and performance of simulation solutions for additive manufacturing and multiphysics. See the new user-experience advancements that are speeding time to solution while making ANSYS Fluent and ANSYS Mechanical accessible to more engineers with less training. Learn how you can rapidly explore new ideas, iterate and innovate with ANSYS Discovery 3D design software and enable better, greener, safer products with Granta, the leader in materials information technology.

Sponsor C Siemens PLM

Simulation is critical to the creation of digital twins and any company's journey towards digitalization. Siemens Simcenter is a complete solution for the creation of effective, efficient and accurate digital twins in support of product development. Discover how Simcenter enables our customers to discover better designs faster, continuously improve product performance, and adapt to the real world. We will use real industrial examples presented by customers to illustrate how Simcenter solutions for multidisciplinary, multiphysics simulation and generative design are being used to advance performance engineering.

Sponsor D DE

Details to be confirmed.

Sponsor E ARAS

Details to be confirmed.

Sponsor F ESI / HBM Prentica

ESI Contents to be announced

HBM Prentica
The democratization of engineering software has gained momentum by companies looking to enable more engineers to perform sophisticated simulations. The vision for this next step in the use of CAE tools has many aspects and projected benefits; requiring easy-to-use apps that help capture and transfer corporate knowledge, reduce the reliance on key individuals, increase the productivity of more engineers, improve quality and reduce errors. It increases the ability for the non-expert to perform analysis tasks that traditionally only experts have done. This presentation describes the capabilities required to turn democratization into a reality and outlines a new product for this purpose called Aqira from HBM Prentica.

Coffee Break

WS A Dig. Twins in An Uncertain World

Digital Twins in an Uncertain World
Leader: A. Karl (Boisj Royce, USA)

The digital twin concept unites the strengths of modelling and measurements to enable reliable decisions to be made based on all available knowledge. But no knowledge is perfect, and this fact needs to be reflected in the methods used to implement the concept. All measurements have an associated uncertainty (due to experimental repeatability, sensor drift & nonlinearity, sample instability, etc.) which means that all model inputs have an associated uncertainty. Then, all model outputs must also have an associated uncertainty. To make intelligent and effective use of data, models, and digital twins, these uncertainties need to be taken into account. This need will place demands on the contents of the data streams and the models used, and on the methods used to update the models based on the data. This panel discussion will explore the concepts underpinning digital twins and stochastic simulation and will highlight the future research, developments and considerations that will be needed to enable the technology to reach its full potential. Please contact the swg@nafems.org if you have any questions you want the panel to address.

B7 AM Simulation - Case Studies

Simulation Driven Development for Additive Manufacturing of Critical Components for High Temperature Applications of Industry Pump - An Industrial Approach
M. Kristensen, A. Jensen (Grundfos, DEN)

Multiphysics Design and Process Optimization of Additively Manufactured Radio Frequency Components
S. Acharya (Ansys, USA), I. Waldron (Ansys, USA)

Predicting Additive Manufacturing Build Cracks Using XFEM
V. Savane (Dassault Systèmes Simulia Corp., IND) J. Bi, Z. Du, V. Danca (Dassault Systèmes Simulia Corp., USA), I. Luoretto (Renshaw, USA)

WC3 Integration of MS and SE

Integration of Modelling and Simulation and Systems Engineering

D7 Electromagnetics 1

Computational Electromagnetics for Nuclear Fusion Engineering and Design
R. Olin, S. Ariva, V. Thompson, R. Lobel, J. Williams, Z. Vokvury, D. Iglesias, M. Porton (UK Atomic Energy Authority, GBR)

Enabling Rapid Electric Motor Design and Analysis
J. Wangjui (Siemens PLM Software, CAN)

Using Cloud HPC to Simulate MEMS Resonators
S. McDevann, A. Patel, A. Tweedie, G. Harvey, R. Banks (OnScale, USA)

Sponsor E Dassault Systèmes

Experience Transformation in All-Physics and All-Scale Design
Numerical simulation of physics based phenomena has become essential for design as products have become more complex and lifecycles shorter. Building multiple physical prototypes is simply not cost- or time-effective in many industries and no longer necessary as the capability and reliability of simulation tools have matured. The new challenge is multi-physics and multi-scale system design where interdependent physics at varying scales must be considered at the earliest design stage to ensure correct function and regulatory compliance of the final product. Platform based simulation with access to cloud high performance computing can meet these demanding requirements and transform the user experience. This session will present some of the current challenges in multi-physics and multi-scale design and look at how a platform and cloud first approach can drive innovation.

F7 Composites 3

Assess Impact of Fiber Waviness on Composite Structure Performance by Finite Element Modelling
C. Lequeune, H. Xiong, J. Deslennec (Santech, a Siemens Company), BEL) M. Bruyneel, F. Strepenne (GDTech, BEL) V. Desloog, T. Pardoen (UCLouvain, BEL) T. de Lumley Woodayer (Sonacat, BEL) V. Nepper (Sabac, BEL)

Internally Smeared Method for the Modelling of Composite Laminate Components
A. Ougston, T. Robinson, D. Nolan (Queen's University Belfast, GBR)

Virtual Design of 3D Woven Composites - Joint Research between Industry and Academia
S. Müller (ESI Group, GER) A. Collado, R. Said (ESI Group, GBR) B. El Said, A. Thompson, S. Hallett (University of Bristol, GBR) L. Brown, A. Endrout, A. Long (University of Nottingham, GBR) V. Koncherry, P. Potluri, M. Gaidam (University of Manchester, GBR)

The Influence of Plasticity on Failure Prediction of Composite Materials
C. Schneider (Montanuniversität Leoben, AUT)

Wednesday, June 19 - 2

17:00

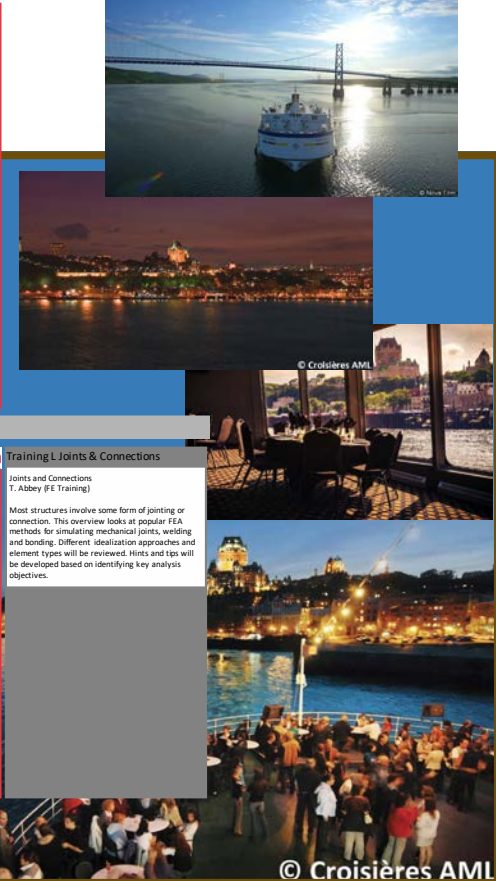
End of Presentations - 17:30 Bus Coaches to Sunset Dinner Cruise

18:00 Sunset Dinner Cruise – Boarding (19:00 Departure / 23:00 Return Back)

<p>G5 CAE in the Design Process 2</p> <p>Design Guide of the Vehicle Structural Components in the Concept Design Phase for Crashworthiness Y. Choi (Dassault Systems Simulia, USA) R. Nagoso, A. Pathak (Dgdm Software Solutions, IND)</p> <p>Design Automation and Optimization of Outer Body Panels by CAE-Processes M. Mueller, I. Sokrut, S. Kolodze (Dortfeld, University of Applied Sciences, GER)</p> <p>Advancing Vehicle Development Using Digital Human Modeling During Early Stage Design: Case Example in the Design of a Novel Electric Cargo Scooter S. Fischer (University of Waterloo, CAN), M. Hetzer (Thumbprint Solutions, CAN)</p> <p>Performance Assessment of Novel Building Technology Using Numerical Methods J. Paulson, H. Landry (Prairie Agricultural Machinery Institute (PAMI), CAN), M. Douglas (Natural Resources Canada, CAN)</p>	<p>H5 Fatigue & Fracture 1</p> <p>Evaluation of the Effect of Unconventional Material Cracking over Structural Residual Strength I. Rivero Arevalo, A. Palomar Claudio, M. Lozano Hidalgo, J. Gomez-Escalonilla Martin, J. Ignacio Arroyo (Airbus, ESP)</p> <p>Ductile Tearing Instability Analysis of Piping Bend with Surface Cracks Using J-R Resistance Curve and 3D Crack Meshes in Elastic-Plastic FEA G. Thorwald, E. Jensen (Quest Integrity Group, USA)</p> <p>Derivation of Transfer Function to Relate Strain Data to Control Point Stresses for Fatigue Monitoring K. Puzinliglu (Turkish Aerospace Industries (TAI), TUR)</p> <p>Fatigue Modeling of Threaded Connectors A. Chaurasia, H. Radhakrishnan (Ansys, USA) G. Maniella (BB Connections, USA)</p>	<p>J5 Multiphysics 2</p> <p>Energy Budget of Electrical Arcs in a Gas-Blast Circuit Breaker R. Fuchs, H. Nordberg (HSR University of Applied Sciences Rapperswil, SUI)</p> <p>Harmonic Analysis in Power Transformers: Oil Influence S. Tavares, M. Pinto, C. Novais, C. Coutinho, C. Linares, H. Mendes, J. E. Santo, R. Teixeira (Efacec, POR)</p> <p>Multidisciplinary Design Optimization of a Composite Aircraft Radome K. Hunter, E. Whalen, G. Gampala, S. Mishra, C. Ruddy (Alstair Engineering, USA)</p> <p>Multiphysics Modeling: Electro-Thermal/Vibro-Acoustics Analysis of a Permanent Magnet Machine for Electrical Vehicles K. Ila (Siemens PLM, USA) K. Kusuzokun (Siemens PLM, BEL)</p>	<p>WS K Leading Edge SPDM 1 spdm</p> <p>Leading Edge SPDM Architecture and Methodology Workshop Part 1 R. Clay (chair, SNL), J. J. Billings (ORNL), J. Capul (CEA), D. Laney (LNL), D. Montoya (LANL)</p> <p>The US Dept of Energy laboratories are at the leading edge of simulation technology and methodology, driving by mission requirements. In many cases physical testing is impossible and the consequences of failure are unthinkable, leading the labs to develop means to understand the uncertainties and margins associated with critical computational analyses. Developing better means to run automated, parametric studies is essential, and a key goal of the lab SPDM projects. Further, managing the (SPDM) information for credibility purposes is essential, as the labs develop capabilities for design-space exploration, multi-disciplinary design optimization, multi-physics and robust (stochastic) design. See following session for further details.</p>	<p>Training L Dynamics FEA</p> <p>Dynamic Finite Element Analysis T. Abbey (FE Training)</p> <p>This is a short overview of the basics of dynamics analysis, building quickly from normal modes analysis to transient and frequency response. The session is packed with hints and tips on the most effective ways to set up these analyses - and some reminders about the implications of a dynamic environment for designers and analysts. Attendees qualify for a 15% discount on Tony's new NAFEMS book: How to do Dynamic FEA.</p>
---	--	---	---	--

<p>G6 Designer Orientated Software</p> <p>Impact of Simplifications on Simulation Accuracy G. Westwater, D. Lira (Emerson Automation Solutions, USA)</p> <p>Upfront Design - Discussion Session</p>	<p>H6 Fatigue & Fracture 2</p> <p>Application of Gaussian Process and Three-Dimensional FEA to Component Level Crack Propagation Life Assessment A. Loghin (Simmetrix, USA) S. Immonen (Jacobs Technologies, USA)</p> <p>Hot-Spot Identification for Accelerated Multiaxial Fatigue Analysis C. Strzalka, M. Zehn (Technical University of Berlin, GER)</p> <p>Fatigue Simulation of Welds Using the Total-Life Method K. Munson, J. Mentley (HBM Prencia, USA) A. Hallgren, P. Roberts (HBM Prencia, GBR)</p> <p>Study Approach to Crack Initiation at Tungsten Plates using FEM N. Jaksic, J. Zammatto, A. Hermann, H. Greuner, A. Kallenbach (Max-Planck-Institut, GER)</p>	<p>J6 Assembly Simulation</p> <p>Online Simulation Considering Production Uncertainties to Improve Assembly Quality F. Claus, F.A. Ruppelche, H. Hagen (Technical University of Kaiserslautern, GER)</p> <p>3D Scanning and Geometric Tolerance Investigation in Support of a Tooling Failure Analysis using Numerical Simulation P. Duval, M. Lépine, W. Sirolis (Creafarm - Ametek, CAN)</p> <p>Assembly Simulation S. Van Der Veen (Airbus, FRA)</p>	<p>WS K Leading Edge SPDM 2 spdm</p> <p>Leading Edge SPDM Architecture and Methodology Workshop Part 2 R. Clay (chair, SNL), J. J. Billings (ORNL), J. Capul (CEA), D. Laney (LNL), D. Montoya (LANL)</p> <p>The session description continues from the session above.</p> <p>In this workshop focused on Simulation Data and Process Management we bring together some of the leaders from the US labs and practitioners from other leading-edge engineering companies with similar challenges and ambitions to compare and contrast approaches. The capabilities being developed are all targeting large-scale parallel computation, as this is now the norm for computing in this sector. The workshop will highlight recent developments, and consider some of the technical challenges as well as opportunities for leveraging the various capabilities. We expect to present a clear picture of where things stand and where they're heading, and have a lively discussion about the various approaches from the teams. See the session below for more details of the contents of this course.</p>	<p>Training L Sheet Metal Forming</p> <p>Sheet Metal Formability - Material Properties, Failure and Simulation T. Dutton (Dutton Simulation)</p> <p>This course is intended to assist all those involved in the design of sheet metal components to identify the key material properties and potential failure modes during manufacture. The course will demonstrate how CAE methods can be used to simulate the manufacturing method in order to identify any potential problems with the process and establish if part design changes are required.</p>
--	---	--	--	--

<p>Sponsor G Altair</p> <p>Details to be confirmed.</p>	<p>Sponsor H MSC / Murata</p> <p>MSC Software It is widely understood and accepted today that full self-driving capability cannot be achieved through testing alone. As more companies delve deeper into using simulation tools, the need for open data standards has become more essential than ever. Please join us to learn more about the open standards developed for describing road networks, road surfaces, and the dynamic behavior of traffic elements. Apart from this, we will also present a new and efficient way of scanning roads and publishing them in the formats mentioned above. Finally, our simulation framework enables the connection of these open data standards to generate valuable insights into the development of ADAS systems and Autonomous Vehicle behavior. Presenter: Karthik Krishnan</p> <p>Murata Software - A great wave of CAE software has arrived from Japan! Based on the finite element method, Femtet solves a wide range of engineering challenges with its extensive functionalities of pre/post processing and simulation. The scope of simulation ranges from electromagnetism to mechanical stress, heat conductivity, piezoelectricity, and acoustics. Interactions between the multiple physics can be solved as well. What makes Femtet unique is its easy and intuitive operation for its capabilities. The leading engineers must concentrate on the problem solving, not on the time-consuming simulation setups. At Murata Software's session, you will experience firsthand how Femtet makes it possible with reliable results.</p>	<p>WS J VMAP Workshop</p> <p>VMAP Workshop Leader: K. Wolf (Fraunhofer SCAI, GER)</p> <p>A technical workshop for software vendors and developers on the implementation of the VMAP concept and software tools.</p>	<p>Sponsor K ESTECO / Polygonica</p> <p>Details to be confirmed.</p>
--	--	--	---



<p>G7 Biomedical / Life Sciences</p> <p>An Automated Finite Element Approach for the Optimisation of Manufacturing Tolerances in Complex Drug Delivery Devices L. Green, S. Gilmore, J. Gresham (Crux Product Design, GBR)</p> <p>Establishment of Personalized Finite Element Model using the Real-Time Measurement of Human Eye with Optical Coherent Tomography Y. Lee, S. Balfour (Altair, KOR) Y. Kim (Incheon St. Mary's Hospital, KOR)</p> <p>Subject-Specific Twin Model of the Human Foot to Improve Foot and Ankle Surgery E. Léte, A. Stenti, A-X Fan, S-Y Yi, (Digital Orthopaedics, BEL) T. Leemrijse, P-A Dolan (Foot & Ankle Institute, BEL) B. Ferré (M2S, MCO)</p> <p>Multiphysics Modeling for Personalized 3D-Printed Maxillofacial Bone Grafts K. D'Souza (Dassault Systemes, USA) Umashankar G. (Dassault Systemes, IND) B. Stuyplebeen (Optimal Devices, USA) A. Hasan (Dentsply Sirona, USA)</p> <p>Structural FEA Skeletal Muscle Model as a Mean to Investigate Muscle Actuation and Dysfunction M. Bédée (BIO, CAN) N. Bostien (Ametek - Creafarm, CAN) D. Rancourt, M. Léonard (Université de Sherbrooke, CAN)</p>	<p>H7 Fracture & Fatigue 3</p> <p>Two-Wheeler Fatigue and Random Response M. Sethi, A. Sharma, S. Khare (Hero Moto, IND) N. Bishop, K. Harsha (CAEfatigue, USA)</p> <p>Fatigue Analysis of Numerical Bolted Connections A. Camara, J. Robert, F. Penec, S. Durif, A. Bouchair (Institut Pascal, FRA)</p> <p>FFT Solver for Local and Non-local Damage in Heterogeneous Quasi-brittle Materials D. Vasiliuk, Y. Chen, C. Park (MT Lille Douai, FRA) L. Gélibert (Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA), FRA)</p>	<p>WS J AI Workshop</p> <p>AI Workshop M. Felice (Ford Motor Company, USA)</p> <p>A workshop and discussion session exploring the possibilities for integrating of Artificial Intelligence and Machine Learning with Engineering Simulation.</p>	<p>WS K Leading Edge SPDM 3 spdm</p> <p>Leading Edge SPDM Architecture and Methodology Workshop Part 3 R. Clay (chair, SNL), J. J. Billings (ORNL), J. Capul (CEA), D. Laney (LNL), D. Montoya (LANL)</p> <p>Session description continued from above.</p> <p>Panel Themes/Questions: 1. Addressing workflow data management challenges 2. Workflow ecosystem and applications 3. Key challenges for current workflow systems 4. Opportunities for collaboration and standards adoption 5. Future of scientific and engineering workflows</p>	<p>Training L Joints & Connections</p> <p>Joints and Connections T. Abbey (FE Training)</p> <p>Most structures involve some form of jointing or connection. This overview looks at popular FEA methods for simulating mechanical joints, welding and bonding. Different idealization approaches and element types will be reviewed. Hints and tips will be developed based on identifying key analysis objectives.</p>
--	--	---	---	---

Preliminary conference agenda, subject to alteration. Presentations times and days may change.

08:30

P3 Day 3 Plenary Session

Achievements and Challenges in Weather and Climate Modelling
Y. Pope (Met Office, GBR)

Implementation of Simulation Driven Development
C. Brix-Jacobsen (Grundfos, DEN)

The Era of "Twin-T" A New Paradigm for Simulation-and-data-based Engineering as Applied to Materials, Processes, Structures, and Systems
F. Chinesta (ENGAM ParisTech, FRA)

Activities and Factors Essential to the Endorsement of Confidence in Numerical Simulation and Predictions
M. Eriksson (Validus Engineering, SWE)

Coffee Break

A8 Simulation for Electric Vehicles 1

Design and Simulation of an Inverter Power Module for an Electric Vehicle
K. Gundu, S. Prasad, P. Kanade, J. Zhou (Dassault Systems Simulia, USA)

Electric Drive Noise and Vibration Analysis
T. Reimer, M. Pösch, G. Mohan (Dassault Systems Simulia, GER)

Optimized Motor Design Integrating Electromagnetic and Stress Simulation
P. Verma, V. Shi, D. Farina (Dassault Systems Simulia, USA)

Motor and Gear NVH CAE Analysis for a Hybrid Transmission Development
M. Saadat, Z. Fu, B. Juang, M. Felce (Ford Motor, USA)

B8 Optimisation Enabled by AM

Democratization of Lattice Structure Generation and Topology Optimization Tools
A. Vlahinos (Advanced Engineering Solutions, USA), J. Coronado (PTC, CAN)

Leveraging Simulation to Optimize Design for 3D Printing
S. Siharbaram (Solidworks, USA)

Lattice Optimization and Process Simulation of a Turbine Blade
A. Narasimhan, V. Deshpande (Dassault Systems Simulia, USA), V. Savane (Dassault Systems Simulia, IND), R. Galtier (Dassault Systems Catia, FRA)

C8 Acoustics / NVH 1

Payload Sudden Stop Analysis for Beluga XL
M. Tasic (Alibus, FRA)

Acoustic Simulation of Dynamic Structural Events in Complex Mechanical Devices
S. Gilmore, J. Green, R. Collins (Crux Product Design, GBR)

Efficient and Accurate Broadband FEM-Based Vibro-Acoustics
K. Hamche, K. Vansant, S. Donders, O. Atak, H. Benet (Siemens PDM Software, BEL)

Finite Element Integrated Methodologies Applied to External Gear Pump Vibroacoustic Analysis
G. Miccoli (C.N.R. - IMAMOTER Institute, ITA), K. Hamche (Siemens Industry Software, BEL)

D8 Electromagnetics 2

Numerical Simulation of Ablation-Radiation-Magnetic Field Coupling in High-Voltage Circuit Breaker Chambers
S. Arabi, J. Trepanier, R. Camarero (Polytechnique Montreal, CAN), P. Robin-Jouan (General Electric, FRA)

Multiphysics Analysis of a Three-phase Power Transformer Under Short-circuit Fault Conditions: Study of Electromagnetic Forces and Deformations in the Windings and the Structural Elements
A. Rodriguez Gonzalez, P. Lombard, T. Guffroy, V. Leconte (Altair Engineering, FRA)

Design of 5G mm-Wave Compatible Covers for High End Mobile Phones
M. Ritschlin, R. Enju (Dassault Systèmes, GER)

E8 Joints & Connections

Multidisciplinary Spotweld Optimization Using Optim Welds
T. Janowski, R. Nimbalkar, V. Gandhi, J. Sims (BETA CAE Systems, USA)

FEA and Physical Correlation of Bolted Joints' Response to Transverse Loading
S. Huston (Ingersoll Rand, USA), S. Legan (Thermo King, USA)

Probabilistic Joints Stiffness Analysis With Hole Clearance and Position Variations
M. Kutlu, B. Ay (Turkish Aerospace, TUR)

Iterative Design Method for Plastically Stressed Shaft-Hub Connections with Optimized Contact Pressure
D. Ulrich, H. Bina (University of Stuttgart, MKD, GER), R. Meissner, M. Liewald (University of Stuttgart, IFU, GER)

F8 HPC

Design and Implementation of a Scalable Library of Krylov Subspace Solvers
D. Grinewald, F. Pfreundt, D. Stoyanov (Fraunhofer ITWM, GER)

Restart-based Fault-tolerant Simulations in the Cloud
A. Vidal Torreira, M. Shated, M. Wilde (Parallel Works, USA)

The Effect of IntraBand In-Network Computing on CAE Simulations
O. Maor, Y. Qin, G. Gnesoro-Stojanowski, G. Shainer (HPC Advisory Council, USA)

Coffee Break

A9 Simulation for Electric Vehicles 2

A Dynamic Optimization Process Applied to the Design of Propulsion System for Electric Cars
M. Toul, P. Menegazzi (Valero, FRA), P. Sebastian (University of Bordeaux, FRA), J. Pailhès (Arts et Métiers ParisTech, FRA)

Design and Analysis of a Battery Pack for a Light Weight Sports Car
W. Seeley, Y. Iliu, N. Romain (Siemens PDM Software, USA), R. Spornitz (Batterey Design, USA)

Designing Energy Efficient Traction Machines for Electric and Hybrid Vehicles
A. Rodriguez, V. Leconte, P. Lombard, A. Souami (Altair Engineering, FRA), P. Wendling (Altair Engineering, USA)

B9 Simulating the AM Process

Automated Distortion Compensation Functionality for Metal Additive Manufacturing
M. Tateishi (MISC Software, JPN), H. Schaefel, P. Mehmert (Simulink engineering, GER)

Additive Manufacturing Process Chain Modelling and Simulation
A. Vaghi, S. Afazov, M. Villa (MTC, GBR)

Additive Manufacturing Simulation of Thin-Walled Structures
Z. Francis, R. Mitchell (Ansys, USA)

Route Toward the "Additive Manufacturing Using Metal Pilot Line": MANUELA's Ambition and Status
O. Tabaste (MISC Software, FRA), E. Onillon (ISEM, SUI)

C9 Acoustics / NVH 2

Correlation Between Structural-Acoustic Analysis and Measurements on the Permanent Magnet Synchronous Motor of Electric Vehicle
H. Lee, S. Yoo, E. Kong, C. Hong (UG Electronics, KOR)

Simulating Clutch Nonlinearity Effectively to Improve Transmission NVH Prediction
W. Z. Nie, Y. Cheng, F. Pan, B. Juang, Y. Dai, Z. Fu, M. Felce (Ford Motor Company, USA)

A Computational Solution to Evaluate and Improve Wind Noise Generated by Sensors of Autonomous Vehicles Early in the Design Process
S. Senthuran, M. Desouky, R. Powell, Z. Sugiyama (Dassault Systems, USA)

Virtual Systems Engineering for Professional Audio Applications
S. Huat (Mvold Group, GER), A. Svebodin (Mvold Group, AUT), T. Nizzoli (Mvold Group, ITA), M.-O. Chauveau (Mvold Group, FRA)

D9 Heat Transfer 1

Virtual Development of Cooling Strategies for LED Street Lights Using Conjugate Heat Transfer Methods
U. Janake (University Wuppertal, GER), K. Müller (Gratz Lummann, GER)

Prediction of Deuterium-Tritium Ice-Layer Uniformity in Direct-Drive Inertial Confinement Fusion Target Capsules
B. Rice (Brockport Institute of Technology, USA), J. Ulreich, M. Shouq (University of Rochester, USA)

Conjugated Heat Transfer Modelling of HotFilled or Thermally Treated Beverages for Predicting Food Spoilage
A. Warring, R. Bigsby, M. McNichol, L. Zhao, M. Mitchell, Y. Lou, G. Schimmel (PepsiCo, USA)

CFD Tool in the Development of the New BRP Can-Am Ryker with Aerodynamic, Heat Management and CVT Cooling
T. Driant (BRP, CAN)

E9 Buckling

Identifying Buckling Modes: A New Solution to an Old Problem
K. Walker (MSC Software, USA)

Composite Plate Design Optimization Using Enhanced Hyper-cube Am Colony Optimization Algorithm
A. Ahmad, V. Li, T. Dao (École de Technologie Supérieure, CAN)

A Study on the Analytical Approach to Evaluation of the Seat Wrinkling and Bagging
O. Kwon (Hyundai-transys, KOR), T. H. Kim, J. Yun (Hyundai-motors, KOR)

WS F Extreme Scale Simulation

Birds of a Feather Session on Extreme Scale Engineering Simulation
L. Margetsch (University of Manchester, GBR)

This session, organised by the NAFEMS HPC Working Group in collaboration with the European Extreme Data and Computing Initiative - EXDCI, will explore the opportunities promised by the fusion of high performance computing, big data and artificial intelligence and discuss the barriers faced by the engineering community in their uptake. Common issues and challenges that may be covered include access to large-scale facilities, performance of commercial software, scalable meshing tools and solvers, disruptive numerical methods, domain specific languages and coupling engineering simulation with AI.

Preliminary conference agenda, subject to alteration. Presentations times and days may change.

Thursday, June 20 - 1

Lunch Break

A10 Digital Hype - AI & ML

How AI will Change the Role of Simulation and the Simulation Processes
M. Schlenker (MSC Software, GER)

Deep Learning for Geometry Understanding
S. Suenkel, S. Slavetinsky, D. Haentsch, M. Stoll (Renamics, GER)

Toward Disruptive Methods for Optimization Study in Automotive Industry Including Recent and New Reduction Techniques
E. Galtier (Renault/JTC, FRA), S. Assou (Renault/École Centrale Lyon, FRA), F. De Vuyt (Université de Technologie de Compiègne, UTC, FRA), Y. Tourbier (Renault, FRA)

How to Leverage Applied AI & Deep Learning in Manufacturing and Simulation
R. Duquette (Maya HTT, CAN)

B10 AM - Support Structures

A Novel Approach to Support Structures Optimized for Heat Dissipation in 3D by Combining Process Simulation With Topology Optimization
K. Bartsch, D. Herzog, C. Emmelmann (Hamburg University of Technology, GER), F. Lange (Fraunhofer IPT, GER)

A Novel Approach to Avoid Internal Support Structures in Fluid Flow Optimization for Additive Manufacturing
F. Lange, A. S. Shinde, K. Bartsch, C. Emmelmann (Fraunhofer IPT, GER)

Optimization of an Additively Manufactured Aircraft Bracket Considering Fatigue Strength
S. Dameshpour, P. Heins, A. Taghiyar (Caggemini, Sogeti Deutschland, GER)

C10 Acoustics / NVH 3

Lightweighting with improved NVH
B. Gadbu, D. Yeil (MSC Software, USA), K. Hanna (MSC Software, GBR)

Comprehensive Optimization Process to Deliver NVH and Weight Attributes for Automotive Underhood Components
K. Zouari, S. Panchvaimah (Ford Motor Company, USA), K. Flores (Ford Motor Company, MEX), J. Goutham (Global Engineering Services-GES, IND)

The Vibration Comfort Optimization of an Off-road Vehicle Using Finite Element
H. Bastien (Bimtek Creatorm, CAN), M. Boudic, E. Poulin (BRP, CAN)

D10 Heat Transfer 2

A Study on the Optimization of EV Inverter Power Module Considering Tolerances
Y. Kim, Y. Kim, C. Hong, M. Kang, K. Kim (UG Electronics, KOR)

Tackling Vehicle Thermal Management Challenges With a Novel Fast Transient Analysis Approach
Z. Zhang, H. Ghazaliam (Ansys, USA), T. Juan (Karma Automotive, USA)

Automated End-to-end Modeling Technique for Board-level Thermal Analysis: A Qualitative and Quantitative Comparison between a Full 3D and a 2D Multi-layer Shell Approach
Y. Sigmen (MayaHTT, CAN)

Transient CFD/CHT Analysis of an All-Ceramic Premolar Dental Bridge in a Dental Ceramic Furnace
A. Eser, S.D. Heinze (Ivoclar Vivadent, UET), R. Hu (Geflem, Suisse), CHE

E10 Automation

Automating CAD To CAE Preprocessing for Parametric Optimization Iterations
G. Roth (Siemens PDM, USA)

Development of Pre-processing Automation Tools for a Seat FE Analysis
S. Sung (Hyundai Dymos, KOR)

Reconfigurable Formulation and Implementation of MDAO Systems
J. Jenkins (Noesis Solutions, USA), R. Lombardi (Noesis Solutions, ITA), I. Van Gent, G. La Rocca (Technical University of Delft, NED)

Building Problem-Oriented Apps With Next-generation PBD Platform
S. Morozov (Daidadance, RUS)

F10 Licensing

Achieve High ROI by the Insight of Software Usage
L.M. Cole (Open IT, USA)

Forecasting Software License Usage Using Machine Learning in a Predictive Analytics Platform
T. Rosewinickel, L. Cole (Open IT, USA)

Coffee Break

Conference wrap-up

Delegate Feedback Questionnaire - Winner drawing

Best Paper Awards / Farewell

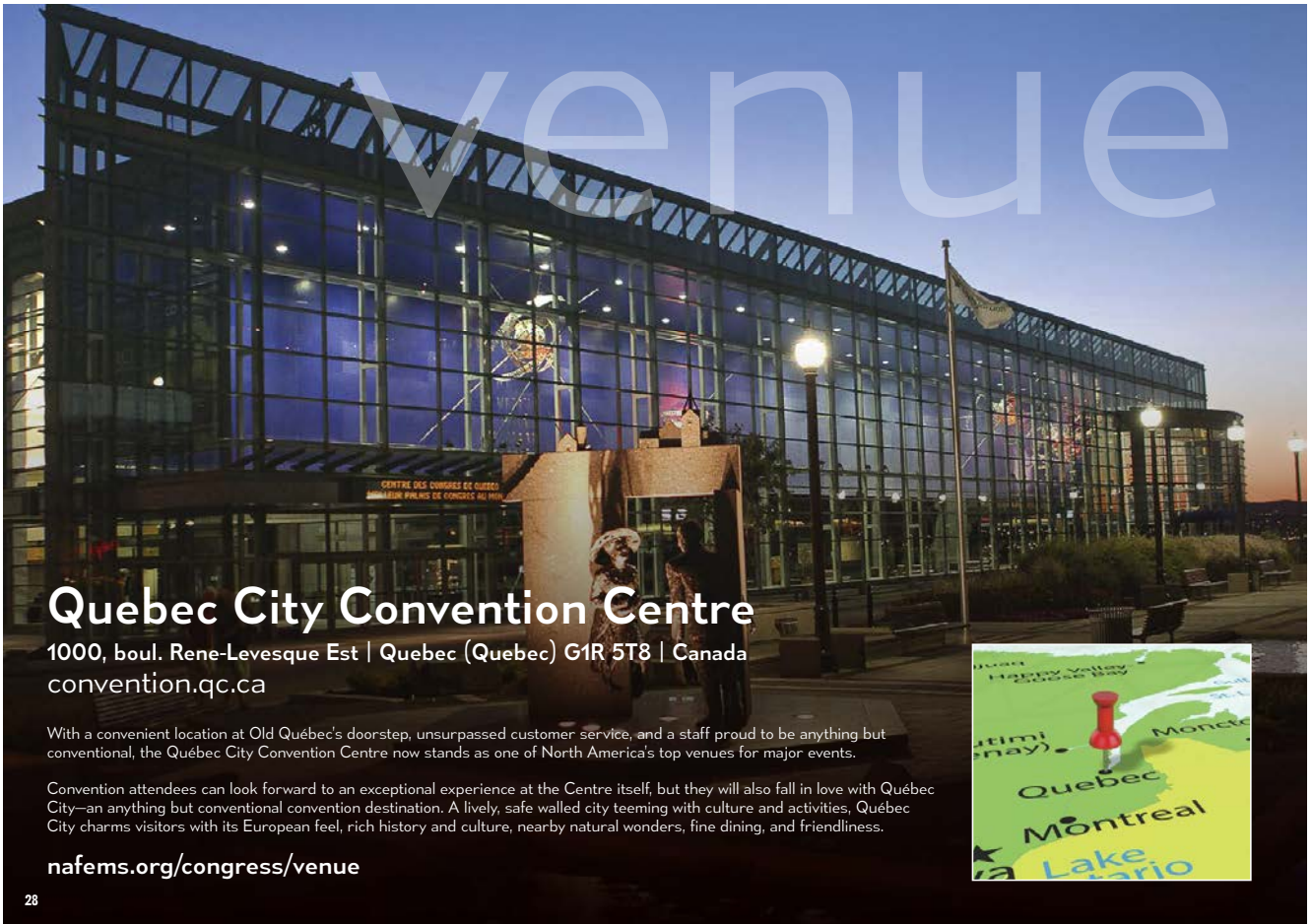
16:00 End of Congress

Preliminary conference agenda, subject to alteration. Presentations times and days may change.

Thursday, June 20 - 2

<p>G8 Optimisation 3</p> <p>Multi-Objective Shape Optimization and Parametric Study of the Ceiling Fan Design with Automated RANS Analysis B. Lakshmi, V. Mishra (ContraVolts InfoTech, IN)</p> <p>Shape Optimization of a Shell Structure Restricted to a Complex Design Space S. Pagan, Y. Si-Ahmed (Université Laval, CAN) D. Rancourt, A. Desrochers (Université de Sherbrooke, CAN) M. Turcotte, F. Lambert (Centre de Technologies Avancées, CAN)</p> <p>Non-Linear Optimization of Suspension Link for Optimal Performance A. Perez, A. Chelikani (Magna Cosma, USA) G. Prasanna (Altair Engineering, USA)</p> <p>Development of a New Finite Element Model to Simulate Creep in Thermoplastic Fiber Reinforced Polymer Composite Structures H. Ashrafzadeh (Shawcor, CAN) R. Schultz (Shawcor - CPS, CAN) P. Mertiny (University of Alberta, CAN)</p>	<p>H8 Material Characterisation</p> <p>Estimate of Material Parameter Uncertainties in Calibrated Simulation Models T. Most, K. Kallmeyer, R. Neumeier (Dynardo, GER)</p> <p>Digital Prediction of Porosity and Permeability Variation of Unmodulated Sands Caused by Overburden Pressure B. Crouse, J. Baustista, G. Balasubramanian, D. Freed (Dassault Systems, USA)</p> <p>Calibration of a Phenomenological Foam Material Model from Microscale Simulation R. McLeod, D. Cojocaru, T. Dalrymple (Dassault Systems, USA) T. Spirka (Synopsys, USA) P. Young (University of Exeter, GBR)</p> <p>Yield Stress is Not Enough: Recent Innovations in Micromechanics for Nonlinear Analysis L. Margetsis, S. Hewitt (University of Manchester, GBR) A. Sherenlike (University of Bristol, GBR) J. Arregui Mens (Oak Ridge National Laboratory, USA) L. Evans (University of Swarase, GBR) F. Leverro (University of Oxford, GBR) P. Pankaj (University of Edinburgh, GBR)</p>	<p>J8 CFD 1D-3D</p> <p>Coupling 3D and 3D CFD: Myth or Reality V. Soumy (Fluids & Co, CAN)</p> <p>Numerical Simulation of Thermal Management of an Electric Three-wheel Roadster Battery Pack M. Ariana, M. Roux (Centre de technologies avancées BRP - Université de Sherbrooke, CAN) F. Lebel, J.P. Trovão (TEC Lab, Université de Sherbrooke and CTA BRP-USA, CAN)</p> <p>Modified lumped Modelling Approach for Simulation of Electrical Components in Switchgear T. Tamboli, S. Mishra, R. Padwal (Eaton India Innovation Center, IND)</p> <p>A Novel Approach to Combining 3D and 3D Simulations to Accurately Model the Immersion Cooling of CPUs and GPUs of a Blade Server M. Croegaert (Siemens PLM Software, USA) J. Halestrap, A. Young (Icoptoe, GBR) J. Parry (Mentor Graphics - A Siemens Company, GBR)</p>	<p>K8 SPDM 4</p> <p>Simulation Management Segments: 4 Distinct Approaches to Managing Simulation Data, Processes & the Digital Thread M. Norris (theSDMconsultancy, GBR)</p> <p>Feasibility Study for a Next Generation SPDM Solution Based on an Open-source xDM Platform M. Norris (theSDMconsultancy, GBR)</p> <p>Analysis Management and Simulation Data Management, Complementary Techniques to Assure Confidence in Simulation Results M. Norris (theSDMconsultancy, GBR) A. De Souza (Queada Solutions Ltd, GBR) S. Howell (Abercus Limited, GBR)</p> <p>Open Data Formats in Commercial FEA Software K. Walker (MSC Software, USA)</p>	<p>Training L Fatigue</p> <p>Fatigue Analysis T. Abbey (FE Training)</p> <p>This short course gives some insight into the methods behind high and low cycle fatigue and fracture mechanics methods. How are they different? When do we use them? What are the implications for FEA?</p>
<p>G9 Optimisation 4</p> <p>Non-Differentiable Functions in Topology Optimization: Application to Additive Manufacturing D. Weinberg (Autodesk, USA) N. Kim (University of Florida, USA)</p> <p>Optimization Strategy for a High Dimensional and Highly Constrained Expensive Black-box Problem Z. Xue, A. Barnard (Esteco North America, USA)</p> <p>How Optimization Techniques can be used to Minimize Use of Resources While Increasing a Simulation Project Chance of Success M. Robitaille, Y. Siros, J. Therien (X Sim, CAN) F. Martel, D. Rancourt (Université de Sherbrooke, CAN)</p> <p>A Platform for Physical Product Performance Trade-offs A. Van Der Velde, D. Kokan (Dassault Systems, USA)</p> <p>Automated and Smart Design Exploration Process: Application to a Vehicle Suspension System J. P. Roux (Siemens PLM Software, FRA)</p>	<p>H9 Elastomers & Polymers</p> <p>Incremental Critical Plane Method for Fatigue Analysis of Elastomers W. Mars, J. Suter (Endurica, USA)</p> <p>Simulation of Polyurethane Foaming Process for Seat Cushions and Automotive Components A. Tramegnoli, M. Bonaldi, M. Schaefer (ESI Group, FRA)</p> <p>Scalable Linear Solvers for Computational Material Design of Filled Rubbers G. Hülsmann, A. Knecht, H.J. Plum, M.A. Schweitzer (Fraunhofer SCAI, GER) W. Hu, C.T. Wu (Livermore Software Technology Corporation, USA) M. Koishi (Yokohama Rubber Company, JAP)</p> <p>High Strain Rate Testing and Modeling of Thermoplastics S. Teller, J. Bergstrom (Veryst Engineering, USA)</p>	<p>J9 Civil Engineering</p> <p>Approach and Constitutive Numerical Models of Concrete Behavior in Composite Structures K. Bilal (Integrity Structural, USA) M. Mahamid, I. Torra (University of Illinois at Chicago, USA)</p> <p>Application of Finite and Spectral Element Methods for Rock Modeling at Different Scales M. Yakovlev, A.V. Veshnina, V.A. Levin (Moscow State University, RU) K.M. Zingerman (The State University, RU) D. Kononov (Fidestys, RU)</p> <p>Pile-Soil Interaction Analysis by a 3D BEM/FEM Formulation E. Luamba, J. De Paiva (University of São Paulo, BRA)</p> <p>Simulation of Digitally Printed Concrete Structures Using 3D Extrusion J. Cervenka, L. Jendele, M. Valitova (Cervenka Consulting, CZH)</p> <p>Model Uncertainties and Global Safety Formats for Reinforced Concrete Design by Numerical Simulation V. Cervenka, J. Cervenka (Cervenka Consulting, CZH)</p>	<p>K9 Interoperability</p> <p>A Reference Language and Ontology for Materials Modelling and Interoperability G. Goldbeck (Goldbeck Consulting, GBR) E. Ghedini (University of Bologna, ITA) A. Hashibon (Fraunhofer IWM, GER) G. Schmitz (Access, GER) J. Friis (Sintef, NOR)</p> <p>FE Solver Integration Framework J. Szarazi (koneksy, GBR) C. Bock (NIST, USA)</p> <p>Coupling Process Analysis Results to Structural Simulation: Ongoing Research on Mapping and Homogenization Algorithms C. Liebold, T. Usta, A. Haufe (DYNAmore, GER)</p> <p>Recommended Best Practices for Model Based Engineering's Digital Twin: Analysis and Simulation J. G. Draper, R. L. Dresbach (Boeing, USA) J. C. Johnson (Lockheed Martin Aeronautics, USA) J. Boy (prostep iup, GER) J. M. Crepel (AFNET, FRA) P. Rosche (Advanced Collaboration Consulting Resources, USA) A. Lévy (Cimpa - subcontractor for Airbus E2ZMB, FRA)</p>	<p>Training L Turbulence</p> <p>Elements of Turbulence Modelling K. Fouadji (Infomec Consulting)</p> <p>This course is focused on understanding turbulence, need for turbulence modeling, and various modeling approaches. Discussions on the advantages and limitations of various models should help CFD users in selecting appropriate turbulence models for their simulations.</p>
<p>G10 Education & Training</p> <p>When the Old Meets the New: Examples of What Established Analytical Methods Look like in a Modern Computer Environment J. Aas (CT Innovations, GBR)</p> <p>Making Believers Out of Non-Believers: Psychology Behind Transformation C. Johar (JAON, USA)</p> <p>An Introduction to the Anatomy of Implicit and Explicit Finite Element Codes and their Application G. Kalu (AWE, GBR)</p>	<p>H10 Materials for Engineering</p> <p>Materials for Engineering Leader: G. Goldbeck (Goldbeck Consulting, GBR)</p> <p>Materials in an ICME Framework: From Composition and Processing of Materials to Properties and Applications of Components G. Schmitz (Access, GER)</p> <p>Maturity of Materials Modelling in Industry G. Goldbeck, A. Simerper (Goldbeck Consulting, GBR)</p> <p>Towards an ICME Methodology in Europe - Nomenclature, Taxonomies, Ontologies, and Marketplaces G. Schmitz (Access, GER) G. Goldbeck (Goldbeck Consulting, GBR) E. Ghedini (University of Bologna, ITA) A. Hashibon (Fraunhofer IWM, GER) J. Friis (Sintef Industry, NOR)</p>	<p>J10 CAE in the Design Process</p> <p>Structural Design and Optimisation of a Lunar Rover Wheel M. Roux (Centre de Technologies Avancées (CTA), CAN) P. Edmundson, P. Vischer (Canadys Aerospace, CAN)</p> <p>Rotorcraft Fuselage Sizing Methods in the Open-Source Framework Pandora D. Schwinn, M. Petsch, D. Kohlgrüber, J. Heubisch, C. Leon Munoz, P. Weiland, M. Buchwald (German Aerospace Center (DLR), GER)</p> <p>Fully Integrated Design Exploration for In-cylinder Simulation W. Seeley (Siemens PLM Software, USA) S. Fischer (Siemens PLM Software, GER)</p> <p>Driving Design and Validation of an Integrated Connector through Finite Element Analysis R. Venkatarani, H. Krishnamurthy, G. Pattabawany, S. Avalakki, K. Goyal (Ireva Products India Automotive, IND)</p> <p>Tribology Solutions for Fluid Lubricated Sliding Bearings I. Molackie, S. Barrett (AIES, GBR)</p>	<p>K10 Interop. -VMAP Case Studies</p> <p>Mapping Made Easy: How the New VMAP Interface Standard Can be Utilized Towards Smooth Preprocessing A. Fassas, G. Mokios (BETA CAE Systems, GRE)</p> <p>Lessons Learned from Developing a Digital Prototype Within the ARENA2036 Environment and Improvements with the New VMAP Standard C. Liebold, A. Haufe (DYNAmore, GER) M. Vinot, M. Holzapfel (DLR Stuttgart / German Aerospace Center, GER) J. Dittmann, P. Böhrer (IFU - University of Stuttgart, GER) F. Fritzh, H. Finckh (DITE - Deutsches Institute für Textil und Fasertforschung, GER)</p> <p>From Manufacturing to Performance Analysis for Composite Structures - Efficient Data Handling and Exchange S. Müller (ESI Group, GER) T. Bergmann (AUDI, GER)</p>	





Quebec City Convention Centre

1000, boul. Rene-Levesque Est | Quebec (Quebec) G1R 5T8 | Canada
convention.qc.ca

With a convenient location at Old Québec's doorstep, unsurpassed customer service, and a staff proud to be anything but conventional, the Québec City Convention Centre now stands as one of North America's top venues for major events.

Convention attendees can look forward to an exceptional experience at the Centre itself, but they will also fall in love with Québec City—an anything but conventional convention destination. A lively, safe walled city teeming with culture and activities, Québec City charms visitors with its European feel, rich history and culture, nearby natural wonders, fine dining, and friendliness.

nafems.org/congress/venue

28

REGISTER Alternatively, you can register online by visiting nafems.org/congress

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

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

CONGRESS FEES

PRESENTING AUTHORS

NAFEMS Members
 \$1160 USD

Non-Members
 \$1390 USD

STANDARD DELEGATES

NAFEMS Members
 \$1290 USD

Non-Members
 \$1520 USD

YOUR REGISTRATION COVERS:

- Attendance at both the World Congress & SPDM Conference
- Invitation to the opening cocktail reception
- Access to a number of NAFEMS Accredited Training Courses during the congress (this does not apply to post-congress courses)
- Access to all workshops and tracks in both the World Congress and SPDM Conference
- Access to the extensive exhibition areas for both events
- Lunches and refreshments over the three days of the event
- Attendance at the exclusive Congress Sunset Dinner Cruise
- One set of proceedings, including conference papers on USB, as well as other delegate materials

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

t +44 (0) 1355 225688
 e nwc19@nafems.org



online registration at
nafems.org/congress

The NAFEMS World Congress

Sunset Dinner Cruise

Wednesday, June 19th

NWC19 SUNSET DINNER CRUISE

Taking place aboard the AML Louis Jolliet on June 19th, the NWC19 sunset dinner cruise, which is included in your registration, will take you on a memorable journey to discover the beautiful views of Quebec between Montmorency Falls and Quebec bridges.

Boarding: 6 pm
 Departure: 7 pm
 Disembarking: 12 am

Full details will be announced soon



A Private Banquet at The Québec Parliament Building

Optional Dinner - Tuesday, June 18th
 (Not included in Congress registration fee)

Places are limited for this fantastic evening at The National Assembly in Quebec. Guests will have the opportunity to tour the parliament building, before enjoying a sumptuous dinner at Le Parlementaire Restaurant. Host to numerous state dinners and formal receptions, and venue par excellence for Québec products where MNAs and the general public can mingle, Le Parlementaire is unique among the city's gourmet restaurants.

This optional activity will be available on a first come, first served basis, and booking will be available to registered attendees in due course.

29

DOWNLOAD PDF:

WWW.NAFEMS.ORG/CONGRESS

Call for Papers

Seminar: Konstruktionsnahe CFD – Stand und zukünftige Entwicklungen

11. - 12. November 2019, Wiesbaden

Abstracteinreichungen bitte bis 30. Juni an info@nafems.de

Call for Papers

Konstruktion und Simulation – wie gelingt das stimmige Zusammenspiel eines optimalen Entwicklungsprozesses von CAD-Entwicklern und Simulationsexperten im Unternehmen? Zur Verkürzung von Entwicklungszeiten müssen Ergebnisse von Simulationsrechnungen in frühen Entwicklungsphasen, d. h. bereits in der Konstruktionsphase, verfügbar sein.

Ansätze sind seit langer Zeit vorhanden, kommen jedoch bisher selten zum Einsatz. Entweder war die Komplexität der Software zu groß, die numerischen Erfahrungen der Anwender (CAD-Konstrukteure) nicht ausreichend, die Akzeptanz der Software zu gering oder es fehlte das Vertrauen in die generierten Simulationsergebnisse.

Dies verändert sich mit der zunehmend verbesserten Integration von Berechnungsmethoden, der Entwicklung von Schnittstellen zwischen CAD und CFD, der direkten Verknüpfung der CFD zur CAD-Geometrie und der erleichterten Bedienbarkeit von Werkzeugen für die Strömungsberechnung (CFD-Tools). Einfache aber auch aufwändigere Strömungsberechnungen und Optimierungen direkt aus der Konstruktionsumgebung heraus durchführen zu können, kann die konstruktiven Möglichkeiten in der Vorauslegung enorm erweitern. Wie kann man die Kompetenzen von Simulationsexperten, die für die Berechnungen zuständig sind, und Konstrukteuren, die wissen, was für Änderungen am Produkt im Detail möglich sind, gewinnbringend zusammenführen? Können konstruktionsnahe Simulations-

und Optimierungsverfahren helfen, Produktentwicklungszeiten zu reduzieren und die Produktqualität zu erhöhen, um dadurch einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil zu erhalten?

Wir freuen uns über Beiträge aus den Bereichen:

- > Bi-direktionale Schnittstelle CAD-CFD (Link-to-CAD)
- > CAD-integriertes CFD
- > CFD-Integration in Entwurfs-, Konstruktions- und Optimierungs-umgebungen
- > Prozess-Automatisierung und Standardisierung
- > Appifizierung der Simulation (Scripting & CFD Apps für Konstrukteure)
- > Isogeometrische Analysen
- > Simulationsgestützte Ersatzmodelle und reduced order models (ROMs) für Entwurf und Konstruktion
- > Variable-Fidelity Methoden in Entwurf und Konstruktion
- > Effiziente, hoch-parallele Simulationen in der Entwurfsphase (z. B. GPU oder HPC-Cluster)
- > Expertensysteme bzw. Methoden künstlicher Intelligenz und maschinellen Lernens zur Prozessunterstützung

Zielsetzung des Seminars

Im Rahmen dieses Seminars sollen Anwendungsgebiete, Möglichkeiten und Grenzen der konstruktionsnahe CFD insbesondere im industriellen Einsatz in unterschiedlichen Branchen und Unternehmensgrößen (Ingenieurbüro, Mittelstand, Großkonzern) diskutiert werden.

Wir freuen uns über Ihre Abstracteinreichung bis **30. Juni 2019** an info@nafems.de.

Technische Leitung

NAFEMS CFD Advisory Board (CAB) / NAFEMS Steering Committee für Deutschland, Österreich und der Schweiz

Tagungssprache

Deutsch (in Ausnahmen in englischer Sprache)

Veranstaltungsort / Zimmer

Hotel Oranien Wiesbaden
Platter Straße 2
D-65193 Wiesbaden
www.hotel-oranien.de

Fachausstellung und Sponsoring

Ausstellungsfläche: 600 Euro
Bitte fordern Sie Informationen zum Sponsoring an.

Teilnahmegebühr

Nicht-Mitglieder: 620 Euro
NAFEMS-Mitglieder: frei
NAFEMS Mitglieder erhalten acht „seminar credits“ pro Jahr. Für dieses Seminar werden drei credits je Teilnehmer benötigt. Falls bereits verwendet, können NAFEMS Mitglieder zu einem reduzierten Preis teilnehmen: 420 Euro. Für Studenten steht eine begrenzte Anzahl an freien Seminarplätzen zur Verfügung und setzt die Bereitschaft zur Mithilfe bei der Organisation vor Ort voraus.

Alle Preise jeweils zuzügl. ges. MwSt.

Informationen und Anmeldung www.nafems.org/events/nafems/2019/cfd/

Call for Papers

Seminar: Multiphysikalische Simulationen in der Entwicklung von E-Motoren

13. - 14. November 2019, Wiesbaden

Abstracteinreichungen bitte bis 30. Juni an info@nafems.de

Call for Papers

Ein Call for Papers ist in Kürze verfügbar und wird per E-mail versendet. Wir freuen uns über Ihre Beiträge.

Fachausstellung und Sponsoring

Ausstellungsfläche: 600 Euro
Bitte fordern Sie Informationen zum Sponsoring an.

Informationen und Anmeldung

www.nafems.org (ab Ende April)

Termin

13. November 2019
vorauss. 13:00 - 19:00 Uhr
14. November 2019
vorauss. 08:30 - 16:00 Uhr

Teilnahmegebühr

Nicht-Mitglieder: 620 Euro
NAFEMS-Mitglieder: frei
NAFEMS Mitglieder erhalten acht „seminar credits“ pro Jahr. Für dieses Seminar werden drei credits je Teilnehmer benötigt. Falls bereits verwendet, können NAFEMS Mitglieder zu einem reduzierten Preis teilnehmen: 420 Euro. Für Studenten steht eine begrenzte Anzahl an freien Seminarplätzen zur Verfügung und setzt die Bereitschaft zur Mithilfe bei der Organisation vor Ort voraus.

Tagungssprache

Deutsch (in Ausnahmen in englischer Sprache)

Veranstaltungsort / Zimmer

Hotel Oranien Wiesbaden
Platter Straße 2
D-65193 Wiesbaden
www.hotel-oranien.de

Alle Preise jeweils zuzügl. ges. MwSt.

NAFEMS Schulung

Dieser Kurs wurde bereits über 30 Mal in ganz Europa gehalten!

Master Course V&V: Verification and Validation in Engineering Simulation – Building Simulation Credibility in an Industrial Context

November 2019 in München / auch als Inhouse-Schulung 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..

Informationen und Anmeldung

www.nafems.org (ab Ende April)

NAFEMS Schulung

Festigkeitsnachweis mit der FKM-Richtlinie

7. - 8. Mai 2019, Wiesbaden / auch als Inhouse-Schulung buchbar

Die FKM-Richtlinie „Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile“, ist ein vom Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM) entwickelter Standard für einen statischen und zyklischen Festigkeitsnachweis. Durch die breite Anwendbarkeit hat der Festigkeitsnachweis eine hohe Verbreitung im Maschinenbau und anderen Branchen gefunden. In diesem Seminar lernen Sie den richtlinienkonformen Festigkeitsnachweis mit örtlichen Spannungen sowohl für nichtgeschweißte als auch für geschweißte Bauteile kennen. Neben der Theorie des Nachweises steht dabei auch die praktische Anwendung der Richtlinie auf Basis einer FEM-Simulation im Vordergrund, bei der sich für den Anwender Fragestellungen außerhalb der eigentlichen Richtlinie ergeben. Diese werden im Seminar anhand praxisnaher Beispiele besprochen. Um die verschiedenen Aspekte im Rahmen des Seminars umfassend diskutieren zu können, wird die Berechnung der Beispiele vom Referenten programmgestützt durchgeführt.

Im Seminar wird die Vorgehensweise des rechnerischen Festigkeitsnachweises entsprechend der FKM-Richtlinie für statische und zyklische Belastungen vermittelt, sowohl für nichtgeschweißte als auch geschweißte Bauteile. Sie lernen wie der Nachweis im Zusammenspiel mit einer FEM-Analyse umzusetzen ist und welche Fallstricke zu beachten sind.

Gliederung

Grundlegendes zur FKM-Richtlinie

- > Was leistet ein Festigkeitsnachweis?
- > Historie, Quellen und rechtlicher Status der Richtlinie
- > Anwendungsbereich und Umfang

Informationen und Anmeldung

www.nafems.org/events/nafems/2019/festigkeitsnachweis-mit-der-fkm-richtlinie/

Theorie zum statischen Festigkeitsnachweis nichtgeschweißter Bauteile

- > Gliederung des Nachweises
 - > Spannungsarten
 - > Werkstoffkennwerte
 - > Konstruktionsfaktor
 - > Sicherheitskonzept
 - > Nachweis
- Beispiel „Getriebegehäuse“ zum statischen Nachweis
- > Auswahl der Nachweispunkte für manuelle Berechnung
 - > Programmgestützte Berechnung
- Vertiefung zum statischen Nachweis - Plastische Formzahl
- > Ertragbare Dehnung
 - > Plastische Traglast
 - > Beispiele zur Berechnung der plastischen Formzahl

Theorie zum Ermüdungsfestigkeitsnachweis nichtgeschweißter Bauteile

- > Überblick zu Nachweisbereichen (Zeit-, Dauer-, Betriebsfestigkeit)
 - > Gliederung des Nachweises
 - > Konstruktionsfaktor
 - > Mittelspannungseinfluss
 - > Sicherheitskonzept
- Beispielrechnung „Getriebegehäuse“ zum Ermüdungsfestigkeitsnachweis

- > Auswahl der Nachweispunkte für manuelle Berechnung
 - > Ermittlung des Spannungsgradienten
 - > Programmgestützte Berechnung
- Vertiefung zum Ermüdungsfestigkeitsnachweis
- > Stützwirkungskonzept
 - > Details zum Mittelspannungsfaktor
 - > Betriebsfestigkeitsfaktor
 - > Beispiel zum Betriebsfestigkeitsfaktor

Einführung in die Spannungskonzepte für die Schweißnahtbewertung

- > Nennspannungskonzept
- > Strukturspannungskonzept
- > Kerbspannungskonzept

- > Modellierung für Kerbspannungskonzept

Theorie Statischer Nachweis für geschweißte Bauteile

- > Spannungskomponenten
- > Werkstoffkennwerte
- > Temperatureinfluss
- > Konstruktionskennwerte
- > Sicherheiten
- > Nachweis

Beispiele zum statischen Nachweis geschweißter Bauteile

- > Strukturspannungsnachweis
- > Vergleich Strukturspannungs- und Kerbspannungsnachweis

Theorie Ermüdungsnachweis für geschweißte Bauteile

- > Maßgebende Spannungskomponenten
 - > Werkstoffkennwerte (Temperaturkennwerte)
 - > Konstruktionskennwerte
 - > FAT-Klasse
 - > Mittelspannungseinfluss
 - > Betriebsfestigkeitskonzept
- Beispiele zum Ermüdungsnachweis geschweißter Bauteile
- > Strukturspannungsnachweis
 - > Vergleich Strukturspannungs- und Kerbspannungsnachweis

Referent

Dipl.-Ing. (FH) Tim Kirchhoff, ist seit 2007 beim Ingenieurbüro Huß & Feickert im Bereich CAE-Simulation und Softwareentwicklung tätig. Als Teamleiter der Softwareentwicklung ist er verantwortlich für die Entwicklung von Programmen zum statischen und zyklischen Nachweis aufbauend auf FE-Analysen. Herr Kirchhoff arbeitet seit über 10 Jahren aktiv im Fachkreis Bauteilfestigkeit des VDMA zur Weiterentwicklung der FKM-Richtlinie mit. Zudem vertritt er das Ingenieurbüro Huß & Feickert als KMU im Redaktionskreis der FKM-Richtlinie und im Industriekreis des Fachkreises.

NAFEMS Schulung

Practical Introduction to Non-Linear Finite Element Analysis

Auf Anfrage / auch als Inhouse-Schulung buchbar

This non-linear Finite Element course is intended for delegates interested in using FE to analyse advanced non-linear problems involving material non-linearities, geometric non-linearities and contact problems.

The objectives of this Finite Element course are:

- To provide delegates with an introduction to the fundamental theory of non-linear Finite Element analysis.
- To highlight the possible difficulties that may be encountered in using FE software to analyse non-linear problems.

Who Should Attend

This non-linear FE course is aimed at engineers and scientists who want to gain an understanding of the fundamental theory of non-linear Finite Element analysis and its application to practical problems.

As this is an advanced FE course, a pre-requisite for this course is a reasonable knowledge of linear FE theory and applications. However, no prior knowledge of non-linear Finite Element theory is required. The course is independent of any FE software code.

Technical Content

- Brief Overview of Linear Finite Element analysis:
A brief overview of linear Finite Element formulation, numerical algorithms, etc. to provide a foundation for the non-linear formulation.
- General Introduction to Non-linear problems:
Classifications of non-linear problems, Comparison of linear and non-linear FE analysis, Non-linear algorithms and pro-

cedures, Difficulties in modelling non-linear problems.

- Plasticity:
Basic plasticity theory, Uniaxial and multi-axial plasticity, Work hardening, FE treatment of plasticity, Solution strategy and accuracy, Discussion of typical practical plasticity applications.
- Creep and Visco-elasticity:
Basic theory of creep, Finite Element algorithms for creep problems and time marching, Explicit and implicit time integrations, Discussion of typical practical creep applications.
- Contact Problems:
Basic theory of contact mechanics, classification of contact configurations, Hertzian and non-Hertzian contact problems, FE contact algorithms, Penalty methods and Lagrange multipliers, Difficulties in modelling contact problems, Tips and guidelines, Discussion of practical contact problems.
- Geometric Non-linearity:
Basic theory of geometric non-linearity, GNL stress-strain definitions, FE algorithms for geometric non-linearities, Arc-length and line-search methods, Solution strategy and accuracy, Discussion of typical GNL problems.
- Brief introduction to other advanced Finite Element Applications:
A brief overview of Fracture Mechanics, Fatigue Analysis, Explicit FE codes, Buckling analysis.

Tutor

Dr. Gino Duffett has over 30 years of experience in CAE software development, training, industrial implementation and usage on an international level in various sectors, mostly automotive and renewable energy. Currently a Technology Project Manager focussing on innovative simulation driven design and automatic optimization.



Over his career Gino has taught numerical modelling up to university level, developed commercial courses and provided training for software users and university programmes on aspects such as metal forming, structural analysis, simulation process methodologies and optimization and has provided courses at Business schools on mathematical modelling, ERP and multi-cultural management.

Course Language

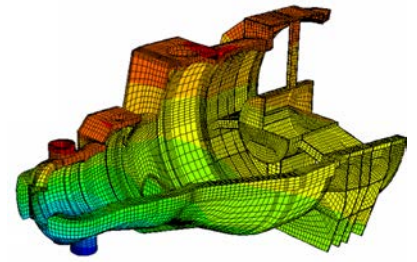
English

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.

NAFEMS Schulung

Praktische Anwendung der FEM und Ergebnisinterpretation



Auf Anfrage / auch als Inhouse-Schulung buchbar

Die Schulung 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 / Versagensthypothesen / 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 Versagenkriterien
- Dynamische FE-Berechnungen / Modale Analyse / Dämpfung / Transiente Schwingungen
- Thermische / thermo-mechanische Untersuchungen
- Beispiele für nichtlineare FE-Simulationen
- Voraussetzungen für effiziente FE-Modelle und zuverlässige Ergebnisse
- Optimale FE-Modelle dank gezielter Nutzung der Möglichkeiten von CAD-Software
- Tipps und Tricks für problemgerechte FE-Vernetzung
- Qualitätssicherung bei FE-Analysen / Ursachen möglicher Fehler bei der FE-Modellierung und Tipps für deren Erkennung
- Möglichkeiten zur Überprüfung der Ergebnisse
- Fallbeispiele / Workshop / Diskussion

Referent



Prof. Dr.-Ing. Armin Huß verfügt über mehr als 30 Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der Technischen Mechanik,

Technischen Schwingungslehre und der Anwendung der Finiten Elemente Methode, davon über 20 Jahre Praxis-Erfahrung als freiberuflicher Ingenieur für die Anwendung der FEM in den unterschiedlichsten Bereichen der Technik. Seit Mitte 2009 ist er als Professor für Technische Mechanik, Schwingungslehre und Finite Elemente an der Frankfurt University of Applied Sciences tätig.

Kurssprache

Deutsch

Inhouse-Kurs

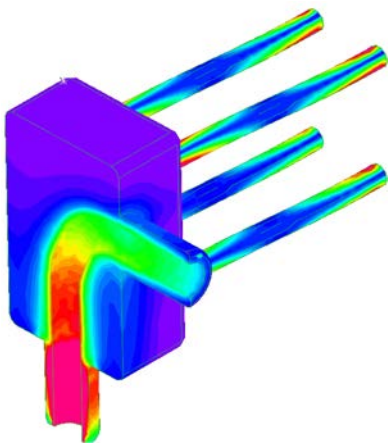
Dieser Kurs wird als Inhouse-Kurs bei Ihnen vor Ort angeboten. Bitte fordern Sie nähere Informationen an - Rückmeldeformular auf der vorletzten Seite.

NAFEMS Schulung

Strömungssimulation (CFD): Theorie und Anwendung

Auf Anfrage / auch als Inhouse-Schulung buchbar

Die Schulung 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.

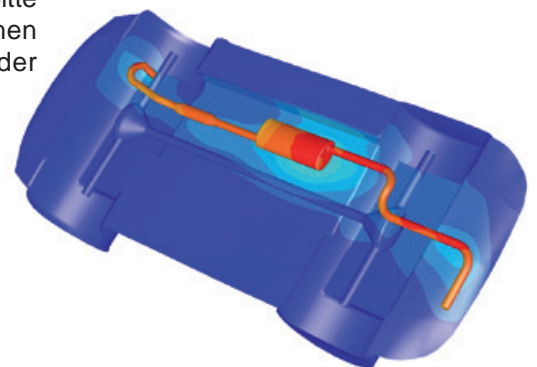
Inhouse-Kurs

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

Referent



Prof. Dr.-Ing. Ganguolf 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.



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.

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 (DACH)** sind:

- W. Dirschmid (CAE Consulting), Chair
- A. Gill (Ansys Germany)
- G. Göß (Schaeffler Technologies)
- R. Helfrich (Intes)
- C. Hühne (DLR)
- C. Katz (Sofistik)
- F. Jurecka (Dassault Simulia)
- J. Krämer (Festo)
- R. Meske (Federal-Mogul Nürnberg)
- W. Moretti (Schindler Elevator)
- E. Niederauer (Siemens PLM Software)
- J. Noack (ZF Group)
- A. Pfaff (PDTEC)
- G. Rapin (Volkswagen)
- A. Starlinger (Stadler Altenrhein)
- A. J. Svobodnik (MVOID Technologies)
- E. Wang (Cadfem)
- D. Wu (IABG)
- M. Zehn (TU Berlin)
- M. Züger (pinPlus)

Zur Unterstützung des NAFEMS DACH Steering Committees im Bereich Computational Fluid Dynamics (CFD) wurde das **CFD Advisory Board (CAB)** gegründet.

Die Mitglieder sind:

- U. Janoske (Universität Wuppertal), Chair
- A. Avci (Festo)
- R. Banjac (Siemens PLM Software)
- W. Dirschmid (CAE Consulting)
- A. Gill (Ansys Germany)
- T. Grahs (Volkswagen)
- U. Heck (DHCAE)
- B. Hupertz (Ford)

- V. Kassera (CFD Consultants)
- J. Iseler (Dassault Systèmes)
- G. Kohnen (DHBW Mosbach)
- B. Marovic (Mentor Graphics (Deutschland))
- S. Rudolph (Cascade)
- R. Stauch (Hochschule Esslingen)
- M. Stephan (DHBW Mosbach)
- A. Stück (DLR)

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

Folgende Gruppen sind aktuell bei NAFEMS aktiv:

- Business Impact
- Composites
- Computational Fluid Dynamics
- Computational Structural Mechanics
- Dynamics and Testing
- Education and Training
- Geotechnics
- High Performance Computing
- Manufacturing Process Simulation
- Multiphysics
- Optimisation
- Simulation Data Management
- Simulation Governance and Management
- Stochastics
- Systems Modeling & Simulation

Ogleich NAFEMS eine unabhängigen Organisation ist, arbeitet, ist eine Kooperation mit Hard- und Softwarehäusern essentiell. Um dies zu gewährleisten, wurde eine sogenannte **NAFEMS Vendor Group** gebildet, der derzeit etwa 30 Unternehmen angehören.

**Werden auch Sie
mit Ihrem Unternehmen
NAFEMS-Mitglied!**

NAFEMS hat weltweit über **1.400 Mitgliedsunternehmen und -Institutionen**.

Mitglieder erhalten unter anderem:

- Freie Seminarplätze
- Literatur und „Benchmark“ (FEM-Magazin)
- Ermäßigungen für Trainingskurse, Kongresse und Literatur
- Kostenlose Stellenanzeigen auf caejobsite.com
- Zugriff auf passwortgeschützten Webbereich mit Kontaktmöglichkeiten und Informationen
- Kontakt zu über 1.400 Organisationen weltweit

**Werden auch Sie Mitglied !
www.nafems.org/involved**

NAFEMS IS THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE ENGINEERING MODELLING, ANALYSIS AND SIMULATION COMMUNITY.

A not-for-profit organisation, our principal aims are to:

Improve the professional status of all persons engaged in the use of engineering simulation

Establish best practice in engineering simulation

Provide a focal point for the dissemination and exchange of information and knowledge relating to engineering simulation

Promote collaboration and communication

Act as an advocate for the deployment of simulation

Continuously improve the education and training in the use of simulation techniques

Be recognised as a valued independent authority that operates with neutrality and integrity

WE FOCUS ON THE PRACTICAL APPLICATION OF NUMERICAL ENGINEERING SIMULATION TECHNIQUES SUCH AS THE FINITE ELEMENT METHOD FOR STRUCTURAL ANALYSIS, COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS AND MULTIBODY SIMULATION.

Why Join?

More than 1300 companies worldwide are members of NAFEMS encompassing industrial practitioners, vendors and academic institutions.

Better Collaboration

BUILD LASTING BUSINESS ALLIANCES

NAFEMS events and participation in our various working groups provide outstanding opportunities to forge lasting professional contacts throughout the world of engineering simulation.

EXCHANGE KNOWLEDGE & EXPERIENCE

NAFEMS is the ultimate forum for exchange of knowledge and experience. Learn from companies who face the same challenges.

LEARN ABOUT THE RESOURCES AVAILABLE

The requirements of your organisation are unique. We can empower you with the knowledge you need to take the correct business-critical decisions on your requirements.

ENHANCE YOUR COMPANY'S VISIBILITY WORLDWIDE

NAFEMS is the only organisation that brings together the major software developers, manufacturers, consultancies, and academic institutions from across the globe. Ensure your organisation is visibly part of this global community.

Increased Productivity

OPTIMIZE THE DESIGN PROCESS

Learn about potential pitfalls and pick up time saving techniques.

MINIMISE COSTLY PHYSICAL TESTING

Increase confidence in your company's engineering simulation capabilities.

Improved Quality

BE COMMITTED TO THE HIGHEST STANDARDS

NAFEMS membership reinforces your focus on best practice.

BENCHMARK YOUR ORGANISATION'S SIMULATION PROCESS

Learn first-hand about experiences of other organisations similar to your own.

Enhanced Innovation

DEVELOP YOUR SKILLS WITH THE LATEST ENGINEERING SIMULATION TECHNIQUES

Your skills need to keep pace with the ever-advancing world of engineering simulation technology. NAFEMS is the only organisation dedicated to ensuring its members have access to the most advanced, sophisticated methods and thinking in the industry.

BE AT THE FOREFRONT

The competitive advantage provided by being at the cutting-edge of simulation technology is immeasurable. NAFEMS keeps you there.

PRODUCE BETTER-ENGINEERED PRODUCTS WITH ENHANCED CUSTOMER SATISFACTION

Customer satisfaction will always be key. NAFEMS provides you with the opportunity use the latest technology in the most efficient manner, ensuring your customers will always receive the most innovative and effective products possible.

Membership Levels

	Entry	Standard	Corporate Select	Corporate Global
	Ideal for small companies and consultancies, or smaller analysis teams. Also appropriate in areas without a NAFEMS Regional Group.	The perfect level of membership for medium-sized organisations who are looking to get maximum benefit from their involvement.	Tailored for companies who need to share the benefits of membership across several teams and locations. Choose what you need, and where you need it.	Meeting the needs of large multi-national organisations. Covers every employee at every site in your organisation. A truly all-encompassing membership option.
Sites Covered	single site	single site	multiple named sites	all sites globally
Copies of new NAFEMS Publications	1	1	multiple	multiple
Copies of Benchmark Magazine	1	3	multiple	multiple
Reduced Rates on NAFEMS Training	4	4	4	4
Discounted Attendance at all NAFEMS Events	4	4	4	4
Preferential Sponsorship rates at NAFEMS Events	4	4	4	4
Access to the PSE Competency Tracker	4	4	4	4
Discounted PSE Certification for all employees	4	4	4	4
Access to the NAFEMS Resource Centre	4	4	4	4
Members-Only Area of the NAFEMS Website	4	4	4	4
Participate in our Technical Working Groups	4	4	4	4
Use of the NAFEMS Member Logo on your Website	4	4	4	4
Free Places at NAFEMS Seminars and Conferences	0	up to 4	multiple	multiple
Company Details, Description and Links on nafems.org	8	4	4	4
Post your Press Releases and News on nafems.org	8	4	4	4
Promotion of your Events on nafems.org	8	4	4	4

THERE IS A 1 YEAR MINIMUM TERM FOR ALL MEMBERSHIPS. SIGNIFICANT DISCOUNTS ARE AVAILABLE ON LONGER TERMS. ACADEMIC INSTITUTIONS CAN TAKE ADVANTAGE OF THE BENEFITS OF OUR STANDARD MEMBERSHIP FOR THE PRICE OF ENTRY. CONTACT THE TEAM FOR FURTHER DETAILS.

Technical Working Groups

The basis of all of NAFEMS activities are co-ordinated by a number of specialist working groups, drawn primarily from our international membership. These working groups identify areas of interest to the engineering simulation community requiring the development of educational materials based on membership surveys and the committee's extensive experience.

An important feature of the publications which are subsequently produced is that each text undergoes a rigorous examination and critique by the experts sitting on the NAFEMS technical working groups which commissioned the work. These working groups draw together a potent blend of leading academic researchers, engineering practitioners and software vendors giving a unique insight and perspective into the problem area being scrutinized.

From time to time, some groups are formed on a short-term basis to address specific issues with experts drawn from the most appropriate technical areas for the duration of the project.

Technical working groups currently include:

- Analysis Management
- Composites
- Computational Fluid Dynamics
- Computational Structural Mechanics
- Dynamics and Testing
- Education and Training
- Geotechnics
- High Performance Computing

- Manufacturing Process Simulation
- Multi Body Dynamics
- Multiphysics
- Optimisation
- Simulation Data Management
- Stochastics
- Systems Modeling & Simulation

Nafems Events

NAFEMS provides our members with as many as fifty seminars, courses, workshops and open forums throughout the world each year. As the only truly independent organisation dedicated to engineering simulation, NAFEMS' events encompass the broadest and most accurate view of the technology.

World Congress

As the only truly independent, international event dedicated to engineering simulation, the biennial NAFEMS World Congress has been a fixture on the calendar of everyone involved in FEA, CFD, MBS and CAE for the last three decades. The last Congress welcomed over 600 attendees, all of whom were keenly focussed on analysis and simulation. The Congress is undoubtedly one of the most prestigious and highly focussed simulation and analysis forums available to the community, and is held in highest regard by users, software vendors and academics alike.

Conferences

Throughout the year, NAFEMS holds a number of conferences including dedicated regional and technology-specific events across the globe.

Seminar

Several seminars take place every year, focussing on current topics of interest, as well as emerging technology areas.

Webinars

NAFEMS members benefit from free places* at many of our seminars as part of membership. Our members also receive significant discounts on our World Congress and Training.

NAFEMS MEMBERS BENEFIT FROM SEMINAR CREDITS ENABLING MANY OF OUR EVENTS TO BE ATTENDED COMPLETELY INCLUSIVE OF MEMBERSHIP. MEMBERS ALSO RECEIVE SIGNIFICANT DISCOUNTS ON OUR WORLD CONGRESS AND TRAINING.

PSE

PSE (Professional Simulation Engineer) Certification allows engineers and analysts within the international simulation community to demonstrate competencies acquired throughout their professional career. 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.



THE 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 a standard of competency for the international simulation community

NAFEMS Training

CLASSROOM COURSES | E-LEARNING | IN-HOUSE TRAINING

NAFEMS wealth of experience within the analysis and simulation industry uniquely places us as a provider of quality and worthwhile training.

Dedicated to promoting the best use of simulation and analysis, NAFEMS training offers classroom based courses, e-learning and bespoke training solutions.

QUALITY

NAFEMS Training offers courses taught by some of the leading figures within the analysis community who are unrivalled in their experience and expertise. Our tutors are chosen on the basis of their knowledge and practice of the technology involved. All training focuses on practical applications as background theory. We have sought the best in the industry to be able to deliver this to our attendees. Additionally, every single course that we provide is fully accredited by NAFEMS to ensure the highest quality for our members.

VARIETY

NAFEMS Training offers a wide variety of courses to meet the various needs of our members. Covering both FEA and CFD, NAFEMS Training courses range from basic to advanced levels. We offer a variety of courses suitable for those relatively new to technology, those who wish to refresh previous knowledge, or for those who wishing to develop their knowledge further. We are committed to providing training that is of real value to the end user so we constantly update our courses and add new courses to reflect the needs of our members.

FLEXIBILITY

As NAFEMS Training is dedicated to providing useful and needs driven learning, we also recognise that hectic schedules and budget requirements can often stand in the way of professional development. We have established a programme of training to meet the various needs of the community, from our short based classroom courses, to e-learning to our bespoke in-house training. Through these various options, we are confident that you will find a training solution that will not only meet your needs, but fits around your budget and workload.

NAFEMS MEMBERS RECEIVE AN EXCLUSIVE 30% DISCOUNT ON ALL COURSES OFFERED BY NAFEMS TRAINING TO FACILITATE THEIR PROFESSIONAL DEVELOPMENT AND ENSURE THEIR SKILLS ARE EVOLVING WITH INDUSTRY NEEDS.

Resource Centre

The NAFEMS Resource Centre is a database which aims to collate all of the information produced by the organisation into one central, accessible location.

It's been put together by collating, categorising and tagging hundreds of presentations, books, webinar recordings, magazine articles, journals and much more. Over the past 35 years, we've gathered a wealth of information on engineering analysis, modelling and simulation. The resource centre provides our members with easy access to this valuable material.

It's simple to use. Relevant material can be found by searching by keyword, filtering by multilevel technical categories or filtering by author, organisation, or type of resource

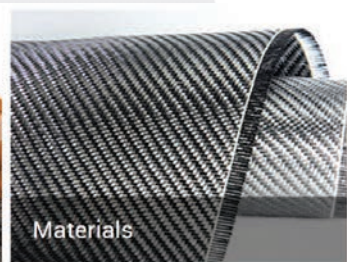
There are currently over 1,500 resources in the centre with this number growing weekly. NAFEMS Members have access to numerous types of resource as part of their membership, including presentations from previous events, conference papers, webinar archives, and much more.



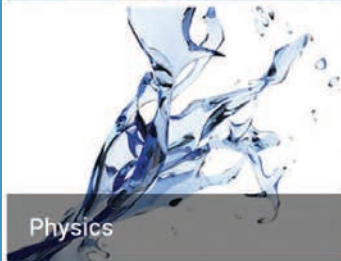
Analysis Management



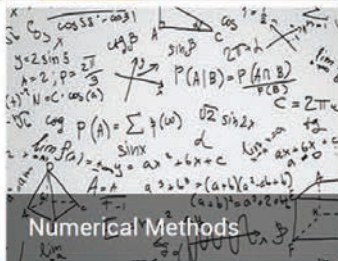
Industry & Products



Materials



Physics



Numerical Methods



All

Nafems Publications

AS THE ONLY ASSOCIATION DEDICATED TO THE ENGINEERING MODELLING, ANALYSIS AND SIMULATION COMMUNITY, NAFEMS HAS PUBLISHED IN EXCESS OF 200 ANALYSIS AND SIMULATION SPECIFIC PUBLICATIONS OVER THE LAST 30 YEARS. NAFEMS IS WIDELY ACKNOWLEDGED AS THE PREMIER SOURCE FOR ANALYSIS AND SIMULATION INFORMATION, PRODUCING AN EXTENSIVE RANGE OF QUALITY AND VALUABLE PUBLICATIONS.

EVERY YEAR, NAFEMS PRODUCES APPROXIMATELY 8-10 PUBLICATIONS INCLUDING TEXTBOOKS, REPORTS, BENCHMARKS AND JOURNALS ENSURING THAT THE MOST UP-TO-DATE AND RELEVANT INFORMATION IS AVAILABLE TO OUR NAFEMS MEMBERS.

BENCH MARK

eLibrary

Published quarterly by NAFEMS, benchmark has commanded respect for being the only truly independent publication focussed specifically on analysis and simulation. With content encompassing news from all areas of engineering simulation from across the globe, articles in benchmark cover everything from FEA to CFD and incorporate all industries from aerospace to biomedical engineering.

Available to NAFEMS members, an optional e-Library subscription gives access to downloadable copies of over 150 acclaimed NAFEMS publications; including the newest releases. Updated regularly, the Corporate e-Library allows 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.

WHEN MEMBERS JOIN, THEY RECEIVE A LIBRARY OF 20 OF THEIR CHOSEN NAFEMS PUBLICATIONS. ALL NEW PUBLICATIONS ARE SENT TO MEMBERS AS AND WHEN THEY ARE PRODUCED. THEY ALSO RECEIVE COPIES OF BENCHMARK MAGAZINE EVERY QUARTER.

Internationales NAFEMS Magazin

Benchmark Magazin, Ausgabe Januar 2019

Die internationale NAFEMS Zeitschrift „Benchmark“ erschien in der Druckauflage zuletzt im Januar 2019. Download für Mitglieder und Abonnenten sowie Informationen zum Abonnement finden Sie unter:

www.nafems.org/publications/benchmark

BENCH MARK

January 2019 issue . . .

- Simulation Limited: How Sensor Simulation for Self-driving Vehicles is Limited by Game Engine Based Simulators
- A Guide to the Internet of Things
- Simulation of Complex Brain Surgery with a Personalized Brain Model
- Learn How to See
- Prediction of Clothing Pressure Distribution on the Human Body for Wearable Health Monitoring
- What is Uncertainty Quantification (UQ)?
- Efficient Preparation of Quality Simulation Models - An Event Summary
- Excel for Engineers and other STEM Professionals

THE INTERNATIONAL MAGAZINE FOR ENGINEERING DESIGNERS & ANALYSTS FROM **NAFEMS**



NAFEMS Website

Die neue NAFEMS Website ist online !

Die neue NAFEMS Website mit zahlreichen neuen Funktionen, insbesondere für Mitglieder ist ab sofort online. Schauen Sie doch mal vorbei! www.nafems.org





Project Profile

VMAP

<https://itea3.org/project/vmap.html>

Virtual Material Modelling in Manufacturing

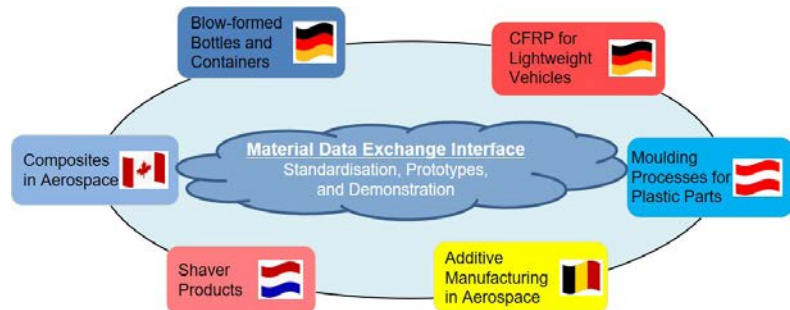
The ITEA VMAP project aims to gain a common understanding of and interoperable definitions for virtual material models in CAE. Using industrial use cases from major material domains and with representative manufacturing processes, new concepts will be created for a universal material exchange interface for virtual engineering workflows.

ADDRESSING THE CHALLENGE

The lack of software standards in virtual engineering workflows and incompatible interfaces for the transfer of virtual material information not only cause additional costs and complex manual adaptation but also lead to inflexible IT solutions, loss of information and significant delays in the overall design process. The standardisation of material interfaces in CAE is therefore vital for all industry segments where material behaviour is central to product and process design.

PROPOSED SOLUTIONS

The concepts generated within the VMAP project will be concretised in an open software interface standard and implemented in a number of software tools. The advantages of integrated material handling will be demonstrated by six industrial use cases from different material categories, manufacturing domains and industry segments. In brief, VMAP will generate universal concepts and open software interface specifications for the exchange of material information in CAE workflows. Implementation will be realised for extended CAE tool interfaces and, where necessary, translation tools that follow the open interface specification. VMAP will also implement virtual industrial demonstrators for relevant material domains and manufacturing processes as well as provide best-practice guidelines for the



Industrial Use Cases will show the need and benefits of a standardised Material Exchange Interface

community. The establishment of an open and vendor-neutral 'Material Data Exchange Interface Standard' community will ensure that standardisation efforts continue into the future.

PROJECTED RESULTS AND IMPACT

Interoperable virtual material models and a seamless transfer of material data history in a CAE workflow enables industry users to develop and produce better products in a shorter time and in more efficient manufacturing processes. Interface standards will also help CAE software developers and vendors to realise further virtual material models that can be easily integrated in

holistic design, simulation and optimisation workflows. In Europe's growing and future manufacturing market whereby materials technology is a key factor, especially in the rapidly emerging market of additive manufacturing for metal and plastics, an open software interface standard for virtual material modelling can have significant benefits.

ITEA is the EUREKA Cluster programme supporting innovative, industry-driven, pre-competitive R&D projects in the area of Software-intensive Systems & Services (SiSS). ITEA stimulates projects in an open community of large industry, SMEs, universities, research institutes and user organisations. As ITEA is a EUREKA Cluster, the community is founded in Europe based on the EUREKA principles and is open to participants worldwide. <https://itea3.org>

ANSYS**Ansys 2019.R1 - Neuigkeiten, Erweiterungen - Fokus Fluids**

- siehe auch „CADFEM -

Mit dem neuen Release Ansys2019.R1 werden dem Anwender eine Vielzahl von Neuerungen bereitgestellt. Ein besonderes Highlight sind neue Preprozessing-Möglichkeiten, die Fluent bietet: Ein effizienter Workflow für wasserdichte Geometrien erlaubt äußerst schnelle Vernetzung komplexer Geometrien. Mit Hilfe von „Mosaik“-Meshing können optimale Netze aus unterschiedlichsten Zelltopologien kombiniert werden. Sogenannte „Expressions“ sind nun auch in Fluent verfügbar und können viele bislang erforderliche sogenannte UDFs („User Defined Functions“) ersetzen. In Ansys CFX wurden zusätzliche Möglichkeiten zur Modellierung von Rotor-Stator-Interaktion implementiert.

Ansys übernimmt Granta Design

Ansys erweitert mit der Übernahme sein Portfolio im Bereich Werkstoffinformationsmanagement. Zu den Produkten von Granta Design gehören u. a. Granta MI, eine Software zum Verwalten von Materialkennwerten, und den CES Selector, eine Software mit der Anwender die Auswirkungen unterschiedlicher Materialien auf das Verhalten ihrer Produkte untersuchen können. Granta Design hat seinen Hauptsitz in Cambridge und beschäftigt ca. 180 Mitarbeiter. Zu den Kunden gehören Airbus, General Motors, Emerson Electric, Lockheed Martin, NASA, Saudi Aramco und Rolls-Royce. Der Abschluss der Transaktion wird für das erste Quartal 2019 erwartet.

www.ansys.com

BETA CAE Systems**Neue BETA CAE Systems Suite**

Beta CAE Systems veröffentlichte die neue Version BETA CAE Systems suite v18.1.5./ v19.1.1

www.beta-cae.com

CFTURBO**CFturbo 10.4 is da!**

Die neue, erweiterte Version der Turbomaschinen-Auslegungssoftware kann verwendet werden, um axiale, radiale und diagonale Pumpen, Ventilatoren, Gebläse, Verdichter und Turbinen zu entwerfen, ebenso beschauelte und unbeschauelte Diffusoren, Rückführkanäle und Spiralgehäuse, sowie alle Bereiche zwischen rotierenden und nicht-rotierenden Komponenten (Secondary Flow Path).

Zu neu entwickelten CFturbo-Programmfeatures gehören unter anderem eine bi-direktionale, vollparametrische Integration in die ANSYS-Workbench, elliptische Spiralenquerschnitte, Export-Interfaces zu Parasolid und hyperMill, eine Direktschnittstelle zur Coolprop-Bibliothek für die Modellierung von Realgas-Verhalten, und die wesentlich vereinfachte Bedienbarkeit für parametrische Optimierungsprozesse.

Zusätzlich zu den erweiterten Entwurfsmöglichkeiten ist unsere Software optional mit einem 3D-CFD-Solver ausgestattet. CFturbo SMP basiert auf der Technologie von Simerics MP und ermöglicht eine automatisierte, schnelle, genaue und kostengünstige Berechnung von Turbomaschinen-Kennlinien bzw. -Kennfeldern. Nutzer erhalten eine Simulationssoftware, deren Leistungsfähigkeit und Genauigkeit in zahlreichen Kundenprojekten unter Beweis gestellt wurde.

Alle Neuigkeiten zur aktuellen CFturbo-Software finden Sie unter:

<https://de.cfturbo.com/leistungen/cfturbo-software/cfturbo/whats-new/>. Möchten Sie die CFturbo-Software im Rahmen einer einmonatigen, kostenfreien Testphase kennenlernen, registrieren Sie sich bitte unter <https://de.cfturbo.com/leistungen/cfturbo-software/download-bereich/>. Weiterführende Informationen zu Produkten, Dienstleistungen, dem Schulungsangebot und zu unserer Firma entnehmen Sie bitte unserer Website <https://de.cfturbo.com/>

www.cfturbo.com

CADFEM**Ansys 2019.R1 - Neuigkeiten, Erweiterungen - Fokus Fluids**

- siehe auch „ANSYS“ -

Mit dem neuen Release Ansys2019.R1 werden dem Anwender eine Vielzahl von Neuerungen bereitgestellt. Ein besonderes Highlight sind neue Preprozessing-Möglichkeiten, die Fluent bietet: Ein effizienter Workflow für wasserdichte Geometrien erlaubt äußerst schnelle Vernetzung komplexer Geometrien. Mit Hilfe von „Mosaik“-Meshing können optimale Netze aus unterschiedlichsten Zelltopologien kombiniert werden. Sogenannte „Expressions“ sind nun auch in Fluent verfügbar und können viele bislang erforderliche sogenannte UDFs („User Defined Functions“) ersetzen. In Ansys CFX wurden zusätzliche Möglichkeiten zur Modellierung von Rotor-Stator-Interaktion implementiert.

www.cadferm.de

COMSOL**Comsol Learning Center für alle Ingenieure ab sofort verfügbar**

Die Comsol Multiphysics GmbH freut sich bekannt zu geben, dass das Comsol Learning Center ab sofort allen Simulationsingenieuren zur Verfügung steht.

„Diese Sammlung an Anleitungsvideos dient als zentrale Anlaufstelle, um das Arbeiten mit der Software zu erlernen“, sagt Amelia Halliday, Projektmanager bei Comsol. „Das Comsol Learning Center bietet eine Lerntiefe und Bandbreite, welche Comsol Anwender mit dem nötigen Rüstzeug ausstattet, um jedwede Simulationsanwendung zu meistern. Es gibt über 30 eigenständig durchführbare Tutorials für das Selbststudium, welche Videos und andere Quellen umfassen, wie z. B. Übungs-Modelldateien und Blogposts für eine interaktive, praxisorientierte Lernerfahrung. Die Inhalte basieren auf den grundlegenden Schritten des Arbeitsablaufes bei Modellierung und Simulation, einschließlich des Erstellens einer Geometrie,

dem Hinzufügen physikalischer Phänomene, des Lösen und des anschließenden Postprocessings der Ergebnisse.

„Das Comsol Learning Center steht jedem Ingenieur, der die multiphysikalische Modellierung nutzen möchte, zur Verfügung“, fügt Andrew Griesmer, Projektmanager bei Comsol, hinzu. „Wir wollen sicherstellen, dass unsere Kunden Comsol Multiphysics optimal nutzen, und diese Online-Ressource bietet genau das, indem sie einen geleiteten Lernprozess für alle Benutzertypen in ihrem jeweils eigenen Tempo ermöglicht – jederzeit und überall.“

Das Comsol Learning Center ist unter www.comsol.de/learning-center verfügbar und erfordert lediglich eine Internetverbindung.

www.comsol.com

DASSAULT SYSTÈMES

Dassault Systèmes User Conference 2018 – Präsentationen online!

Im Dezember 2018 feierte Dassault Systèmes eine Premiere mit den Brands Catia und Simulia: die erste gemeinsame User Conference in Hanau, Deutschland. Mit 500 Teilnehmern und zahlreichen Präsentationen namhafter Kunden war es ein voller Erfolg:

- > 2.5 Tage Workshops, 7 Parallel-Tracks und 110 Präsentationen!
- > Präsentationen u.a. von BMW, Jaguar Land Rover, Ford Motor Company, McLaren Racing, MesH Engineering, Fraunhofer, Digital Orthopaedics, Prismadd, Kubota, Technische Universität Darmstadt, Technical University of Berlin, Brandenburgische TU Cottbus-Senftenberg,...
- > Themen der Kundenvorträge (Deutsch oder Englisch): Finite Element Modeling, Materials, Multiphysics, NVH, Multibody Simulation, Durability, Medical Devices, Electromagnetics, Structural & Thermomechanical Fatigue, Creative Design, xDesign, ICEM Surf, MBSE, NO Magic, Additive Manufacturing, Simulation for De-

signers, Immersive Visualization, Power'BY und mehr...

- > Technologie-Updates und Workflow Präsentationen
- > 12 Community Tracks: Plenary, Creative Designers, Class-A Modelers & Visualization Experts Community, Mechanical Engineering Community, Systems and Electrical/Fluid Engineering Community, Simulation for Product, Nature & Life, Simulation Engineering Community, Electric, Connected & Autonomous Vehicle (ECAV) Community, Durability & Fatigue Simulation Engineering Community, Durability, Fatigue & Multibody Simulation Engineering Community, Additive Manufacturing Community, Collaboration & Information Intelligence Community and Modeling, Simulation & Manufacturing Community
- > 3DEXperience Playground und Ausstellungsfläche mit 42 Demo-Stationen von Sponsoren und Dassault Systèmes

Für alle, die die Veranstaltung verpasst haben oder sich einige der Präsentationen noch einmal ansehen wollen, haben wir ein Archiv zum Download eingerichtet: <https://emailing.3ds.com/dsx/lp.jssp?template=LDP47877>

Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, mehr über die Technologiesynergien der unterschiedlichen Simulia Multiphysics/Multiscale Anwendungen und der Brand Catia zu erfahren und sich auszutauschen. Das Feedback der User Community war eindeutig: erfolgreich und informativ – es hat Spaß gemacht! Sehen Sie selbst im Highlight Video: <https://www.youtube.com/watch?v=spEaxjPRqT0>.

Save the Date! Seien Sie dabei, wenn es im November 2019 zum 2. Mal heißt, die User Community von Dassault Systèmes trifft sich zur Dassault Systèmes User Conference.

ABB und Dassault Systèmes vereinbaren globale Software-Partnerschaft

Durch die Partnerschaft werden die Stärken der digitalen ABB Ability Lösungen und der 3DEXperience

Plattform von Dassault Systèmes zusammengeführt, gestützt auf der starken installierten Basis, der umfassenden Branchenkenntnis und dem weltweiten Zugang zu Kunden beider Unternehmen. ABB nutzt die 3DEXperience Plattform bereits für die Modellierung und Simulation ihrer Lösungen, bevor diese an Kunden geliefert werden. Mit dieser Partnerschaft wird ABB fortschrittliche digitale Zwillinge entwickeln und ihren Kunden zur Verfügung stellen. Damit können Industrieunternehmen die Lösungen von ABB und ihre Arbeitsprozesse mit verbesserter Effizienz, Flexibilität und Nachhaltigkeit betreiben.

www.3ds.com

DYNAMORE

DYNAMore France bezieht neue Büroräume in Versailles

DYNAMore France hat einen neuen Standort im Herzen von Versailles bezogen. Die neuen Räumlichkeiten bieten beste Voraussetzungen für weiteres Wachstum sowie die Erweiterung und Verbesserung des Serviceangebots.

Der Einzug in die neuen Büroräume markiert für DYNAMore France einen wichtigen Schritt in die Zukunft und festigt die Position des Unternehmens im französischen Markt. Die neue Adresse des Unternehmens lautet: DYNAMore France SAS, 21 av. de Paris, F-78000 Versailles, Tel.:+33 (0)1 39 55 81 01, E-Mail: info@dynamore.eu, www.dynamore.eu.

„Der neue Standort bietet viele Vorteile und ist perfekt auf unsere Ansprüche zugeschnitten. Einerseits bieten die Büroräume genügend Platz, um weitere Experten aus dem Bereich der numerischen Simulation einzustellen. Andererseits können wir durch die Nähe zu vielen Software- und Automobilunternehmen im Großraum Paris sowie die gute Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr unsere Kundenbindung festigen und neue Interessenten erreichen“, erklärt Nima Edjtemai, kaufmännischer Leiter von DYNAMore France.

Dass DYNAmore France wächst und Platz benötigt, belegt auch die Neueinstellung eines weiteren Ingenieurs zum Jahresanfang. Damit kümmern sich bereits fünf hochqualifizierte Simulationsspezialisten um die Belange der französischen DYNAmore Kunden. Ein weiterer Baustein für eine positive Entwicklung ist die Möglichkeit, das Seminarangebot kontinuierlich auszubauen und zu erweitern. Damit können auch in Frankreich alle relevanten Themen rund um LS-DYNA und LS-OPT mit Kursen abgedeckt und an die Bedürfnisse der Kunden angepasst werden.

„Wir möchten unseren Support in französischer Sprache erweitern und verbessern“, sagt Ulrich Franz, Geschäftsführer von DYNAmore France. „Nun haben wir beste Voraussetzungen geschaffen, um unsere Kunden bestmöglich beraten zu können“, so Franz weiter.

Das Team in Versailles ist hochmotiviert und freut sich auf die kommenden Aufgaben sowie viele weitere interessante Projekte. Sollten Sie Fragen zum neuen Standort haben, stehen Ihnen die DYNAmore Mitarbeiter in Frankreich und am Hauptsitz in Stuttgart gerne zur Verfügung.

www.dynamore.de

FRIENDSHIP SYSTEMS

Jet Impeller Optimierung eines elektrisch angetriebenen Hydrofoil Surfboards (efoil)

Die Firma VeConcepts entwickelt das elektrisch angetriebene VeFoil Hydrofoil Surfboard, mit dem sich elegant und mit großem Spaßfaktor über der Wasseroberfläche surfen lässt. Viele der Entwicklungen solcher Boards befinden sich derzeit noch in der Prototypenphase, während der die einzelnen Komponenten stetig weiter optimiert werden. In einem Projekt mit der Firma Friendship Systems wurde Ende 2018 der Antrieb der VeFoil Serie untersucht und optimiert. Der Jet-Impeller steckt zum Schutz vor Verletzungen in einem Gehäuse und sollte mit Blick auf den Energie-

esocaet
STUDIES



Applied Computational Mechanics (M.Eng.)

Berufsbegleitend studieren – Master, Zertifikat oder Module

+ +

Ihre Vorteile

- Transfer neuer Technologien
- Unterricht von CAE-Experten
- Geblockte Präsenzphasen
- Flexibel für individuelle Pläne
- **NEU:** Bewerberprogramm

+ +

+ +

+ +

+ +

+ +



Ihr Studium

- Strukturmechanik-Simulation
- 9 Module und Masterarbeit
- Anrechnung von Berufspraxis
- Breites Wahlfachangebot
- Einzelne Module buchbar

Info-Webinar:

18. März 2019, 11. April 2019

Info-Veranstaltung:

05. April 2019

+ +

+ +

+ +

+ +

+ +

+ +

www.esocaet.com/nafems

+ +

by

CADFEM®

verbrauch und die Geschwindigkeit verbessert werden.

Mit Hilfe der Software Caeses wurde eine variable parametrische CAD-Geometrie des Impellers aufgesetzt, die dann vollautomatisch gesteuert ein Set von Design Kandidaten generierte. Innerhalb eines geschlossenen Optimierungsloops ließen sich die Designs gleichzeitig vollautomatisch mit dem Simulationspaket OpenFOAM analysieren. Insbesondere das Drehmoment, Druckverhältnisse sowie der erzeugte Schub wurden dabei untersucht und in der Zielfunktion der Optimierung berücksichtigt.

Anhand einer neuen Impellervariante aus der Optimierung konnte das Board um erstaunliche 10 km/h in der Geschwindigkeit zulegen (von 25 km/h auf 35 km/h). Gleichzeitig sank der Energieverbrauch um ca. 27%.

Für dieses Projekt wurden lediglich ein paar Stunden in die Geometriemodellierung und das Simulationssetup investiert (< 8h). Die eigentliche Optimierung lief dann vollautomatisiert für mehrere Stunden auf einem Clustersystem.

Weiterführende Links:

- > Kompletter Artikel in Englisch: <https://www.caeses.com/blog/2019/jet-impeller-optimization-for-an-electric-hydrofoil-surfboard-efoil/>
- > Caeses Produktseite: <https://www.caeses.com/>
- > VeConcepts: <https://www.veconcepts.com/>

www.friendship-systems.com

GRANTA DESIGN

Granta MI Version 12

Granta Design hat heute die Veröffentlichung von Granta MI Version 12 angekündigt, das neueste Release seines branchenführenden Werkzeugs für Materialinformations-Management. Fertigungsunternehmen investieren zunehmend in Digitalisierungs-Strategien, um mit einer präzisen virtuellen Abbildung des realen Produktes Entscheidungsfindungen zu ermöglichen und Innovation voranzutreiben,

auch bekannt als „Digitaler Zwilling“. Dabei müssen die eingesetzten Werkstoffe bei diesem Ansatz exakt abgebildet werden.

Mit Granta MI Version 12 rückt der Digitale Zwilling mit präzisen Materialeigenschaften in greifbare Nähe, denn die Version verfügt über neue Eigenschaften, um wichtige Werkstoffdaten zu verwalten, deren Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten und diese in Konstruktion und Simulation anzuwenden. Dies ist besonders nützlich für die aufstrebenden Material- und Prozesstechnologien wie die additive Fertigung (Additive Manufacturing – AM). Das neueste Release hilft Anwendern auch bei der Beurteilung und Einhaltung von gesetzlichen Bestimmungen im Rahmen von Stoffverboten. Die erweiterte Integration mit PLM und CAD Anwendungen ermöglicht die Bereitstellung genauer Werkstoffdefinitionen über den gesamten Produktlebenszyklus.

Werkstoffexperten können Prozesse mit der neuen Version von Granta MI einfacher modellieren und ihr Wissen in digitaler Form präzise abbilden. Granta MI erfasst die in Tests und Entwicklungsprojekten erzeugten Daten, wobei das neue Release über verbesserte Möglichkeiten zur Verknüpfung von großen Datensätzen, wie die in AM Projekten verwendeten CT Scans, verfügt. Die Möglichkeit, Wechselwirkungen zwischen Prozess- und Materialparametern zu visualisieren, hilft dabei, ein Verständnis der Performance zu entwickeln und diese zu optimieren. Version 12 umfasst neue Diagramm-Darstellungsoptionen in der MI:Mat Analyzer Anwendung sowie eine Trendermittlung und einfache Exportmöglichkeiten in Text- und CSV-Daten.

Berichte zur Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen für verbotene Substanzen von Produkten und Komponenten, die durch Fertigungsstücklisten oder bestehende Materialstücklisten (BoMs – Bills of Materials) definiert werden, können schnell erstellt werden. Der MI:BoM Analyzer 3.0 und der neue MI:BoM Store ermöglichen eine erweiterte und dynamische Analyse, ein-

schließlich Szenario-Analysen. Erfassen und verknüpfen Sie wichtige Materialdaten, Spezifikationen und Substanzen und verbinden Sie diese mit BoM Daten, um Produktrisiken zu erkennen und bei veränderter Gesetzeslage zurückzuverfolgen.

Die Technologien zur Integration in bestehende PLM, CAD und CAE Umgebungen macht Granta MI zur zentralen Quelle für die richtigen Werkstoffinformationen, insbesondere auch für Digitale Zwillinge. Der Anwendungsbereich wurde neben Teamcenter und Windchill PLM auf die 3DExperience Plattform erweitert. Die Synchronisation zwischen den verschiedenen Systemen wurde verbessert, wie zum Beispiel durch die neue Creo-Windchill Interoperabilität für Materialien.

Granta MI Version 12 unterstützt Sie bei der Entwicklung von robusten Prozessen mit erweiterten Optionen zur Gestaltung von Arbeitsabläufen sowie mit Werkzeugen, welche die Datenintegrität und -qualität auf Unternehmensebene sicherstellen. So ermöglichen beispielsweise neue Suchfunktionen einen schnellen Zugriff auf die benötigten Daten, wobei große Datenbanken unterstützt werden, die Millionen von Materialeinträgen enthalten können.

Die in Granta MI verfügbare Bibliothek an Material-Referenzinformationen wurde ebenfalls mit den jeweils neuesten Versionen zuverlässiger Quellangaben wie Campus Plastics, MMPDS und ASM Medical Materials aktualisiert. Die aktuellen Datenmodule können den Granta MI Installationen hinzugefügt werden und bieten unter anderem Zugang zur Senvol Database für Systeme und Materialien der additiven Fertigung; JAHM Curve Data für die Unterstützung von Simulation sowie zum weltweit anerkannten Qualitätsgarant für Kunststoffe, UL Yellow Cards.

www.grantadesign.com



HOCHSCHULE RAPPERSWIL

CAS Computational Fluid Dynamics – Die erfolgreiche Anwendung von Strömungssimulationen

Eine erfolgreiche Optimierung von Produkten und Prozessen setzt ein gutes Verständnis der Vorgänge innerhalb von Applikationen voraus. Aus diesem Grund setzen viele Unternehmen Strömungssimulationen in der Entwicklung ein. Die Komplexität der physikalischen Gesetze hinter diesen Simulationen stellt jedoch viele Ingenieure und Ingenieurinnen vor Herausforderungen.

In den meisten Herstellungsprozessen spielt die Strömungsmechanik in den komplexen Fertigungsverfahren eine wichtige Rolle, um die gewünschte Produktqualität und eine hohe Energieeffizienz zu erzielen. Führende Hersteller von Anlagen setzen dazu häufig die Simulationswerkzeuge von ANSYS oder OpenFOAM ein, wobei von den

Ingenieurinnen und -ingenieuren ein umfassendes Wissen und vielfältige Anwendungserfahrungen erwartet werden. Für viele Mitarbeitende im Simulationsteam stellen die physikalischen Zusammenhänge und die Modellbildung in der Simulationssoftware eine Herausforderung dar. In der berufsbegleitenden Weiterbildung CAS Computational Fluid Dynamics an der HSR Hochschule für Technik Rapperswil eignen sich die Studierenden das theoretische und praktische Werkzeug an, um komplexe Strömungen zu simulieren und somit Produkte und Prozesse zu optimieren. Dieser Lehrgang wird zusammen mit Cadfem esocaet angeboten und ist von NAFEMS empfohlen. Die Studierenden vertiefen die physikalischen und mathematischen Grundlagen von Strömungen und Turbulenzen und betrachten den Vorgang der Wärmeübertragung. Besonderer Fokus wird auf die Verknüpfung von Theorie und Praxis gelegt. Das erlernte Wissen wird in

einer praktischen Arbeit zu einer Aufgabenstellung aus dem beruflichen Alltag angewendet. Dabei stehen ausgewiesene Fachpersonen zur Seite.

Der nächste Lehrgang CAS Computational Fluid Dynamics startet am 26. September 2019. Das modulare Konzept des Lehrgangs macht es Studierenden möglich, den Kurs individuell zu gestalten. Dabei steht die Kursleiterin Zoe Stadler für eine persönliche Beratung zur Verfügung und es finden monatliche Informationsabende statt. Weitere Informationen auf: www.hsr.ch/cas-cfd

Neu: Für Personen ohne Erfahrung im Umgang mit Ansys CFX bietet die HSR zur Vorbereitung für das Modul „Best Practice in CFD“ neu einen halbtägigen Vorkurs an.

Kontakt: Zoe Stadler, Kursleiterin CAS Computational Fluid Dynamics HSR Hochschule für Technik Rapperswil, zoe.stadler@hsr.ch

www.hsr.ch/cas-cfd

INSTAL

Instal-News

Das Informations- und Expertenportal www.4innovative-engineers.com bietet interessante Informationen und einen regelmäßigen Newsletter. Schauen Sie mal vorbei.

www.4innovative-engineers.com

MSC SOFTWARE

Einfache und genaue Crashberechnung für Leichtbauteile aus Kunststoff mit Digimat 2019.0

e-Xstream engineering, ein Unternehmen von MSC Software (MSC) und Marktführer in der Materialmodellierung und im Materialdatenmanagement, hat die Version 2019.0 von Digimat veröffentlicht. Digimat ist die wegweisende Software, um Kunststoffe zu simulieren. Die Software produziert jetzt noch genauere Ergebnisse und beinhaltet neue Materialsysteme, um innovative Verbundwerkstoffe und Bauteile zu entwickeln. Realitätsgetreue Crashberechnungen mit faserverstärkten Kunststoffteilen werden einfacher und dadurch für einen breiteren Anwenderkreis möglich. Zudem wurde eine effektive Schnittstelle zu MaterialCenter implementiert. MaterialCenter ist eine Lösung für Materialdatenmanagement und ermöglicht Materialmodelle, Daten und Prozesse zu verwalten und lückenlos zu verfolgen.

> Demokratisierung der realitätsgetreuen Versagens- und Crashsimulation von faserverstärkten Kunststoffteilen:

Diese Art der Simulation wird für die zuverlässige Auslegung von Leichtbauteilen aus faserverstärktem Kunststoff benötigt. Es ist jetzt einfacher, in den frühen Entwicklungsschritten bereits Einblick in die Mikrostruktur des Materials zu nehmen, da zusätzlich zu einer neuen Verteilung der Faserorientierung auch die Position der Bindaht vorhergesagt werden kann. Das Materialmodell für die Crashberechnung lässt sich dank einer neuen Kalibrierungsmethode wesentlich leichter und schneller

erstellen. Diese Methode basiert auf der Verformungsgeschwindigkeit.

> Neue Lösung zur Lebensdauerberechnung faserverstärkter Kunststoffteile

Gemeinsam mit Dutch State Mines (DSM) stellt e-Xstream einen hochmodernen Workflow zur Lebensdauerberechnung faserverstärkter Kunststoffteile unter Belastung mit konstanter Amplitude vor. Dieser Workflow beginnt bei effizienter Materialcharakterisierung und endet bei der spezialisierten Lebensdauer-Ergebnisdarstellung in Digimat-RP (Reinforced Plastics). Vervollständigt wird die Lösung durch Materialermüdungsdaten in der Digimat-MX-Datenbank. Tim Vorage von DSM, Global Market Development Manager ForTii PA4T, sagt zu der neuen Funktionalität: „Die Autoindustrie sucht aus vielfältigen Gründen nach Leichtbaumöglichkeiten: Funktionsintegration, Geräusch- und Schwingungsoptimierung, Kosteneffizienz, Reduktion der CO2-Emissionen, eingebaute Sicherheits- und Infotainment-Systeme oder eine höhere Reichweite für batteriegetriebene Fahrzeuge. Ein weiterer Trend ist, dass Konstrukteure und Entwickler sich kürzeren Designzyklen stellen müssen. Deshalb sind computergestützte Entwicklung, Vorhersage der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Bauteils und das 3D-Prototyping unverzichtbar, wenn Metallteile durch Kunststoff ersetzt werden sollen. Unsere enge Zusammenarbeit mit e-Xstream befasst sich mit diesen entscheidenden Themen. Wir bieten unseren Industriepartnern ein vorhersagbares Bauteilverhalten mit innovativen technischen Kunststoffen wie ForTii Ace MX53T (PA4T GF50).“

> Integrative Simulation für additive Fertigung von faserverstärkten Polymeren

Die additive Fertigung von Polymeren ist in der industriellen Produktion angekommen – dank hochperformanter faserverstärkter Materialien. Um deren volles Potential zu nutzen, ermöglicht Digimat 2019.0 sowohl Prozesssimulation für die Vorhersage und Verminderung des Verzugs als auch Simulation des

fertigen Bauteils im Betrieb. Das hilft, die Herstellung des Materials zu optimieren. Außerdem sind faserverstärkte Materialmodelle direkt in Digimat verfügbar. Christophe Schramm, Additive Manufacturing Business Manager im globalem Geschäftsbereich ‘Specialty Polymers’ bei Solvay Specialty Polymers und Stratasys Inc. freut sich: „Unser wachsendes Sortiment von Filamenten für den 3D-Druck unterstreicht den Anspruch von Solvay, sich als Technologieführer in diesem schnell wachsenden Markt zu etablieren. Mit Digimat-AM (Additive Manufacturing) können Kunden den Druckprozess simulieren und erfolgreich das thermomechanische Verhalten 3D-gedruckter Konstruktionen vorhersagen, um auf Anhieb richtig zu drucken.“

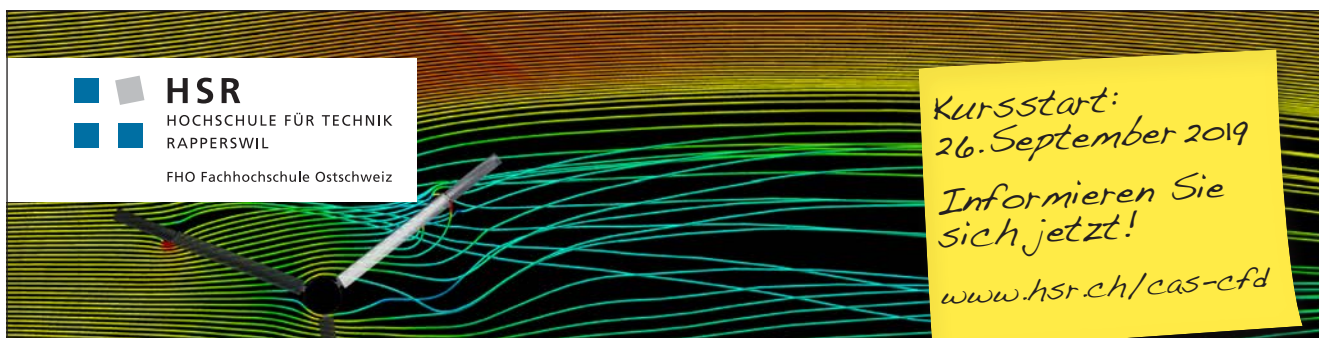
> Modellierung von Schaumstoffen
Schaumstoffe bieten einzigartige Kombinationen von Steifigkeit und Dichte. Endanwender können in Digimat jetzt die Mikrostruktur kontrollieren und die Materialeigenschaften genau auf ihre Eigenschaften zuschneiden. Auch diese Materialfamilie lässt sich nun in der neuen Version abbilden und optimieren und erweitert die große Bandbreite der bereits unterstützten Werkstoffe wie Polymere, Verbundwerkstoffe, Keramik und Metalle.

> Physikalische und virtuelle Daten von Verbundmaterialien auf Unternehmensebene verwalten

Digimat-VA (Virtual Allowables) und MaterialCenter haben von der 2019.0 Version an eine robuste Schnittstelle, um die unternehmensweite Verwaltung und Nutzung virtueller und realer Testergebnisse zu ermöglichen. Die in MaterialCenter gespeicherten Eigenschaften von Composites können als Eingabe für die Ermittlung der „Virtual Allowables“ verwendet werden. Virtuelle Testergebnisse lassen sich ebenso wie die verfügbaren realen Testdaten in MaterialCenter speichern, teilen und verwalten.

> Erweiterung der leistungsfähigen Digimat-Materialdatenbank

Der Zugang zu aussagekräftigen Materialdaten ist Grundvoraussetzung, um genaue Ergebnisse



HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz

*Kursstart:
26. September 2019
Informieren Sie
sich jetzt!
www.hsr.ch/cas-cfd*

Neues berufsbegleitendes Weiterbildungsangebot

CAS Computational Fluid Dynamics

Im CAS Computational Fluid Dynamics vermitteln Ihnen unsere Dozierenden umfassendes Fachwissen für die erfolgreiche Anwendung von Strömungssimulationen – wissenschaftlich fundiert und praxisorientiert.

Modul A	Modul B	Modul C
CFD in Practice	Fluid Dynamics and Heat Transfer	Mathematics and Computational Methods
Eigene Praxiserfahrung mit CFD-Simulationen sammeln.	Die Physik von Strömungen verstehen.	Die numerischen Methoden hinter CFD-Simulationen begreifen.

Bestimmen Sie den Umfang Ihrer Weiterbildung nach Ihren Bedürfnissen. Buchen Sie den CAS-Lehrgang oder einzelne Module. Oder erweitern Sie den Lehrgang zu einem berufsbegleitenden esocaet-Masterstudium.

esocaet
STUDIES



Werden Sie Expertin oder Experte für numerische Strömungssimulation. Profis haben nie ausgelernt.

in der Strukturberechnung und Prozesssimulation zu erzielen – für Spritzguss ebenso wie für 3D-Druck. Die Digimat-MX-Datenbank bietet direkten Zugriff auf geprüfte, gebrauchsfertige Materialmodelle von einem breiten Spektrum von Materialherstellern. Die neue Version liefert in der branchenführenden, öffentlichen Digimat-Materialdatenbank noch mehr Inhalt. Zwei neue Materialhersteller kommen hinzu: Borealis und Sumika Polymer Compounds. Neue Materialsysteme und Modelle von Asahi-Kasei Corporation, DSM, DuPont Performance Materials, Kuraray Co. Ltd., Sabic, Solvay Engineering Plastics, Solvay Specialty Polymers und Stratsys Inc sind enthalten. Insgesamt sind das über 68 neue Materialsysteme: das entspricht 15.871 neuen Modellen einschließlich Materialermüdungsdaten.

AVL und MSC Software schließen Partnerschaft für Simulation und Test autonomen Fahrens
MSC Software (MSC), Anbieter von CAE-Simulationssoftware und Dienstleistungen, und die AVL List GmbH in Österreich gaben heute eine neue Partnerschaft bekannt. Beide Unternehmen arbeiten zukünftig in Forschung, Entwicklung und Kundenprojekten zusammen, um autonomes Fahren und Fahrerassistenzsysteme zu testen und zu simulieren. Diese Zusammenarbeit folgt dem allgemeinen Konsens in der Autoindustrie, dass die Validierung von hochautomatisierten Fahrzeugsystemen (SAE Level 4 und 5) rein anhand gefahrener Kilometer weder machbar noch wirtschaftlich ist. Zudem ist das Testen auf öffentlichen Straßen stark begrenzt und birgt große Gefahren. Daher wird eine umfassende Szenario-basierte Entwicklungs- und Validierungsmethode benötigt, welche Sicherheit bei Entwicklung und Test bietet. Als führender Anbieter von Testsys-

temen entwickelt AVL eine Toolkette für eine Szenario-basierte offene Verifizierung und Validierung. In dieser Toolkette werden basierend auf einer offenen und integrierten Werkzeugumgebung die relevanten Testfälle erzeugt sowie Test und Abnahme autonomer Fahrfunktionen in kombinierten virtuellen und echten Verkehrsumgebungen ermöglicht. Mit Vires Virtual Test Drive (VTD) können virtuelle Umgebungen für Simulationen des autonomen Fahrens und von Fahrerassistenzsystemen erzeugt, konfiguriert, präsentiert und evaluiert werden. VTD deckt die ganze Bandbreite ab: vom Erzeugen des 3D-Inhalts bis zur Simulation komplizierter Verkehrsszenarien sowie vereinfachter oder realitätsnaher Sensoren. Als offenes, modulares System lässt sich VTD leicht mit anderen Anwendungen für das autonome Fahren koppeln und integrieren. „AVL und MSC haben zusammen ihre jeweiligen technologischen und industriellen Hintergründe diskutiert. Wir sind zu dem Schluss gekom-

men, dass eine Zusammenarbeit einen Mehrwert für unsere Kunden schafft bei Test und Validierung des autonomen Fahrens, von Fahrerassistenzsystemen und aktiven Sicherheitssystemen“, sagt Kai Voigt, Geschäftsführer von AVL Instrumentation, Software and Technology. „Die Toolketten-Strategie von AVL basiert auf einer offenen und integrierten Werkzeugumgebung. Dieser Ansatz ermöglicht die Integration verschiedener Werkzeuge und Inhalte - wie Vires VTD und Adams von MSC - was einen wichtigen Aspekt bei der virtuellen und realen Validierung autonomer Fahrzeuge darstellt.“

Neues MSC CoSim definiert die Grenzen der CAE-Technologie neu

MSC Software (MSC), Anbieter von CAE-Simulationssoftware und Dienstleistungen, hat die erste Version des neuen MSC CoSim veröffentlicht. MSC CoSim wurde entwickelt, um eine benutzerfreundliche Schnittstelle für die direkte Kopplung von verschiedenen Solvern und Disziplinen in einer multidisziplinären Umgebung bereitzustellen. In der ersten Version V1.6 können Ingenieure Co-Simulationen mit Adams (Mehrkörperdynamik), Marc (FEM) und scFLOW (CFD) aufsetzen. Damit wird eine breite Palette von Anwendungen im industriellen Maßstab abgedeckt: von Waschmaschinen-Vibrationen bis zum Schwappen des Kraftstoffs im Tank; von beweglichen Membranventilen bis hin zu nicht standardmäßigen Lüftern und Pumpen; von adaptiven Scheibenwischsystemen bis zu hydraulischen Aktuatoren; von Autotürdichtungen mit nichtlinearem Verhalten des Gummis bis zu Fahrwerksteilen.

> Ganzheitliche multiphysikalische Co-Simulation:

Die Erfolgsgeschichte von MSC reicht bis zu den Mondlandungen der NASA zurück. Seitdem hat sich das Softwareangebot ständig weiterentwickelt und verbreitert, seit über zehn Jahren liefert MSC branchenführende multiphysikalische CAE-Lösungen. Mit MSC

CoSim gibt es nun eine komfortable Schnittstelle, die die Lösungen verbindet. Co-Simulation kann für den CAE-Ingenieur den entscheidenden Unterschied machen: die Kopplung verschiedener Disziplinen führt zu einem einzigartigen, ganzheitlichen Überblick. Alle MSC Lösungen für Akustik, Mehrkörperdynamik, Strömungssimulation (CFD), Struktur- und Crashberechnung lassen sich kombinieren.

> Multiphysikalische Co-Simulation bedeutet höhere Genauigkeit und Effizienz:

Die Co-Simulation hilft falsche oder ungenaue Annahmen zu vermeiden. Das führt zu einer besseren Übereinstimmung zwischen CAE-Simulation und Tests. So gewinnen Produktentwickler einen besseren Einblick in das zu erwartende Produktverhalten, es kommt seltener zu Überdimensionierungen. Durch die Kopplung der verschiedenen Effekte in einer Rechnung werden genauere Ergebnisse erzielt, dabei bleibt der Entwicklungszeitraum gleich und verlängert sich nicht. Ein gutes Beispiel ist die Simulation eines Gesamtfahrzeugs, das den Bordstein rammt. Dabei verformt sich der untere Querlenker plastisch. Wird dies komplett durch die nichtlineare Finite Elemente Methode (FEM) abgebildet, können Wochen für eine solche Simulation ins Land gehen. Wird die nichtlineare FEM-Berechnung jedoch mit der Mehrkörperdynamik gekoppelt, können die Ingenieure das gleiche Maß an Genauigkeit in Stunden statt Tagen oder Wochen erreichen.

Mit den heute bereits von MSC unterstützten Technologien zur Co-Simulation können Ingenieure CAE-Aufgabenstellungen lösen, deren Lösung früher nicht denkbar gewesen wäre. Programme zur Berechnung der Mehrkörperdynamik wie Adams werden weltweit ausgiebig und selbstverständlich für industrietaugliche Co-Simulationen eingesetzt. Adams hat offene Schnittstellen zu einer Vielzahl von kommerziellen und Open Source CAE-Programmen, beispielsweise EDEM von DEM Solutions, VIRES Virtual Test Drive (VTD) für die Simu-

lation von Fahrerassistenzsystemen und autonomem Fahren und Matlab & Simulink (von MathWorks) für 1D-Systeme und Einbindung von Reglern.

Dr. Steve Jia, leitender Ingenieur bei der Litens Automotive Group, sagt zu den Co-Simulationmöglichkeiten von MSC: „In der Entwicklung wollen wir vernünftige Ergebnisse in vernünftiger Zeit erreichen. Mit der Adams-Marc-Co-Simulation können wir dieses Ziel mehr als erfüllen. Da wir über 90% Rechenzeit einsparen, ist die Optimierung mit komplexen nichtlinearen Modellen zur praktisch gut einsetzbaren Methode geworden. Solch eine Entwicklung ist für unsere Produktentwicklung sehr nützlich und von großer Bedeutung. Wir sind stolz, zusammen mit MSC diese Technologie weiter voranzubringen.“

Vires VTD 2.2 bringt Simulation autonomen Fahrens auf neues Level

Vires, Teil der Produktfamilie von MSC Software (MSC) und von Hexagon, erweitert mit der neuen Version Vires VTD 2.2 die Möglichkeiten, autonomes Fahren realitätsnah und zuverlässig zu simulieren. Virtual Test Drive (VTD) ist eine offene Plattform für Entwicklung und Erprobung von Fahrerassistenz- und autonomen Fahrsystemen. Zu den Highlights der aktuellsten Version gehören eine neue Physically Based Rendering (PBR)-Technologie für bessere fotorealistische Simulationsvisualisierung, fortgeschrittene Modelle visueller Sensoren, eine erweiterte, anwenderfreundliche visuelle Datenbank und eine neue VTD-Programmierschnittstelle für einfachere Anbindung an externe Fahrndynamik- und Sensormodelle.

Experte für Strömungssimulation setzt auf MSC Cradle CFD

MSC Software (MSC), Anbieter von Simulationssoftware und Dienstleistungen, freut sich auf die Zusammenarbeit mit MantiumCAE. Das deutsche Ingenieurbüro MantiumCAE ist auf Computational Fluid Dynamics (CFD) spezialisiert und vertreibt ab sofort die Software MSC

Cradle CFD. Die in Japan entwickelte Software für Strömungssimulation wurde 2016 in das Portfolio von MSC integriert. Entwicklungsingenieure sind damit in der Lage, umfassende Co-Simulationen über alle relevanten Simulationsdisziplinen hinweg durchzuführen.

MantiumCAE wurde als Ingenieurbüro für CFD-Simulationen gegründet und fokussiert sich auf Aerodynamik, Optimierung und CFD-Prozessoptimierung. Das Unternehmen unterstützt seine Kunden, Produkte mit besseren aerodynamischen Eigenschaften zu entwickeln und CFD-Fähigkeiten zu etablieren oder zu verbessern. Allerdings gab es in der Vergangenheit einige Projekte, bei der die damals vorhandene Software an ihre Grenzen stieß. Das ändert sich jetzt mit MSC Cradle CFD.

Während es für Optimierungen vorteilhaft ist, eher einfache Simulationen als Basis zu nutzen, bietet die Performance von MSC Cradle CFD den Strömungsexperten die Möglichkeit, auch komplexe Systeme mit ihrer komplexen Physik zu optimieren. André Zimmer, Geschäftsführer bei MantiumCAE, freut sich: „Wir können unsere Kunden nun auch bei vielschichtigen Analyseaufgaben unterstützen, die eine All-inclusive-Multiphysik-Simulationslösung erfordern, zum Beispiel bei der Simulation von Flugzeugturbinen mit Überschallströmung und Verbrennung.“

Anwender können mit MSC Cradle CFD anspruchsvolle Strömungsanalysen durchführen, zum Beispiel Wärmeleitungs-, Strahlungs- sowie Verdampfungs- und Kondensationsvorgänge simulieren. Die Software unterstützt verschiedene Methoden, um mit bewegten Netzen umzugehen. Dazu gehören Morphing, IB-Methoden und bewegliche Bereiche mit sliding interface oder mit Kontakt, um beispielsweise den Ansaugtrakt eines Verbrennungsmotors zu analysieren. Zusammen mit Starrkörpersimulationen kann berechnet werden, wie Bauteile oder Fremdkörper mit einem Flugzeug interagieren. Cradle kann zudem Phänomene wie Überschallströmung



NWC  **NAFEMS**
2019
NAFEMSWORLDCONGRESS

17-20 JUNE | QUEBEC CITY | CANADA
A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the

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

Die internationale Konferenz für Berechnung und Simulation in der Produktentwicklung.

Vortragsprogramm ab sofort zum Download unter:
www.nafems.org/congress

- **330 Fachvorträge in 10 parallelen Sessions**
- **10 Keynotes aus Industrie und Hochschule**
- **20 Short Training Courses**
- **4. Int. SPDM Konferenz**
- **Symposia, Workshops & Diskussionsrunden**
- **Networking und Informationsaustausch**
- **Große Hard- und Softwareausstellung**
- **Offen für Mitglieder und Nichtmitglieder**

Seien Sie mit dabei! Es gibt nichts vergleichbares!



www.nafems.org/congress

gen oder Strömungen mit starker Kompressibilität simulieren. Durch die Kopplung von Cradle mit der Akustiksoftware Actran ist es möglich, sehr schnelle aero-akustische Simulationen durchzuführen.

www.mscsoftware.com

NOESIS SOLUTIONS

Optimus Version 2019.1

Noesis Solutions veröffentlichte die neue Version Optimus 2019.1.

www.noessolutions.com

SIEMENS PLM SOFTWARE

Kooperation mit Automobilverband FIA für mehr Sicherheit bei Rallye-Veranstaltungen

Die Fédération Internationale de l'Automobile (FIA), der internationale Automobil-Dachverband, und Siemens wollen gemeinsam die Sicherheit von Zuschauern und Fahrern bei Rallye-Veranstaltungen in der ganzen Welt verbessern. Die Partnerschaft haben Siemens und die FIA auf dem Internationalen Automobil-Salon in Genf bekanntgegeben. Im Rahmen des Projekts soll evaluiert werden, wie Software-Lösungen der beiden Siemens-Geschäftseinheiten Mobility und PLM Software Gefahren für die Zuschauer an gefährlichen Punkten der Rennstrecke rechtzeitig erkennen können. Den Rennorganisatoren und Fahrern soll es so ermöglicht werden, präventive und/oder unmittelbare Maßnahmen zu treffen und so Unfälle zu vermeiden. Dafür wird die FIA künftig das Know-how von Siemens im Bereich Softwarelösungen für intelligente Infrastrukturen in autonomen und vernetzten Fahrzeuganwendungen einsetzen. Die Ergebnisse des Projekts fließen unmittelbar in die Verbesserung der Fußgängersicherheit in den Städten ein.

„Die FIA ist federführend, wenn es darum geht, Motorsport und urbane Mobilität miteinander zu verbinden, mit dem Ziel Veränderungen anzustoßen und das Leben der Men-

schen zu verbessern“, sagt Jean Todt, Präsident der FIA. „Die Vereinbarung zwischen Siemens und der FIA kombiniert Forschung und Entwicklung auf höchstem Niveau im Bereich Motorsport- und Straßenverkehrstechnik, um den Rennsport sicherer zu machen und die Entwicklung des Verkehrs in ‚Smart Cities‘ maßgeblich zu beeinflussen.“

„Der Rennsport ein unverzichtbares Testfeld für die Automobilindustrie im Hinblick auf zunehmend automatisierte Fahrzeuge. Wir benötigen ein breites Spektrum an Daten und anspruchsvolle Testumgebungen, um weiterhin autonome, vernetzte und elektrische Automobiltechnologien entwickeln zu können“, sagt Edward Bernardon, Vizepräsident Strategic Automotive Initiatives bei Siemens PLM Software.

„Wir freuen uns, gemeinsam mit der FIA zu erforschen, wie sich automatisierte und vernetzte Fahrzeugtechnologien nutzen lassen, um die Sicherheit von Rennfahrern und Zuschauern zu erhöhen und werden unsere Erkenntnisse in die Weiterentwicklung intelligenter Infrastruktur zur Verbesserung der Fußgängersicherheit in Städten einfließen lassen“, fügt Marcus Welz, Präsident von Siemens Intelligent Traffic Systems in Nordamerika hinzu.

Im vergangenen Jahr besuchten mehr als vier Millionen Zuschauer Rennsportveranstaltungen, die auf mehr als 25 Kilometer Strecke ausgetragen wurden. Es handelte sich oftmals um unübersichtliche Gelände mit relativ schmalen Feldwegen, Neben- und Schotterstraßen. Das erschwerte es den Rennleitern, den gesamten Bereich zu überwachen und die Sicherheit zu gewährleisten. Fahrer und Streckenpersonal könnten aufgrund dessen Zuschauer, die in der Gefahrenzone stehen, übersehen.

Um für mehr Geländeübersicht zu sorgen, wird mit Hilfe von sensorgestützten Systemen, die sowohl fahrzeug- als auch streckenseitig installiert sind, die Rennumgebung in einer 2D- und 3D-Simulation erfasst. Diese Systeme beinhalten:

> die Echtzeitverarbeitung der Da-

ten von Fahrzeugsensoren über neuronale Netzwerke und Künstliche Intelligenz zur Schaffung einer virtuellen Sicherheitszone um die Fahrzeuge.

> eine intelligente Infrastrukturtechnologie inklusive X2X-Kommunikation, die ein sicherheitsorientiertes Netzwerk bei Rennsportveranstaltungen aufbaut und Fahrer, Rennleiter und Zuschauer vernetzt.

Die Bündelung des Know-hows von Siemens und der FIA in Verbindung mit den extremen Test- und Rennbedingungen wird dazu beitragen, die Verbesserung der Sicherheit im städtischen Straßenverkehr zu beschleunigen.

Siemens erweitert branchenführendes Simcenter Simulations- und Testangebot durch Übernahme von Saab Medav

Siemens hat eine Vereinbarung über den Erwerb von NVH-Qualitätsprüfanlagen von Saab Medav Technologies GmbH unterzeichnet. Das Unternehmen ist globaler Experte für hochmoderne Signalverarbeitung, Kommunikationsintelligenz und -analyse im Zusammenhang mit Luft-, Land- und Marineanwendungen. Darüber hinaus hat sich Saab Medav auf NVH-Lösungen für industrielle Qualitätsprüfungen spezialisiert.

Die einzigartigen NVH-Testlösungen zur Qualitätsprüfung haben einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht. Im Bereich der abschließenden Qualitätsprüfung von Verbrennungsmotoren, Getrieben, Elektromotoren und motorbetriebenen Komponenten sowie Systemen kommen sie häufig als Best-Practice-Methoden zum Einsatz.

Mit der Übernahme der Lösungen von Saab Medav kann Siemens sein Simcenter-Portfolio an Testlösungen für Forschung und Entwicklung um ein integriertes Lösungspaket für die finale NVH-Qualitätsprüfung in der Produktion ergänzen.

Die Technologie und das Team von Saab Medav werden in den Siemens-Geschäftsbereich PLM Software, Teil der Siemens-Division Digital Factory, integriert. Sie er-

e-LEARNING

NAFEMS

Learn Anytime, Anywhere.

weitern das Simcenter-Geschäft für Simulations- und Testlösungen.

Mit zunehmendem Druck zur Qualitätsverbesserung steigt der Bedarf an finalen NVH-Prüfungen für Produkte wie Elektromotoren, Verbrennungsmotoren, Getriebe, Achsen und Turbolader in der Automobil- und Transportindustrie. Das steigende Interesse an Elektrofahrzeugen mit niedrigem Geräuschpegel und fehlenden Maskierungseffekten verstärkt diese Entwicklung.

„Mit der Integration von Lösungen für NVH-Qualitätsprüfung von Saab Medav erhalten Kunden von Siemens die Möglichkeit, den digitalen Zwilling ihres Produktes mit kontinuierlichen Qualitätskontrollinformationen aus der Fertigung zu bereichern. Dies gibt einzigartige Einblicke darüber, wie Produktionstechnologie und Variabilität in Fertigungslinien die Qualität des Endprodukts beeinflussen“, erklärt Jan Leuridan, Senior Vice President, Simulation & Test Solutions, Siemens PLM Software. „Die Technologie liefert direkte Informationen zur Analyse von konzeptbedingten Ursachen und Einflüssen, die bei der Herstel-

lung bestehen, und bringt Einsichten für Konzeptänderungen während der Produktentstehung. Durch die Schaffung eines kontinuierlichen Datenaustausches zwischen Produktion und Produktentwicklung wird eine direkte Rückkopplung zu den Anforderungen für zukünftige Produkte ermöglicht.“

„Siemens ist einer der Markt- und Technologieführer, wenn es um NVH-testbasierte Entwicklung und Simulation geht. Die Kombination aus testbasierten Erprobungstechnologien von Siemens und End-of-Line-Testing-Technologie (die Überprüfung der gesamten Funktionalitäten des Produktes) von Saab Medav wird eine starke Basis für zukünftige Innovationen in beiden Anwendungsbereichen bilden“, so Olaf Strama, Head of NVH Department bei Saab Medav. „Wir sind davon überzeugt, dass unsere Kunden als Teil von Siemens von einem branchenführenden Entwicklungsteam aus NVH-Testtechnologien und -lösungen profitieren werden, das ein umfangreiches Portfolio an Systemen und Software für die Datenerfassung und Smart Data Analytics

umfasst. Die globale Reichweite von Siemens wird unsere Kunden in allen wichtigen Produktionsbereichen weltweit betreffen. Das ermöglicht es uns, unsere gesamte Marktposition zu stärken.“

Die Transaktion ist bis zum Abschluss im zweiten Quartal 2019 geplant. Die Parteien haben vereinbart, keine finanziellen Details der Transaktion bekannt zu geben.

Steigerung der Produktivität: Siemens erweitert NX-Software um KI und maschinelles Lernen

Siemens hat die Erweiterung der digitalen Innovationsplattform durch die neueste Version der NX-Software bekanntgegeben, die um maschinelles Lernen (ML) und künstliche Intelligenz (KI) ergänzt wurde: Die neuen Funktionen sind in der Lage, anstehende Schritte vorherzusehen und die Benutzeroberfläche entsprechend anzupassen. So können Anwender die Software effizienter nutzen und produktiver arbeiten. Die Möglichkeit, die Benutzeroberfläche automatisch an Bedürfnisse verschiedener Anwendertypen in unterschiedlichen Abteilungen anzu-

passen, führt auch zu einer höheren Akzeptanz. Das resultiert schließlich in einem qualitativ hochwertigeren, computergestützten Technologiesystem (CAx-System) und in der Abbildung eines noch stabileren digitalen Zwillings.

„NX bleibt weiter innovationsstark. Es ist das erste CAD-Produkt, das Fähigkeiten auf Basis von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen bietet. Ich sehe in der neuen adaptiven NX-Benutzeroberfläche Wert für unsere kausalen Anwender: Sie hilft ihnen bei der Auffindbarkeit und trägt zur Verbesserung der Produktivität bei“, sagte Mr. Hyun-Min Kim, leitender Ingenieur bei Samsung Electronics Co., LTD.

ML wird zunehmend im Produktentwicklungsprozess eingesetzt, um einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen, und kann dazu verwendet werden, wertvolle Geschäftsinformationen schneller und effizienter zu liefern. Dank ML lassen sich große Datenmengen verarbeiten und analysieren, aus denen Wissen gewonnen werden kann. KI und ML können zudem dazu verwendet werden, Aktivitäten eines Benutzers und seine Arbeitsergebnisse auszuwerten, um dynamisch zu bestimmen, wie NX-Befehle bereitgestellt werden sollten, oder um die Benutzeroberfläche zu modifizieren und das erlernte Wissen für eine individuelle Personalisierung der CAx-Umgebung zu nutzen.

„Bei CAD-Anwendungen gab es immer einen Kompromiss zwischen Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit. Je umfangreicher die Anwendungen werden, desto schwieriger ist es, sie zu nutzen und zu beherrschen“, erklärt Chad Jackson, Chief Analyst bei Lifecycle Insights. „Die anpassungsfähige Benutzeroberfläche in NX umgeht dieses Problem. Sie führt Laien und geübte Benutzer zur richtigen Zeit an die richtige Funktion. Davon werden viele Anwender profitieren.“

Die digitale Innovationsplattform von Siemens wird kontinuierlich erweitert, damit Kunden einen umfassenden digitalen Zwilling aus dem Produkt, der Produktionsumgebung und der Leistung des Produkts

erstellen können. Die Integration von ML und KI in die NX-Software bietet Vorteile bei Geschwindigkeit, Leistung, Effizienz und Intelligenz durch Lernen, ohne dass diese Eigenschaften explizit programmiert werden müssen. Das bietet Kunden viele Möglichkeiten und führt unter anderem zur Verbesserung des Konstruktionsprozesses, mit dem sie ihr Produktangebot optimieren und die Markteinführungszeit verkürzen können. Das NX Command Prediction Modul ist die erste Markteinführung der adaptiven Benutzeroberflächenarchitektur von NX (kurz UI), die lernfähig ist und die Grundlage für zusätzliche ML-orientierte UI-Lösungen bildet.

„Umfangreiche Forschungen auf dem Gebiet der Mensch-Computer-Interaktion haben zu einer exzellenten statischen Oberfläche geführt. Es fehlt allerdings immer noch eine perfekt zugeschnittene dynamische Oberfläche, die sich für alle Benutzer eignet“, so Bob Haubrock, Senior Vice President, Product Engineering Software bei Siemens PLM Software. „Die neueste Version von NX verwendet maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz, um Aktionen des Anwenders und seine Arbeitsergebnisse auszuwerten. So können wir dynamisch bestimmen, wie wir die richtigen NX-Befehle bedienen oder die Benutzeroberfläche modifizieren können, um einzelne Anwender produktiver zu machen. Die Nutzung dieses Wissens über die gelernte Benutzeroberfläche für die Personalisierung von CAx-Umgebungen hilft unseren Kunden, die Gesamtnutzungs- und Akzeptanzrate zu verbessern und führt letztendlich zu effizienteren Produktentwicklungsprozessen.“

Siemens erweitert digitale Innovationsplattform: Schnellere Modellierung und genauere Simulationen mit neuester Version von Simcenter 3D

Mit dem Aufkommen neuer Materialien und Fertigungsmethoden ändern sich auch die Fertigungen selbst. Damit wird es schwieriger, sicherzustellen, dass gefertigte Teile auch exakt der Konstruktion entsprechen. Mit der neuesten Version von Simcenter 3D bringt Siemens PLM Software neue, hochmoderne Simulationsfunktionen, stärkere Verbindungen zu einem größeren Simcenter-Portfolio und eine Erweiterung der integrierten multidisziplinären Umgebung.

Dadurch stellt Siemens eine erweiterte Simulationslösungsfläche bereit. Sie unterstützt Ingenieure dabei, Zeit einzusparen, Kosten und Aufwand zu reduzieren und die Produktleistung vorherzusagen. Ebenfalls wurde die Simulationslösung aktualisiert, um die Simulation des additiven Fertigungsprozesses mit abzufertigen, und um Bereiche wie die Getriebe simulation, die Sicherheitsmarge der Flugzeugstruktur und die Fluid-Struktur-Wechselwirkung abzudecken.

„Um präzise digitale Zwillinge von Produkten bauen zu können, verlangen Unternehmen nach Innovationen für ihre Simulationssoftware“, so Jan Leuridan, Senior Vice President für Simulations- und Testlösungen bei Siemens PLM Software. „Wir entwickeln ständig neue Lösungen, um die Simulationsprozesse zu rationalisieren und eine höhere Genauigkeit zu erreichen. Die neue Version ist ein wichtiger Meilenstein hinsichtlich der Integration von Physik und Technologien in die Simcenter 3D-Umgebung. So können unsere Kunden die tatsächliche Leistung eines Produkts vorhersagen.“

Simcenter 3D ist nun in der Lage, die Erstellung und Simulation von Übertragungssimulationsmodellen in einer einzigen integrierten Umgebung zu automatisieren. Die Integration dieses traditionell mehrstufigen, fehleranfälligen Prozesses in ein einziges Werkzeug kann den Aufwand des Ingenieurs um bis zu

80 Prozent reduzieren. Das führt zu einem weitaus effizienteren Prozess. „Das Erstellen eines komplexen Getriebemodells mit mehreren Körpern ist eine sehr zeitaufwendige Arbeit, die häufig die Verwendung mehrerer Software-Tools erfordert“, erklärt Horim Yang, leitender Forschungsingenieur bei Hyundai Motor Company. „Simcenter 3D eignet sich gut für unsere Konstruktionszwecke und kann die Gesamtzeit der Übertragung von Modellierung und Simulation reduzieren.“

Die neueste Version von Simcenter 3D bietet neue Pfade zum digitalen roten Faden durch Synergien mit dem Simcenter-Portfolio. Neue Verbindungen zwischen Simcenter 3D und der Simcenter Star-CCM+ Software ermöglichen Aero-Akustik- und Aero-Vibro-Akustik-Simulationen. Dadurch können Kunden die Quelle unerwünschter Geräusche beseitigen und so für einen verbesserten Kabinenkomfort sorgen. Ebenfalls kann Simcenter 3D mit der Streckenführungsanwendung der NX Software verbunden werden, um Grundrisse und Verbindungspunkte für elektrische Kabel zu erhalten. Simcenter 3D ist dann in der Lage, die Verformung des elektrischen Kabels in beweglichen Baugruppen zu simulieren. So können Ingenieure sicherstellen, dass Kabelbäume nicht an beweglichen Teilen hängen bleiben und sich nach Bedarf an die Kabelführung anpassen.

Weitere neue Funktionen in Simcenter 3D 2019.1 umfassen:

- > Simcenter 3D Aerostructure kann jetzt die End-to-End-Strukturanalyse und den Sicherheitspielraum um bis zu 30 Prozent rationalisieren.
- > Die Topologieoptimierung ist jetzt robuster, benutzerfreundlicher und fügt Konstruktionsziele oder Einschränkungen für die strukturelle Integrität eines Teils hinzu, wenn es kritischen Belastungen ausgesetzt ist.
- > Mit einem neuen Simulationstool für additive Fertigungsprozesse können Hersteller auf Anhieb einen qualitativ hochwertigen Druck erzielen, der der gewünschten Form entspricht. So sparen sie enorm an Ressourcen, Kosten und Zeit.

www.siemens.com/plm

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.

Permas Technologietag	11.04.	Stuttgart, D	www.intes.de	Intes
automotive CAE Grand Challenge	16.-17.04.	Hanau, D	www.carhs.de	Carhs
MATFEM Conference	07.05.	Hohenkammer, D	www.matfem.de	Matfem
Graz Symposium Virtual Vehicle (GSVF)	07.-08.05.	Graz, A	www.v2c2.at	ViF
Int. Femfat User Meeting	08.-09.05.	Steyr, A	www.femfat.magna.com	Magna
VI-grade Conference	13.-14.05.	Hanau, D	www.vi-grade.com	VI-grade
European LS-DYNA Conference	14.-16.05.	Koblenz, D	www.dynamore.de	DYNAmore
Safety Week	14.-16.05.	Würzburg, D	www.carhs.de	Carhs
Before Reality Conference	20.-22.05.	München, D	www.beta-cae.com	BETA CAE Systems
CCeV-Forum «Composites in Aerospace»	21.05.	Zürich, CH	www.carbon-composites.eu	Carbon Composites
Weimarer Optimierungs- und Stochastiktage	06.- 07.06.	Weimar, D	www.dynardo.de	Dynardo
Composites Convention	12.-13.06.	Stade, D	www.carbon-composites.eu	CFK Valley
Automatisierte Fertigung im Bauwesen von Bauteilen mit Polymermatrix und Betonmatrix	13.06.	Innsbruck,A	www.carbon-composites.eu	CCeV
NAFEMS World Congress inc. the Int. SPDM Conference	17.-20.06.	Quebec City, CAN	www.nafems.org/congress	NAFEMS



NWC NAFEMS
2019
 NAFEMSWORLDCONGRESS
 17-20 JUNE | QUEBEC CITY | CANADA
 A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

incorporating the

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
 Simulation Process & Data Management

Herausforderung CFK in der Medizinbranche	18.06.	Duderstadt, D	www.carbon-composites.eu	Carbon Composites e.V
70 Jahre Zukunftsforschung bei Fraunhofer	27.06.	Darmstadt, D	www.rhein-main.fraunhofer.de	Fraunhofer
Cadferm Ansys Simulation Conference	16.-17.10	Kassel, D	www.simulation-conference.com	Cadferm
Mentor User Conference	04.11.	München, D	www.mentor.com	Mentor
NAFEMS Kurs:	Master Course V&V: Verification and Validation in Engineering Simulation – Building Simulation Credibility in an Industrial Context			
tba - Nov.	München, D	www.nafems.org (ab Ende April)	NAFEMS	
NAFEMS Seminar:	Konstruktionsnahe CFD-Berechnung			
11.-12.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS	
NAFEMS Seminar:	Multiphysikalische Simulationen in der Entwicklung von E-Motoren			
13.-14.11.	Wiesbaden, D	www.nafems.org	NAFEMS	

Weitere Veranstaltungen: www.nafems.org/events

Anwendung numerischer Methoden zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit von wälzgelagerten Planetenrädern

Prof. Dr.-Ing. B. Schlecht, Dipl.-Ing. M. Tragsdorf

Technische Universität Dresden
Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion

Eine ökonomische und betriebssichere Auslegung von Maschinenelementen ist im Entwicklungsprozess von vorrangiger Bedeutung. In der Entwicklung von Planetengetrieben liegt der Fokus besonders auf eine Verringerung des Bauraumvolumens bei gleichzeitiger Beibehaltung oder Verbesserung des Leistungsgewichtes. Zusätzlich zu den Hohlrädern bieten die Planetenräder das größte Potenzial zur Masseinsparung. Zu diesem Zweck werden diese meist mit einer dünnwandigen, elastischen Kranzgeometrie ausgeführt.

Die meisten Normen zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit geraten dabei an die Grenzen ihres Definitionsbereiches. Die Reduzierung des radialen Bauraums bei Planeten mit kleiner werdendem Durchmesser führt in der Regel zur Verwendung von integrierten Wälzlagerungen. Dabei übernimmt das Zahnrad zusätzlich auch die Aufgabe des Lageraußenringes. Die auftretende Deformation des Planetenrades und damit auch die lokalen Zahnfußspannungen hängen damit stark vom dem sich einstellenden Kräftegleichgewicht zwischen den angreifenden Zahnkräften und der Lagerreaktionskräften ab. Während bei einem klassischen Stirnradgetriebe ein einzelner Zahn hinsichtlich der Biegung im Zahnfuß während einer Umdrehung im Allgemeinen nur rein schwellend belastet wird, so liegt bei einem Planetenrad eine rein wechselnde Belastung aufgrund der Zahneingriffe mit Sonnen- und Hohlrad vor [3]. Ist der Planet nun auch noch mit einer elastischen Zahnkranzgeometrie ausgeführt, so können zusätzlich signifikante Spannungen außerhalb des Bereiches des Zahnkontaktes auftreten. Die Berechnung nach gängigen Normen, welche lediglich die Spannungen im Bereich des Zahneingriffes berücksichtigt, ist somit nur eingeschränkt anwendbar.

Im folgenden Beitrag soll eine Methode zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit beschrieben werden, welche auf Basis von numerischer ermittelten Spannungswerten eine Berechnung der Zahnfußsicherheit ermöglicht. Die korrekte Aufbringung von Lasten im Bereich des Zahnkontaktes und des Kontaktgebietes mit den Wälzkörper der Lagerung verlangt eine besondere Herangehensweise bei der Erstellung der FE-Vernetzung und der Definition von Randbedingungen. Weiterhin muss für eine Anwendbarkeit der Vorgehensweise zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit in Anlehnung an bestehenden Normen eine Anpassung des Spannungstensors zur Auswertung der Tangentialspannung im Zahnfuß vorgenommen werden. Die Auswertung der Tangentialspannung über dem gesamten Radumfang zeigt im Gegensatz zu Planeten mit steifem Kranz keinen rein wechselnden Charakter. Daher muss auch die auftretende Mittelspannung bei der Berechnung berücksichtigt werden.

1 Kräftegleichgewicht am Planetenrad

Das Planetenrad wird durch die Tangential- und Radialkräfte aus den Zahneingriffen mit Sonne und Hohlrads belastet. Bei Schrägverzahnungen sind weiterhin Axialkräfte wirksam, welche ein zusätzliches Kippmoment generieren, wie in Abbildung 1 dargestellt. Die angreifenden Zahnkräfte stehen mit den Reaktionskräften der Planetenradlagerung im Gleichgewicht. Im Falle einer Wälzlagerung sind dies die Kräfte an den einzelnen Wälzkörpern. Um die lokale Zahnfußspannung zu bestimmen, werden diese über Einzelsteifigkeiten innerhalb eines Finite Element Modelles abstrahiert. Dafür werden die Wälzkörper in Breitenrichtung in Einzelscheiben unterteilt. Jede dieser Scheiben wird durch ein einzelnes Federelement repräsentiert. Die hinterlegte Kraft-Verschiebungskennlinie jedes Elementes beschreibt das nichtlineare Verhalten der Wälzkörpersteifigkeit anhand von Gleichung (1.1) analog zur Beschreibung nach DIN 26281 [7] inklusive eines vorhandenen Lagerspiels.

$$F_i = c_i \cdot \delta_i^{\frac{10}{9}} \quad \text{mit} \quad c_i = \frac{35948 \cdot L_{we}^{8/9}}{n_i} \quad (1.1)$$

Das vorhandene Lagerspiel beeinflusst stark die Verteilung der Lagerlast am Zahnradinnendurchmesser. Ist kein Lagerspiel vorgesehen oder werden die Lager vorgespannt eingebaut, so muss die Deformation des Planeten von den Wälzkörpern aufgenommen werden. Mit steigendem Lagerspiel wird dem Planeten immer mehr Raum zur freien Verformung gegeben.

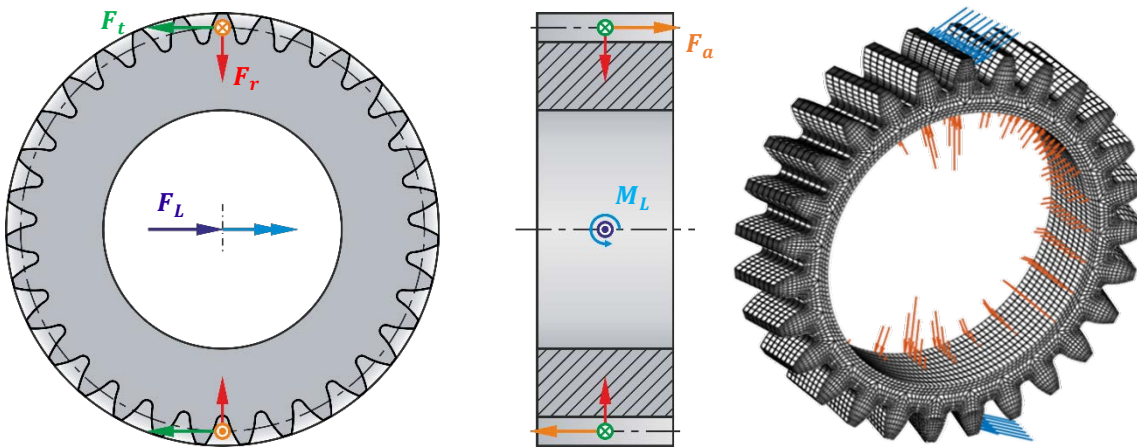


Abb. 1: Zahnkräfte und Lagerreaktionskräfte am Planetenrad

2 Numerische Berechnung der Zahnfußspannung

Die Kontaktlinie eines Zahnpaars ergibt sich aus dem Schnitt der Zahnflanke mit der Eingriffsebene. Diese wird begrenzt durch die Kopfkreiszyylinder beider Zahnräder. Bei Schrägverzahnungen verläuft die Kontaktlinie nicht länger auf einer konstanten Höhe über die Zahnflanke. Daher wurde das Netz des Finite-Element-Modells dahingehend modifiziert, so dass die Elementkanten entlang der theoretischen Kontaktlinie mit veränderlicher Höhe über der Zahnflanke verlaufen. So kann die korrekte Höhe der Kraftangriffspunkte im FE-Modell reproduziert werden. Das FE-Netz des Planetenrades wurde mit quadratischen Hexaederelementen vernetzt und hinsichtlich der korrekten Positionierung der Kraftangriffspunkte optimiert. Allerdings muss das Netz bei einer Veränderung der Winkelstellung des Zahnrades an die neue Kontaktsituation angepasst werden. Weiterhin sind die Elemente am Innendurchmesser des Zahnrades entlang der Zahnradachse ausgerichtet, so dass mit der Position der einzelnen Wälzkörper übereinstimmen. Die Ermittlung der lokalen Zahnfußspannung anhand der bekannten Normen [5], [6], [8] zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit basiert auf der Ermittlung der Spannung in einer definierten Eingriffsstellung, in der Regel dem äußeren Einzeleingriffspunkt. Zu diesem Zweck wird die Nennspannung an einer bestimmten Stelle der Zahnfußkurve der Ersatzgeradverzahnung bestimmt und mit der Hilfe des Spannungskorrekturfaktors und anderer empirischer Faktoren in die örtliche Zahnfußspannung umgerechnet. Einige Normen erlauben die Verwendung einer höherwertigen Methode zur Bestimmung der örtlichen Zahnfußspannung. Bei der Anwendung hinsichtlich Planetenräder mit dünnem Zahnkranz kann zusätzlich aufgrund der zunehmenden Verformung des Zahnkranzes eine signifikante Zugspannung außerhalb des Eingriffsbereiches auftreten [2], [4]. Für die Ermittlung der Doppelamplitude der Zahnfußspannung muss die Betrachtung daher auf den kompletten Radumfang erweitert werden. Dafür wird die Spannung mittels eines FE-

Modelles über mehrere Eingriffsstellungen innerhalb einer Teilung ermittelt. Die Spannungen über Tangentialwinkel und Breitenkoordinate aller Zahnfußkurven und Eingriffsstellungen ergeben dann einen Verlauf über den kompletten Radumfang.

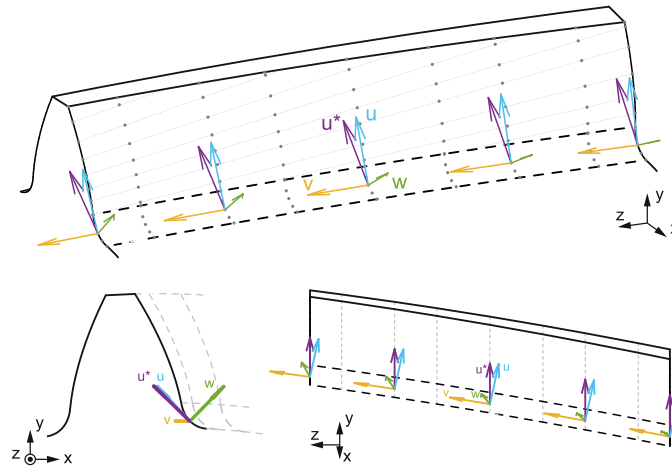


Abb. 2: Transformation des Spannungstensors vom globalen ins lokale Koordinatensystem

Für die Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit muss die Tangentialspannung in der Zahnfußkurve ausgewertet werden. Aufgrund der auftretenden Mittelspannung variiert der Festigkeitswert in Abhängigkeit der lokalen Belastung und der versagensrelevante Ort kann nicht im Vorfeld definiert werden. Daher wird der Tragfähigkeitsnachweis lokal auf eine diskrete Anzahl an Punkten innerhalb der Zahnfußkurve angewendet. Für die Berechnung der Tangentialspannungen muss der Spannungstensor jedes Punktes in der Fußkurve vom globalen Koordinatensystem in das jeweilige lokale Koordinatensystem gedreht werden. Dies geschieht anhand der Beziehungen (2.1) bis (2.6) nach [1]. Die Darstellung des lokalen Koordinatensystems und der Komponenten der Transformationsmatrix sind in Abbildung 2 zu sehen.

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{yx} & \sigma_{zx} \\ \sigma_{xy} & \sigma_{yy} & \sigma_{zy} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_{zz} \end{pmatrix} \tag{2.1}$$

$$\boldsymbol{\sigma}' = \begin{pmatrix} \sigma_{uu} & \sigma_{vu} & \sigma_{wu} \\ \sigma_{uv} & \sigma_{vv} & \sigma_{wv} \\ \sigma_{uw} & \sigma_{vw} & \sigma_{ww} \end{pmatrix} \tag{2.2}$$

$$\boldsymbol{\sigma}' \cong \begin{pmatrix} \sigma_{z,d} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \tag{2.3}$$

$$\boldsymbol{\sigma}' = \mathbf{T}^T \cdot \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{T} \tag{2.4}$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \frac{\vec{u}}{\|\vec{u}\|} & \frac{\vec{v}}{\|\vec{v}\|} & \frac{\vec{w}}{\|\vec{w}\|} \end{bmatrix} \tag{2.5}$$

$$\vec{u} = \vec{v} \times \vec{w}, \quad \vec{w} = \vec{u}^* \times \vec{v} \tag{2.6}$$

In Abbildung 3 sind die Darstellungen der resultierenden Lagerlast und der Tangentialspannung für Zug- und Druckseite des Zahnes über den kompletten Radumfang für einen exemplarischen Punkt in der Zahnfußkurve zu finden. Auf der linken Seite der Abbildung sind die Ergebnisse für ein Lager ohne Lagerspiel gezeigt während auf der rechten Seite die Ergebnisse für ein modelliertes Lagerspiel von 50 µm dargestellt sind.

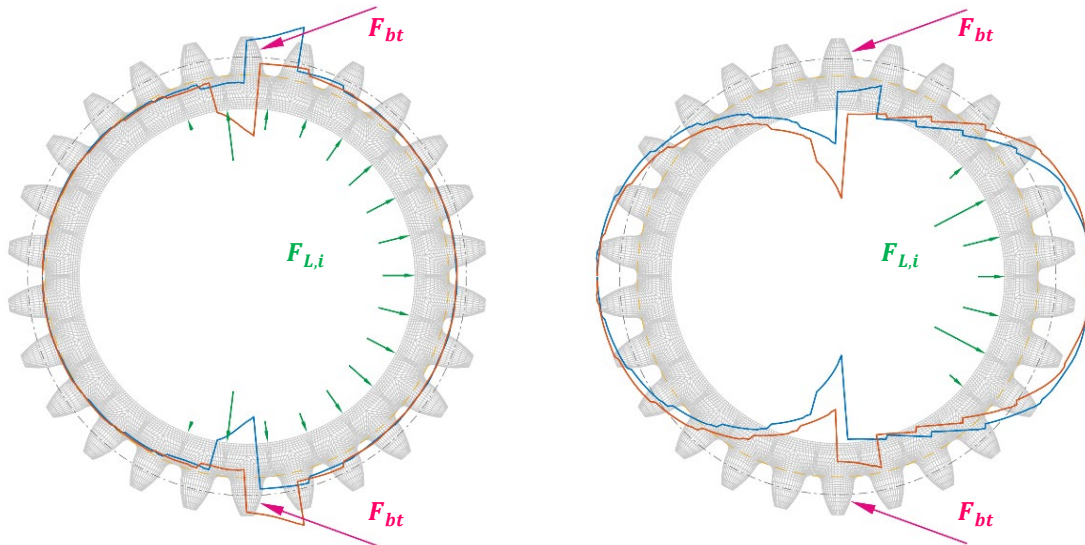


Abb. 3: Lagerlast und Tangentialspannung für Lagerpiel 0 μm (links) und 50 μm (rechts)

3 Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit

Für die Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit werden die ermittelten Werte der Tangentialspannungsamplitude einem zugehörigen Festigkeitswert gegenübergestellt. Dies ist analog zu dem Vorgehen nach DIN 3990 [6] und ISO 6336 [8]. Beide Normen erlauben die Verwendung einer höherwertigeren Methode zur Bestimmung der örtlichen Zahnfußspannung, wie bereits in Abschnitt 2 beschrieben. Normalerweise wird im Rahmen der Zahnfußtragfähigkeitsberechnung die Spannungsamplitude einem reinen Schwellfestigkeitswert gegenübergestellt. Für den Fall einer rein wechselnden Belastungsart, wie sie beispielsweise bei Planetenrädern durch den Kontakt mit Sonnen- und Hohlrad auftritt, wird der Schwellfestigkeitswert über den Faktor 0,7 in einen Wechselfestigkeitswert umgerechnet. Jedoch für die Berücksichtigung einer allgemeinen Mittelspannung muss der Schwellfestigkeitswert in einen mittlungsabhängigen Festigkeitswert umgerechnet werden. Dies geschieht unter Zuhilfenahme des Smith-Diagrammes aus Abbildung 4 und den dazugehörigen Gleichungen (3.1) bis (3.6) analog zum Vorgehen nach VDI 2737 [9].

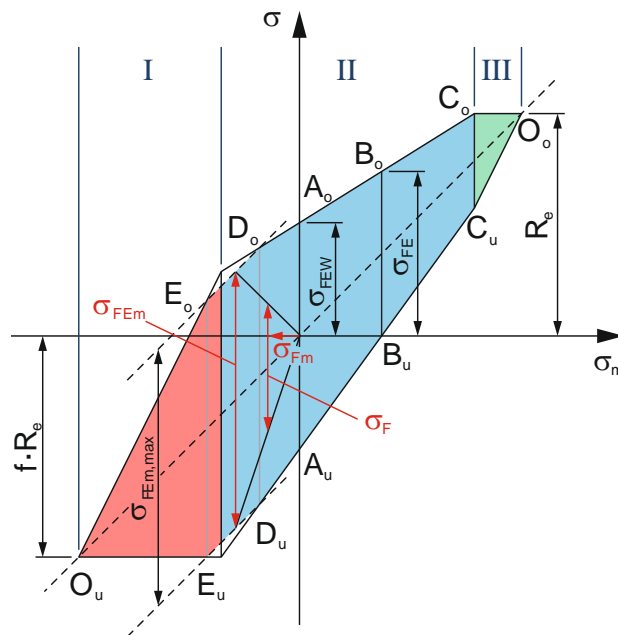


Abb. 4: Berechnung des mittlungsabhängigen Festigkeitswertes

Die Berechnung des Sicherheitswertes für die Zahnfußtragfähigkeit des Planeten erfolgt lokal für jeden diskreten Punkt der Zahnfußkurve nach Gleichung (3.7) analog zur Berechnung nach ISO 6336 [8]. Anstelle der reinen Schwellfestigkeit wird allerdings der jeweils zugehörige mittelspannungsabhängige Festigkeitswert σ_{FEm} eingesetzt. Die lokale Zahnfußspannung entspricht dem jeweiligen Wert der Doppelamplitude, die aus dem Tangentialspannungsverlauf als Resultat des Finite-Element-Modelles ermittelt werden kann.

$$\sigma_{FEm,I} = f \cdot R_e \cdot \frac{\sigma_F}{\frac{\sigma_F}{2} - \sigma_{Fm}} \quad (3.1)$$

$$\sigma_{FEm,II} = \sigma_{FE} \cdot \frac{\frac{\sigma_{FEW}}{\sigma_{FE}}}{\frac{\sigma_{Fm}}{\sigma_F} \cdot \left(\frac{\sigma_{FEW}}{\sigma_{FE}} - 1\right) + \frac{1}{2}} \quad (3.2)$$

$$\sigma_{FEm,III} = R_e \cdot \frac{\sigma_F}{\frac{\sigma_F}{2} + \sigma_{Fm}} \quad (3.3)$$

$$\sigma_{FEm,II} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sigma_{Fm}}{\sigma_F}\right) < f \cdot R_e \quad (3.4)$$

$$\sigma_{FEm,II} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\sigma_{Fm}}{\sigma_F}\right) < R_e \quad (3.5)$$

$$\sigma_{FEm,max} = \sigma_{FE} \cdot \left(3 \cdot \frac{\sigma_{FEW}}{\sigma_{FE}} - \frac{1}{2}\right) \quad (3.6)$$

$$S_F = \frac{\sigma_{FEm} \cdot Y_{\delta relT} \cdot Y_{NT}}{\sigma_F} \cdot Y_X \cdot Y_{RrelT} \quad (3.7)$$

Die Faktoren zur Berücksichtigung Stützwirkung $Y_{\delta relT}$, Lebensdauer Y_{NT} , Größeneinfluss Y_X und Rauheit Y_{RrelT} werden analog zur ISO 6336 [8] nach Methode B für Dauerfestigkeit ermittelt. Ein Einfluss des dünnen Kranzes auf die Stützwirkung wird in der beschriebenen Herangehensweise vernachlässigt. Die notwendige Bestimmung des Spannungsgefälles stellt deutlich höhere Anforderungen an das verwendete FE-Modell. Gleichzeitig wird der Einfluss für einsatzgehärtete Verzahnungen nur als sehr gering eingeschätzt, wie folgendes Rechenbeispiel zeigen soll.

Dazu wird die Gleichung (3.8) zur Ermittlung der relativen Stützwirkung $Y_{\delta rel T}$ nach ISO 6336 [8] herangezogen.

$$Y_{\delta rel T} = \frac{1 + \sqrt{\rho' \cdot \chi^*}}{1 + \sqrt{\rho' \cdot \chi_T^*}} \quad (3.8)$$

Die Gleitschichtbreite für einsatzgehärtete Verzahnungen wird mit $\rho' = 3 \mu m$ angenommen. Das bezogene Spannungsgefälle des Referenzprüfrades ergibt sich zu $\chi_T^* = 1,2$. Zur Verdeutlichung des Einflusses einer Änderung des Spannungsgefälles wird eine Fehlerfortpflanzungsbetrachtung angeführt. Der absolute Fehler $\Delta Y_{\delta rel T}$ der relativen Stützwirkung ergibt sich nach Gleichung (3.9).

$$\Delta Y_{\delta rel T} = \frac{dY_{\delta rel T}}{d\chi^*} \cdot \Delta\chi^* = \frac{\rho' \cdot \Delta\chi^*}{2 \cdot (1 + \sqrt{\rho' \cdot \chi_T^*}) \cdot \sqrt{\rho' \cdot \chi^*}} \quad (3.9)$$

Betrachtet wird nun der relative Fehler $\Delta Y_{\delta rel T} / Y_{\delta rel T}$ in Abhängigkeit des relativen Fehlers des bezogenen Spannungsgefälles $\Delta\chi^* / \chi^*$, wie er in Abbildung 5 dargestellt ist. Es ist zweifelsfrei erkennbar, dass eine Änderung des bezogenen Spannungsgefälles von $\pm 50\%$ lediglich eine Änderung der relativen Stützziffer von $-1,88\%$ bis $+1,09\%$ zur Folge hat.

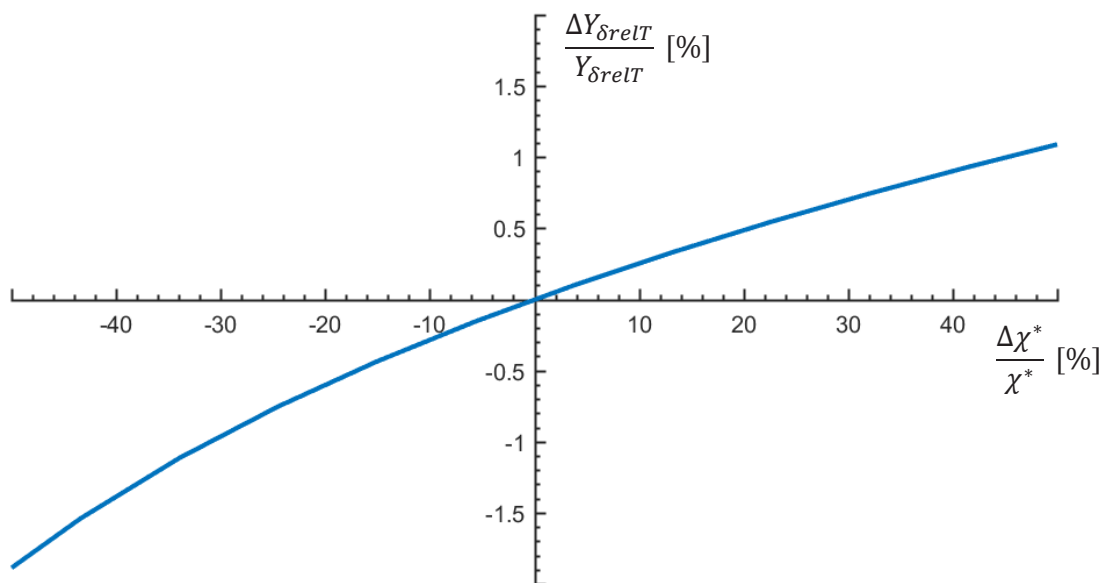


Abb. 5: Fehlerfortpflanzung bei Änderung des bezogenen Spannungsgefälles

Die Ergebnisse der Berechnung der lokalen Zahnfußsicherheit sind in Abbildung 6 dargestellt. Die lokalen Sicherheitswerte für die Zug- und Druckseite des Zahnes sind über Zahnbreite und Tangentenwinkel dargestellt. Die Markierung identifiziert den Ort der minimalen Sicherheit. Es ist klar erkennbar, dass diese nicht am Ort der Nennspannungsermittlung nach Norm (30°-Tangente) sondern in der Nähe der 50°-Tangente auftritt. Der schädigungsrelevante Ort tritt also wesentlich tiefer in der Zahnfußkurve zu finden.

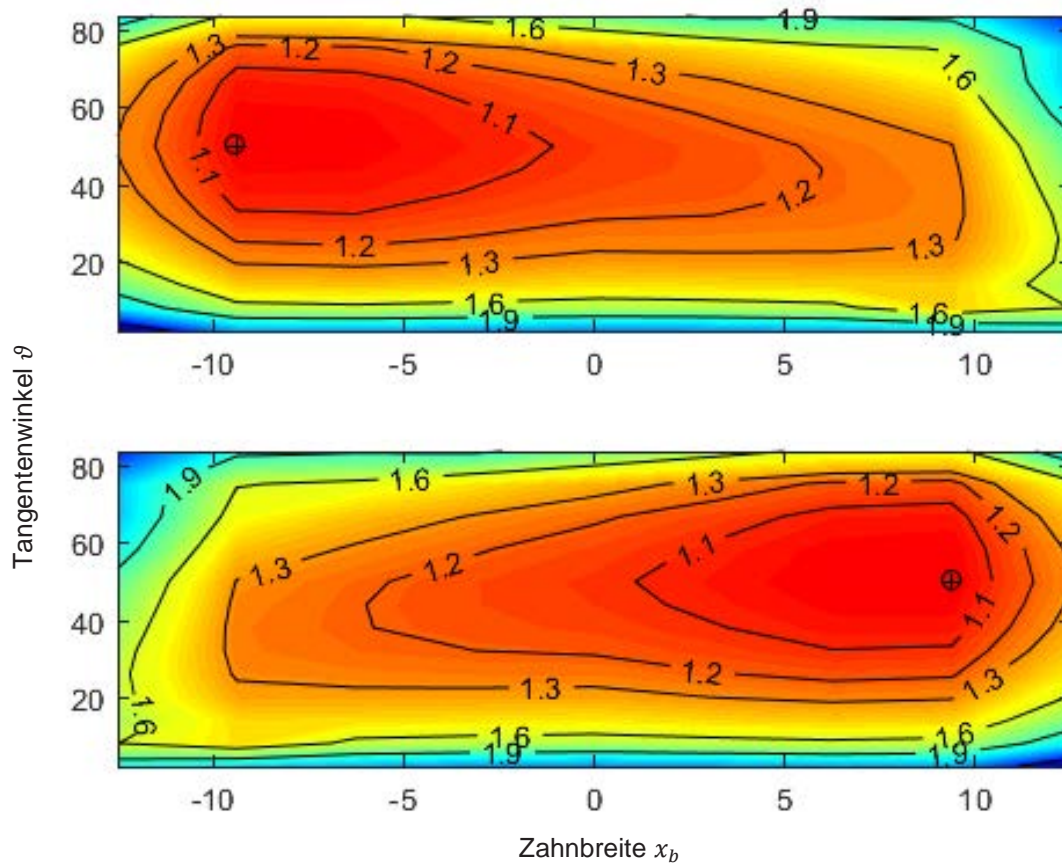


Abb. 6: Berechnete Sicherheitswerte (normalisiert)

4 Literatur

- [1] KIENZLER, R.; SCHRÖDER, R.: *Einführung in die Höhere Festigkeitslehre*. Berlin: Springer, 2009
- [2] LINKE, H.: *Stirnradverzahnungen – Berechnung, Werkstoffe, Fertigung*. 2. Aufl. München: Hanser, 2010
- [3] NIEMANN, G.; WINTER, H.: *Maschinenelemente. 2 – Getriebe allgemein, Zahnradgetriebe - Grundlagen, Stirnradgetriebe*. 2. Aufl. Berlin: Springer, 1985
- [4] SCHLECHT, B.: *Maschinenelemente 2 – Getriebe, Verzahnungen, Lagerungen*. München: Pearson Studium, 2010
- [5] ANSI/AGMA 2001-D:2010-00, Fundamental Rating Factors and Calculation Methods for Involute Spur and Helical Gear Teeth
- [6] DIN 3990-3:1987-12. Tragfähigkeitsberechnung von Stirnrädern – Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit
- [7] DIN 26281:2010-11. Wälzlager – Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer für Wälzlager
- [8] ISO 6336-3:2006-09. Tragfähigkeitsberechnung von gerad- und schrägverzahnenden Stirnrädern – Teil 3: Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit
- [9] VDI 2737:2012-12. Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit von Innenverzahnungen mit Zahnkranzeinfluss

3D Kornstruktursimulation in der pulverbettbasierten additiven Fertigung

Johannes A. Koepf¹, Dominic Soldner², Martin R. Gotterbarm¹,
Matthias Markl¹, Julia Mergheim², Carolin Körner¹

¹ Lehrstuhl Werkstoffkunde und Technologie der Metalle (WTM)
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen- Nürnberg (FAU)

² Lehrstuhl für Technische Mechanik (LTM)
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen- Nürnberg (FAU)

Der Begriff der pulverbettbasierten additiven Fertigung fasst Fertigungsverfahren zusammen, bei denen Bauteile durch iteratives Schmelzen von Pulverpartikeln hergestellt werden. Das Vorgehen besteht aus vier Stufen: Vorheizen, aufschmelzen, absenken der Bauplattform und aufbringen einer neuen Pulverschicht. Im Bereich der metallischen Werkstoffe wird die notwendige Energie zum Aufschmelzen des Pulvers entweder durch einen Laser- oder Elektronenstrahl eingebracht. Strahlparameter wie Leistung und Geschwindigkeit beeinflussen enorm die Kornstruktur und damit die resultierenden Eigenschaften des fertigen Bauteils. Der genaue Einfluss der einzelnen Strahlparameter auf die entstehende Kornstruktur ist noch immer nicht vollständig verstanden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird, zur Vorhersage der Mikrostruktur additiv gefertigter Bauteile, ein drei dimensionaler Finite-Elemente-Solver zur Berechnung der Temperaturfelder mit einem Zellularen Automaten Solver zur Bestimmung der Kornstruktur kombiniert. Die Ausführung auf einen Hochleistungs- Clustercomputer ermöglichte die Berechnung der Mikrostruktur in angemessener Zeit und stellt damit die Grundlage für die Optimierung der Strahlparameter in der additiven Fertigung dar.

1 Einleitung

Der Mikrostruktur additiv gefertigter Bauteile kommt aufgrund ihres großen Einflusses auf die resultierenden Bauteileigenschaften eine enorme Bedeutung zu. Es kann experimentell gezeigt werden, dass sich die resultierende Kornstruktur durch Veränderung der Strahlgeschwindigkeit und -leistung beeinflussen lässt [1]. Die gezielte Ausnutzung dieses Effekts zur Fertigung maßgeschneiderter Bauteile erfordert allerdings ein tiefgreifendes Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen. Eine maßgebliche Rolle spielt der Energieeintrag und die daraus resultierende Topologie des Schmelzpool. Aufgrund der kurzen Prozesszeiten und der hohen Temperaturen sind diese Werte experimentell allerdings schwer zu ermitteln. Numerische Simulationen ermöglichen die Untersuchung der thermischen Bedingungen innerhalb des Schmelzpool und ermöglichen damit die Vorhersage der resultierenden Mikrostruktur der jeweiligen Strahlparameter. Das hier vorgestellte Kristallwachstumsmodell konnte mit Hilfe einer analytischen Temperaturlösung bereits die Kornstruktur eines additiv gefertigten Bauteils detailliert vorhersagen [2]. Im Folgenden wird die Anwendung dieses Modells zusammen mit einem numerischen FEM-Solver zur Berechnung der Temperaturfelder demonstriert.

2 Experimentelles

Die hier verwendeten quaderförmigen Probekörper ($15 \times 15 \times 20 \text{ mm}^3$) wurden auf einer Arcam A2 SEBM Anlage gefertigt. Der Aufbau erfolgt durch schichtweises Aufschmelzen von IN718- Pulver bei einer Schichtdicke von 50 μm . Der Pfad des Elektronenstrahls wurde um 90° nach jeder Schicht gedreht. Von den Proben wurden Längsschliffe und in 5mm Abständen zusätzlich Querschliffe angefertigt. Sowohl an den Längs- als auch den Querschliffen wurden EBSD- Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse, mit denen der Simulation verglichen wurden.

3 Modellbeschreibung

3.1 Thermisches Modell

Für die numerische Approximation des Temperaturfeldes während des selektiven Elektronenstrahlschmelzens wird die nichtlineare Wärmeleitungsgleichung in einer Enthalpie-Formulierung gelöst: $\dot{H} = \nabla \cdot (\lambda(T)\nabla T) + Q$. Dabei entsprechen H der Enthalpie, welche sich aus dem Produkt einer spezifischen Enthalpie und der Materialdichte ergibt, λ der Wärmeleitfähigkeit, Q einem Volumenquellterm und T dem Temperaturfeld. Nichtlineares Materialverhalten, wie beispielsweise eine temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit oder der Effekt latenter Wärme, werden ebenfalls berücksichtigt. Die Modellierung des Energieeintrags basiert auf [3]. Für die Diskretisierung der Wärmeleitungsgleichung im Raum, basierend auf [4], wird unter Zuhilfenahme der OpenSource C++ Bibliothek deal.II [5], die Finite Elemente Methode verwendet. Die zeitliche Domäne ist mit einem implizitem Runge-Kutta Verfahren zweiter Ordnung (S DIRK) [6] diskretisiert.

3.2 Berechnung der Mikrostruktur

Das hier vorgestellte Modell basiert auf einem Modell zur Vorhersage des dendritischen Kornwachstums [7], welches an die Verwendung für die additive Fertigung angepasst wurde. Nach einer kurzen Zusammenfassung des ursprünglichen Modells werden diese Anpassungen im Folgenden erläutert.

3.2.1 Wachstum dendritischer Kristalle

Das zugrundeliegende Modell basiert auf einem zellulären Automaten (ZA), wobei der Zustand der Zellen die Körner darstellen. Die Randbereiche der Dendriten werden mittels Oktaeder approximiert, die an die Zellen gebunden sind. Die Oktaeder wachsen mit einer von der Unterkühlung ΔT abhängigen Geschwindigkeit v , die sich mit einem Polynomgesetz berechnen lässt:

$$v(\Delta T) = A \cdot \Delta T^2 + B \cdot \Delta T^3$$

Sobald ein Oktaeder das Zentrum einer angrenzenden flüssigen Zelle überstreicht, wird diese eingefangen: Sie wird mit dem Korn der Elternzelle assoziiert und erhält ein eigenes Oktaeder mit derselben Kornorientierung. Oktaeder wachsen unabhängig voneinander, bis alle angrenzenden Zellen eingefangen wurden. Zellen, die keine flüssigen Nachbarn mehr haben, werden nicht mehr berücksichtigt.

3.2.2 Korninitialisierung

Verschiedene Zellen werden zu einem Korn zusammengeschlossen und gemeinsam initiiert. Die Anzahl der Zellen eines solchen Zusammenschlusses spiegelt die Korngröße in den Pulverpartikeln wider. Dabei behalten alle Zellen ihre eigenen Oktaeder und Zustände, teilen sich jedoch die Kornorientierung falls sie zu demselben Korn gehören. Die Kornorientierung wird dabei durch die Angabe der drei Eulerwinkel definiert, welche zufällig gewählt werden. Zur Berechnung der Zufallszahlen wurde ein Mersenne-Twister- Algorithmus verwendet.

3.2.2 Wiederaufschmelzen

In der pulverbettbasierten additiven Fertigung werden Zellen mehrmals aufgeschmolzen. Dabei werden bereits erstarrte Zellen wieder verflüssigt und können von den angrenzenden Zellen erneut eingefangen werden. Während das Oktaeder einer verflüssigten Zelle gelöscht wird, muss wegen des Wiederaufschmelzens das Oktaeder einer erstarrten Zelle gespeichert und reaktiviert werden

4 Verknüpfung thermischer Solver – ZA

Durch den Einsatz einer adaptiven Diskretisierung in Raum und Zeit wird es ermöglicht, den Rechenaufwand zu reduzieren. Es wird eine geringere Anzahl von Freiheitsgraden benötigt, als bei einer Rechnung direkt auf dem Netz des ZA, was eine erhebliche Ersparnis für den impliziten thermischen Solver darstellt. Dies wird illustriert in Abbildung 1, wo das Finite Elemente Netz zu einem gewissen Zeitpunkt dem Netz des ZA gegenübergestellt wird. In diesem konkreten Beispiel stehen rund 80.000 FE Elemente 2.3 Millionen ZA Zellen gegenüber. Zu jedem Zeitpunkt wird das FE Temperatur Feld an den Zellmittelpunkten ausgewertet und in eine Datei im hdf5 Format geschrieben.

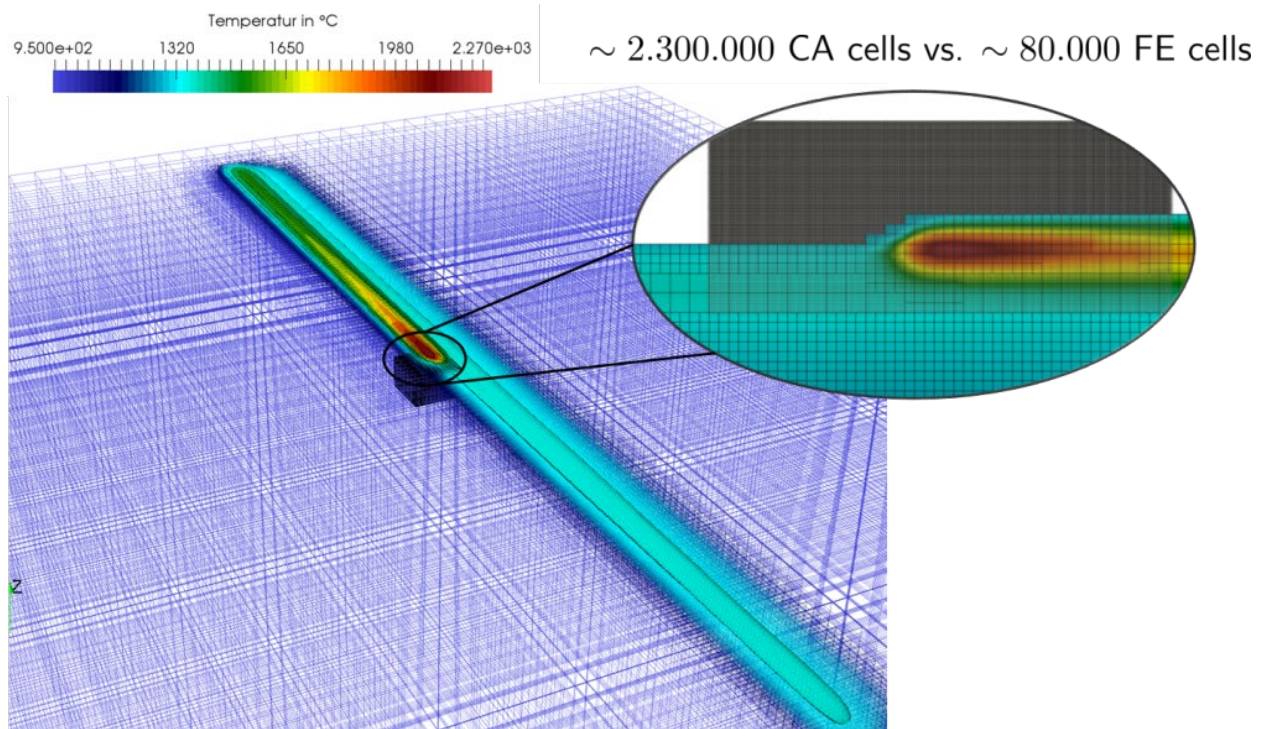


Abb. 1: Visualisierung des senkrecht zur Strahlrichtung verlaufenden Schmelzpool (solid) und des eingebetteten ZA Gebiets in der FE Domäne (schwarzer Würfel mittig positioniert).

Der Energieeintrag des Elektronenstrahls innerhalb einer Schicht wurde vorab mit Hilfe des thermischen Solvers berechnet. Die Berechnung der Mikrostruktur erfolgt auf einem Hochleistungs- Clustercomputer. Das thermische Feld wurde zunächst eingelesen und auf die einzelnen Nodes des Cluster- Computers verteilt. Die 90°- Drehung des Elektronenstrahls erfolgte durch eine entsprechende Rotation des thermischen Feldes am Ende jedes Schichtdurchgangs. Für die Berechnung der Mikrostruktur wurden 10 Nodes mit jeweils 20 Rechenkernen verwendet.

5 Ergebnisse und Diskussion

Es wurden 80 Schichten des Bauteils berechnet. Das entspricht einer Bauhöhe von 4 mm. Das Tool für die Berechnung des Temperaturfeldes wurde mit shared-memory parallelisiert und auf einer Workstation unter Verwendung von 20 Intel Xeon X5670 Prozessoren ausgeführt. Bei einer Summe von 29.000 Zeitschritten, aufgrund der nötigen relativen hohen zeitlichen Auflösung von 10 μ s während des Aufschmelzens und einer Gesamtlänge des Scanpfades von 2010 mm, ergab sich für dieses Beispiel eine Gesamtrechenzeit von ~140 Stunden, wobei rund 25% der Evaluation der Ergebnisse auf dem ZA Gebiet zuzuordnen sind. Für die nachfolgende Berechnung der Mikrostruktur benötigten die 200 Rechenkerne des HPC- Cluster- Computers insgesamt eine Rechenzeit von 48 Stunden.

Abbildung 2 zeigt den Vergleich der durch das Modell vorhergesagten Mikrostruktur (links) mit EBSD- Messungen (rechts). In beiden Fällen ist die Stängelkristalline Kornstruktur deutlich zu erkennen. Die Ansammlungen neuer, kleiner Körner in der EBSD- Messung deuten auf Neukornbildung hin. Dieses Phänomen ist noch nicht Teil des Modells und wird in weiteren Arbeiten untersucht.

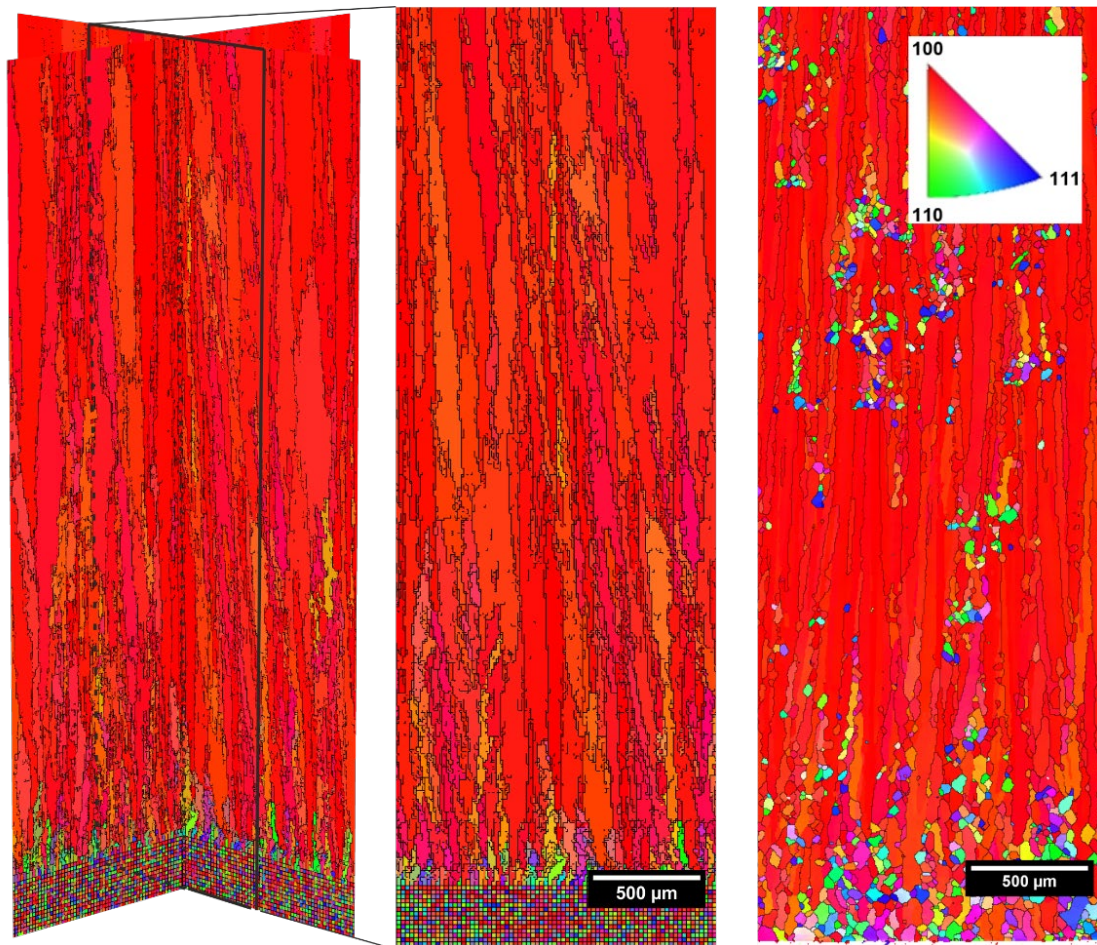


Abb. 2: Vergleich numerisch vorhergesagter (links) und experimentell bestimmter (rechts) Mikrostruktur.

6 Danksagung

Die Autoren danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung innerhalb des Sonderforschungsbereichs 814 (SFB 814) – Additive Fertigung, Teilprojekte B4 und C3. Wir danken dem Rechenzentrum Erlangen (RRZE) für die Unterstützung und der Bereitstellung der für diese Arbeit notwendigen Rechenleistung.

7 Literatur

- [1] Helmer H. Additive Fertigung durch Selektives Elektronenstrahlschmelzen der Nickelbasis Superlegierung IN718: Prozessfenster, Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften. Chair of Materials Science and Engineering for Metals, vol. Dr.-Ing. Erlangen: Friedrich Alexander Universität Erlangen- Nürnberg, 2017.
- [2] Koepf J, Gotterbarm M, Markl M, Körner C. 3D Multi-Layer Grain Structure Simulation of Powder Bed Fusion Additive Manufacturing submitted to Acta Materialia 2018.
- [3] Klassen A, Scharowsky T, Körner C. Evaporation model for beam based additive manufacturing using free surface lattice Boltzmann methods. Journal of Physics D 2014;47:1.
- [4] Riedlbauer D, Scharowsky T, Singer RF, Steinmann P, Körner C, Mergheim J. Macroscopic simulation and experimental measurement of melt pool characteristics in selective electron beam melting of Ti-6Al-4V. Int J Adv Manuf Technol. 2017;88:1309.
- [5] Arndt D, Bangerth W, Davydov D, Heister T. The deal II Library. Journal of Numerical Mathematics 2017;25:137.
- [6] Ellsiepen P, Hartmann S. Remarks on the interpretation of current non-linear finite element analyses as differential-algebraic equations. Numerical Methods in Engineering 2001;51.
- [7] Gandin C-A, Rappaz M. A 3D Cellular automaton algorithm for the prediction of dendritic grain growth. Acta mater. 1996;45:2187.

Carbonfaserverstärkte Sheet Molding Compounds – Simulation und Realität

Jonas Lausch^{*,**}, Hans Georg Schweiger^{*}

^{*}Technische Hochschule Ingolstadt

^{**}EDAG Engineering AG

Die gezielte Verbesserung der mechanischen Eigenschaften von Sheet Moulding Compounds durch den Einsatz von Carbonfasern ermöglicht die Materialnutzung für hoch beanspruchte Bauteile. Aufgrund dynamischer Lasten solcher Strukturbauteile werden genaue und detaillierte Materialmodelle benötigt. Diese Modelle sind derzeit stark vereinfacht und erlauben keine präzise Bewertung des Materialverhaltens oder des Energieabsorptionsmechanismus.

Vor diesem Hintergrund erläutert der Artikel die Materialeigenschaften sowie die fertigungstechnischen Besonderheiten des carbonfaserverstärkten Sheet Moulding Compound in der Crashberechnung. Außerdem wird gezeigt, wie die Materialeigenschaften die Materialkartengenerierung des Solvers PAM-CRASH und LS-DYNA beeinflussen. Anschließend werden anhand von Bauteilversuchen die Grenzen aktueller Materialmodelle hinsichtlich ihrer Aussagekraft diskutiert. Abschließend zeigt der Ausblick Methoden und Modelle, die die Genauigkeit der CF-SMC-Berechnung verbessern können.

1 Einleitung

Die Automobilindustrie sieht sich durch neue Trends und Entwicklungen immer größeren Herausforderungen gegenübergestellt. Aufgrund aktueller Ereignisse rücken alternative Antriebskonzepte, wie die Elektromobilität, verstärkt in den Vordergrund. Zum Erreichen akzeptabler Reichweiten werden große Energiespeicher benötigt, die Großteile der Fahrzeugplattform einnehmen. Hierdurch trägt die Batterie einen wesentlichen Anteil zur Fahrzeugmasse bei. Neben der Weiterentwicklung der Speichertechnologien spielt das Thema Leichtbau eine wesentliche Rolle zur Reduktion der Fahrzeugmasse sowie zum Schutz der Batteriesysteme. Maximale Optimierung birgt gleichzeitig eine hohe Anfälligkeit für ein komplettes Versagen der ausgelegten Bauteile. Aus diesem Grund ist für die konsequente Umsetzung von Material-, Struktur- und Systemleichtbau erforderlich, dass alle Faktoren wie Lasten, Eigenschaften der Materialien und Versagenskriterien bekannt sind. Aufgrund ihrer geringen Dichte, bei gleichzeitig guten mechanischen Eigenschaften und besonders hoher spezifischer Energieabsorptionsfähigkeit [1] stehen Faserverbundwerkstoffe (FVW) besonders für Materialeichtbau.

Neben typischen FVW wie UD-Gelege werden in der Automobilindustrie vermehrt faserverstärkte Kunststoffe wie Sheet Moulding Compounds (SMC) eingesetzt. Üblicherweise werden SMC mit Glasfasern verstärkt. Die Substitution dieser mittels Carbonfasern erhöht die Materialeigenschaften und erweitert damit auch den Einsatzbereich. Hierbei werden analog der Glasfasern diskontinuierliche Carbonfasern verwendet. Die Bauteile lassen sich im Heißpressverfahren herstellen. Automobilhersteller wie Dodge oder Ford zeigten bereits durch Austausch von Stahl- oder Aluminiumbauteilen das Potenzial für Strukturbauteile [2, 3]. Um das volle Leichtbaupotenzial nutzen zu können und die Energieaufnahme in der Crashsimulation vorherzusagen, ist es notwendig, ein funktionierendes Materialmodell zu entwickeln und zu validieren.

2 Materialeigenschaften

Im Gegensatz zu herkömmlichen Faserverbundwerkstoffen besteht CF-SMC nicht aus endlos gerichteten Fasern. Als Verstärkungsmaterial werden diskontinuierliche Carbonfasern typischerweise zwischen 25 und 50 mm verwendet [4]. Die regellose und ungerichtete Anordnung der Fasern bietet den Vorteil, dass die Materialeigenschaften sichtlich homogener ausfallen als bei UD-Laminaten. Neben dem Matrixwerkstoff, dem Fasersystem und der Faserlänge hat vor allem der Fasermassengehalt (FMG) einen wesentlichen Einfluss auf die Materialeigenschaften. Der Gehalt ist mit bis zu 60 % gegenüber 10 bis 20 % glasfaserverstärkter SMC

deutlich höher [5]. Als Basiswerkstoff dienen duroplastische Kunststoffe, wie Polyester-, Vinylester- oder Epoxidharz. Je nach Zusammensetzung des Kunststoffes können unterschiedliche Eigenschaften wie, chemische Beständigkeit, Entflammbarkeit oder Härtungsschrumpfung, eingestellt werden [6].

Typische Werte für 12 k Faser, mit Epoxidharzmatrix, einem FMG von 50 % und einer Faserlänge von 50 mm liegen bei ca. 30000 MPa für den Zugmodul. Der Druckmodul 28000 MPa sowie der Biegemodul 25000 MPa sind etwas niedriger. Zugfestigkeit und Druckfestigkeit liegen bei 250 MPa, wohingegen die Biegesteifigkeit mit 450 MPa deutlich höher ausfällt. Ähnlich verhält es sich mit Bruchdehnung. Bei Zug und Druck liegt der Wert bei 1 %. Bei der Biegung fällt dieser mit 2 % etwa doppelt so hoch aus. Für die Kombination aus Faserlänge und FMG hat das Material eine Dichte von 1,4 - 1,5 g/cm³. Im Vergleich zu Stahl oder Aluminium besitzt das Material mit 0,04 eine deutlich höhere innere Dämpfung. Gleichzeitig besitzt es aufgrund der Kunststoffmatrix eine schlechtere Temperaturbeständigkeit. Der Wert für die Glasübergangstemperatur liegt je nach Faserlänge und FMG bei ca. 120 - 140 °C.

Die Materialeigenschaften hängen stark mit dem Herstellungsprozess zusammen. Hier wird zwischen dem Herstellungsschritt für das Halbzeug und dem eigentlichen Heißpressverfahren unterschieden. Bei der Herstellung des Halbzeugs rieseln die Fasern zufällig und ungerichtet durch den Schneidprozess auf das Matrixmaterial. Dadurch kommt es zu einer statistischen Verteilung der Fasern und homogenen Eigenschaften in der Ebene. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die zufällige Verteilung der Fasern eines fertigen Bauteils ohne Materialfluss. Je nach Platzierung des Halbzeugs in der Pressform wird die Faserorientierung und -verteilung vom Fließverhalten beeinflusst. Dieses Verhalten ist in Abbildung 2 beispielhaft dargestellt. Die folgende Beschreibung der Materialmodelle bezieht sich nur auf die Zufallsverteilung, wie in Abbildung 1 dargestellt.

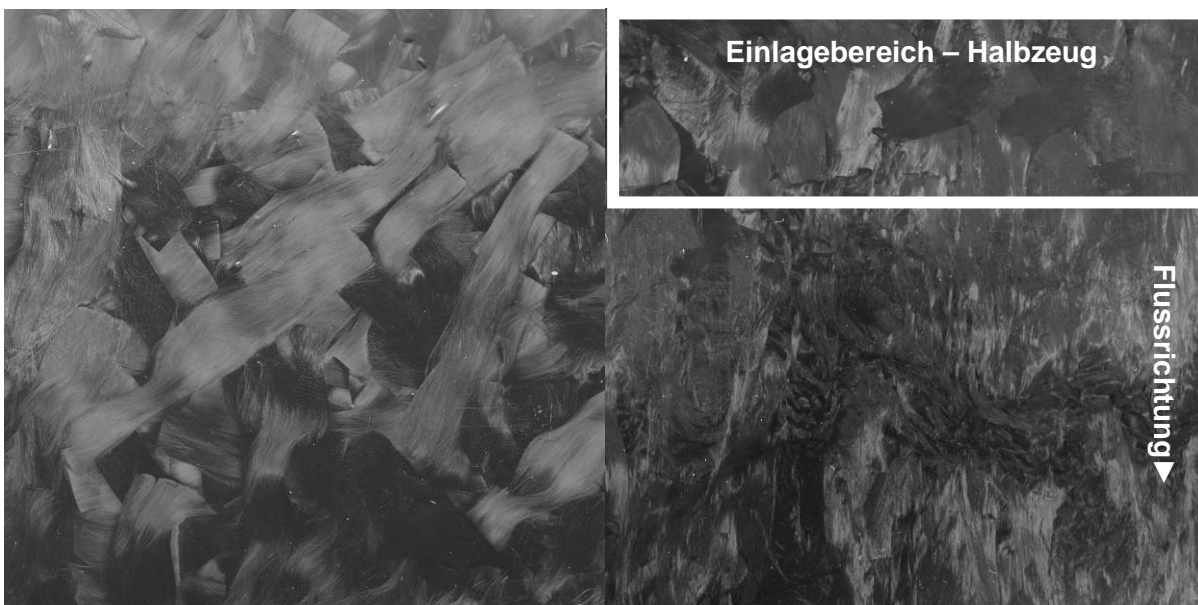


Abb. 1: Faserverteilung ohne Materialfluss

Abb. 2: Faserverteilung mit Materialfluss

3 Modellierungsansätze für die Simulation

Abbildung 3 stellt neben dem gemessenen Materialverhalten auch das Simulierte dar. Die Versuche zeigen, dass das Material eine leichte Anisotropie aufweist, die aufgrund der Prozessrichtung bei der Herstellung des Halbzeugs entsteht. Die statistische Verteilung der Fasern führt zu einer hohen Streuung der Materialkennwerte. Hierdurch liegen die anisotropischen Eigenschaften in der Ebene innerhalb der Streuung. Aufgrund dessen kann eine Orthotropie in Dickenrichtung angenommen werden. Im Allgemeinen verhält sich das Material elastisch und spröde. Außerdem variieren die Eigenschaften unter Zug-, Druck- oder Biegebeanspruchung.

Hierbei stellen sich zudem unterschiedliche Versagensbilder ein. In Faserrichtung kommt es je nach Faserlänge zu Faserbruch, Pull-Outs oder Delamination ganzer Faserbündel. Quer zur Ausrichtung eines Faserbündels entstehen vermehrt Zwischenfaserbruch und Delamination. Abhängig der Faserverteilung liegt ein komplexes

Versagensbild in Zugbelastung vor. Die Druckbelastung führt zum Aufspalten des Materials. Hierbei kann zwischen Faserbruch und Delamination nicht unterschieden werden. Das Versagen durch Biegebelastung zeigt auf der Druckseite in der Regel nur Stauchung auf der Oberfläche. Auf der Zugseite kommt es zur Delamination der Faserbündel mit fortlaufendem Riss. Ein isotropes Materialmodell ist somit nicht ausreichend, um das Verhalten abzubilden. Das lokale Verhalten ist abhängig der Faserverteilung und -orientierung. Kravchenko und Harper zeigen verschiedene Möglichkeiten für eine detaillierte Modellierung der einzelnen Faserbündel [7, 8]. Kravchenko weist jedoch auf die beschränkte praktische Anwendung dieser Modellierung hin. Chen, Zhangxing, et al stellen ein stochastisches Modell auf Mesoebene vor. Hierfür werden allerdings auch detaillierte Kenntnisse der Faserverteilung und -orientierung benötigt. Die statistische Verteilung der Fasern bedeutet auch, dass ein einfacher Ansatz mittels vorhandener CFK-Laminatmodelle mit einer entsprechenden quasiisotropen Schichtstruktur das Materialverhalten nicht darstellen kann. Bei diesen Materialmodellen wird in der Regel zwischen Faser und Matrix in Richtung 11 und 22 unterschieden. Je nach Belastungsrichtung würde diese Modellierung zu unterschiedlichen Versagenszeitpunkten in der äußeren Schicht führen.

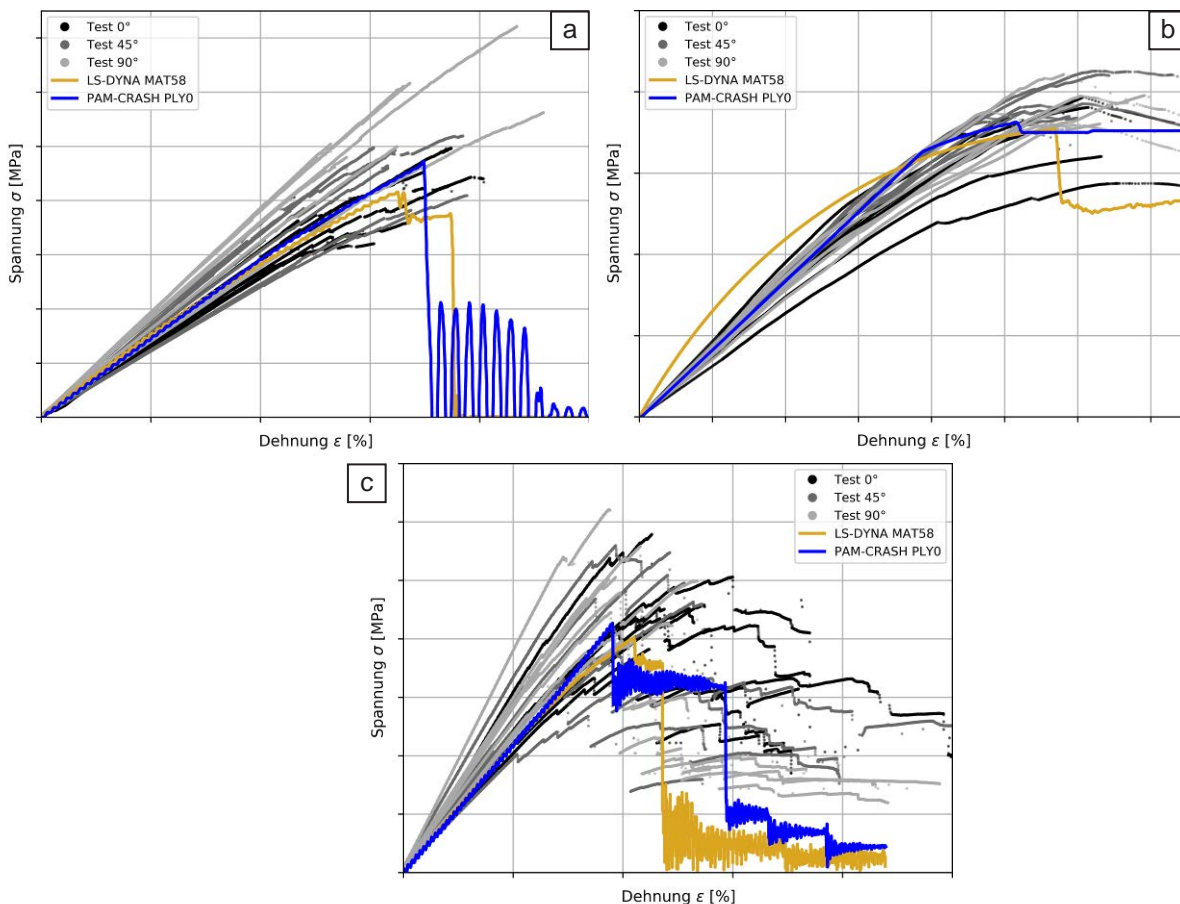


Abb. 3: Spannungs-Dehnungskurve für Zug (a), Druck (b) und Biegung (c)

Unter Beachtung der Materialeigenschaften basieren die untersuchten Materialmodelle von LS-DYNA und PAM-CRASH auf einer homogenen Faserverteilung.

Ab der Version R9 von LS-DYNA ist es möglich im Materialmodell MAT58 (MAT_LAMINATED_COMPOSITE_FABRIC) anstatt einem E-Modul die Spannungs-Dehnungskurve für die Richtungen 11, 12 und 22 zu hinterlegen. Der negative Bereich der Kurve entspricht hierbei dem Druckverhalten und der positive dem Zugverhalten. Das simulierte Materialverhalten ist rein elastisch. Die Restfestigkeit wird über die Skalierungsfaktoren SLIMXX eingestellt. Hierfür wird zusätzlich der Schädigungspunkt benötigt. Dieser Punkt braucht nicht zwangsweise auf dem Spannungs-Dehnungs-Verlauf zu liegen. Durch die Verschiebung des Punktes lässt sich der simulierte Verlauf entsprechend der Verschiebung anpassen. Der allgemeine Materialfehler kann über den Parameter ERODS gesteuert werden. Es ist zu beachten, dass bei Erreichen des ERODS-Punktes unter Spannung ein sprunghafter Anstieg der Dehnung auftritt. Hierdurch kommt es zum Versagen des Materials unter Zugbelastung. Das Biegeverhalten kann über

die Schubfestigkeit in Richtung 13 und 23 gesteuert werden. Durch den Einsatz einer zweiten Materialkarte mit identischen Eigenschaften, aber späterem Schädigungszeitpunkt, kann die Bruchdehnung unter Biegebelastung variiert werden. Die Restfestigkeit verhält sich stark regressiv und bleibt deutlich unter den Werten der Versuche. Dies lässt sich auf die Schadensabbildung zurückführen. Während bei der Biegung lediglich auf der Druckseite Delamination vorherrscht, kommt es in der Simulation bereits zu Zug und Druckversagen der einzelnen Schichten.

PAM-CRASH bietet mehrere Möglichkeiten, unterschiedliche Zug- und Druckeigenschaften zu simulieren. Die einfachste Materialkarte MATER116 basiert auf einem isotropen Ansatz und erlaubt somit keine Unterscheidung zwischen der Richtung 11 und 22. Für Faserverbundwerkstoffe hat PAM-CRASH sogenannte layerbasierte PLY-Modelle. Diese ermöglichen es, Laminatstrukturen darzustellen. Die unidirektionale Composite BiPhase Ply0-Karte für UD-Laminat bietet als einzige die Möglichkeit ein quasi homogen orthotropes Material abzubilden. Hierfür dürfen nur Matrixeigenschaften angegeben werden. Neben der Orthotropie ist die Eingabe unterschiedlicher Zug- und Druckkurven möglich. Das Material wird hierbei als linear elastisch abgebildet. Ein abweichendes Verhalten gegenüber dem linearen Bereich ist mittels einer Schädigungsfunktion des E-Moduls möglich. Im Gegensatz zu LS-DYNA gilt die Schadenskurve für alle Richtungen gleichermaßen und wird nur zwischen Zug und Druck unterschieden. Der letzte Wert der Kurve gibt die Restfestigkeit an. Außerdem lässt sich das Versagen schichtweise durch verschiedene Kriterien darstellen. Darüber hinaus kann der Schadenspunkt gesteuert werden. Unter Biegebelastung zeigt das Materialmodell ein ähnliches Verhalten wie in LS-DYNA, bei gleicher Modellierung der verstärkten Außenschicht. Hierbei findet zwar gleichermaßen Versagen der Zugseite statt, jedoch etwas später als bei dem Materialmodell von LS-DYNA.

4 Validierung

Die Gegenüberstellung der Simulation und des Fallturmversuchs in Abbildung 4 zeigt den zeitlichen Eindringvorgang. Zum besseren Vergleich des Verhaltens zeigen die Bilder den Vorgang im zeitlichen Ablauf bis zur maximalen Eindringung des Impaktors im Versuch. Die beiden letzten Bilder stellen die maximale Eindringtiefe der Solver LS-DYNA und PAM-CRASH dar. Zusätzlich zur Angabe der Zeit ist hierbei der Eindringweg ergänzt. Die roten Balken markieren den Variationsbereich der Eindringung. In der Simulation entspricht der Bereich unterschiedlichen Dämpfungs- und Reibungswerten.

Je nach Trefferlage des Impaktors schält sich das Material zur Vorder- oder Rückseite der Probe ab. Die seitlichen Ränder bestehen aus einer Mischung aus abgescherten sowie ausgefranzten Fasern. Infolgedessen besteht ein hohes Maß an Reibung zwischen dem Impaktor und der Probe. Zusätzlich entstehen kleinere Delaminierungen an den Rändern. Faserlänge und FMG zeigen hierbei einen großen Einfluss auf das Schadensbild sowie die spezifische Energieabsorptionsrate. Bei hoher Faserlänge und FMG bestehen die Ränder vermehrt aus ausgefranzten Fasern sowie delaminierten Faserbündeln. Hierbei reißt das abgescherte Material nicht von der Probe. An den abgeschälten Faserbündeln ist sehr gut der Zwischenfaserbruch zu erkennen. Über dem gesamten Vorgang stellt sich abhängig der Faserlänge und des FMG ein spezifischer Energieabsorptionsfaktor zwischen 80 – 100 kJ/kg ein.

Beide Simulationsmodelle besitzen einen ähnlichen Eindringweg über der Zeit. Erst bei geringen Geschwindigkeiten wird ein Unterschied der zurückgelegten Strecke deutlich. Zum Zeitpunkt 22.25 ms ist ein geringfügiger Unterschied in den Eindringtiefen auszumachen. Der Zeitpunkt entspricht gleichzeitig der maximalen Eindringtiefe von 48.9 mm des Versuchs. Beide Simulationsmodelle weisen hier noch ca. 25 – 35 % der Anfangsgeschwindigkeit auf. In PAM-CRASH kommt der Impaktor nach 36.75 ms und einer Eindringtiefe von 68.7 mm zum Stillstand. In LS-DYNA kommt der Impaktor zum Zeitpunkt von 50 ms bei einer Eindringtiefe von 79.7 mm zum Stillstand.

In der Simulation des Fallturmversuchs mit LS-DYNA zeigt das Material sehr geringes elastisches Verhalten gekoppelt mit frühem Elementversagen. Auffällig ist, dass der Impact des Keils keine Druckwelle in der Probe hervorruft, wodurch der Ablauf einem statischen Versuch ähnelt. Sobald der Kontakt zwischen den Elementen der Probe und dem Impaktor besteht, kommt es zu einer schlagartigen Druckbelastung. Hierbei sind nur die betroffenen Elemente durch die Keilfläche im Eingriff zwischen den seitlichen Flächen des Impaktors und der Probe bildet sich kein Kontakt aus, wodurch hier keine weitere Belastung stattfindet. Aufgrund der geringen Bruchdehnung durch Druckbelastungen versagen die Elemente bereits nach geringer Verformung. Nach jedem Elementversagen befindet sich der Impaktor wieder im freien Fall. Diese lokale Belastung und dem damit einhergehenden Elementversagen ähnelt dem Versuch, stellt diesen aber nicht in Gänze dar.

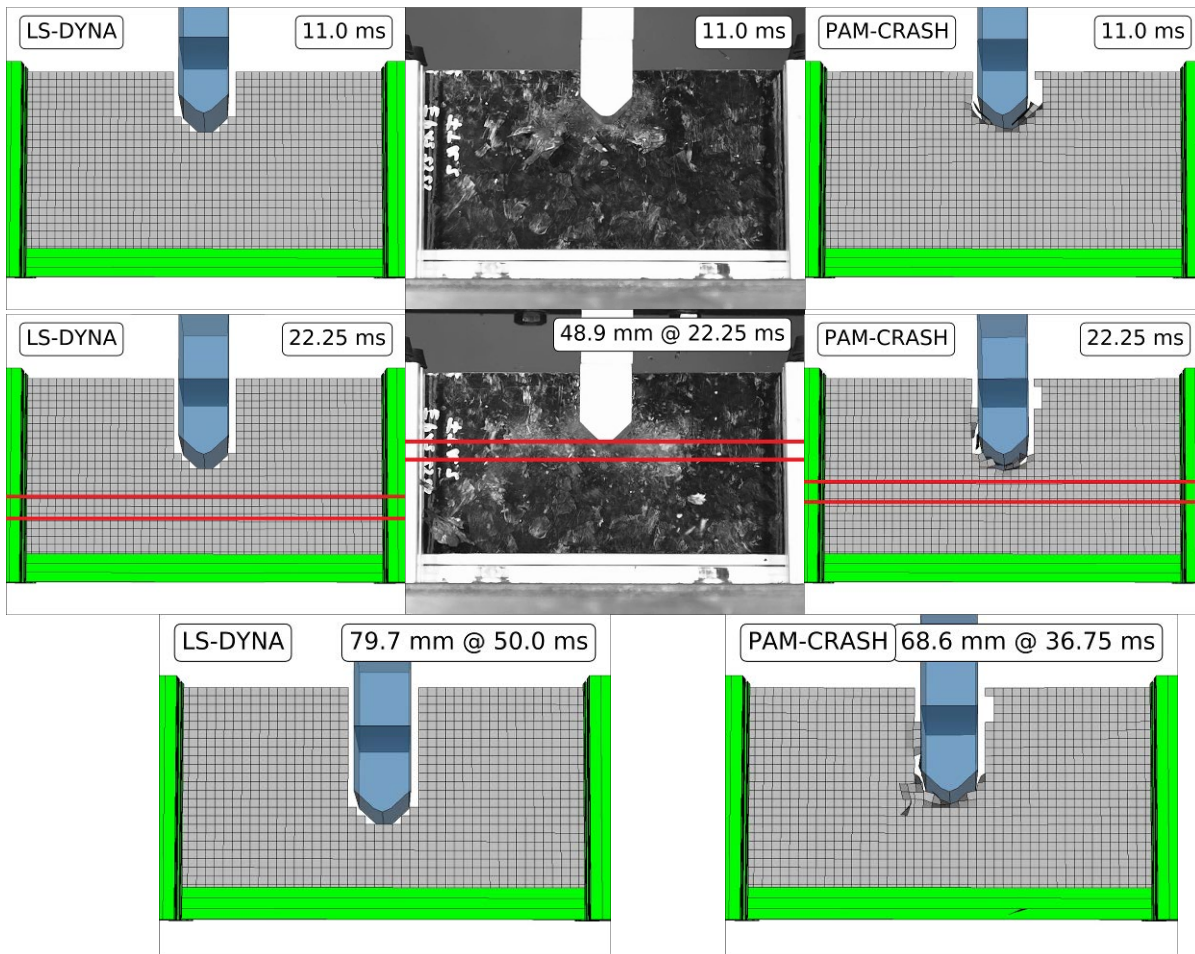


Abb. 4: Vergleich Fallturmversuch und Simulation, Variationskoeffizient in rot

Die Simulation in PAM-CRASH zeigt mehr das reale Verhalten. Durch den Kontakt zwischen Probe und Impaktor kommt es an der Keilspitze zu einer Druckbelastung der Elemente. Aufgrund der Verformung entsteht gleichzeitig an den seitlichen Elementen eine Zugbelastung, welche ausschlaggebend für das Elementversagen ist. Der aufgerissene Bereich wird durch den Keil aufgehäuft, ähnlich des Schälvorgangs im Versuch. Dieser Effekt zeigt sich bereits bei 5.5 ms und setzt sich bis zur maximalen Eindringtiefe fort. Zusätzlich versagen und lösen sich während des Eindringvorgangs einzelne Elemente und Elementgruppen. Weitere Energie wird über den ausgebildeten Kontakt zwischen den seitlichen Flächen des Impaktors und der Probe aufgenommen. Im Versuch wird der Impaktor über die seitlichen Flächen regelrecht eingespannt, wodurch der Kontakt über den Rückstoß des Impaktors hinausbesteht und die Probe mitgenommen wird. Obwohl in der Simulation der Impaktor rundherum im Kontakt mit der Probe ist, so wird dieser nicht eingespannt. Hierdurch kann sich der Impaktor aufgrund des Rückstoßes frei aus der Probe bewegen. Trotz der passablen Abbildung des Eindringvorgangs und des Materialverhaltens erreicht der Keil seine maximale Eindringtiefe in der Simulation erst deutlich später. Wie auch in LS-DYNA fällt in PAM-CRASH die Energieabsorption zu gering aus.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die kleine Auswahl an Materialkarten für die Simulation von CF-SMC zeigt, dass das Material für die Berechnung noch sehr neu ist und bisher wenig Beachtung als Strukturkomponente fand. Die Simulation des Materialverhaltens über einen homogenen Ansatz zeigt, dass das Zug- und Druckverhalten gut dargestellt werden kann. Unter Biegebelastung treten jedoch erhöhte Abweichungen auf. Diese sind auf die Versagensmechanismen des Materials zurückzuführen, die in den verwendeten Materialmodellen keine Berücksichtigung finden. In ähnlicher Weise lässt sich die Energieabsorption in der Simulation nicht ausreichend definieren. Hierdurch kommt es zu einer starken Abweichung zwischen Simulation und Versuch.

Um die Prognosequalität zu erhöhen, muss ein Materialmodell entwickelt werden, das verschiedene Einflussparameter der Materialeigenschaften wie Faserlänge und Fasermassengehalt berücksichtigt. Neben diesen spielt auch die Faserorientierung eine Rolle. Für eine praktische Anwendung sollte, wie Kravchenko schreibt, von einer detaillierten Modellierung aller Faserbündel abgesehen werden. Hierfür muss überprüft werden, ob eine allgemeine Beschreibung aufgrund der statistischen Verteilung möglich ist oder der Umweg über die Simulation der Faserverteilung notwendig ist, wie Chen et al. vorgenommen hat. Außerdem gilt zu prüfen, ob eine Beschreibung des Versagensverhaltens unter Berücksichtigung des FMG und der Faserlänge für die Crashsimulation ausreichend ist, oder eine Beschreibung über die Energieabsorption notwendig ist.

6 Literatur

- [1] Feindler Nico: „Charakterisierungs- und Simulationsmethodik zum Versagensverhalten energieabsorbierender Faserverbundstrukturen“, Diss. Technische Universität München, 2012.
- [2] Bruderick Mark, et al.: „Applications of Carbon Fiber SMC for the Dodge Viper“, Quantum Composites.
- [3] Magna International Inc.: „News Release _ Magna Brings Carbon Fiber Composites into Vehicle Structure with Innovative Subframe“, <https://goo.gl/ovrKDV>, Access: 20.03.2018.
- [4] Feraboli Paolo, et al.: „Modulus measurement for prepreg-based discontinuous carbon fiber/epoxy systems“, Journal of composite materials, 43.19, 2009, 1947-1965.
- [5] McConnell, Vicki P.: „New recipes for SMC innovation“, Reinforced Plastics, 52.8, 2008, 34-39.
- [6] Ehrenstein, G. W.: „Faserverbund-Kunststoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Eigenschaften“, Hanser, ISBN 9783446227163.
- [7] Kravchenko, Sergii G.: „Failure Analysis in Platelet Molded Composite Systems“, Diss. Purdue University, 2017.
- [8] Harper, L. T., et al.: „3D geometric modelling of discontinuous fibre composites using a force-directed algorithm“, Journal of Composite Materials, 51.17 (2017): 2389-2406.
- [9] Chen, Zhangxing, et al.: „Multiscale finite element modeling of sheet molding compound (SMC) composite structure based on stochastic mesostructure reconstruction“, Composite Structures, 188 (2018): 25-38.

7 Danksagung

Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung [Fördernummer: 13FH7I04IA] über das Förderprogramm "Forschung an Fachhochschulen" gefördert.



Unterstützung bei der Herstellung optimierter Orthesen mithilfe gekoppelter CAE-Methoden

Manuel Serf, Albert Albers

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IPEK – Institut für Produktentwicklung

Medizinische Orthesen werden zur Behandlung von Verletzungen oder Verschleißerscheinungen bei Kniegelenken eingesetzt. Durch den Einsatz dieser Orthesen werden gezielt Kräfte in das Kniegelenk eingeleitet, um so geschädigte Bereiche des Gelenks zu entlasten [1]. Diese Kräfteinleitungen können bei nicht optimal angepassten Orthesen jedoch zu schmerzhaften Hautreizungen führen. Individualorthesen, die in einem aufwändigen Herstellverfahren gefertigt und individuell angepasst werden, ermöglichen einen bestmöglichen Sitz der Orthese und können Hautreizungen verringern und den Tragekomfort erhöhen. Der Herstell- und Anpassungsprozess dieser Individualorthesen ist jedoch aufgrund des hohen Anteils an manueller Fertigung des Beins sehr aufwändig und kostenintensiv. Beispielsweise müssen im Laufe des Fertigungsprozesses einer aktuellen Individualorthese mehrere Gipsabdrücke hergestellt manuell werden.

Eine mögliche Lösung, diesen Herstellprozess zu vereinfachen und zu teilautomatisieren besteht in der Bereitstellung einer Methodik, die es ermöglicht, durch Kopplung verschiedener CAE-Methoden den Produktentwickler und Orthopädietechniker bei der Individualisierung und Formoptimierung der Orthese zu unterstützen. Hierdurch kann künftig der Individualisierungs- und Herstellprozess der Orthesen soweit digitalisiert werden, dass auf die Anfertigung mehrerer Gipsabdrücke verzichtet werden kann. In diesem Beitrag wird die Entwicklung dieser Gesamtmethodik zur teilautomatisierten Erstellung von FEM-Modellen des Patientenbeins vorgestellt, die die Verformungseigenschaften des realen Beins abbilden und berechnen können und somit die Grundlage für den Auslegungprozess bilden.

Um den Produktionsort von dem Ort der Patientenvermessung zu entkoppeln, basiert die vorgestellte Methodik auf 3D-Scandaten des Patientenbeins. Zur Aufnahme dieser Daten können etablierte Systeme genutzt werden, wie sie bereits zur Aufnahme von Gliedmaßen zur Anfertigung von Prothesen zum Einsatz kommen [2]. Die mithilfe der entwickelten Methodik aufgebauten Modelle ermöglichen es auf Basis der 3D-Scandaten, sowohl das Verformungsverhalten der Haut und des Weichgewebes abzubilden als auch die Reaktionskräfte sowie Kontaktdrücke, die auf das Knie wirken, zu ermitteln. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Verformungsbilder der Beinoberfläche und des Weichgewebes, die durch die FE-Modelle berechnet werden, eine gute qualitative Übereinstimmung mit dem Verhalten des realen Beins eines Probanden aufweisen.

Durch die Kopplung der 3D-Scantechnik, der Finite-Elemente-Methode, der Optimierungsmethode sowie Rapid-Prototyping-Verfahren wird so eine Gesamtmethodik entwickelt, die den Orthopädietechniker bei der Anfertigung von Individualorthesen unterstützt und den Herstellprozess beschleunigt.

1 Einleitung und Motivation

Zur Behandlung von Verletzungen oder Verschleißerscheinungen bei Kniegelenken werden häufig medizinische Orthesen eingesetzt. Vor allem bei Verschleißerscheinungen der knorpeligen Gelenkflächen des Kniegelenks, der sogenannten Gonarthrose, werden Hartrahmenorthesen eingesetzt, um Kräfte gezielt auf das Knie einleiten zu können [1]. Durch diese auf das Knie aufgebrachten Kräfte können die im Kniegelenk herrschenden Kräfte umverteilt und so die Belastung auf den durch Verschleiß geschädigten Gelenkbereich reduziert werden [1]. Diese Kräfteinleitungen führen bei nicht optimal angepassten Orthesen jedoch zu schmerzhaften Hautreizungen. Eine mögliche Lösung, um diesem Problem entgegenzuwirken, bildet der Einsatz von Individualorthesen, die in einem aufwändigen Herstellverfahren gefertigt und individuell auf den jeweiligen Patienten angepasst werden. So können durch einen bestmöglichen Sitz der Orthese die Hautreizungen verringert und der Tragekomfort erhöht werden. Die Herstellung solcher Individualorthesen setzt sich aus einer Abfolge verschiedener, komplexer Schritte zusammen, bei denen mit diversen Gipsabdrücken und der iterativen, manuellen Anpassung der

Gipsabdrücke die angepasste Individualorthese abgeformt und gefertigt wird. Dabei werden die Anpassungen an den Gipsformen von einem Orthopädietechniker durchgeführt und beruhen auf dessen Erfahrungswissen. Der Herstellprozess dieser Individualorthesen ist daher aufgrund des hohen Anteils an manueller Fertigung sehr aufwändig und kostenintensiv.

2 Forschungsproblem und Forschungsziel

Um diesen Prozess zu vereinfachen und zu teilautomatisieren, wird am IPEK – Institut für Produktentwicklung eine Methodik entwickelt, die es ermöglicht, durch Kopplung verschiedener CAE-Methoden den Produktentwickler und Orthopädietechniker bei der Individualisierung und Formoptimierung der Orthese zu unterstützen. Hierbei soll die Methode den Prozess soweit digitalisieren, dass auf die Anfertigung der Gipsabdrücke verzichtet werden kann.

In diesem Beitrag werden die ersten Schritte zur Entwicklung der Gesamtmethodik vorgestellt, die zum Ziel haben, aus aufgenommenen 3D-Scandaten systematisch FEM-Modelle des Patientenbeins abzuleiten. Mit diesen erstellten Modellen sollen die Verformungseigenschaften des realen Beins berechnen werden können, um daraus in einem weiteren Schritt die individuelle, optimale Orthesenform ableiten zu können. Durch den Einsatz von Rapid-Prototyping-Verfahren kann in einem letzten Schritt eine Form gefertigt werden, die die Fertigung der formoptimierten Individualorthese ermöglicht. In Abbildung 1 ist die Kopplung der einzelnen Methoden mithilfe des am IPEK entwickelten Kopplungsframeworks verdeutlicht [5].

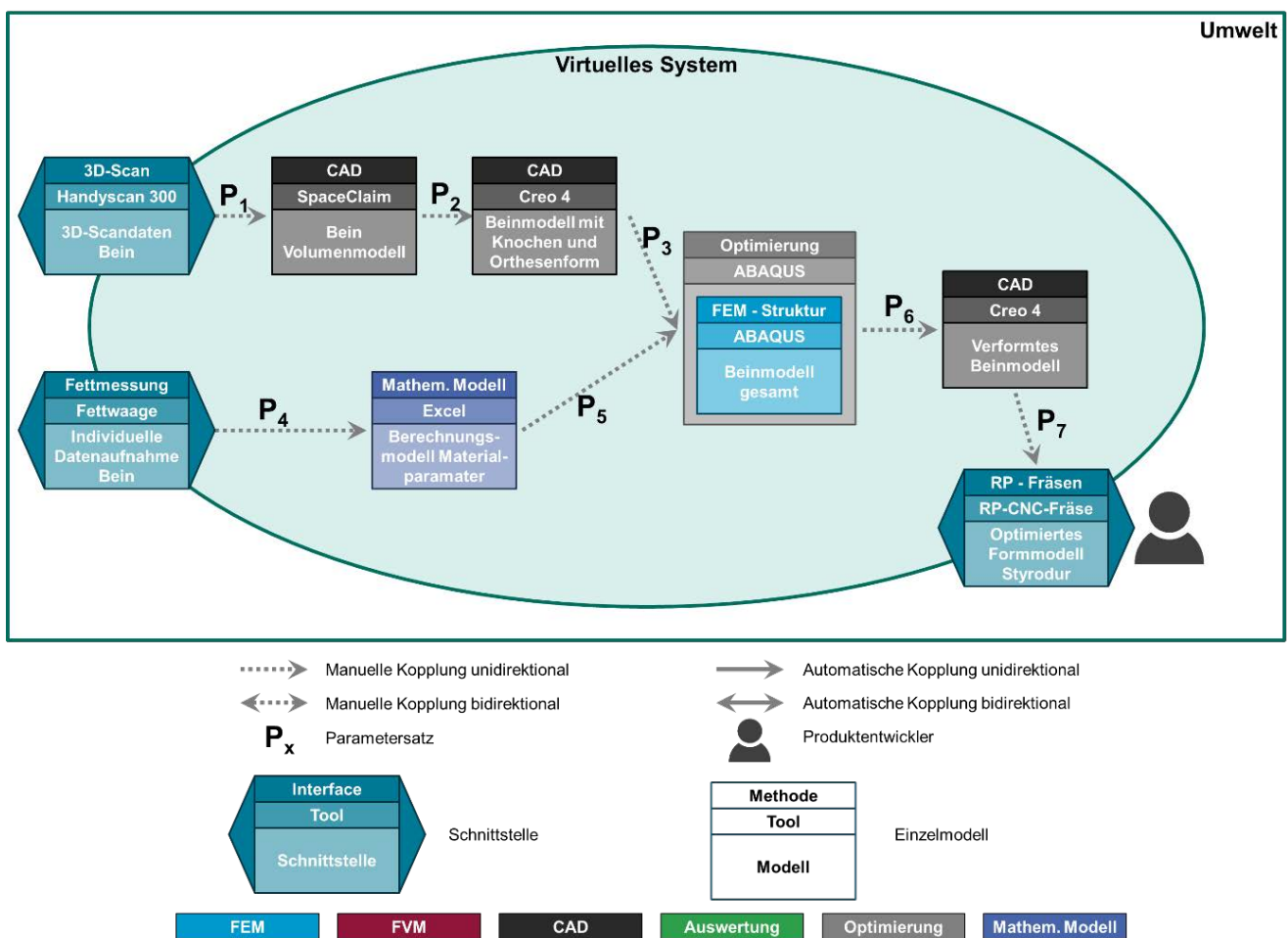


Abb. 1: Kopplungsschaubild der einzelnen verwendeten Methoden

3 Modellbildung

Die vorgestellte Methodik basiert auf 3D-Scandaten des Patientenbeins, die mit Hilfe etablierter Systeme aufgenommen werden können, wie diese bereits zur Aufnahme von Gliedmaßen zur Anfertigung von Prothesen zum Einsatz kommen [2]. Des Weiteren ist hierfür beispielsweise in Krankenhäusern bereits eine gute Infrastruktur vorhanden. Dadurch ist es möglich, den Produktionsort der Orthese vom Ort der Vermessung des Patienten zu entkoppeln. Im vorliegenden Fall wird in einem ersten Schritt mit einem handgeführten, laserbasierten 3D-Scansystem (Handyscan 300 der Firma Creafom) die Oberfläche des Beins aufgenommen.

Zur Aufnahme der Oberfläche muss die Beinoberfläche mit Reflektoren in einem unregelmäßigen Muster versehen werden. Hierzu wird dem Patienten vor dem Scanvorgang ein mit Reflektoren beklebter, enganliegender Strumpf angezogen. Dieser weiße Strumpf ermöglicht aufgrund der hellen, matten Oberfläche sowohl gute Kontrastwerte mit geringem Streulicht als auch eine schnelle und einfache Bestückung des Beins mit denen für den Scan notwendigen Reflektoren, da er vom Patienten einfach angezogen werden kann (Abbildung 2, A).

Mithilfe dieses Verfahrens kann ein dreidimensionaler Abdruck des Beins mit einer homogenen Oberfläche erzeugt werden. Die so gewonnenen Daten werden als Oberflächenmodell im .stl-Format exportiert, von eventuell vorhandenen Scandefekten wie Löcher oder isolierte Facetten bereinigt (Abbildung 2, B), anschließend auf die notwendige Systemgrenzen reduziert und letztendlich in das CAD-Programm SpaceClaim der Firma ANSYS importiert. Mit Hilfe von SpaceClaim wird zuerst die Facetten-Oberfläche der .stl-Datei in eine einzige, zusammenhängende Fläche umgewandelt, anschließend in ein gefülltes Volumenmodell des Beins überführt und zuletzt in einer STEP-Datei zur weiteren Verwendung exportiert (Abbildung 2, C und D).

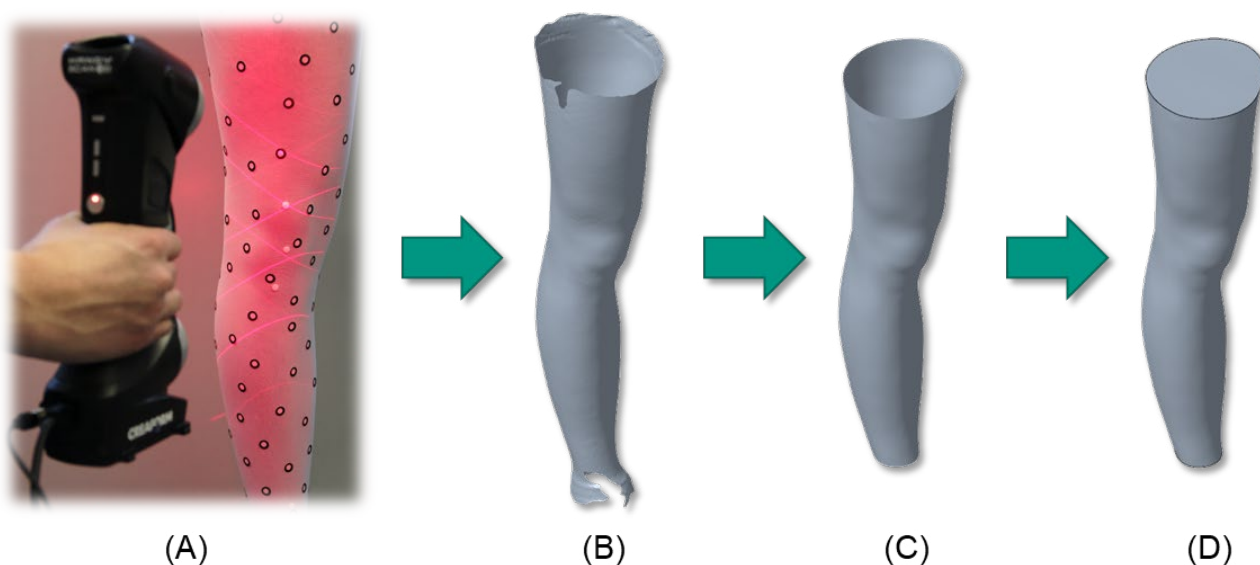


Abb. 2: Einzelschritte zur Erzeugung des Bein-Volumenmodells

Mit Hilfe des CAD-Programms Creo der Firma PTC wurde ein parametrisiertes Modell eines Knochenskelettmodells eines menschlichen Beins aufgebaut. Bei diesem Modell können durch Anpassung der hinterlegten Parameter sowohl die Gesamtgröße skaliert als auch die Position des Oberschenkelknochens (Femur), der Kniescheibe (Patella), des Schienbeins (Tibia) sowie des Wadenbeins (Fibula) an die individuelle Beinform des Patienten inklusive möglicher Beinfeldstellungen angepasst werden (Abbildung 3, B). Um die Grundform der Orthese bestehend aus Oberschale, Unterschale, Pelotte (vgl. Abbildung 4, A) sowie den Fixierungsbändern auf dem eingescannten Modell des Beins (Abbildung 3, A) abbilden zu können, wurde außerdem ein CAD-Flächenmodell aufgebaut, mithilfe dessen die Orthesenform auf das CAD-Bein-Modell projiziert werden kann (Abbildung 3, C). Diese beiden Modelle werden in einer gemeinsamen Baugruppe zusammengeführt und können in der vorliegenden Form als Basis für die weiteren Schritte für jedes individuell eingescannte Bein wiederverwendet werden.

In dieses Basismodell bestehend aus Knochenmodell und Orthesen-Flächenmodell wird in einem weiteren Schritt das zuvor eingescannte und als Volumenmodell exportierte Bein importiert (Abbildung 3, D). Dabei wird mit Hilfe charakteristischer, anatomischer Merkmale wie beispielsweise den Epicondylen (Knochenvorsprünge), die in der Scaengeometrie identifiziert werden können, das Bein in der Baugruppe positioniert. Durch die Schnittbereiche der Beinoberfläche sowie des Orthesen-Flächenmodells kann nun die Grundform der Orthese auf das Bein projiziert werden. Außerdem wird die Knochengeometrie mithilfe Boolescher Operationen aus dem Bein-Volumenmodell herausgeschnitten. Das so erzeugte Beinmodell beinhaltet nun die Knochengeometrie als Volumenschnitt sowie die Grundform der Orthese als abgebildete Linienverläufe auf der Beinoberfläche und wird anschließend an das FEM-Programm ABAQUS der Firma Dassault Systèmes übergeben (Abbildung 3, E).

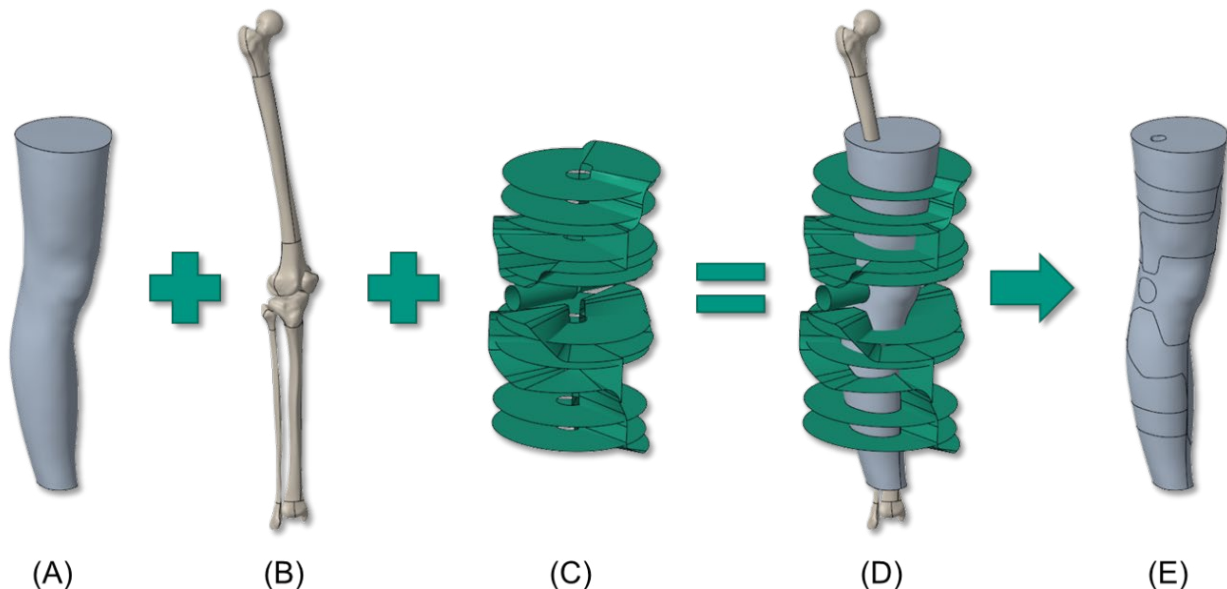


Abb. 3: Einzelkomponenten zur Erzeugung des individuellen CAD-Beinmodells

Innerhalb des Programms ABAQUS wird anschließend systematisch für jedes Bein ein individuelles FEM-Modell aufgebaut. In einem ersten Schritt wird die importierte Bein-Geometrie aufbereitet und in die verschiedenen Bereiche Haut, Weichgewebe sowie Orthesenoberflächen unterteilt. Diesen Bereichen werden anschließend die entsprechenden Materialparameter für Haut und Weichgewebe zugewiesen (vgl. Abbildung 4, A).

Des Weiteren werden den Bereichen auf der Hautoberfläche verschiedene Drucklasten zugewiesen, die die Belastung der Orthese auf das Bein abbilden und gleichzeitig das gewünschte resultierende Drehmoment in Höhe von ca. 0,1 Nm pro kg Körpermasse [3] im Knie induzieren. Hierfür werden sogenannte Analytical Mapped Fields verwendet, die abhängig von der räumlichen Lage der jeweiligen Hautoberfläche zuvor definierte Druckwerte zuordnen. Die Bereiche der Oberschale, der Unterschale, der Pelotte sowie der Fixierungsbänder werden unterschieden und es werde jeweils eigene Belastungsprofile in tabellarischer Form hinterlegt. Eine mögliche Ausprägung der Lasten auf der Beinoberfläche ist in Abbildung 4, B dargestellt. Die Vernetzung der Geometrien erfolgt mit Tetraederelementen mit linearem Ansatz. Die Berechnung des Modells erfolgt in einer explizit-dynamischen Form.

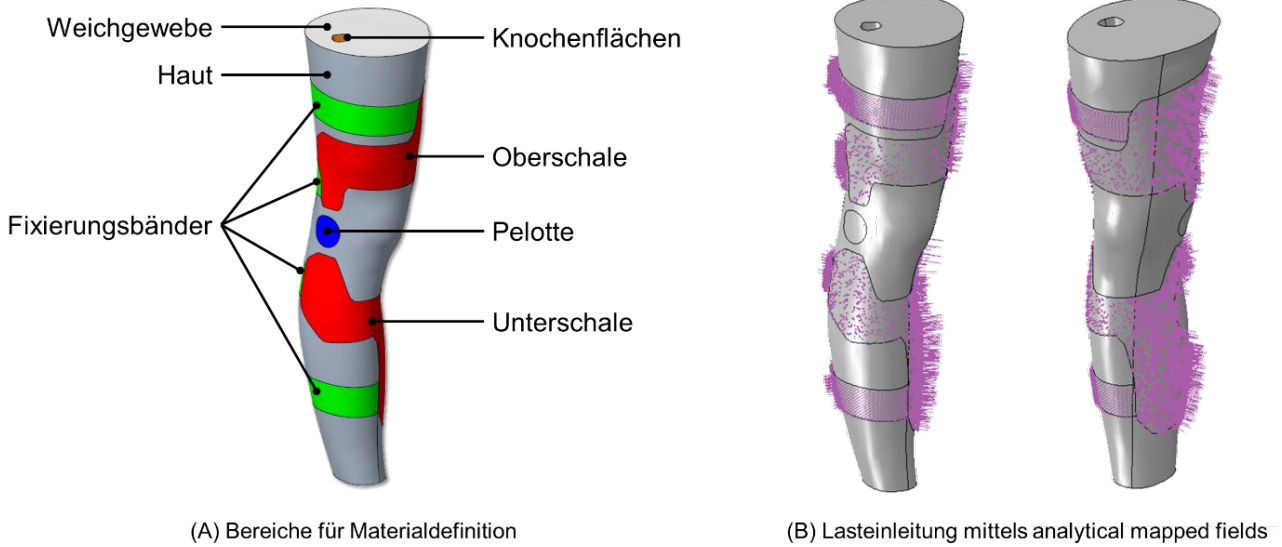


Abb. 4: Bereiche für die Belastungsprofile

Die Innenflächen der Knochenanschnitte sowohl der Oberschenkelknochen als auch der Unterschenkelknochen werden bei der Modellbildung jeweils über eine starre Verbindung (kinematic coupling) an Referenzpunkte (reference points), die in der Kniegelenksmitte positioniert sind, gekoppelt. Zwischen diesen Referenzpunkten werden Drehfedern definiert, die die Nachgiebigkeit des Kniegelenks abbilden, wodurch Verformungen, die sich unter der Lastwirkung einstellen, berechnet werden können. Hauptfokus liegt hierbei bei der Verdrehung des Kniegelenks um die Sagittalachse (Anatomisches Koordinatensystem vgl. Abbildung 5), da um diese Achse durch die Orthese das gewünschte Moment induziert und somit die Kraftumverteilung erzielt wird.

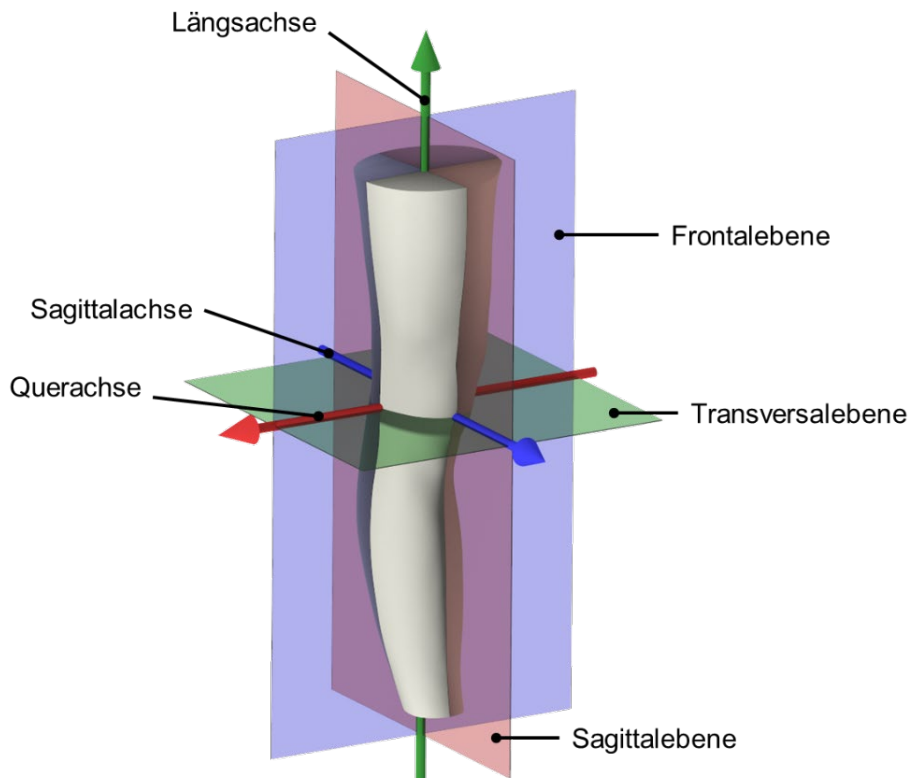


Abb. 5: Anatomisches Koordinatensystem des Knies

4 Bestimmung der Materialparameter des Modells

Um das Modell mit korrekten Materialparametern versehen zu können, wurde ein Prüfstand (vgl. Abbildung 6, A) entwickelt, der mithilfe definierter Eindringkörper die Nachgiebigkeiten des Bindegewebes ermitteln kann. Dazu wird das Probandenbein mithilfe von Bändern im Prüfstand fixiert, um eine ungewollte Verschiebung des Beins zu verhindern. Anschließend wird der Eindringkörper mittels einer Gewindespindel weggesteuert an zuvor definierten Stellen gegen das Weichgewebe des Beins gedrückt und die Gegenkraft, die das Weichgewebe auf den Eindringkörper ausübt, gemessen. Dieser Versuchsaufbau wurde als FEM-Modell aufgebaut, sodass die Bedingungen, die bei den Realversuchen herrschen, virtuell nachgebildet werden können. Durch einen Abgleich der sowohl aus den Versuchen als auch aus den Berechnungen erhaltenen Kraft-Weg-Diagramme können nun die Materialparameter für Weichgewebe und Haut ermittelt werden.

In Abbildung 6, B sind exemplarisch die berechneten Verformungen eines Eindringversuchs dargestellt, bei dem der Eindringkörper längs der Sagittalachse von hinten gegen die Wade gedrückt wird und dabei eine maximale Eindringtiefe von 30 mm erreicht.

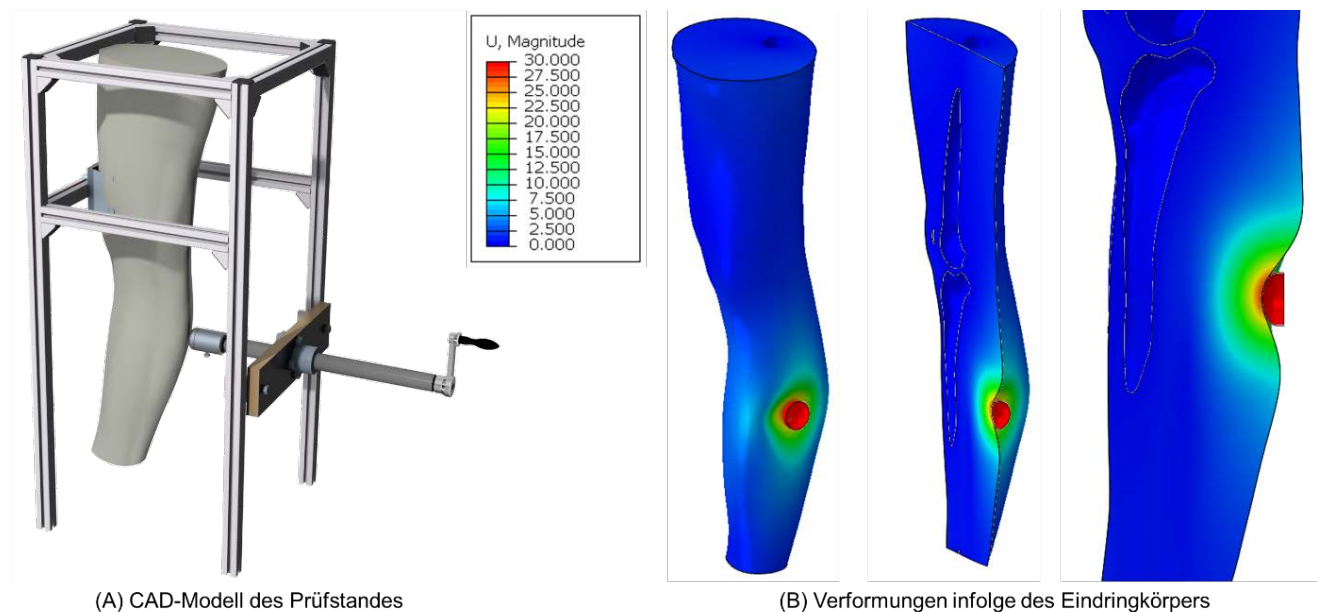


Abb. 6: Prüfstandsmodell sowie Verformungsbilder der Eindringversuche

Abbildung 7 zeigt den Vergleich der Messergebnisse (in rot) mit den FEM Ergebnissen (in blau). Dargestellt sind hier jeweils die einzelnen Datenpunkte als auch deren jeweilige polynomische Trendlinie zweiten Grades. Hierbei zeigt sich, dass die Ergebnisse der Berechnung gut mit den Versuchsergebnissen übereinstimmen. Lediglich innerhalb der ersten Phase der Simulationszeit überschätzt das Berechnungsmodell die auftretenden Kräfte im Vergleich zu dem Realversuch. Dies ist höchstwahrscheinlich darin begründet, dass bei den Realversuchen die Messwerte quasi-statisch aufgenommen wurden, wohingegen das Berechnungsmodell dynamisch definiert ist. Hierbei überlagern sich vor allem zu Beginn der Berechnungszeit die aus der anfänglichen Beschleunigung des Weichgewebes resultierenden Trägheitskräfte mit den eigentlich zu ermittelnden Gegenkräften, die sich aus der Nachgiebigkeit des Gewebes ergeben. Diese durch eine iterative Anpassung an die Kraft-Weg-Messung ermittelten Materialparameter für Haut und Weichgewebe können als Basis für die weiteren Berechnungen herangezogen werden.

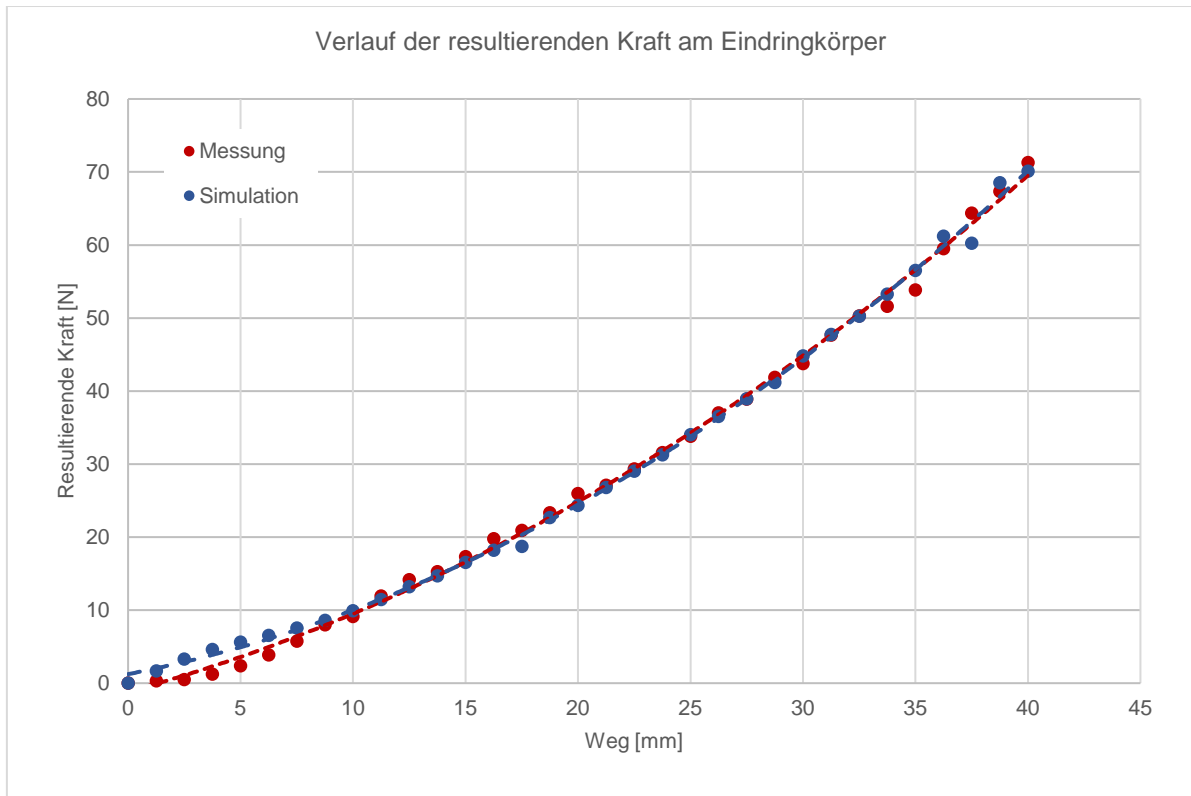


Abb. 7: Verlauf der resultierenden Kraft am Eindringkörper

5 Ergebnisse und Diskussion

Für die Modelle zur Berechnung der sich einstellenden Beinverformung infolge der durch die Orthese aufbrachten Lasten wird eine Simulationszeit (step-time) von 1,25 Sekunden eingestellt. Diese Zeit wird in zwei Bereiche unterteilt. Während der ersten Sekunde werden die Belastungsprofile linear von 0% auf 100% steigend aufgebracht. Während der darauffolgenden 0,25 Sekunden werden mit Hilfe einer definierten Materialdämpfung auftretende Schwingungsphänomene beruhigt. Der resultierende Verlauf des durch die Belastungsprofile induzierte Drehmoments im Knie sowie der sich daraus ergebenden Verdrehung des Kniegelenks um die Sagittalachse ist in Abbildung 8 dargestellt.

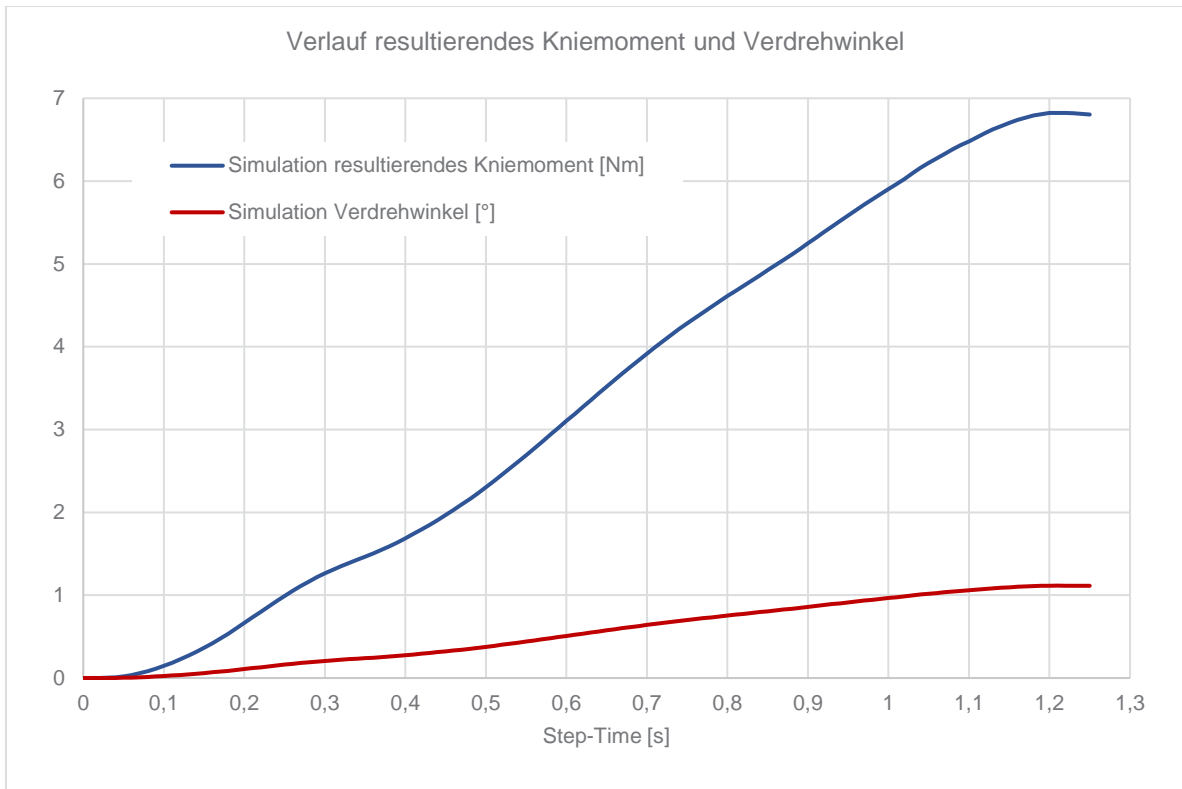


Abb. 8: Verlauf des resultierenden Kniemomentes und des Verdrehwinkels

Des Weiteren sind in Abbildung 9 Verformungs- sowie Schnittbilder des Beins im belasteten Zustand gezeigt.

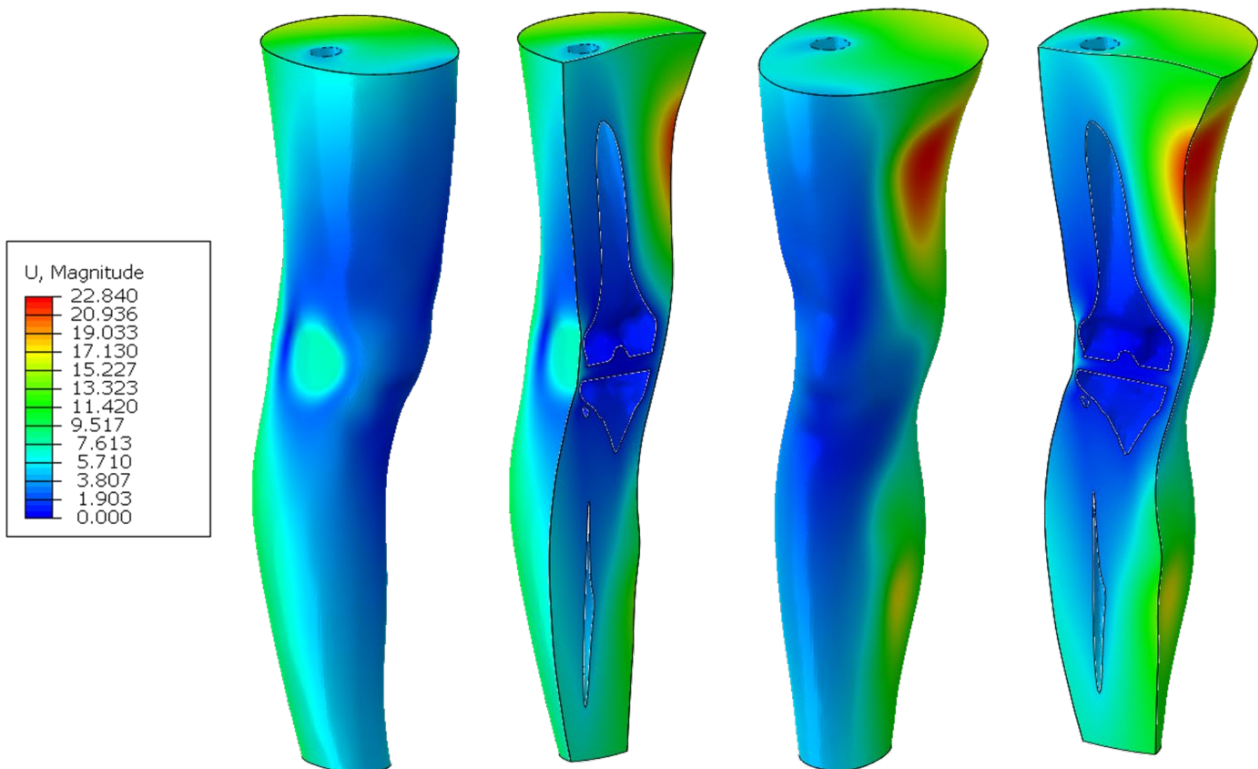


Abb. 9: Verformungsbilder eines Beins

Die so aufgebauten Modelle ermöglichen es, sowohl das Verformungsverhalten der Haut und des Weichgewebes abzubilden, als auch die Reaktionskräfte, die auf das Knie wirken, zu bestimmen. Durch Versuche mithilfe eines Prüfstandes konnten die für die Modellbildung notwendigen Parameter ermittelt werden und für die Folge Modelle verwendet werden. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Verformungsbilder der Beinoberfläche und des Weichgewebes, die durch die FE-Modelle berechnet wurden, eine gute qualitative Übereinstimmung mit dem Verhalten des realen Beins eines Probanden aufweisen.

Mithilfe dieser aufgebauten Modelle können zukünftig Aussagen über eine optimale Orthesenform getroffen werden ohne den Probanden direkt vor Ort haben zu müssen. Durch die Kopplung der 3D-Scantechnik, des Computer Aided Design, der Finite-Elemente-Methode sowie Rapid-Prototyping-Verfahren wird so eine Gesamtmethodik entwickelt, die den Orthopädietechniker bei der Anfertigung von Individualorthesen unterstützt und den Herstellprozess beschleunigt [4]. Diese generelle methodische Vorgehensweise zur Kopplung von CAE-Methoden wurde bereits in mehreren Studien erfolgreich angewendet [5].

6 Literatur

- [1] Knopf, Elmar. Untersuchung zur biomechanischen Wirkungsweise von Gonarthrose-Orthesen. Diss. Göttingen, Univ., Diss., 2010, 2010.
- [2] Colombo, Giorgio, et al. "Reverse engineering and rapid prototyping techniques to innovate prosthesis socket design." *Electronic Imaging 2006*. International Society for Optics and Photonics, 2006
- [3] Pagani, Cynthia H. Fantini, Wolfgang Potthast, and Gert-Peter Brüggemann. "The effect of valgus bracing on the knee adduction moment during gait and running in male subjects with varus alignment." *Clinical Biomechanics* 25.1 (2010): 70-76.
- [4] Albers, A., Reichert, S., Serf, M., Thorén, S., & Bursac, N. (2017). Kopplung von CAE-Methoden zur Unterstützung des Produktentwicklers. *Konstruktion*, 69(9/2017), 76–82.
- [5] Albers, A., Spadinger, M., Serf, Manuel, Reichert, S., Heldmaier, S., et al. (2017). Coupling of Computer-aided Methods: Supporting Product Developer during Embodiment Synthesis. In 12th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimisation.

Bitte per Post oder E-Mail an:
magazin@nafems.de

Adresse für Fensterkuvert



NAFEMS Deutschland,
 Österreich, Schweiz GmbH
 Griesstr. 20
 D-85567 Grafing b. München,
 Germany

Rückantwort: NAFEMS Magazin, Ausgabe (1/2019)

- Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:**
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Mitgliedschaft | <input type="checkbox"/> CFD Seminar im November |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Magazin „Benchmark“ | <input type="checkbox"/> MBSE Seminar im November |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Seminare | <input type="checkbox"/> Europäische SPDM Conference im November |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS Trainingskurse | <input type="checkbox"/> Additive Manufacturing Konferenz im Dezember |
| <input type="checkbox"/> NAFEMS e-learning | <input type="checkbox"/> Werkstoffeigenschaften im März 2019 |
| <input type="checkbox"/> Professional Simulation Engineer PSE | <input type="checkbox"/> NAFEMS World Congress 2019, Quebec, CAN |
| <input type="checkbox"/> Internationale Arbeitsgruppen | |
- 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.**

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: _____



We are NAFEMS



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

nafems.org