



Online-Magazin

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

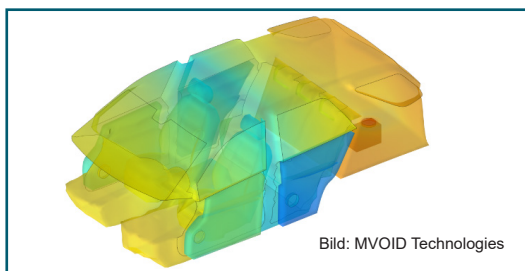
Fachbeiträge

STRÖMUNGSMECHANIK

- **Berechnung der Lufttemperaturen im Motorraum eines Fahrzeugs**
D. Bäder (Audi); A. Kospach, A. Domaingo (Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft)
- **CFD-Simulation der Wärmeübertragung in Leistungselektroniken**
B. Heller (ISKO engineers)

AKUSTIK

- **Musik in den Ohren**
– Wie schützt Auralisation vor unzutreffenden Erwartungen an den Klang?
A. J. Svobodnik (MVOID Technologies)

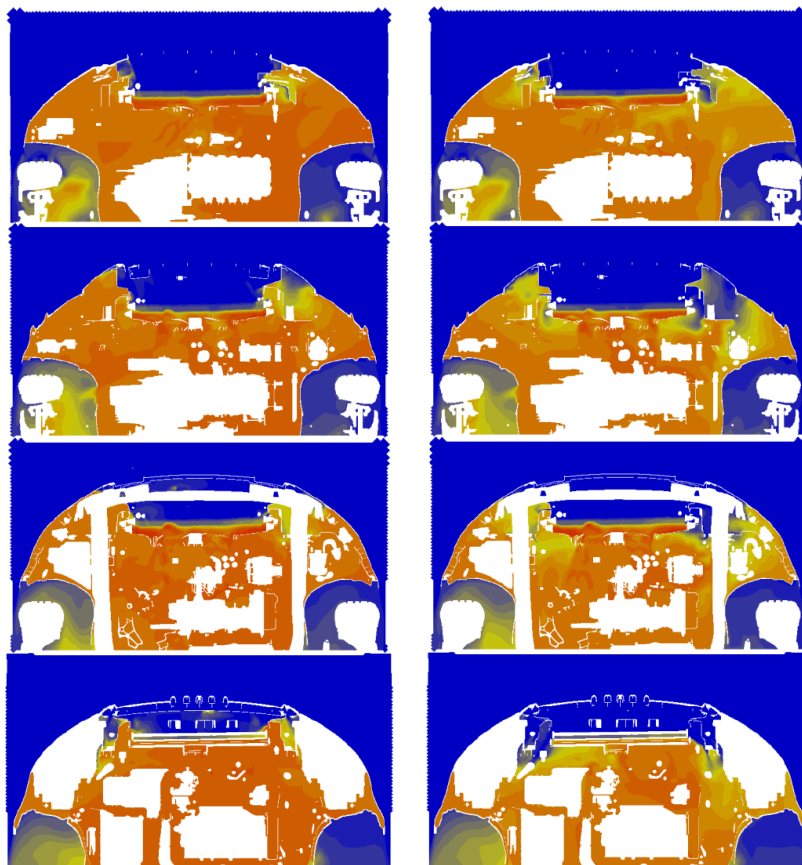


STRUKTUROPTIMIERUNG

- **Algorithmische Aspekte für die industrielle Topologie-Optimierung**
H. Erdelyi, M. Herz, E. Lemaire, M. Paffrath, U. Wever (Siemens)



Kühlufteintrittsflächen (rot) – Bild: Audi



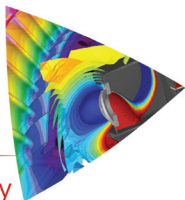
Temperaturfelder in unterschiedlichen y-Schnitten im Motorraum:
Links - teilweise geschlossene Kühlufteintrittsflächen, rechts - vollständig geöffneter Kühlufteintritt – Bilder: Audi

VORTRAGSPROGRAMM UND EINLADUNG

NAFEMS 18 DACH Conference

Berechnung und Simulation:
Anwendungen, Entwicklungen, Trends

14-16 May, Bamberg, Germany



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,

Sie lesen in dem Heft 45 des NAFEMS Online-Magazins. Wie gewohnt, hat das Herausgeber-Team einen bunten Strauß an interessanten und nützlichen Informationen aus dem Bereich der numerischen Simulation für Sie zusammengestellt. Diese Informationen umrahmen die wissenschaftlichen Beiträge, den Kern des Magazins. An dieser Stelle sei einmal besonders den Autoren der Beiträge gedankt. Sie haben viel Aufwand hineingesteckt, um die meist komplexen Sachverhalte zu erforschen und sie dann auch noch möglichst kurz und präzise, aber dennoch verständlich darzustellen. Die Beiträge bereichern das Magazin ungemein; ihre Qualität und Aktualität tragen wesentlich zum Erfolg des Magazins bei. Zudem sorgen sie dafür zu erkennen, wie breit gefächert doch das Anwendungsspektrum der numerischen Simulation inzwischen geworden ist, wo Erfolge erzielt wurden und welche Probleme noch nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten. Insbesondere für neue Lösungsansätze bietet sich das Magazin als Medium zur Veröffentlichung an.

Diesmal haben wir Beiträge aus drei Themenbereichen für Sie ausgewählt. In der Strömungsmechanik spielt die Simulation schon lange eine herausragende Rolle. Die dadurch gegebenen Möglichkeiten führen zu stetig erweiterten Anwendungsfeldern. So befasst sich der erste Beitrag damit, die Lufttemperatur im Motorraum eines Pkw bereits im Entwurfsstadium zu berechnen und konsequent Maßnahmen zu ergreifen, um die problematische Rezirkulation zu minimieren. Auch der zweite Beitrag behandelt ein Problem der Wärmeübertragung, allerdings mit Anwendung auf Leistungselektroniken. Es zeigt sich, dass Temperatur und Druckverlust nicht gleichzeitig minimiert werden können, aber man kann bei vorgegebenem maximalem Druckverlust die Temperatur minimieren. Der dritte Beitrag kommt aus dem Bereich der Akustik. Es wird demonstriert, wie man ein Hörerlebnis bereits in einer geplanten Fahrzeugkabine gewinnen kann. Schließlich wird aus dem Bereich der Strukturoptimierung gezeigt, dass es häufig sinnvoll ist, stochastische Bedingungen, insbesondere hinsichtlich der Belastung, in die Topologieoptimierung einzubeziehen. Zudem kann die Berücksichtigung unterschiedlicher Lagenorientierungen bei Faserverbundstrukturen die Ergebnisse der Optimierung wesentlich beeinflussen.

Ich wünsche Ihnen gute Erkenntnisse und viel Vergnügen bei der Lektüre. Vielleicht finden Sie ja zudem den einen oder anderen Hinweis, der Ihnen bei Ihren aktuellen Aufgaben weiterhilft.

Mit freundlichen Grüßen

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



*Prof. Dr.-Ing.
Klaus Rohwer*

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



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



www.dynamore.de



www.esi-group.com



www.intes.de



www.mscsoftware.com

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

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

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

Das oberste Gremium bei NAFEMS ist das **Council of Management**. Deren Mitglieder sind:

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

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)
- R. Helfrich (Intes)
- M. Hoffmann (Altair Engineering)
- C. Hühne (DLR)
- F. Jurecka (Dassault Systèmes)
- W. Moretti (Schindler Elevator)
- E. Niederauer (Siemens PLM Software)
- A. Pfaff (PD Tec)
- A. Starlinger (Stadler Altenrhein)
- A. Svobodnik (Mvoid Technologies)
- E. Wang (Cadferm)
- M. Zehn (TU Berlin)

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

- R. Banjac (Siemens PLM Software)
- W. Dirschmid (CAE Consulting)
- A. Frenk (Dassault Systèmes)

- A. Gill (Ansys Germany)
- T. Grahs (Volkswagen)
- U. Heck (DHCAE)
- B. Hupertz (Ford)
- U. Janoske (Universität Wuppertal)
- G. Kohnen (DHBW Mosbach)
- B. Marovic (Mentor Graphics (Deutschland))
- R. Stauch (FH Esslingen)
- M. Stephan (DHBW Mosbach)
- A. Stück (DLR)
- T. Weber (CD-adapco)
- K. Wolf (Fraunhofer SCAI)

Die technischen Bereiche bei NAFEMS werden durch spezialisierte **internationale Arbeitsgruppen (Working Groups)** koordiniert. Folgende Gruppen sind aktuell bei NAFEMS aktiv:

- 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

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 **1.300 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 1.300 Organisationen weltweit

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

Impressum

Editor-in-Chief

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

Redaktioneller Beirat

Dr. Alfred Svobodnik
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 © 2018, 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

Vorwort des Editor-in-Chief.....	2
Sponsoren	3
NAFEMS	
Über NAFEMS.....	4
Inhalt / Impressum	5
Mitgliedschaft.....	6
NAFEMS Events	
Übersicht: Konferenzen/Seminare, Schulungen, e-learnig Kurse.....	7
DACH Regionalkonferenz 2018	8 - 15
Nordic Regionalkonferenz 2018.....	16 - 18
Regionalkonferenzen 2018 - Übersicht.....	19
European Multiphysics Conference	20
NAFEMS World Congress 2019	21
NAFEMS Trainings	
Praktische Anwendung der FEM und Ergebnisinterpretation.....	22
Strömungssimulation (CFD): Theorie und Anwendung	23
Verification and Validation in Engineering Simulation	24 - 25
Simulation und Analyse von Composites	26
Practical Introduction to Non-Linear Finite Element Analysis.....	27
Literatur	
Invitation 2 Tender	28 - 29
E-Library.....	30 - 33
Internationale NAFEMS Zeitschrift „Benchmark“	34
Professional Simulation Engineer PSE	35
Projekt: ITEA3 VMAP	36 - 37
Neuigkeiten	38 - 53
Veranstaltungskalender	54 - 55
Fachbeiträge	
Strömungsmechanik	
Berechnung der Lufttemperaturen im Motorraum eines Fahrzeugs	
D. Bäder (Audi); A. Kospach, A. Domaingo (Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft)	56 - 66
CFD-Simulation der Wärmeübertragung in Leistungselektroniken	
B. Heller (ISKO engineers).....	67 - 74
Akustik	
Musik in den Ohren – Wie schützt Auralisation vor unzutreffenden Erwartungen an den Klang?	
A. J. Svobodnik (MVOID Technologies)	75 - 79
Strukturoptimierung	
Algorithmische Aspekte für die industrielle Topologie-Optimierung	
H. Erdelyi, M. Herz, E. Lemaire, M. Paffrath, U. Wever (Siemens).....	80 - 85
Werbeanzeigen	
Dassault Systèmes.....	39
esocaet.....	41
Hochschule Rapperswil.....	45
MSC Software	43
Rückmeldefomulare	86 - 87



Membership to suit you

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

Site membership

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

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

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

Corporate membership

Tailored membership for large companies with multiple locations

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

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

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

Small company membership

Cost-effective membership for small to medium sized enterprises

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

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

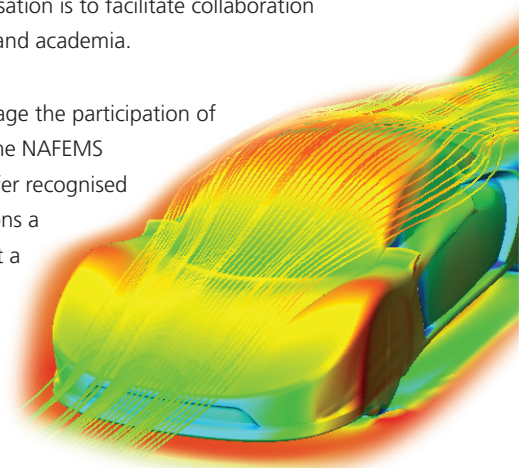
Academic membership

Offering the benefits of site membership to recognised academic institutions

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

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

www.nafems.org/involved



Konferenzen und Seminare

Konferenz-/Seminartitel	Termin	Ort
Deutschsprachige NAFEMS Regionalkonferenz 2018 www.nafems.org/2018/dach	14.-16.05.	Bamberg
CFD-Seminar www.nafems.org/cfd18 (online im Frühjahr 2018)	tba - Okt.	tba
European Multiphysics Conference www.nafems.org/mp2018	11.-12.10.	Budapest, Ungarn
Model Based Systems Engineering (MBSE) and CAE www.nafems.org/mbse18 (online im Frühjahr 2018)	13.-14.11.	Wiesbaden
European SPDM Conference www.nafems.org/spdm2018 (online im Frühjahr 2018)	28.-29.11.	München

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

Schulungen

Schulungstitel	Termin	Ort	Teilnahmegebühr
Verification and Validation in Engineering Simulation www.nafems.org/events/nafevents/2018/vandv1/	05.-06.06.	Wiesbaden	1.950 / 1.560 ¹⁾
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		
Simulation und Analyse von Composites	auf Anfrage / Inhouse		

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

Eine Beschreibung der Schulungsinhalte finden Sie auf Seiten 14 - 19. 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:

Practical Modelling of Joints and Connections
Practical CFD
Non-Linear FEA
Basic Finite Element Analysis
Dynamic Finite Element Analysis
Elements of Turbulence Modeling
CFD for Structural Designers and Analysts
Fatigue & Fracture Mechanics in FEA
Composite FEA
Structural Optimization in FEA

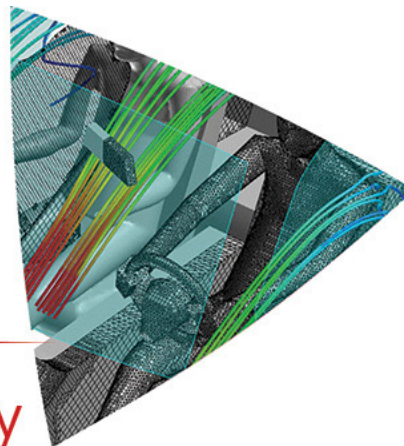


Aktuelle Termine und weitere Infos unter www.nafems.org/e-learning

NAFEMS 18 DACH Conference

Berechnung und Simulation:
Anwendungen, Entwicklungen, Trends

14-16 May, Bamberg, Germany



THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE ENGINEERING ANALYSIS, MODELLING, AND SIMULATION COMMUNITY



Die 4. deutschsprachige NAFEMS Regionalkonferenz bietet Ihnen wiederholt ein einzigartiges, unabhängiges, neutrales, übergreifendes und umfassendes Informations- und Networkingangebot im Bereich der numerischen Simulationsmethoden.

Übersicht

- Plenarvorträge: EDAG engineering, SIMconcept, Opel Automobile, Sulzer Rotating Equipment Services, Charité - Univ.-medizin Berlin, Univ. Duisburg-Essen, Hochschule Esslingen
- Über 100 Fachvorträge in 32 Sessions
- Forum: Additive Fertigung
- Kurztrainings: Verification/Validation (V&V) / CFD
- Diskussion: NAFEMS CFD Working Group
- Workshop: ITEA VMAP
- Umfangreiche Hard- und Softwareausstellung
- Networking, Erfahrungs- und Informationsaustausch
- Für NAFEMS Mitglieder frei* und Nichtmitglieder

Einladung

Wir laden Sie herzlich zur 4. deutschsprachigen NAFEMS Konferenz vom 14. - 16. Mai 2018 nach Bamberg ein. Die alle zwei Jahre stattfindende Konferenz bietet Ihnen ein unabhängiges, übergreifendes und umfassendes Informationsangebot im Bereich der numerischen Simulationsmethoden – eine Plattform, auf der neue Techniken, Tools und „Best Practises“ präsentiert werden. Für Teilnehmer ergibt sich hier die Möglichkeit, auf breiter Basis erfolgreiche Anwendungen und Trends mit Spezialisten aus Forschung und im besonderen Maße aus der Industrie zu diskutieren.

Es erwarten Sie interessante Plenarvorträge, Fachbeiträge von Anwendern verschiedener Softwareprodukte sowie von Softwareherstellern und Dienstleistern, das Forum „Additive Manufacturing“ sowie Workshops und Diskussionsrunden. Eine große Ausstellung von Hard- und Softwareausstellern begleitet die Konferenz – zuletzt mit fast 30 Ausstellern.

Die Teilnahme ist offen für NAFEMS Mitglieder und Nichtmitglieder, wobei NAFEMS Mitglieder im Rahmen ihrer Mitgliedschaft unter Verwendung von „seminar credits“ kostenlos teilnehmen.

Wir freuen uns sehr, Sie in Bamberg begrüßen zu dürfen.

Albert Oswald mit dem gesamten NAFEMS Team

Bitte reichen Sie diese Informationen auch an interessierte Kolleginnen und Kollegen weiter. Herzlichen Dank.

Organisation

Veranstaltungsort / Hotel

Welcome Kongresshotel Bamberg

Teilnahmegebühren

Nicht-Mitglieder: Euro 750,- Euro

NAFEMS-Mitglieder: frei*

Proceedings, Mittagessen und Pausengetränke sind in den Teilnahmegebühren enthalten.

* Mitgliedsgebühren für Unternehmen/Institute

Eine Standard NAFEMS site membership kostet 1.150 Euro pro Jahr.

Eine Academic site membership kostet 710 Euro pro Jahr. NAFEMS

Mitglieder erhalten sechs seminar credits (1 credit entspricht 1/2 Seminar-/Konferenztag) pro Jahr.

Für diese Veranstaltung werden fünf seminar credits je Teilnehmer für eine kostenlose Teilnahme benötigt – es rechnet sich schnell, Mitglied zu werden.

Sollten die seminar credits bereits verwendet worden sein, können NAFEMS Mitglieder zum reduzierten Preis von Euro 500,- pro Person teilnehmen.

Ausstellung und Sponsoring

Die Konferenz wird von einer Hard-/Softwareausstellung begleitet. Bitte fordern Sie weitere Informationen an.

Tagungssprache

Deutsch (Vorträge in Einzelfällen auch in Englisch)

Alle Preise zzgl. ges. MwSt.

Forum

„Additive Manufacturing“

In Kooperation mit dem x-technik Verlag veranstalten wir dieses spezielle Forum zu

- Möglichkeiten,
- Risiken und Herausforderungen,
- sowie Anforderungen an Berechnungsingenieure.

ADDITIVE FERTIGUNG x-technik

Sponsoren

Principal

SIEMENS

Gold

BETA
SIMULATION SOLUTIONS

Mentor[®]
A Siemens Business

Silber

advania
data centers

CDH

DATADVANCE

DYNA
MORE

esi
get it right[®]

gns

INTES

ISKO
engineers

TECHNIA TRANSCAT
ADDNODE GROUP

Medienpartner

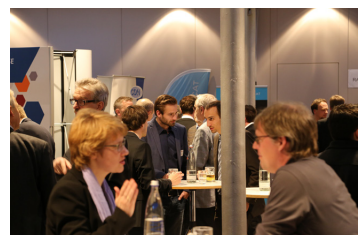
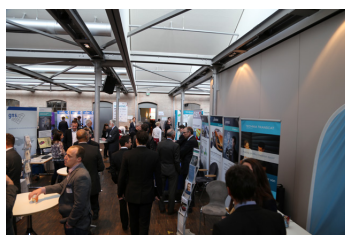
x-technik
ADDITIVE FERTIGUNG

DIGITAL ENGINEERING
MAGAZIN

Informationen und Anmeldung: www.nafems.org/2018/dach

AGENDA – MONTAG, 14. MAI

Plenum im Hegelsaal (Konzert- und Kongresshalle Bamberg)	
1 Keynotevorträge	
13:15	Begrüßung W. Dirschmid (Consultant – Vorsitzender des NAFEMS Lenkungsausschusses Deutschland, Österreich, Schweiz) M. Zehn (TU Berlin – Vice Chairman of NAFEMS); A. Oswald, T. Morris (NAFEMS)
13:30	Keynote-Vortrag: Industrialisierung der Additiven Fertigung – NextGen Spaceframe 2.0: Bionik, Additive Manufacturing und Aluminium für den flexiblen High-End-Leichtbau J. Hülsmann (EDAG Engineering)
14:00	Keynote-Vortrag: Stand und Handlungsfelder der Additiven Fertigung G. Witt (Univ. Duisburg-Essen)
14:30	Keynote-Vortrag: Digital use Cases for Customer Value C. Soothill (Sulzer Rotating Equipment Services)
15:00	Principal Sponsor-Vortrag: Siemens PLM Software E. Niederauer (Siemens PLM Software)
15:15	Pause in der Fachausstellung
Raum 1	
2-1 Forum: Additive Manufacturing	
16:10	Invited Presentation: Potenziale von Simulationswerkzeugen für das Additive Manufacturing C. Seidel (Fraunhofer IGC/TU München iwv)
16:35	Sicherheit, Risiken und Vertrauen in der Additiven Fertigung F. Baumann, S. Hudert, U. Odefey (TWT)
17:00	Prozesssimulationen in der Lasertechnik: Herausforderungen für Industrie und Wissenschaft in der Additiven Fertigung J. Hagen, S. Kohl, M. Schmidt (Univ. Erlangen-Nürnberg)
17:25	FE-Simulationen in der digitalen Prozesskette individueller, additiv gefertigter Prothesen & Orthesen C. Taubmann (Mecuris)
Raum 2	
2-2 Dynamik	
Untersuchung von Eigenschwingung und Leichtbaupotenzial unterschiedlicher Gitterstrukturen am Beispiel von Magnetuntergestellen von Teilchenbeschleunigern S. Andresen (Alfred-Wegener-Institut)	
Co-Simulation von Elektro-Mechanischen Antrieben für Leistungsschalter T. Schindler, A. Tueysuez, C. Simonidis (ABB Forschungszentrum)	
Einsatz von passiven und aktiven Schwingungstilgern in der Strukturndynamik N. Wagner, R. Helfrich (Intes)	
Instabilitätsprobleme bei der impliziten transienten FEM-Simulation schnell rotierender elastischer Strukturen – Beschreibung des Phänomens und Lösungsmöglichkeiten M. Kober, A. Kühorn (BTU Cottbus); A. Keskin (Rolls Royce)	
Raum 3	
2-3 CFD	
Multiskalen-Modellierungen für Filteranwendungen auf Basis von Euler-Lagrange-Ansätzen unter Berücksichtigung der Strukturdeformation (FSI) U. Heck, M. Becker (DHCAE Tools)	
FSI-Simulation dünnwandiger pneumatischer Rückschlagmanschetten A. Avci (Festo)	
Meshfree – Gitterfreie Strömungssimulation in der Fluid-Struktur-Interaktion J. Kuhnert (Fraunhofer ITWM)	
CFD Analyse zum Flugverhalten einer Drohnenkonfiguration mittels Lattice-Boltzmann Methode J. Iseler (Dassault Systemes)	
17:50	Ende der Vorträge des ersten Tages
Fachausstellung	
Get Together	
18:00	Networking, Diskussion, Fachgespräche bei Getränken und Imbiss





AGENDA – MONTAG, 14. MAI

Raum 4

2-4 Optimierung

Effiziente Lösung gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme basierend auf einem SQP-Ansatz

K. Schittkowski (Consultant); O. Exler, T. Lehmann (Univ. Bayreuth)

Robustheitsoptimierung mit integriertem Kostenmodell

C. Hoyer, S. Fiebig, J. Sellschopp (Volkswagen); T. Vietor (TU Braunschweig)

Neue Möglichkeiten der parameterfreien Sizing-Optimierung

D. Kurfes, N. Gerzen, C. Pedersen (Dassault Systemes)

Simulationsprozess für den Entwurf eines Motorhalters

R. Helfrich, A. Schünemann (Intes)

Raum 5

2-5 FKM / Richtlinien

Vorstellung der FKM Richtlinie nichtlinear für Festigkeitsnachweise

M. Fiedler, M. Vormwald (TU Darmstadt)

Festigkeitsnachweis mit der "FKM Richtlinie nichtlinear" auf Basis von Finite Elemente Ergebnissen

T. Kirchhoff, F. Bös, W. Feickert (Ingenieurbüro Huß & Feickert)

Dauerfestigkeit oder doch schon Betriebsfestigkeit? Computerunterstützte Lebensdauervorhersage zur Produktoptimierung und Schadensvermeidung – ein Normenvergleich (FKM-Richtlinie, EC3, DVS1612, Kranbaunorm)

W. Krach (CAE Simulation & Solutions)

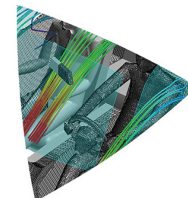
16:10

16:35

17:00

17:25

17:50



Fachaussteller

Advania

Beta CAE Systems

CDH

Datadvance

DYNAMore

Dynardo

Engineering Center Steyr - Magna

EnginSoft

ESI Group

GNS

GNS Systems

HBM Prensica

IHF Ing.-büro Huß & Feickert

Intes

ISKO

KeyToMetals

Mentor

MSC Software

NAFEMS

PD Tec

Polytec

Scale

Siemens PLM Software

Synopsis

Technia Transcat

VMAP Project

WIN-Verlag

x-technik Verlag

Stand: 4.3.2018

AGENDA – DIENSTAG, 15. MAI

Plenum im Hegelsaal (Konzert- und Kongresshalle Bamberg)			
3 Keynote-Vorträge			
08:30	Keynote-Vortrag: On the Credibility Assurance of Engineering Simulation J. Imbert (SIMconcept Consulting)		
09:00	Keynote-Vortrag: Mechanik trifft Biologie: Verwendung mechanobiologischer Computermodelle zur Unterstützung der Skelettgesundheit S. Checa (Charité - Universitätsmedizin Berlin)		
09:30	Keynote-Vortrag: Untersuchung von Standorten für Windkraftanlagen im komplexen Gelände mit Hilfe hochaufgelöster, dreidimensionaler Strömungssimulation (CFD) am Beispiel des WindForS Windenergie-Testfelds H. Knaus (Hochschule Esslingen)		
10:00	Keynote-Vortrag: CFD Simulation im Thermomanagement von Automobilscheinwerfern A. Jordan (Opel Automobile)		
10:30	Pause in der Fachaussstellung		
Raum 1			
4-1 Forum: Additive Manufacturing			
11:30	Impact of Additive Manufacturing Process Conditions on the Dynamic Performance of Metallic Components H. Erdelyi, N. Lammens (Siemens PLM Software); B. Can Hooreweder (KU Leuven); W. Van Paepegem (Univ. Gent)		
11:55	Makroskopische mechanische, thermische und gekoppelte Analyse des additiven Metallpulverbett-Prozesses P. Mehmert, E. Escobar (Simufact Engineering)		
12:20	Methodenentwicklung zur Prozesssimulation drahtbasierter Additiver Fertigungsverfahren S. Brötz, S. Scheiblhofer (LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen)		
12:45	Mittagspause		
5-1 Forum: Additive Manufacturing			
14:00	Simulation der Kerbwirkung von Poren in 3D gedruckten Bauteilen K. Nigge, J. Fieres, C. Reinhart (Volume Graphics); P. Schumann (Concept Laser)		
14:25	3D Konstruktursimulation in der pulverbett-basierten additiven Fertigung J. Köpf, M. Markl, C. Körner (Univ. Erlangen-Nürnberg)		
14:50	Last-Spezifische Strukturentwicklung basierend auf evolutionärer Programmierung G. Dutta, L. Steuernagel, D. Meiners (TU Clausthal)		
15:15	Pause in der Fachaussstellung		
6-1 Forum: Additive Manufacturing			
16:00	Zeit und Kosten sparen mit simulationsgestützter additiver Fertigung C. Rossmann (Materialise)		
16:25	Entwicklung und Design eines Rennwagenradträgers für generative Fertigung G. Bonev (Sogeti Deutschland)		
16:50	Statische Analyse eines additiv gefertigten Metamaterials B. Büttner, T. Most (Dynardo); A. Wiedera, C. Bauer (Math-to-Market)		
17:15	Ende der Vorträge		
Sektempfang und Gala-Dinner			
ab 19:45	19:45 Sektempfang in der Fachaussstellung / 20:00 Abendveranstaltung im Hegelsaal (Kongress-/Konzerthalle Bamberg = Plenarsaal)		
Raum 2			
4-2 Material			
Verknüpfung von Umform- und Struktur-simulation für endlosfaserverstärkte Composites B. Eck (Faurecia)			
Carbonfaserverstärkte Sheet Molding Compounds – Simulation und Realität J. Lausch (EDAG Engineering/TH Ingolstadt); H. Schweiger (TH Ingolstadt)			
Einfluss der Modellierung von Delamination auf das Versagen von Faserverbundstrukturen P. Wang, C. Schuecker (Montanuniv. Leoben)			
5-2 Dynamik			
Untersuchung zur Prognosefähigkeit von idealisierten Schraubenmodellen für die Gesamtfahrzeugberechnung unter Crashbelastung F. Schauwecker, D. Moncayo, M. Beck (Daimler); P. Middendorf (Univ. Stuttgart)			
Analyse und Gegenüberstellung verschiedener Zeitintegrationsmethoden am Beispiel einer Windenergieanlage J. Wittmann, C. Glenk, F. Rieg (Univ. Bayreuth)			
Automatisierung multidisziplinärer Optimierungs- und Analyseprozesse zur Verbesserung von Karosseriestrukturen L. Gräning (Dynardo)			
6-2 Dynamik			
Modal- und Partizipationsfaktoranalyse zur Beurteilung magneto-mechanischer Simulationsergebnisse für Magnet-Resonanz-Tomographen C. Ströhlein, A. Krug, P. Dietz (Siemens Healthineers); H. Landes (SIMetris)			
Zahnrad-schwingungen und der Doppler-Effekt M. Elbs (ISMB Dautermann); D. Sterns (Renk)			
Auf dem Weg zum digitalen Prototypen – Wunsch oder schon Wirklichkeit? N. Wagner, R. Helfrich (Intes)			
Raum 3			
4-3 CFD			
CFD Simulation der Flüssigkeitsreibung von Öl-Wassergemischen bei Gestängtiefpumpen C. Langbauer (Montanuniv. Leoben)			
CFD Simulation einer neuartigen hydraulischen Untertagepumpe zur Förderung von Erdöl C. Langbauer (Montanuniv. Leoben)			
Optimization of Marine Propeller in a Uniform Flow L. Lavrishcheva (Krylov State Research Centre)			
5-3 CFD			
Parametrische Optimierung auf Komponentenebene als Basis für einen Optimierungsprozess auf Gesamtfahrzeugebene im Thermomanagement M. Schulz, A. Albers (Karlsruher Institut für Technologie); T. Binner, H. Reister (Daimler)			
Effiziente numerische Optimierung des Fans eines Strahltriebwerks unter Berücksichtigung von struktur- und strömungsmechanischen Anforderungen M. Wagner (Dynardo); C. Schemman (FH Dortmund); J. Eitzinger (Ansys)			
Optimierung des Ladungswechselprozesses eines Zweitakt-Doppelkolbenmotors durch Simulation, Berechnung und Neukonstruktion von Brennraum, Ansaug- und Abgaskanälen P. Diwisch, C. Glenk, F. Rieg (Univ. Bayreuth)			
6-3 Material			
Vollfeldkalibrierung – Materialparameteridentifikation unter Verwendung von digitaler Bildkorrelation N. Stander, I. Gandikota, A. DuBois, D. Kirpicev (LSTC); K. Witowski, C. Ilg, A. Haufe, A. Svedin (DYNAmore)			
Neuentwicklungen bei der Auswahl und Optimierung von Werkstoffeigenschaften V. Pocajt (Key to Metals)			
Experiment und numerische Simulation zur Charakterisierung des Biegeverhaltens von Faserbündeln L. Krishnappa, J. Ohlendorf, K. Thoben Univ. Bremen); A. Drieling (Faserinstitut Bremen)			



AGENDA – DIENSTAG, 15. MAI

Raum 4

4-4 MBSE

Audi Virtual Function Integration Platform
C. Brückner, P. Weigl (Audi)

MBSE auf Parameterebene
T. Katzwinkel, G. Jacobs, C. Konrad, J. Berroth, F. Sulejmani, C. Dittmann, C. Weigel (RWTH Aachen)

Digitale Modellierung für die Optimierung eines Elektrofahrzeuges
H. Tielbörger (Siemens PLM Software)

5-4 Festigkeit

Automatisierte Nachweise von Schweißnähten auf der Basis von FEM-Berechnungen
P. Reimers (IWis)

Vorstellung einer verbesserten Ermüdungsanalysemethode zur Lebensdauerschätzung von Schweißnähten
S. Vervoort (HBM Prensica)

Automatisierte Verbesserung von Simulationsmodellen zur exakteren messdatenbasierten Lastgenerierung
O. Gattringer, T. Mrazek (Engineering Center Steyr)

6-4 CAE Datenmanagement

Wissensbasierte und berechnungsunterstützte Konzeptabsicherung in den frühen Phasen der Produktentwicklung am Beispiel des Elektromotors
J. Tüchsen, M. Richter, J. Heydenreich, M. Koch (Brose); B. Schleich, S. Wartack (Univ. Erlangen-Nürnberg)

Data Mining in der virtuellen Fahrzeugentwicklung
C. Schwarz (ISKO engineers)

A.I.-assisted Engineering
S. Slavetinsky, M. Stoll, S. Suwelack (Renumics)

Raum 5

4-5 Akustik/NVH

Untersuchung des vibroakustischen Verhaltens von elektrischen Verstellantrieben mittels eines hybriden Modellierungsansatzes
O. von Estorff, M. Markiewicz, O. Zaleski (Novicos)

Einsatz von FRF Substructures am Beispiel einer NVH Analyse von Antriebssträngen in der Gesamtfahrzeugauslegung
U. Fiedler (CDH)

A Digital Development Environment for Virtual Sound Design of Vehicles
A. Svobodnik (Mvoid Group)

5-5 V&V Training

Kurztraining: An Introduction to Simulation V&V
J.-F. Imbert (SIMconcept Consulting)

cont.

cont.

6-5 CFD Training

Vorstellung des NAFEMS CFD-Trainingskurses: CFD-Berechnungen: Theorie und praktische Anwendung
U. Janoske (Univ. Wuppertal); G. Kohnen (DHBW Mosbach)

cont.

cont.

11:30

11:55

12:20

12:45

14:00

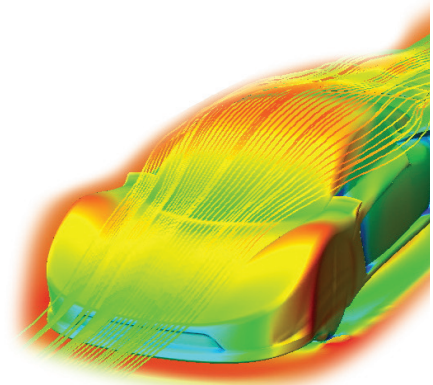
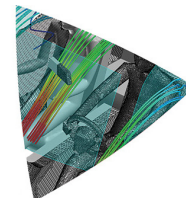
14:50

15:15

16:00

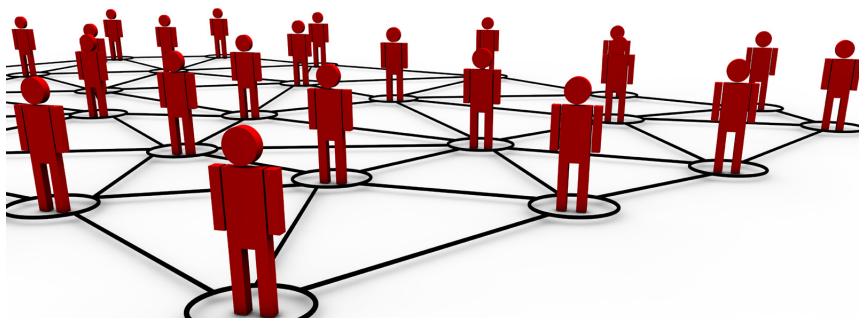
16:25

16:50



AGENDA – MITTWOCH, 16. MAI

	Raum 1	Raum 2	Raum 3
	7-1 Forum: Additive Manufacturing	7-2 Material	7-3 CAD-CAE Integration
9:00	Print-to-Perform – Die Digitale Prozesskette für die Additiven Fertigung S. Ribeiro-Ayeh (Dassault Systemes)	Alterung in Kunststoffbauteilen – Eine Herausforderung für die FEM S. Achenbach (Achenbach GbR); M. Achenbach (Consultant)	CAD-CAE Integration mittels Isogeometrischer Analyse: Crashesimulationen am CAD-Modell und geschlossener Designzyklus L. Leidinger, L. Song (BMW); M. Breitenberger, A. Bauer, R. Wüchner, K. Bletzinger, F. Duddeck (TU München); S. Hartmann (DYNAmore)
9:25	Integrierte Prozesskette für Additive Manufacturing: From Requirement Driven Generative Design to 3D Printing in one Environment M. Gaytan (Siemens Industry Software)	Ergebnisse einer Umfrage zur ganzheitlichen Entwicklung von Kunststoffbauteilen M. Brehm, F. Lang (Merkle & Partner); A. Frick (Hochschule Aalen)	Automatisierte nichtlineare Baugruppen-FEM im Entwicklungsprozess R. Habermann (NSK)
9:50	Ganzheitlicher Simulationsworkflow für den additiven Fertigungsprozess T. Yugov, C. Robinson (Ansys)	Numerische Simulation einer Ringschnappverbindung aus Kunststoff mit Fokus auf die Wahl eines geeigneten Werkstoffmodells M. Brehm, F. Lang (Merkle & Partner); A. Frick, R. Boßler (Hochschule Aalen)	Validierung von freien Oberflächen (Volume of Fluid) Simulationen für die Implementierung in CAD integrierte CFD Software M. Gruetzmacher, B. Marovic (Mentor Graphics)
10:15	Pause in der Fachausstellung		
	8-1 Prozesse	8-2 Kontakt	8-3 Datenschnittstellen
11:00	Finite Elemente Simulation zur Auslegung der alternativen Anwendung von Seilen als Tiefpumpengestänge C. Langbauer (Montanuniv. Leoben)	Selbstkontakt mit Update bei einem Kabelbaum M. Klein (Intes)	ITEA VMAP Project – Working on a Standardisation for Material Data Interfaces in CAE Workflows K. Wolf (Fraunhofer SCAI); G. Duffett (NAFEMS)
11:25	Virtuelle Produktentwicklung für Drug Delivery Devices und Primärverpackungen aus Glas F. Magerl (TH Amberg-Weiden)	Zur Modellbildung und Simulation von Rollenlagern G. Breslau (TU Dresden)	Eine Schnittstelle für verschiedene Modellierungs- und Diskretisierungsansätze zwischen der Prozess- und der Struktursimulation C. Liebold, A. Haufe (DYNAmore)
11:50	Automatisierte Bewertung von Versagen der Fügechnik zwischen Sitzquerträgern und Fahrzeugboden in der Pfahlsimulation V. Diermann (Daimler)	Anwendung numerische Methoden zur Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit wälzgelagerter Planetenräder M. Tragsdorf (TU Dresden)	Simulationsdatenaustausch auf Basis neutraler Standards: STEP AP209 (nicht nur) für die Langzeitarchivierung J. Boy (Prostep)
12:15	Mittagspause		
	9-1 Fertigung	9-2 MKS/Kopplung	9-3 CFD
13:15	Simulation in der Fertigungstechnik am Beispiel der Zerspanung M. Fiderer (Synopt)	Numerische Simulation des Berstens von Druckbehältern zur Auslegung von Prüfkammern M. Brehm, S. Burckardt, S. Merkle (Merkle & Partner)	CFD-Simulation der Wärmeübertragung in Leistungselektroniken B. Heller (ISKO engineers)
13:40	Integration von Fertigungsrestriktionen in die Sizing Optimierung von Blechbauteilen S. Heldmaier, S. Reichert, S. Li, A. Albers (Karlsruher Institut für Technologie, IPEK)	Unterstützung bei der Herstellung optimierter Orthesen mithilfe gekoppelter CAE-Methoden M. Serf, A. Albers (Karlsruher Institut für Technologie)	Konventionelle Kühlung vs. Pralllüftung D. Scharinger (Fronius)
14:05	New Development Approach for 3D Hybrid Structures F. Masseria, D. Hühn (ESI); S. Müller (ESI Software Germany); J. Wollmann, M. Kuhtz, M. Krah, M. Gude (TU Dresden)	Kopplung der Mehrkörpersimulation (MKS) mit der nichtlinearen Finite Elemente Methode (FEM) * C. Kopp, H. Krings, T. El Dsoki (MSC Software)	Zusammenfassung der CFD-Themen und Diskussionen bei der Veranstaltung NAFEMS CFD Advisory Board
14:30	Wrap-up Session Chairman	Wrap-up Session Chairman	Wrap-up Session Chairman
14:45	Ende der Konferenz		



AGENDA – MITTWOCH, 16. MAI

Raum 4 7-4 Kopplung/Multiphysik Robuste FEM/BEM Kopplung für Wirbelstromprobleme L. Kielhorn (TailSit) Mechatronische Simulation einer Werkzeugmaschine H. Sehrschön (Fill) Elektrodynamische Induktion und Kopplung zur Thermodynamik und Strukturmechanik R. Helfrich, B. Zickler (Intes)	Raum 5 7-5 CFD Working Group Discussion Round: NAFEMS CFD Activities and the Benefits for CFD Users A. de Souza (Head of NAFEMS CFD Working Group); U. Janoske (Univ. Wuppertal); Mitglieder des NAFEMS DACH CFD Advisory Boards (CAB) cont. cont.
8-4 Methoden HPC 4.0 – Der digitale Arbeitsplatz der Zukunft C. Woll (GNS Systems) Simulation Apps: Erkenntnisgewinn in Echtzeit D. Franke (ISKO engineers) Ein neuer Ansatz in der Finite-Elemente-Modellierung von großen mechanischen Baugruppen A. Dadalau (Meshparts)	
9-4 Modelle A Dynamic Finite Element Modell to Determine In-Situ Biomechanics of a Running Shoe A. Tsouknidas, S. Maropoulos (University of Western Macedonia); D. Droukas, E. Karatsis (BETA CAE Systems); M. Papagianaki (University of Thessaloniki); D. Sagris (Technical Educational Institute of Central Macedonia) Modelreduktion für elektromechanische Wandler H. Landes, M. Meiler, J. Grabinger (SIMetris) Analyse zur qualitativen Parameterwahl bei Anwendung der Reduktionsmethode nach Craig-Bampton J. Lekue, P. Schönhuber, C. Schindler (RWTH Aachen); M. Weber (TU Kaiserslautern) Wrap-up Session Chairman	9-5 Workshop ITEA VMAP Workshop: A New Interface Standard for Integrated Virtual Material Modelling in Manufacturing Industry K. Wolf (Fraunhofer SCAI) cont. cont. Wrap-up Session Chairman

9:00



ITEA VMAP

Aufbau und Durchführung der VMAP-Standardisierungsaktivitäten im nationalen und weltweiten CAE-Umfeld

Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist es, bisher fehlende Software-Standards in Workflows des Virtual Engineerings in der herstellenden Industrie zu definieren und zu etablieren. Aktuell erfordern inkompatible Schnittstellen für den Transfer virtueller Materialinformationen umfangreiche manuelle Anpassungen. Dies führt zu Informationsverlusten und Zeitverzögerungen im gesamten Design-Prozess.

Ein Meilenstein von VMAP ist es daher, einheitliche und universelle Schnittstellenansätze für Prozessabläufe im Virtual Engineering zu entwickeln. »Simulationswerkzeuge, die bislang in Bezug auf Materialparameter zueinander inkompatibel sind, möchten wir so erweitern, dass ein Austausch relevanter physikalischer Materialgrößen einfacher möglich ist«, erläutert Projektkoordinator Klaus Wolf (Leiter des Geschäftsfelds Multiphysics bei Fraunhofer SCAI).

Im Projekt wird daher eine offene Standardisierung von Materialschnittstellen angestrebt.

Von den Projektergebnissen sollen viele Protagonisten im virtuellen Produktentwurf profitieren. Software-Anbietern und IT-Dienstleistern eröffnen sich durch vereinfachte Software-Integration neue Marktchancen. Entwurfsabteilungen in der Industrie verbessern durch Standardisierung die Integrations- und Kombinationsfähigkeit von Simulationswerkzeugen. Schließlich bieten sich für die produzierende Industrie mehr Möglichkeiten, um neue Materialien und Materialmischungen für komplexe Produkte einzusetzen.

VMAP hat ein Budget von 16,2 Millionen Euro bei einer Laufzeit von drei Jahren. Das Projekt endet im August 2020. Das Konsortium besteht aus Partnern in Belgien, in Kanada, in Deutschland, in den Niederlanden, in Österreich und in der Schweiz.

Der deutsche Teil des Verbundprojekts wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über das Cluster ITEA 3 der europäischen Forschungsinitiative EUREKA mit 3,5 Millionen Euro gefördert.

Mehr Informationen unter:

<http://s.fhg.de/vmap>

9:25

9:50

10:15

11:00

11:25

11:50

12:15

13:15

13:40

14:05

14:30

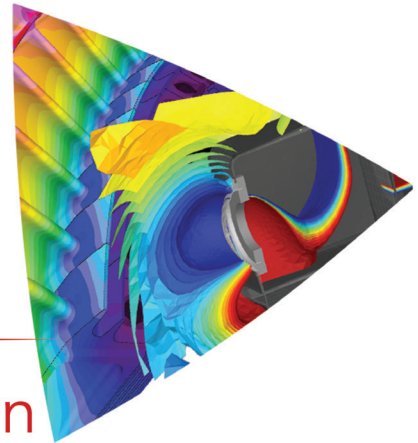
* Vorbehaltlich Review / Programmänderungen vorbehalten.

Weitere Regionalkonferenzen: Nordic

NAFEMS 18

Nordic Conference

Engineering Simulation: Best Practices,
New Developments, Future Trends



24-25 April, Göteborg, Sweden

THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE ENGINEERING ANALYSIS, MODELLING, AND SIMULATION COMMUNITY



The conference provided a unique, independent, neutral, and comprehensive overview of the current state of art in the engineering simulation analysis

Overview

- Plenary presentations by Volvo Cars and NIO
- 42 technical presentations in 15 sessions
- Special session on dynamics
- VMAP and PSE workshop sessions
- Hardware and software exhibition
- Networking, experience and information exchange
- For non-members and members (free by using four seminar credits*)

Invitation

The NAFEMS Nordic Regional Conference 2018 will be held once again at the Radisson Blu Scandinavia Hotel in Göteborg on 24 - 25 April 2018.

Entitled "Engineering Simulation: Best Practices, New Developments, Future Trends", the conference will give delegates an unrivalled independent insight into best practices and state-of-the-art which consequently show upcoming trends, tendencies and necessary future needs in FEA, CFD, MBS and associated technologies.

The conference will increase awareness and provide a discussion forum for topics that are vital to engineering industrialists and academics, offering attendees an unrivalled combination of industrial knowledge, expertise and forward-thinking to aid their deployment of CAE over the next few years.

The conference is open to both, members and non-members of NAFEMS, with members able to attend the event for free, as part of their membership benefits package.

We are looking forward to welcome you in Göteborg, Sweden.

NAFEMS Nordic Steering Committee

Informationen und Anmeldung

www.nafems.org/2018/nordic

Agenda – Tuesday, 24 April

Room A

Session 1 A – Keynote Presentations

- 10:30 **Welcome and NAFEMS Introduction**
T. Morris, A. R. Oswald (NAFEMS)
- 10:40 **Challenges and Opportunities in High Frequency Vibro-Acoustic Simulations**
A. Pietrzyk (Volvo Car Corporation)
- 11:15 **Virtual Vehicle Development at NIO**
N. Brännberg (NIO Nextev (UK))
- 11:50 **EMC Simulations for Automotive Applications**
A. Bergqvist (Volvo Car Corporation)
- 12:25 **Platinum Sponsor Presentation: Introduction of CAE Software Femtet**
S. Okawa (Murata Software)
- 12:35 Lunch

Session 2 A – Plenary Presentations

- 13:45 **How does the Choice of Organization Influence Strategy and Choice of CAE Tools and the Design Processes?**
M. Annerfeldt (Siemens Industrial Turbomaschinery); M. Karlsson (University of Linköping)
- 14:10 **Towards a Methodology for Robust Calibration of Finite Element Models:
A Case Study from Fire Resistance Testing of Bulkheads**
J. Anderson, J. Albrektsson, F. Santandrea (RISE)
- 14:35 **Design Optimization by using Support Vector Machines**
N. Strömberg (Örebro University)
- 15:00 **The Effect of In-Networking Computing Capable Interconnects on the Scalability of CAE Simulations**
O. Maor, D. Cho, Y. Qin, G. Shainer (HPC Advisory Council)
- 15:25 Coffee Break

Room A

Session 3A – Processes

- 16:10 **Process Simulation of Clinch Joints**
S. Jónás, D. Felhös (Knorr-Bremse);
M. Tiszai (University of Miskolc)
- 16:35 **Multi-Scale Uncertainty Analysis – A Tool to Systematically Consider Variability in Lignocellulosic Bioethanol Processes**
D. Nickel, C. Franzen, M. Janssen (Chalmers University of Technology);
R. Fornell (RISE)
- 17:00 **“Print-to-Perform” – A Customizable General Framework for Additive Manu-facturing Process Simulation**
S. Ribeiro-Ayeh, A. Winkler, V. Oancea, J. Hurtado (Dassault Systemes)
- 17:25 **ITEA VMAP Project – Working on a Standardisation for Material Data Interfaces in CAE Workflows**
K. Wolf (Fraunhofer SCAI);
G. Duffett (NAFEMS)

Room B

Session 3B – CFD

- Training a Mean-Value Engine Model for Control Application Using GT-Power Simulation**
N. Nickmehr, J. Zhu (Volvo Car Corporation)
- Sucker Rod Pump Fluid Friction Evaluation**
C. Langbauer, P. Vita (University of Leoben)
- Simulation and Modelling of 2-Dimensional Graphene Related Material: A Feasibility Study for CAE**
F. Jareman (AF); R. Holm, A. Isacson (Chalmers University of Technology)
- Apps to Transform the Simulation Industry**
D. Ericsson (Comsol)

Room C

Session 3C – Dynamics

- The Moving Frame Method in Dynamics: Modern Mathematics for Introductory and Multi-Body Dynamics**
T. Impelluso (Western Norway University of Applied Sciences)

Exhibition

- 17:50 **Get Together with Beverages and Snacks**
- 20:00 End of day 1

Preliminary agenda subject to alteration.

Agenda – Wednesday, 25 April

Room A		Room B		Room C	
Session 4A – Models		Session 4B – FSI/Multiphysics		Session 4C – PSE Certification	
08:15	A Dynamic Finite Element Model to Determine In-Situ Biomechanics of a Running Shoe A. Tsouknidas, S. Maropoulos (Univ. of Macedonia); D. Droukas, E. Karatsis (BETA CAE Systems); M. Papagiannaki (Univ. Thessaloniki); D. Sagris (Techn. Educ. Inst. of Central Macedonia)	Fluid-Structure Interaction Analysis of Composite Bow Foil G. Tora (cDynamics)		The NAFEMS Professional Simulation Engineer (PSE) Certification Scheme G. Duffett (NAFEMS)	
08:40	Simulation of Local Stresses in Complex Materials Directly on CT Scans K. Nigge, J. Fieres, C. Reinhart (Volume Graphics); P. Schumann (Concept Laser)	Modeling a Coriolis Flow Meter – FSI Simulation in the Frequency Domain M. Jensen (Comsol)			
09:05	Mechanical Characterization of Welded Steel Structures for Offshore Applications using DIC and AE E. Dartfeldt (RISE)	Hydraulic Subsurface Pump Numerical Study G. Jax, C. Langbauer, P. Vita (University of Leoben)			
09:30	Coffee Break				
Session 5A – Optimization		Session 5B – Multiphysics		Session 5C – Models	
10:15	Gaining Insight through Computer Aided Optimization T. Hass (Cortime)	The Importance of Multiphysics Simulations B. Bragee (Comsol)		Finite Element Model Best Practices R. Zanoni (Siemens Gamesa)	
10:40	Sucker Rod String Design Optimization using an Innovative Finite Elements Simulation Approach C. Langbauer, H. Hofstätter, T. Antretter (University of Leoben)	How to make a Gas Turbine? M. Annerfeldt (Siemens Industrial Turbomachinery)		Analysis of Concrete Cracking using Damage Mechanics T. Gasch (KTH Royal Institute of Technology)	
11:05	Supporting Exploration of Design Alternatives using Multivariate Analysis Algorithms for Architectural Design D. Di Stefano (Esteco)	Aeromechanics Applied on an Industrial Gas Turbine M. Mayorca (Siemens Industrial Turbomachinery)		Determination of Stress Intensification Factors of Piping Components by Finite Element Analysis S. Bapat (Wood Group)	
11:30	Lunch Break				
Session 6A – Dynamics		Session 6B – Multiphysics/Acoustics		Session 6C – ITEA VMAP	
12:35	Validation Structural Dynamic Models at Epiroc S. Enblom, S. Varghese (Epiroc)	Air Entrapment in a Closed Oil Circulating System J. Gorle, V. Heiskanen (Parker Hannifin Manufacturing)		A New Interface Standard for Integrated Virtual Material Modelling in Manufacturing Industry G. Duffett (NAFEMS)	
13:00	Automotive Crash Simulation Robustness using Principal Component Analysis (PCA) Approach D. Macri (Volvo Car Corporation)	Force-Based Squeak and Rattle Assessment of Vehicle Interiors at CEVT P. Sabiniaz (AF); Y. Wardi, J. Weber (CEVT); M. Moridnejad (Volvo Car Corp.); T. Fokilidis (BETA CAE Systems)			
13:25	Brake Caliper Design for a Formula Student Race Car for Revolve NTNU B. Vasseljen (Revolve NTNU)	Numerical Methods for Full Frequency Range Car Audio Installation Effects Prediction D. Copiello, A. Talbot, M. Brandstetter (Free Field Technologies)			
13:50	Coffee Break				
Room A					
Session 7A – Plenary Presentations					
14:15	CFD Investigation of Heavy Commercial Truck Thermal Soak and Validation with Test S. Dogru, U. Ay (Anova Engineering); D. Boyaci, C. Dinc (Ford Otosan)				
14:40	Evaluation of CAE Simulation Results using Photorealism in Processing P. Gustavsson, J. Elmered, A. Lundberg (Volvo Car Corporation); D. Katramados (BETA CAE Systems)				
15:05	Assessing the Mechanical Behaviour of Biological Cells using a Viscoelastic Material Model B. Fallqvist (Lightness by Design)				
15:30	Wrap-up and Farewell				
15:40	End of Conference				

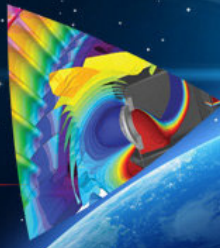
Preliminary agenda subject to alteration.

Alle NAFEMS Regionen mit Regionalkonferenzen:

NAFEMS 18

Regional Conferences

nafems.org/2018



Nordic

Engineering Simulation: Best Practices, New Developments, Future Trends
April 24-25 2018 | Göteborg, Sweden

DACH (Germany, Austria, Switzerland)

Berechnung und Simulation – Anwendungen, Entwicklungen, Trends
May 14-16, 2018 | Bamberg, Germany

Americas

CAASE 2018: The Conference on Advancing Analysis & Simulation in Engineering
June 5-7, 2018 | Cleveland, OH

UK

Taking Engineering Analysis and Simulation to the Next Level
July 17 -18 2018 | Milton Keynes, UK

India

Engineering Analysis, Modeling, Simulation and 3D-Printing
20-21 July 2018, Bengaluru, Karnataka

France

Simulation numérique :
moteur de performance - état de l'art - pratiques - tendances - impact industriel
November 14-15 2018 | Paris, France

Informationen

www.nafems.org/2018

Alle NAFEMS Regionen im Überblick

- > NAFEMS Americas
- > NAFEMS ASEAN
- > NAFEMS China
- > NAFEMS DACH
- > NAFEMS Eastern Europe
- > NAFEMS France
- > NAFEMS Iberia
- > NAFEMS India
- > NAFEMS Italia
- > NAFEMS Japan
- > NAFEMS Nordic
- > NAFEMS UK

Informationen

www.nafems.org/about/regional/

conference

NAFEMS European Conference on Multiphysics Simulations 2018:

Accurate Modelling for Tomorrow's Technologies

11th & 12th October 2018 : Budapest

Technology is changing faster than ever. Global megatrends – such as digitalization, resource scarcity, and the need for renewable energy – drive the demand for innovation and efficient product development. In today's world of almost limitless computing power, numerical simulations need to be both accessible and accurate in order to enable innovation.

NAFEMS are pleased to announce the fourth European Conference on Multiphysics simulations in October 2018. It will cover the use of Multiphysics simulations in industry, including the following topics:

- Industrial applications of Multiphysics
- Multi-scale & Multidisciplinary modelling
- Multiphysics simulations for renewable energy
- Validation & Verification
- Collaborations of industry with academia
- Multiphysics in the Cloud
- Code coupling and interfaces
- Optimization
- Teaching Multiphysics
- Co-simulation
- Accurate simulation for Digital Twin

The Scientific Committee

- Henrik Nordborg (HSR Rapperswil, Switzerland)
- Klaus Wolf (Fraunhofer Institute SCAL, Germany)
- Moji Moatamedi (University of Manchester, UK)
- Bernard Peters (University of Luxembourg)
- Alfred J. Svobodnik (MVOID Group, Germany)
- Albert Kurkchubasche (Dassault Systèmes Simulia Corp, USA)

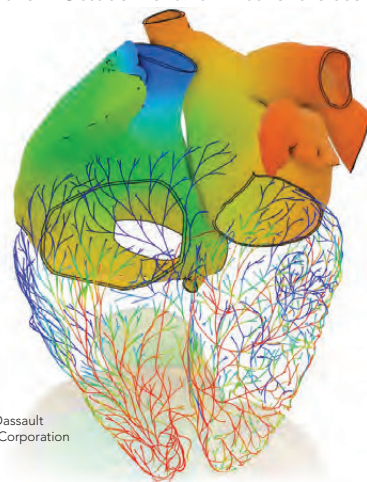


image courtesy of Dassault
Systèmes SIMULIA Corporation

The NAFEMS Multiphysics Working Group

The NAFEMS Multiphysics Working Group (MPWG) has been set up to promote and support the use of Multiphysics simulations in industry. Please contact the chairman, Henrik Nordborg, if you are interested joining the working group. Please contact the chairman, Henrik Nordborg at mpwg@nafems.org, if you are interested in joining the working group.

The conference brings together researchers, developers, teachers, and users of multiphysics simulation methods to present new results, exchange ideas and discuss the challenges. It is an excellent opportunity to connect to other practitioners in the field of multiphysics and coupled simulations.

In the first instance, abstracts of 300-600 words should be submitted for consideration by 8th June 2018.

Abstracts must be clearly marked with presentation title, author's name, organisation, address, phone numbers and email address.

Authors whose abstracts are accepted will be asked to prepare an extended abstract (typically 2-4 pages) and a Power Point presentation - full written papers are not required. NAFEMS prides itself on its independence and neutrality so we kindly request that submissions avoid any overt commercialism.

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

exhibition

There is an opportunity available for your company to support this event, giving you maximum exposure to a highly targeted audience of delegates, who are all directly involved in simulation, analysis, and design. Please contact Jo Davenport at NAFEMS if you would like more information. **+44 (0)1355 225688** jo.davenport@nafems.org

registration

NAFEMS European Conference on Multiphysics Simulations 2018 11-12 October 2018

Non Members Price £800** | Members of NAFEMS FREE* (see notes below) or £550.00** (*Free places are subject to your available seminar credits. **Tax at applicable rate will be added for all delegates)

Please register online at nafems.org/mp2018

nafems.org/mp2018





NWC

NAFEMS

2019

NAFEMSWORLDCONGRESS

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

We are delighted to announce that the
17th NAFEMS World Congress will take place in
Quebec City, Canada, 17-20 June 2019



This is the 2nd time that the World Congress will take place in Canada, with the 2007 event having taken place in Vancouver, and we are looking forward to another fantastic event.

A call for papers will be made available over the coming weeks, alongside sponsorship & exhibition opportunities. If you would like to let us know that you are interested in presenting, sponsoring or attending, please contact the Congress Manager, Roger Oswald, on nwc19@nafems.org

The Congress will host an outstanding, multi-faceted agenda, covering every aspect of engineering modelling, analysis & simulation and featuring industry-leading keynote speakers, as well as providing numerous training opportunities, workshops, discussion rounds and networking opportunities.

spdm INTERNATIONAL CONFERENCE
Simulation Process & Data Management

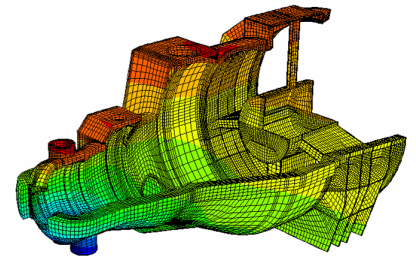
As part of the Congress, we will also host the 4th International Conference on Simulation Process & Data Management (SPDM), as well as symposia on Manufacturing Process Simulation & Additive Manufacturing, and Systems Engineering / MBSE, giving a truly unique overview of the world of engineering simulation.



www.nafems.org/congress

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

Referent



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

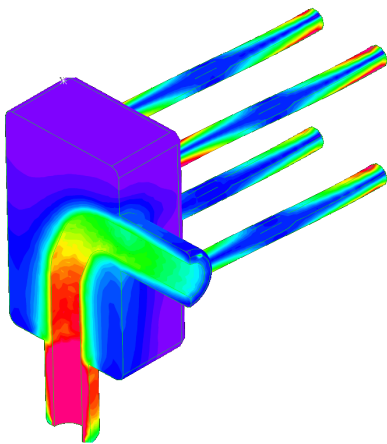
Dieser Kurs wird auch als Inhouse-Kurs bei Ihnen vor Ort angeboten. Bitte fordern Sie nähere Informationen an - Rückmeldeformular auf der vorletzten Seite.

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.



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

Kurssprache

Englisch / Deutsch, falls nur deutschsprachige Teilnehmer.

Inhouse-Kurs

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

Referent

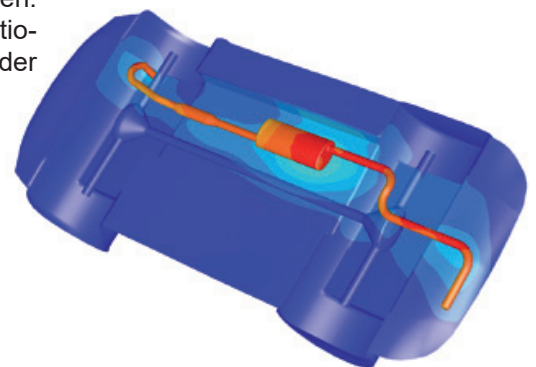


Prof. Dr.-Ing. Gangolf Kohnen hat über 25 Jahre Erfahrung mit CAE-Anwendungen mit Schwerpunkten auf dem Gebiet

der Strömungsberechnung CFD in Lehre, Forschung und Industrie. Herr Kohnen leitet den Bereich Maschinenbau und Virtual Engineering an der Hochschule Baden-Württemberg Mosbach.

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



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

5. - 6. Juni 2018 in Wiesbaden / 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/events/nafevents/2018/vandv1/

NAFEMS Schulung

Simulation und Analyse von Composites

Auf Anfrage / auch als Inhouse-Schulung buchbar

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

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

Training

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

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

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

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

Wer sollte teilnehmen

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

Inhalte

- Klassische Laminattheorie und Laminattheorien höherer Ordnung
- Mischungstheorien und Mikro-mechanik
- Festigkeitskriterien und Materialdegradationsmodelle
- Einführung in die Schädigungsmechanik
- Schädigungsmodelle für Verbundwerkstoffe
- Delaminationsmodellierungen

Referent



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

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

Kurssprache

Deutsch

Inhouse-Kurs

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

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 procedures, 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 interna-

tional 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.

invitation²TENDER



Fatigue Benchmarks

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

Intended Readership

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

Content

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

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

What constitutes a good benchmark can be summarised as follows:

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

Costs The total cost is not expected to exceed £7k (GBP), and it is expected that the document will be completed within 12 months from NAFEMS approval.

Submission Interested potential authors should view full submission details at nafems.org/publications/tender, or request additional information using the following email address: etwg@nafems.org

Deadline Interested parties are encouraged to submit proposals by April 1st 2018.

Why Do Surrogate Modelling?

The NAFEMS Optimisation Working Group (OWG) wishes to commission a new document with the suggested title "How to Do Surrogate Modelling".

This document is aimed at addressing surrogate modelling in the context of engineering optimisation, as part of NAFEMS OWG's mission to promote the use of optimisation for the engineering community and to provide practical guidance for practitioners. Computer Aided Engineering tools are commonly used to develop product designs and to perform associated performance analysis. Such tools are used to solve engineering problems with an ever-increasing level of complexity. The associated computational time/cost means it is often impractical to carry out a comprehensive engineering optimisation study. Surrogate modelling is a very useful tool for addressing such challenges. Surrogate modelling has also become more relevant lately as data-driven modelling started replacing physics-based modelling due to increased availability of field or test data.

Intended Readership

The intended readership consists of design, analytical and quality engineers and engineering managers responsible for developing optimal and robust products and for ensuring that assets are operated optimally. The document is expected to provide the readers with an introduction to best practice in the development and application of surrogate models to solve engineering optimisation problems, illustrated by reference to various test case examples.

Content

The document is expected to provide a detailed introduction to surrogate modelling for engineering optimisation:

- Challenges faced by engineering optimisation
- Common types of surrogate modelling techniques
- Process for building surrogate models
- Evaluating surrogate model qualities/accuracies
- Approaches for surrogate model assisted optimisation
- Surrogate model for stochastic uncertainty propagation (robust optimisation)

The document is expected to provide 4-6 chapters demonstrating the application of various types of surrogate modelling techniques to different test cases from industry. The test cases should represent different use case scenarios and demonstrate clear motivation for the choice of different surrogate model techniques. Strengths and limitations of the applied methods should be discussed. The anticipated length of the document is 75 pages, A5.

Costs The total cost is not expected to exceed £6k (GBP), and it is expected that the document will be completed within 12 months from NAFEMS approval.

Submission Interested potential authors should view full submission details at nafems.org/publications/tender, or request additional information using the following email address: optimisation@nafems.org

Deadline Interested parties are encouraged to submit proposals by April 1st 2018.

for full details visit nafems.org/publications/tender

eLibrary

Corporate Subscription



NAFEMS reference library at the click of a button





eLibrary

The NAFEMS Corporate e-Library gives access to downloadable copies of over 140 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.

The NAFEMS Corporate e-Library is easily accessed through www.nafems.org. Once logged in, subscribed members have instant access to the library and the downloadable publications available creating a NAFEMS reference archive that is available at the click of a button.

Within the Corporate e-Library, users can browse the available downloadable publications by:

- 19 different technical areas
- Book type
- Recently added

The e-Library also provides convenient access to the most recent articles from 'benchmark' magazine.

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

subscribe today elibrary@nafems.org +441355 225688

Benefits of the NAFEMS Corporate e-Library

There are many benefits to subscription to the Corporate e-Library including:

- Easy access to an extensive range of NAFEMS publications
- No delay in receiving the analysis and simulation information you require as all publications included are available as instantly downloadable PDFs
- Access to new publications produced regularly by NAFEMS
- Unlimited number of downloads
- Zero shipping costs & no shipping time

The Corporate e-Library offers a unique opportunity for companies to have their own NAFEMS reference library of over 140 publications available at the touch of a button with the total value of the included publications is over \$19,500*. The publications can be downloaded at any time, by any site covered by the subscription agreement. There is no limit to how many or how often publications can be downloaded and individual publications can be downloaded several times if needed by more than one employee covered within the subscription.

Subscription to the Corporate e-Library

For initial subscription, NAFEMS will consult with your company regarding your needs and the company sites that will require access to the e-Library. Following this, a tailored subscription package will be designed to meet your company's specific needs.

Access to the NAFEMS e-Library is available as an annual subscription to member companies. After the initial subscription period, an annual maintenance fee will enable continued access to the e-Library.

Once subscribed, your company will be able to enjoy instant access to the e-Library of NAFEMS publications which can be downloaded and utilised at your convenience.



* Value based on non-members rate for one physical copy of each publication included within the NAFEMS Corporate e-Library excluding any associated shipping costs

subscribe today elibrary@nafems.org +441355 225688

About NAFEMS Publications

As the only association dedicated to the engineering simulation and analysis community, NAFEMS has published in excess of 200 analysis and simulation specific publications over the last 30 years. NAFEMS is recognised as the premier source for analysis and simulation information producing an extensive range of quality and valuable publications.

Encompassing a wide range of subjects, NAFEMS publications are available in the following areas:

- Acoustics
- Buying Guides
- Composites
- Contact & Friction
- Dynamics & Vibration
- Fracture Mechanics
- Non-Linear Analysis
- Reviews & Studies
- Thermal Analysis
- Benchmark Tests
- CFD
- Conference Proceedings
- Data Exchange
- Education & Training
- Linear Analysis
- Quality Assurance
- Seminar & Course Proceedings

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 NAFEMS members and the wider analysis community. All new publications are added to the Corporate e-Library so can be utilised by those covered within the subscription.



subscribe today elibrary@nafems.org +441355 215688

Internationales NAFEMS Magazin

Benchmark Magazin, Ausgabe Januar 2018

Die internationale NAFEMS Zeitschrift „Benchmark“ erschien in der Druckauflage im Januar 2018.
Download (nur für Mitglieder) und Informationen zum Abonnement finden Sie unter:

www.nafems.org/publications/benchmark

BENCH MARK

January 2018 issue ...

- Near-Future Directions of Multiscale & Multiphysics Modeling & Simulation
- Personalized Healthcare in the Age of Simulation
- Co-simulation - Art or Science?
- Large Deformation of Rubber Sleeves in Valves Using Strongly Coupled Fluid-Structure Interaction
- Multiphysics Analysis of Lithium Ion Battery
- What is The Functional Mock-up Interface?
- Aero-Vibro-Acoustics for Wind Noise Applications
- An Introduction to Multiphase Flow Modelling
- Why do I need Multiscale Modeling?
- Multiphysics of Sloshing in the Nuclear Industry
- Benchmarking Accuracy and Parallel Performance of an Open Source Framework for Fluid Structure Interaction Problems
- Building the Credibility of Engineering Simulation in Aerospace
- Co-Simulation - What is it?
- Excel for Engineers and other STEM Professionals

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





PSE

Professional Simulation Engineer

A New Standard for Simulation Engineers

nafems.org/pse



Project Profile

VMAP

Virtual Material Modelling in Manufacturing

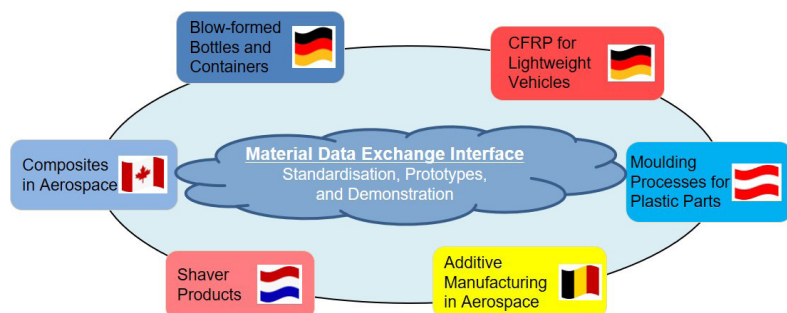
The ITEA VMAP project aims to gain a common understanding of and interoperable definitions for virtual material models in CAE. Using industrial use cases from major material domains and with representative manufacturing processes, new concepts will be created for a universal material exchange interface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


Project start

September 2017

Project leader

Klaus Wolf, Fraunhofer SCAI

Project website
<https://itea3.org/project/vmap.html>
Project end

September 2020

Project email
klaus.wolf@scai.fraunhofer.de

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

Ansyes 19 macht die Produktkomplexität beherrschbar und steigert die Produktivität

Ansyes vereinfacht mit der nächsten Generation der branchenführenden technischen Simulation – Ansyes 19 – Arbeitsabläufe und gewährleistet genaue Ergebnisse, sodass Anwender innovative Produkte erstellen und gleichzeitig Kosten sowie Entwicklungszeiten reduzieren können. „Die digitale Revolution beschleunigt das Tempo von Umwälzungen und Produktinnovationen. Deshalb müssen Ingenieure außergewöhnlich anspruchsvolle Herausforderungen bei Design und Konstruktion meistern, um bahnbrechende Produkte zu liefern – und zwar schneller als je zuvor“, unterstreicht Thomas Zanzinger, Geschäftsführer von Ansyes in DACH. „Mit Ansyes 19 können Ingenieure Simulationen zur vollständigen Modellierung einsetzen und Innovationen auf allen Ebenen vorantreiben. Mit dem Ergebnis der nächsten Generation intelligenter und innovativer Produkte.“

Ansyes 19 erleichtert Ingenieuren durch weiter erhöhte Zuverlässigkeit, gesteigerte Leistung und verbesserte Benutzerfreundlichkeit die effiziente Lösung komplexer Aufgaben. Von der Unterstützung für Architecture Analysis and Design Language (AADL) über Human Machine Interfaces (HMI) bis hin zu Radarquerschnittsberechnungen (RCS) vereinfacht Ansyes 19 die Anwendererfahrung in allen Bereichen. Fortschritte in der autonomen Technologie in den verschiedenen Industriebereichen erfordern zusätzliche Funktionalität und Tests innerhalb der Anwendungen. Mit Ansyes 19 können Ingenieure komplexe und hochmoderne integrierte HMI entwerfen und implementieren. Von der Entwicklung von Cockpitdisplays für Flugzeuge über Infotainment- und Dashboard-Displays für Automobile bis hin zu Kontrollraumdisplays für industrielle Anwendungen beschleunigt Ansyes 19 die Entwicklung, den Einsatz und die Tests sicherheitskritischer Human Machine Interfaces (HMI).

In der Elektromagnetik-Suite führt Ansyes eine Radarquerschnittsanalyse (RCS) mit HFSS SBR+ ein. Diese Technologie ist ideal für Ingenieure, die autonome Fahrzeuge, fortschrittliche Detektionssysteme und Stealth-Technologie entwickeln. Mit diesen Funktionen können Anwender mehr Design-Iterationen in kürzerer Zeit digital erkunden und optimieren.

Die Vorhersage von Temperatureinflüssen in Elektronikprodukten ist für die Bereitstellung zuverlässiger, leistungsstarker Elektronik von größter Bedeutung. Thermische Auswirkungen auf das Design sind ein wichtiger Faktor für die Entscheidung über die Materialauswahl, die Kühlungsstrategie und die Formfaktoren, die letztendlich die Größe, das Gewicht und die Kosten des Endprodukts bestimmen. Ansyes 19 liefert einen robusten, integrierten Arbeitsablauf zur Berechnung von elektromagnetisch-thermischen Vorgängen, der kritische thermische Effekte in Elektronikdesigns vorhersagt.

In der integrierten Entwicklungsumgebung bietet Ansyes 19 erstmals die Unterstützung von AADL, einer Designsprache für performancekritische Echtzeitsysteme, wie sie z.B. in Avioniksystemen auftreten. Die AADL-gestützte Modellierung ermöglicht Unternehmen, ihre Systemkosten zu verstehen und zu kontrollieren, maximiert aber auch kritische Leistungsmerkmale wie Systemzuverlässigkeit, Integration, Sicherheit und Verfügbarkeit. Durch die Modellierung von Systemen in AADL können Unternehmen Subsysteme und Komponenten, die von möglichen Systemlieferanten bezogen wurden, effektiver integrieren, wodurch die Anwender Interoperabilitätsprobleme schneller erkennen und beheben können. Ansyes 19 ist in der Lage, Software- und Hardwarekomponenten zu modellieren und bietet das umfassendste und am besten bewährte Programmpaket zur Unterstützung der Entwicklung von Avioniksystemen für militärische Anwendungen, die den technischen Standards von FACE entsprechen.

Ansyes Medini Analyse ist neu in der System-Suite und steht nun für die Analyse der funktionalen Sicherheit in Anwendungen für die Automobil-, Luftfahrt-, Raumfahrt-, Verteidigungs-, Bahn-, Nuklear- und andere sicherheitskritische Industrien zur Verfügung. Durch die Implementierung von step-by-step-Modellierungs-, Analyse- und Verifizierungsprozessen, die den geltenden Sicherheitsstandards entsprechen, vereinfacht und automatisiert dieses Update die Analyse von Fehlermodi und deren Abdeckung durch Sicherheitsmechanismen unter einer Vielzahl von Betriebsszenarien.

Die Automobil-, Mobilgeräte- und High-Performance-Computing-Anwendungen der nächsten Generation erfordern fortschrittliche Systeme auf Chips, die größer, schneller und komplexer sind. „Ansyes 19 für Halbleiter bietet umfassende Simulationslösungen, die gleichzeitig Lösungen für verschiedene Designattribute wie Leistungsrauschen, thermische Eigenschaften, Zuverlässigkeit und Leistung über das gesamte Spektrum von Chip, Gehäuse und System bieten“, fasst Thomas Zanzinger zusammen. „Die Big-Data-Simulationsplattform in Ansyes 19 ermöglicht schnelle Design-Iterationen über mehrere Betriebszustände hinweg. Ihre verwertbaren Analysen können genutzt werden, um Design-Änderungen zu priorisieren, damit die Markteinführungszeit reduziert werden kann.“

Ansyes Discovery Live – Bahnbrechende Technologie ermöglicht Simulationen mit Bedienkomfort und sofortigen Ergebnissen

Ansyes revolutioniert mit dem ab sofort erhältlichen Ansyes Discovery Live die Produktentwicklung. Discovery Live ermöglicht Millionen von Konstrukteuren weltweit ihre Konstruktionsentwürfe effizienter und schneller in Echtzeit abzubilden. „Discovery Live bereichert die Entwicklungsabteilungen, denn Ingenieure können ‚Was-wäre-wenn-Fragen‘ ganz an den Anfang des Konstruktionsprozesses stellen und umfangreiche Tests durchführen. Sie können spielend leicht und schnell

tausende von Entwurfsoptionen mit sofortigen Ergebnissen entwickeln – die konstruktionsabhängigen Produktkosten werden dadurch extrem reduziert“, unterstreicht Thomas Zanzinger, Geschäftsführer von Ansys in DACH. „Die mit direkter Geometriemodellierung gekoppelte Echtzeit-Simulation von Discovery Live gewährleistet in einer intuitiven Design-Umgebung Interaktivität und damit schnelle Produktinnovationen. So können Ingenieure Konstruktionsänderungen sofort im CAD-System überprüfen, anstatt Wochen oder Monate damit zu verbringen, Prototypen zu bauen, zu testen und zu analysieren.“

Die Nachfrage nach smarten, schnelleren und kostengünstigeren Produkten wächst stetig. Dem gegenüber steht eine komplexere Produktentwicklung. Trends wie Internet of Things, Smart Connected Products und additive Fertigung verschmelzen die physische mit der digitalen Welt. Daraus resultieren außergewöhnliche Produktinnovationen ebenso wie signifikant steigende Kosten und komplexere Entwürfe über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.

Ansys vereint Discovery Live in einer Produktfamilie mit Ansys AIM und Ansys SpaceClaim speziell für Konstrukteure. Die Discovery Produkt-Familie unterstützt Ingenieure in jeder Phase der Produktentwicklung: Von der schnellen Konzeptvalidierung am Anfang des Konstruktionsprozesses und der Erstellung des 3D-Entwurfs bis hin zur umfassenden Verifizierung. Außerdem können Konstrukteure so enger mit Simulationsexperten zusammenarbeiten, die Ansys Flagship-Produkte für detaillierte und ausführliche Simulationen von komplexen Zusammenhängen einsetzen.

www.ansys.com

ARAS

Aras kauft MRO-Funktionen von Infospectrum

Aras, führender Anbieter von offener Software für Product Lifecycle Management, hat Impresa MRO (Maintenance, Repair and Overhaul) von Infospectrum erworben. Die Lösung ermöglicht es Unternehmen, die Entwicklung und Wartung von Anlagen digital zu transformieren. Kunden von Aras können die PLM- und MRO-Funktionen auf einer Plattform nutzen und so den Digital Thread bis zum laufenden Betrieb ausdehnen. Die gemeinsame Plattform von PLM und MRO ist Voraussetzung für den Digital Twin.

Die MRO-Software Aras Impresa wird im Rahmen von Aras Enterprise-Subscriptions erhältlich sein und ist ab sofort für aktuelle Aras-Subscriber kostenlos verfügbar.

Um dem Wettbewerb einen Schritt voraus zu sein, müssen Hersteller kontinuierlich innovative Produkte entwickeln und flexible Capacity-as-a-Service-Angebote liefern. Dazu sind ein grundlegender Wandel in der Produktentwicklung sowie eine strategische Planung in der Instandhaltung nötig. Mit der Integration von PLM und MRO schließt Aras den Kreis zwischen Produktentwicklung und laufendem Betrieb.

Unternehmen können mit Aras ab sofort die Verfügbarkeit und Rentabilität von Maschinen verbessern. Dank einer besseren Kontrolle über Maschinenpläne lässt sich die Wartung und der Austausch von Komponenten optimieren, von diskreten Teilen bis hin zu kompletten Baugruppen. Mit der Kombination aus PLM und MRO haben Nutzer die Möglichkeit, Pläne, Entscheidungen und Teileauswahl aus der Wartungs- und Serviceperspektive zu verwalten.

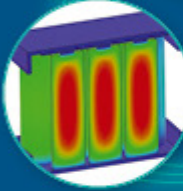
Dennoch existieren oft noch typische Hürden wie Altsysteme, ausgeclerkte Prozesse und heterogene IT-Umgebungen. Wer aber veraltete Strukturen umbaut, kann Abteilungen vernetzen, betriebliche Silos abschaffen und Produkthistorien lückenlos rückverfolgen: zwingende Voraussetzungen für den Digital Thread und den Digital Twin.



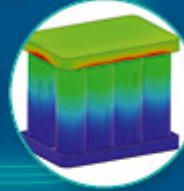

ELECTRIC VEHICLE eSEMINAR SERIES



Battery
Control



Thermal
Analyses



Structural
Mechanics

CONNECTED SIMULATION FOR EFFICIENT BATTERY MANAGEMENT

eSeminar
15. Mai 2018

Jetzt anmelden
für live + on-demand
eSeminare:

[www.3ds.com/de/events/
alle-eseminare](http://www.3ds.com/de/events/alle-eseminare)



3DEXPERIENCE

Peter Schroer, Vorstandsvorsitzender von Aras: „Unternehmen entscheiden sich für Aras als digitalen Transformationspartner, um ihre komplexesten Engineering- und Fertigungsprozesse heute und in Zukunft zu modernisieren – und benötigen dafür eine MRO-Anwendung. Mit Impresa übernehmen wir ein hoch qualifiziertes Team und eine bewährte MRO-Lösung. Wir sind das erste Unternehmen, das Instandhaltung auf einer einzigen Plattform in den Digital Threat einbettet.“

Rob McAveney, Chefarchitekt bei Aras: „Das Verständnis für die Konfiguration eines Produkts ist entscheidend für eine optimierte Bedienung und Wartung. Für Hersteller, die komplexe Anlagen ihrer Kunden pflegen, ist es essenziell, „As-Built“- mit „As-Maintained“-Daten zu verbinden.“

Suresh Iyer, Geschäftsführer von Infospectrum: „Unternehmen, die große komplexe Anlagen verwalten, mühen sich damit ab, Informationen aus PLM-Systemen in MRO-Systeme zu übertragen oder über Drittsysteme miteinander zu verbinden. Diese Methode führt oft zu Fehlern und Ungenauigkeiten. Mit Impresa auf der PLM-Plattform von Aras können Unternehmen ihre Prozesse so gestalten, dass sie von der Anlagenkonfiguration über die Auslastung bis hin zur vorausschauenden Wartung alles verfolgen können.“

Im Rahmen der Transaktion wird Aras Technologie, geistiges Eigentum und Fachwissen erwerben. Aras plant, sofort mit der Integration der Impresa MRO-Technologie in die Aras PLM-Plattform zu beginnen, um weiterhin die vollständige Rückverfolgbarkeit des Produktlebenszyklus auf einer einzigen Plattform und Codebasis zu gewährleisten.

www.aras.com

BETA CAE Systems

Software Suite Version 18.0.2 veröffentlicht

BETA CAE Systems gab die Verfügbarkeit der neuen Software Suite v18.0.2 bekannt.

www.beta-cae.com

CASCATE

Cascade GmbH neuer Siemens Industry Software Vertriebspartner für das Simcenter™ Portfolio

Seit 1. Oktober 2017 ist die Cascade GmbH als Partnerunternehmen der Siemens Industry Software GmbH für den Vertrieb und den Support des Simcenter™ Portfolios, das die Simulationslösungen Star-CCM+, Femap und OmniCAD beinhaltet, verantwortlich. Cascade ist ein Tochterunternehmen der DYNAmore GmbH mit Sitz in Stuttgart. Ein Alleinstellungsmerkmal des jungen Unternehmens ist der intensive Wissenstransfer mit den Simulationsexperten von DYNAmore. Die dadurch entstehenden Synergien sind von großem Vorteil bei der Lösung unterschiedlichster Problemstellungen.

„Wir freuen uns besonders, dass wir die Simulationsspezialisten von DYNAmore als Partner für die Neugründung der Cascade GmbH gewinnen konnten. Von der langjährigen Expertise werden alle Kunden in hohem Maße profitieren“, freut sich Thilo Graeser, der auf Seiten der Siemens Industry Software GmbH für die Vertragsverhandlungen verantwortlich war.

DYNAmore gehört zu den ersten Adressen der numerischen Simulation nichtlinearer Problemstellungen in den Bereichen Statik und Dynamik. Über 120 Ingenieure, Mathematiker und Informatiker unterstützen an mehreren Standorten in Deutschland, Europa und den USA Kunden aus vielen unterschiedlichen Branchen.

Mit Gründung der Cascade GmbH baut DYNAmore seine Präsenz im Bereich der Strömungssimulation weiter aus. „Der Fokus von Cascade liegt in der kompetenten Beratung

bei komplexen Aufgabenstellungen aus der Strömungsmechanik, Strukturmechanik und Fluid-Struktur-Interaktion. Durch die langjährige Erfahrung unserer Ingenieure sind wir der richtige Ansprechpartner für viele Simulationsaufgaben“, erläutert Stefan Rudolph, einer der beiden Geschäftsführer des Unternehmens. Neben Stefan Rudolph, der als Managing Director bei der ESI GmbH und der Forming Technology GmbH über sehr viel Erfahrung in der Branche verfügt, wird Professor Ulrich Göhner die Geschicke von Cascade leiten. Als Professor für Informatik und Co-Gründer von DYNAmore ist Ulrich Göhner seit vielen Jahren ein anerkannter Experte auf dem Gebiet der Simulation.

www.cascade.de

COMSOL

500 Vorträge und Posterpräsentationen zu multiphysikalischer Simulation jetzt online verfügbar

Mit sieben Veranstaltungen rund um den Globus hat die Comsol Conference 2017 weltweit tausende von Ingenieuren, Wissenschaftlern und Designern zusammengebracht. Die Teilnehmer nutzten die Gelegenheit zum fachkompetenten Austausch über aktuelle Methoden der mathematischen Modellierung und multiphysikalischen Simulation. Die Keynote-Präsentationen kamen von führenden Industrievertretern, darunter Amgen, W. L. Gore and Associates sowie STMicroelectronics. Die Teilnehmer konnten auch einen Blick hinter die Kulissen werfen und so erfahren, wie diese Unternehmen ihre Designs entwickeln. Im Fokus zahlreicher Vorträge stand die Frage, wie das Potenzial der multiphysikalischen Modellierung durch die Entwicklung maßgeschneiderter Simulationslösungen für eine breite Anwenderschaft bestmöglich genutzt werden kann.

Mit Poster-Präsentationen und Vorträgen gaben Anwender der Comsol Multiphysics Software Einblick in ihre Arbeit im Bereich der numerischen Simulation. Die Themen der Beiträge reichten dabei von der Strukturmechanik über CFD, Wär-

meübertragung, Elektromagnetik und Akustik bis hin zur chemischen Verfahrenstechnik. Unter anderem zeigten dabei die Ingenieure des MIT, Oak Ridge National Laboratory und des Beth Israel Deaconess Medical Center, wie sie die multiphysikalische Simulation einsetzen, um ihre Arbeitsprozesse weiter zu verbessern. Wenn auch Sie aus den Erfahrungen anderer lernen möchten, dann durchstöbern Sie die mehreren hundert Vorträge und Poster-Präsentationen ab sofort unter www.comsol.com/2017-user-presentations.

Auszeichnung für den besten Vortrag und die beste Poster-Präsentation
Die Konferenzreihe startete mit der Comsol Conference 2017 in Boston und wurde in Rotterdam, Peking, Singapur, Taipei, Seoul und Tokyo fortgesetzt. An jedem Veranstaltungsort gab es ein Programm-Komitee, bestehend aus Simulationsspezialisten aus Industrie und Forschung, welche die Einreichungen sichten und die Preisträger auswählten. Die als "besten Vortrag" und "beste Poster-Präsentation" ausgezeichneten Preisträger finden Sie hier: www.comsol.com/2017-user-presentations/award-winners.

Comsol 5.3a erweitert seine Produktpalette innovativer, multiphysikalischer Modellierungswerkzeuge

Die Comsol Multiphysics GmbH hat heute die Verfügbarkeit der neuesten Version von Comsol Multiphysics und Comsol Server bekannt gegeben. Version 5.3a bietet Simulationsexperten innovative Modellierungswerkzeuge und eine verbesserte Löser-Leistung. Von Materialmodellen für Formgedächtnislegierungen (Shape Memory Alloy, SMA) über eine revolutionäre Methode für kapazitiv gekoppelte Plasmasimulationen (Capacitively Coupled Plasma, CCP) bis hin zu einer hybriden Boundary Elemente/Finite Elemente (BEM-FEM) Methode für Akustikuntersuchungen sowie Akustik-Struktur-Interaktionen, profitieren Kunden aller Industrie- und Physikbereiche von den neuen Methoden und verkürzten Berechnungszeiten.

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:

28. Februar 2018, 23. März 2018

Info-Veranstaltung:

13. April 2018



+

+

+

+

+

+

www.esocaet.com/nafems

+

+

by **CADFEM**

Comsol 5.3a bietet Akustikanalysen auf Basis der Boundary Elemente Methode. „Die kürzlich erfolgte Ergänzung von Comsol Multiphysics um die Boundary Elemente Methode wird es uns ermöglichen, große Schallabstrahlungsaufgaben, wie z. B. die äußere Geräuscentwicklung bei elektrischen Fahrzeugen, zu modellieren“, kommentiert Martin Olsen, Principal Engineer, Research, bei Harman Lifestyle Audio. „Wir freuen uns sehr über die große Bandbreite der in Comsol verfügbaren Methoden, von FEM und BEM bis hin zu Ray-Tracing. Die Möglichkeit, BEM mit FEM zu koppeln, führt zu einer äußerst vielseitigen Simulationsumgebung für die automobilen Audio-Industrie“. Akustikingenieuren stehen damit umfassende Modellierungsmöglichkeiten zur Verfügung, mit denen sie die komplette Bandbreite akustischer Frequenzen - vom tiefsten Bass bis hin zu Ultraschall - analysieren können. Darüber hinaus stehen ihnen auch alle in der Software vorhandenen multiphysikalischen Kopplungen zur Verfügung. Mit der Veröffentlichung zweier Methoden, Modalanalyse und asymptotische Wellenform-Evaluierung (Asymptotic Waveform Evaluation, AWE), zur Reduktion der Berechnungskomplexität mathematischer Modelle, steht nun auch ein Gerüst für die Modellreduzierung zur Verfügung. Anwender von LiveLink for Matlab erhalten durch eine dafür vorgesehene Exportfunktion des Zustandsraumes Zugriff auf reduzierte Modelle. Viele Kunden, insbesondere jene, die sich mit Strömungsdynamik (CFD) befassen, werden bei algebraischen Multigrid-Lösern (AMG) von einer bis zu 40% verbesserten Leistung profitieren, bei geometrischen Multigrid-Lösern (GMG) beträgt die Leistungsverbesserung bis zu 20%. Darüber hinaus werden 3Dconnexion SpaceMouse-Geräte unterstützt, was die Modellnavigation erleichtert. Die für Anwender mit eingeschränkter farblicher Wahrnehmungsfähigkeit optimierte Farbtabelle Cividis, ist nun für die Visualisierung von Feldgrößen verfügbar. Ingenieure im Bereich Verfahrenstechnik werden von der integrierten

Bibliothek thermodynamischer Kennwerte profitieren, die nun Modelle für Gase, Flüssigkeiten und Phasengleichgewichte (Gas-Fluid) umfasst. „Die in der Software integrierten Thermodynamik- und Transport-Kennwerte ermöglichen eine schnelle, genaue und anwenderfreundliche Modelldefinition für Flüssigkeitsströmung, Wärmeübertragung und reaktive Strömungsmodelle. Die deutliche Verbesserung der Anwenderfreundlichkeit umfasst außerdem die Verwendung externer Pakete für thermodynamische Kennwerte, die über Standardformate in Comsol Multiphysics eingebunden werden können“, erläutert Ed Fontes, CTO, Comsol. Außerdem gibt es jetzt ein neues, sogenanntes „Realisierbares $k-\epsilon$ “ Turbulenzmodell, das für eine genauere Beschreibung von Strömungseigenschaften zur Verfügung steht. Darüber hinaus wurde für die Modellierung von Wärme- und Feuchtigkeitstransport in Baumaterialien und feuchter Luft eine vordefinierte multiphysikalische Kopplung eingeführt.

Eine revolutionäre neue Methode für die Modellierung von kapazitiv gekoppeltem Plasma (CCP), die auf einer nichtlinearen periodischen Zeitformulierung basiert, reduziert die Lösungszeit bei CCP-Simulationen von Wochen auf Stunden. Im Bereich Elektromagnetik steht nun die Boundary Elemente Methode zur Verfügung, mit der Magnetfelder in Modellen mit großem Volumen/Oberflächen-Verhältnis mit hoher Genauigkeit, inklusive unendlicher Bereiche, analysiert werden können. Beim der Auslegung von intelligenten metallischen Geräten, von Produkten der Biomedizin bis hin zur Unterhaltungselektronik, kann nun in der Simulation ein Formgedächtnislegierungswerkstoff (Shape Memory Alloy, SMA) eingesetzt werden. Ein SMA-Material kann mit anderen physikalischen Phänomenen, wie z. B. Wärmetransport, gekoppelt werden. Anwender werden von der neuen Funktion für Festkörper-Balken-Verbindungen sowie einer neuen Technik zur Modellierung der Gewindekräfte bei Schrauben, bei der ein bestimmter Randbedingungstyp der Kontaktpaarung verwendet wird,

profitieren.

Apps mit großen Diagrammen oder vielen Grafikenfenstern enthalten nun eine verbesserte Rendering-Leistung. Dies führt zu einer reaktions-schnelleren Anwenderoberfläche. Anwender von Comsol Server haben mit der neuen Version die Möglichkeit, sich innerhalb des Firmennetzwerkes ohne Passwort einzuloggen und so schneller und einfacher Apps zu starten. Das Vorschaubild und die Beschreibung einer App können nun direkt über das Comsol Server Web-Interface geändert werden. Administratoren können Benachrichtigungen an alle Anwender senden, z. B., wenn ein Server zu Wartungszwecken heruntergefahren werden muss. Darüber hinaus gibt es eine neue Cluster-Verifizierungs-App, die standardmäßig mit Comsol Server installiert wird und es Administratoren ermöglicht, die Clustereinstellungen einfacher zu testen. Diese App ist auch in der regulären Comsol Multiphysics Installation für Netzwerklizenzen verfügbar.

www.comsol.com

DASSAULT SYSTÈMES

Kärcher beschleunigt digitale Transformation

Dassault Systèmes gab bekannt, dass Kärcher, der weltweit führende Anbieter für Reinigungstechnik, die 3DEXperience Plattform einsetzen wird. Ziel des Familienunternehmens ist es, seine bestehenden Prozesse weltweit digital zu transformieren, um effiziente, ressourcenschonende Reinigungssysteme, Produkte und Dienstleistungen auf den Markt zu bringen.

Kärcher wird dabei auf die Branchenlösung „Single Source for Speed“ basierend auf der 3DEXperience Plattform vertrauen. Damit kann das Unternehmen seine Produktentwicklungsprozesse integrieren, die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch für bis zu 1.200 Mitarbeiter verbessern und die Kosten für Produktentwicklung und Fertigung senken.

„Zuerst pflanzen wir, die 3DEXperience Plattform als On-Premise-Lö-



MSC Software

MSC Software Conference 2018

Fachkonferenz für Simulation und Berechnung

09. & 10. Oktober in Berlin

Anwendervorträge, Trends, Product Updates,
Special Interest Groups

http://pages.mscsoftware.com/MSC-Software-Conference-2018_Home.html

sung einzusetzen, um die Leistung, Innovation und Qualität unserer Marke zu stärken. Nachdem wir den Wert und die Vorteile der 3DExperience Plattform in der Cloud für unser Geschäft gesehen haben, haben wir uns eindeutig für die Cloud entschieden“, sagte Michael Stritzelberger, Executive Vice President Central Research & Development bei Kärcher. „Wir unterstützen damit unsere unternehmensweite Strategie der digitalen Transformation in die Cloud und steigern gleichzeitig die Flexibilität und Agilität, um Innovationen für unsere Kunden voranzubringen.“ Nach dieser ersten Phase beabsichtigt Kärcher, den Einsatz der 3DExperience Plattform von Dassault Systèmes weiter auszubauen und einen digitalen Zwilling für die Systemanalyse, die Konfiguration und die Fertigung sowie den Kundendienst und das Verpackungsdesign zu schaffen.

„Erfolgreiche Unternehmen im Anlagen- und Maschinenbau müssen in der Lage sein, Qualitätsprodukte nach Kundenwunsch zu definieren und zu fertigen und weltweit Service-Leistungen in Rekordzeit zubieten – trotz zunehmender Konkurrenz, Komplexität und Kosten“, sagte Philippe Bartissol, Vice President Industrial Equipment Industry bei Dassault Systèmes. „Die 3DExperience Plattform ist für Unternehmen jeder Größe geeignet, die eine digitale Umgebung für die Konstruktion und Simulation, das Fertigungs- und Service-Engineering sowie die Entscheidungsfindung suchen, um genau dies zu ermöglichen.“

Kärcher gehört zum Deutschen Mittelstand, die allesamt Marktführer in ihren Bereichen sind, und ist ein Familienunternehmen, das 2017 einen neuen Rekordumsatz von 2,5 Milliarden Euro erwirtschaftete und über 12.300 Menschen in 67 Ländern beschäftigt. Kärcher setzt schon seit längerem die Konstruktions- und Engineering-Anwendungen von Dassault Systèmes ein, die von seinem Partner CENIT implementiert wurden.

Als das nachhaltigste Unternehmen der Welt anerkannt

Dassault Systèmes gab bekannt, von Corporate Knights im Ranking der 100 nachhaltigsten Unternehmen der Welt (Global 100 Index) für das Jahr 2018 auf den ersten Platz gelistet worden zu sein. Der von Corporate Knights initiierte Global 100 Index gilt als Gold-Standard bei der Nachhaltigkeitsanalyse von Unternehmen. Das Ranking beruht auf der Berechnung vieler wichtiger Leistungsindikatoren – einschließlich der Umwelt- und Sozialkompetenz sowie der Finanz- und Innovationskraft – aber und ab diesem Jahr auch auf dem Nachhaltigkeitswert der Produkte eines Unternehmens. Dassault Systèmes wurde im siebten Jahr in Folge in den Global 100 Index aufgenommen. Das Ranking für das Jahr 2018 ist eine deutliche Anerkennung der ganzheitlichen Nachhaltigkeitsstrategie von Dassault Systèmes, von der Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks über die Entwicklung der Arbeitswelt der Zukunft bis hin

zur Definition neuer Geschäftsmodelle in der heutigen Industrie, die eine Renaissance erlebt.

„Dassault Systèmes fühlt sich geehrt, von Corporate Knights als Nummer 1 für unsere Vision der Harmonisierung von Produkt, Natur und Leben und für die Umsetzung dieser Vision in allem, was wir tun, anerkannt zu werden“, sagt Bernard Charlès, Vice Chairman & CEO, Dassault Systèmes. „In der virtuellen Welt können wir Auswirkungen simulieren und bewerten, bevor wir das Produkt selbst produzieren. Auch helfen virtuelle Welten den Menschen, sich die reale Welt anders vorzustellen und diese dadurch zu erweitern und zu verbessern. Mithilfe der 3DExperience Plattform können Innovatoren eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Nachhaltigkeitsmodellen spielen. Wir helfen ihnen dabei, Dinge auf bisher nie dagewesene Weise zu entwickeln, genauso wie wir die Arbeitswelt der Zukunft in einer Art und Weise unterstützen, wie noch nie zuvor. Wir sind stolz auf die Beispiele, die wir aus den 12 Branchen, in denen wir tätig sind, ausgewählt haben. Dazu gehören unter anderem die rekordverdächtigen solarbetriebenen Flugzeuge von Solar Impulse, die Siegerteams der Hyperloop Pod Competition, die optimierten Services, die den Interessengruppen einer Stadt zugutekommen, oder auch die additive Fertigung von Teilen für die Luft- und Raumfahrt, mit der sich das Gewicht um 80 Prozent reduzieren lässt.“

„Mehr als 25 Millionen Innovatoren

und 220.000 Kunden nutzen die 3DEXperience Universen von Dassault Systèmes, um sich disruptive Lösungen vorzustellen und diese zu entwickeln und bereitzustellen, die die Nachhaltigkeit in so großen Bereichen wie Energie, Mobilität, Städteentwicklung, Biowissenschaften und High-Tech voranbringen.

Dassault Systèmes plant Übernahme der Exa Corporation

Dassault Systèmes und die Exa Corporation, ein weltweit führender Innovator von Simulationssoftware für die Produktentwicklung, haben die Unterzeichnung eines endgültigen Fusionsvertrages bekanntgegeben: Dassault Systèmes wird Exa aus Burlington, Massachusetts, übernehmen. Gemäß den Bedingungen des Fusionsvertrages, der einstimmig vom Exa-Verwaltungsrat genehmigt wurde, wird eine Tochtergesellschaft von Dassault Systèmes innerhalb der nächsten 10 Werktage ein Übernahmeangebot unterbreiten. Damit werden alle ausgegebenen und ausstehenden Exa-Stammaktien zu einem Preis von 24,25 US-Dollar pro Aktie erworben, der nach Abschluss des Angebots bar zu zahlen ist. Dies entspricht einem vollständig verwässerten Eigenkapitalwert für Exa von ca. 400 Millionen US-Dollar. Exas Geschäftsjahr endete am 31. Januar 2017, der Umsatz betrug 72 Millionen US-Dollar.

Mit der Übernahme von Exa wird Dassault Systèmes mit seiner 3DEXperience Plattform Kunden ein bewährtes vielfältiges Portfolio an kombinierten Lattice Boltzmann-Fluidsimulationstechnologien sowie Exas voll industrialisierte Lösungen und fast 350 hocherfahrene Simulationsprofis zur Verfügung stellen können. Damit lassen sich anspruchsvolle Strömungsprobleme schneller und präziser lösen als mit herkömmlichen Methoden für Aerodynamik, Aeroakustik, Thermomanagement und eine länger werdende Liste von Anwendungen in anderen Branchen.

Die Software von Exa wird von Konstrukteuren und Ingenieuren bei mehr als 150 führenden Unternehmen aus den Bereichen Fahrzeugbau und

Mobilität sowie Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Bodenschätze und anderen Industrien eingesetzt, um hochdynamische Fluidströmungen während des gesamten Konstruktionsprozesses zu berechnen. Zu den Kunden gehören unter anderem BMW, Tesla, Toyota, die NASA, Embraer und British Petroleum. Nahezu jeder Hersteller von Transport- und Mobilitätslösungen nutzt Exa-Lösungen für die Simulation von aerodynamischer Strömung, Aeroakustik und Thermomanagement. Die Simulation von Fluidströmungen, wie z. B. die Kühlung eines Motors oder der Auftrieb einer Tragfläche, ist ein wichtiger Bestandteil der Simulation des physikalischen Verhaltens von Produkten, Natur und Leben. Für die vielen Situationen, in denen sich die Strömungsverhältnisse schnell ändern, ist die Simulation dynamisch variabler Strömungen von entscheidender Bedeutung, um ein Produkt und sein Verhalten in seiner Umgebung genau beurteilen zu können. Für diese Anwendungen liefert Exa genaue und aktuelle Ergebnisse, die denen alternativer Strömungssimulationsmethoden überlegen sind.

Dassault Systèmes wird Exas Lösungen in das bestehende Portfolio an Branchenlösungen integrieren und gleichzeitig Kontinuität für die Kunden von Exa bieten. Damit wird ein neuer Industriestandard in der Multiphysik- und Multiskalen-Simulation geschaffen. Die Vereinigung beider Unternehmen verbessert die Zusammenarbeit mit den Kunden erheblich, da sie integrierte Lösungen bietet und sowohl kaufmännische als auch technische Interaktionen vereinfacht. Kunden können in kürzester Zeit Verhaltensmodelle für Fluide erstellen und analysieren, die hochdynamische Strömungen in einer Vielzahl von Anwendungen simulieren.

„Sowohl Dassault Systèmes als auch Exa glauben an den Wert eines ganzheitlichen Fokus auf Wissenschaft und Industrie. Es ist ein entscheidender Faktor für unser Engagement, mit der 3DEXperience Universen zu liefern, die Produkte, Natur und Leben in Einklang bringen. Die Simulation dynamischer

Fluidströmungen ist ein wichtiger Bestandteil unserer Multiphysik- und Multiskalen-Simulationsstrategie“, so Bernard Charlès, Vice Chairman und CEO von Dassault Systèmes. „Mit Exas wertvollem Anwendungswissen im Bereich Fahrzeugbau und Mobilität sowie in anderen Industriebereichen werden wir unser Know-how zur Bereitstellung von Branchenlösungen schnell erweitern – zum Vorteil bestehender und zukünftiger Kunden.“

„Exas bewährte Lattice Boltzmann-Simulationstechnologien und die umfassende Fach- und Branchenexpertise sind der Grund, warum wir erfolgreich an der Spitze des Marktes für Strömungssimulationen standen“, so Stephen Remondi, President und Chief Executive Officer der Exa Corporation. „Teil der 3DEXPERIENCE Plattform und des SIMULIA-Portfolios von Dassault Systèmes zu werden, wird unseren Kunden in allen Branchen einen enormen Mehrwert bringen.“

Der Abschluss der Transaktion wird im vierten Quartal 2017 erwartet – unter Vorbehalt der Erfüllung der üblichen Abschlussbedingungen, einschließlich der erforderlichen behördlichen Genehmigungen. Die Transaktion wird sich positiv auf die Erträge von Dassault Systèmes auswirken.

www.3ds.com

ESI GROUP

ESI unterstützt europäische Innovation im Bereich Metallurgie

Als Spezialist für Materialphysik hat ESI eine einzigartige Kompetenz aufgebaut, industrielle Hersteller dabei zu unterstützen, physische Prototypen durch virtuelle Prototypen zu ersetzen, um so ihre Zukunftsprodukte virtuell zu fertigen, zu testen und eine virtuelle Vorzertifizierung durchzuführen.

Ole Köser, Manager Center of Excellence für Guss & Metallurgie bei ESI Group wurde zum Vorsitzenden des Eureka Metallurgie Europa-Clusters ernannt. Er ersetzt David John Jarvis, der Anfang dieses Jahres das Cluster verlassen hat.



HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz

Kursstart: 27. September 2018

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.

Mit über 20 Jahren Erfahrung im Bereich Guss & Metallurgie, wird Ole Köser Teil des Vorstands der Metallurgie Europa, um auf europäischer Ebene die Zusammenarbeit von Akademie und Industrie im Bereich Metallurgie zu fördern. Das Cluster bringt innovative und industriell-fokussierte Projekte im Rahmen des Eureka-Netzwerks voran. Das Ziel ist es Wohlstand und Wachstum in Europa, durch Sicherstellung der globalen Führung in industrieller Metallurgie und fortschrittlicher Fertigung von metallischen Produkten über eine breite Spanne von Märkten, zu generieren.

In diversen europäischen Projekten involviert, befürwortete ESI immer die Entwicklung von Guss & Metallurgie auf internationaler Ebene. Um diesen Einsatz zu bestärken, eröffnete der Software-Entwickler vor vielen Jahren ein Center of Excellence für diese Bereiche. Dank enger Interaktion mit wichtigen Akteuren aus den Bereichen Guss und Metallurgie, implementiert das

ESI-Team viele innovative Projekte. Diese werden staatlich oder von der Industrie finanziert, um kundenspezifische Lösungen zu entwickeln. Ole Köser startete seine Karriere vor 20 Jahren bei Hardtop Giesstechnologie GmbH. Dort förderte er Gussimulation für die deutsche Guss-Industrie. Heute ist er ein Garant für ESIs Vision in diesem Bereich. Im Jahr 2003 wurde er Teil der ESI Group und leitet seitdem ESIs Center of Excellence für Guss und Metallurgie. Er war als Partner oder Work Package Leader Mitglied bei diversen lokalen und EU Projekten (Impress, ISA-Pesr, ISA-Chattfree, Vancast-SIM, Colts, Exomet, Amaze, Emusic) und verfasste diverse Publikationen, hauptsächlich zur Modellierung von industriellen Guss-Prozessen, zur Guss- und Konstruktionswertschöpfungskette, zum TiAl Schleuderguss und zur Modellierung von Bauteileauswurf im Druckguss. „Ich möchte meinem Vorgänger, David John Jarvis für sein großes Engagement beim Gründen des Me-

tallurgie Europa-Clusters danken. Es ist eine große Ehre für mich, die Aktivitäten eines so dynamischen Vorsitzenden weiterzuführen“ sagt Ole Köser. „Mit der Hilfe des Teams werden wir die Dynamik der Metallurgie Europa weiter vorantreiben, um die Entwicklung innovativer Ansätze im Bereich Metallurgie zu unterstützen. Da der Cluster noch in der Startphase ist, wird ein starker Fokus auf der Einführung neuer Projekte liegen sowie der Planung der nächsten.“

Im Rahmen des Eureka-Clusters, wird die neue Rolle von Herr Köser die Erschaffung länderübergreifender Projekte ermöglichen, mit dem Ziel neue und innovative metallische Material und Produkte zu erzeugen, fortschrittliche Fertigungsprozesse zu entwickeln und akademische Forschung in Europa zu fördern. Da er von Anfang an in den Cluster-Aktivitäten als Mitglied des industriellen Steuerungskomitees involviert war und Gründungsmitglied ist, hat Ole Köser ein gutes Gespür für das

was notwendig ist um die neue Rolle anzunehmen.

ESI stellt mit SimulationX 3.9 die intuitivste und zuverlässigste

Systemsimulationsssoftware vor ESI Group, kündigte die Veröffentlichung von SimulationX 3.9, Softwareplattform für die Simulation multiphysikalischer Systeme, an. SimulationX, welches für viele Branchen – von der Automobil-, Energie- und Bergbauindustrie bis hin zum Maschinenbau, Schienenverkehr sowie der Luft- und Raumfahrt – entwickelt wird, hat sich als eine der zuverlässigsten und kundenfreundlichsten Lösungen auf dem Markt etabliert. Diese neue Version von SimulationX, die an die jeweiligen branchenspezifischen Anforderungen angepasst werden kann, ist multitasking-fähig und integriert die Funktionen, die erforderlich sind, um Ingenieure bei ihrer täglichen Arbeit zu unterstützen.

SimulationX* ist eine Simulationsplattform für die physikalische Analyse, die nahezu alle Disziplinen des Maschinen- und Anlagenbaus abdeckt. OEMs, Zulieferer, Ingenieurbüros sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen nutzen SimulationX, um bereits in der Konzeptphase für neue Produkte die richtigen Entscheidungen zu treffen. Die Lösung unterstützt außerdem detaillierte Analysen des dynamischen Verhaltens eines Systems sowie Echtzeittests noch vor der Erstellung des ersten Prototyps und eine vorausschauende operative Kontrolle. Der Modellierungs- und Simulationsansatz von SimulationX ist optimiert für komplexe multiphysikalische Systeme sowie für zuverlässige Analysen mit nur wenigen Parametern und das bei kurzer Rechenzeit. Gerade in umfangreichen Variantenstudien spart diese Funktion wertvolle Zeit und ermöglicht eine gezielte Systemoptimierung.

SimulationX ist nicht auf eine bestimmte Anwendung oder Branche beschränkt und ist somit die anpassungsfähigste Lösung auf dem Markt. Die Lösung von ESI profitiert außerdem von der einzigartigen Fähigkeit, mit anderen CAE-Lösungen (Computer-Aided

Engineering) zu kommunizieren, wie z. B. mit Simulationssoftware der Finite-Elemente-Methode (FEM), modellbasierter Systemtechnik, mit Optimierungswerkzeugen und Echtzeit-Plattformen. Durch komfortable Eingabehilfen ist es für den Anwender einfach, seinen eigenen Modellcode auf Basis der Modellierungssprache Modelica®** zu schreiben. Es ist sowohl von Simulationsexperten als auch Anfängern gleichermaßen einfach zu bedienen, um verschiedene Herausforderungen zu meistern. Simulationsingenieure können Ergebnisse ihrer Arbeit nun schneller und einfacher nutzen, um Informationen, die sie für die richtige Entscheidung benötigen, zu erhalten. ESI liefert nicht nur die Plattform und Modellbibliotheken einschließlich umfangreicher Analysemethoden, sondern bietet auch die dazugehörigen Ingenieursdienstleistungen an.

Seit jeher bekannt als bewährte Lösung mit Schwerpunkt auf der Simulation physikalischer Systeme ist SimulationX 3.9 ein weiterer, großer Schritt auf dem Weg zu einer einzigen vollumfänglichen Modellierungs- und Simulationsplattform für vollständige technische Systeme. Durch die Implementierung der Modelica-Synchronous-Sprachelemente ist die Software von ESI nun in der Lage, Synchronschaltungen, wie sie in fast allen digitalen Steuerungen verwendet werden, effizient zu simulieren. Mit SimulationX können digitale Reglerstrukturen nun effizient in der gleichen Umgebung und im Zusammenspiel mit einem Modell der echten Maschine entworfen und getestet werden.

SimulationX 3.9 glänzt sowohl bei Komfort als auch durch Effizienz in der Systemmodellierung und -simulation und bietet damit allen Anwendern maximale Freiheit. So integriert beispielsweise die neue SimulationX-Bibliothek für Gurtförderer einen neuartigen Ansatz für die automatisierte Modellerstellung von Gurtförderanlagen. Für spezielle Analyseaufgaben können die Gurtförderer-Modelle mit bewährten Elementen aus anderen SimulationX-Bibliotheken, wie der Antriebstechnik, Elektromechanik

oder der Wärmeübertragung, kombiniert werden.

„Durch die Verknüpfung der digitalen Modelle mechanischer und elektrischer Komponenten eines Gurtförderers in SimulationX entsteht ein digitaler Zwilling, der Konstruktionsoptimierungen und die virtuelle Inbetriebnahme des Gurtförderers ermöglicht. Parameter für Umrichter und Motoren sowie komplexe Steuerungen können vorab getestet und ausgewählt werden, um die technische Leistungsfähigkeit zu validieren sowie den Zeit- und Testaufwand vor Ort für eine schnellere und sicherere Inbetriebnahme zu minimieren.“ erklärt Torsten Hellmuth, Product Manager Bulk Material Handling bei Siemens AG, Division Process Industries and Drives.

Neue Funktionen in SimulationX 3.9 ermöglichen es Ingenieuren, sich in komplexen Modellstrukturen zurechtzufinden und die erforderlichen Parameter komfortabel anzupassen. Neben verbesserten Berechnungsmethoden und einer erweiterten Ergebnisvisualisierung sind alle wesentlichen Arbeitsschritte der Modellierung, Berechnung und Analyse beschleunigt worden. Außerdem wurde eine höhere Performance beim Umgang mit großen Modellen sowie eine verbesserte Visualisierung erreicht, Navigationsfunktionen für die Strukturansicht wurden erweitert und eine einfachere Parametrisierung ist nun möglich. Der neuentwickelte Task-Manager erlaubt zudem flexible und leistungsfähige Variantenstudien für parallelen Aufgaben mit unterschiedlichen Simulationsmethoden.

Durch neue Modellelemente in den Bibliotheken Elektromechanik und Vehicle Drives (Energy and Controls) können Simulationsingenieure nun wiederkehrende Aufgaben rund um die E-Mobilität auf allen Ebenen lösen. Neben der Integration von E-Mobilität in nachhaltige und effiziente Energienetze ermöglicht SimulationX auch die Analyse des Verbrauchs von Elektrofahrzeugen. Dazu gehören wegabhängige Fahrzyklen, die Optimierung der Betriebsstrategie und detaillierte Bewertungen von elektrischen Komponenten. Diese Funktionalitäten, in

e-LEARNING



Learn Anytime, Anywhere.

erster Linie entwickelt für Fahrzeugtechnik und Stadtplanung, führen die Einflüsse des thermischen Verhaltens und der Kühlsysteme auf den Energieverbrauch mit der Simulation von Batteriebensdauer und der Bewertung elektrischer sowie elektromechanischer Systeme zusammen.

Als Simulationslösung für konventionelle Antriebsstränge, seit mehr als zwei Jahrzehnten in der Automobilindustrie im Einsatz und ständig weiterentwickelt, hat SimulationX nun eine weitere Detaillierungsstufe für die Modellierung von Schwingungsdämpfern erreicht. Zusätzlich zu den erfolgreichen Modellelementen, die über Kennlinien parametrisiert wurden, führt SimulationX 3.9 neue Elemente zur Beschreibung von Zweimassenschwungrädern und Motorlagern ein, die über Konstruktionsdaten einschließlich ihrer Komponenten parametrisiert werden. Diese sind zudem in der Lage, das frequenzabhängige Dämpfungsverhalten in transienten Simulationen abzubilden.

Neue sowie erweiterte Features und Anwendungen in der Version 3.9 machen SimulationX einmal mehr

zu der Modelica-basierten Plattform für die Modellierung, Simulation und Analyse komplexer, multiphysikalischer Systeme. Mit erweiterten Funktionen für eine einfache Bedienung sowie Expertenfunktionen für Modellierung und Simulation ist SimulationX das bevorzugte Werkzeug für Konstrukteure und Simulationsprofis in einer Vielzahl von Branchen und Anwendungen.

www.esi-group.com

FRAUNHOFER IAPT

Bugatti, Fraunhofer IAPT und Bionic Production entwickeln das weltweit größte generativ gefertigte Funktionsbauteil aus Titan

Das Fraunhofer IAPT freut sich, einen Meilenstein der Additiven Fertigung in der Automobilindustrie bekannt geben zu dürfen. In einem gemeinschaftlichen Projekt zwischen dem Laser Zentrum Nord (jetzt Fraunhofer IAPT), Bugatti und der Bionic Production AG wurden die Welten der digitalen Konstruktion und der Produktion miteinander ver-

netzt. Die strategische Partnerschaft zwischen Bugatti, der Bionic Production und dem Fraunhofer IAPT hat das Ziel, die Additive Fertigung in der Automobilindustrie zur Serienreife zu bringen. Im ersten Schritt wurden die Ingenieure von Bugatti im Bereich der Additiven Fertigung ausgebildet. Mit dem gewonnenen Wissen wurden im Anschluss durch ein Part Screening die Potenziale für die Additive Fertigung im Bugatti Chiron identifiziert. Hierbei wurde unter anderem der Bremssattel des Chiron identifiziert, welcher unter Anwendung von Prinzipien der Bionik optimiert, designed und anschließend gefertigt wurde. Mit dieser innovativen Architektur konnte minimales Bremssattelgewicht bei maximaler Bauteilsteifigkeit erreicht werden.

Mit dem neu entwickelten 3D-Druck-Titan-Bremssattel geht das Fraunhofer IAPT zusammen mit Bugatti und der Bionic Production AG nun einen Schritt weiter und betritt damit Neuland. Titan kommt als Legierung unter dem wissenschaftlichen Namen Ti6Al4V hauptsächlich in der Luft- und Raumfahrt zum Einsatz, zum Beispiel bei hochbelasteten

Bauteilen, wie den Aufhängungen der Fahrwerke oder Tragflächen bei Flugzeugen oder im Triebwerksbereich von Flugzeugen und Raketen. Der Werkstoff ist wesentlich leistungsfähiger als Aluminium. Der neue Bremssattel aus Titan wiegt 2,9 kg. Im Vergleich zum derzeit verwendeten Bauteil aus Aluminium, das 4,9 kg wiegt, könnte Bugatti bei einem Einsatz des neuen Bremssattels im Fahrzeug folglich 41 Prozent Gewicht einsparen bei gleichzeitig noch höherer Belastungsfähigkeit. Mit seinen Supersportwagen Veyron und Chiron hat sich Bugatti in den letzten Jahrzehnten als Vorreiter für neue technische Entwicklungen und Innovationen im automobilen Extrem-Leistungsbereich etabliert und damit für atemberaubende Performance-Daten und Rekorde gesorgt.

www.iapt.fraunhofer.de

GRANTA DESIGN

AECC CAE Shanghai entscheidet sich für Granta MITM als Werkstoffinformations-Managementsystem

Granta Design hat bekannt gegeben, dass sich AECC Commercial Aircraft Engines (AECC CAE) für die Granta MI Software entschieden hat, um ihre Anforderungen im Bereich Materialinformations-Management abzudecken. Das Tätigkeitsfeld von AECC CAE, die ihren Hauptsitz in Shanghai, China, hat, umfasst den Produktentwicklungszyklus von kommerziellen Triebwerken, einschließlich Forschung, Design, Herstellung, Tests, Lieferung sowie Wartung, Reparatur und Betrieb. Seit 2009 liegt der Schwerpunkt der AECC CAE auf der Entwicklung von Mantelstromtriebwerken mit hohem Nebenstromverhältnis und den dazugehörigen Technologien. Um dem Anspruch des Unternehmens zu genügen, modernste Werkzeuge und Prozesse einzusetzen, wird der internationale OEM Hersteller ab sofort Granta MI für das Datenmanagement seiner aus externen und internen Quellen stammenden Testdaten nutzen – bis hin zu Simulation und Design. Dabei wird

firmeneigenes Werkstoffwissen gemeinsam mit umfassenden Material-Referenzinformationen verwaltet. Die entsprechenden Daten werden über die im Unternehmen eingesetzten CAD, CAE und PLM Systeme zur Verfügung gestellt, so dass Rückverfolgbarkeit, Datenintegrität und Qualität gewährleistet ist.

Granta ist der weltweit führende Anbieter von Software für Werkstoff-Informationsmanagement für Fertigungsunternehmen in Bereichen wie Luft- und Raumfahrt, Automobil, Elektronik und dem allgemeinen Maschinenbau. In der Luft- und Raumfahrt arbeitet Granta dabei mit den weltweit führenden Triebwerks-Herstellern sowie mit vielen anderen OEMs und Zulieferern zusammen. Die Granta MI Software ermöglicht es Unternehmen, ein Materialinformationssystem zu erstellen, mit dem firmeneigenes Werkstoffwissen erfasst und autorisierten Anwendern unternehmensweit und kontrolliert zur Verfügung gestellt werden kann. Um eine gegebenenfalls notwendige Rückverfolgbarkeit sowie Datensicherheit bei Zertifizierungen in vollem Umfang zu gewährleisten, ist es wichtig, eine einzige, zentrale Quelle für alle verlässlichen Materialdaten zu haben und diese den Konstrukteuren zur Verfügung stellen zu können.

Granta legt Details des Additive Manufacturing Daten-Schemas offen

Granta Design hat die Veröffentlichung von zentralen Details des „Schemas“, die zugrundeliegende Datenstruktur, ihrer Datenmanagementlösung für Anwender im Bereich additiver Fertigung (AM) bekannt gegeben. Das Softwarepaket Granta MI:Additive Manufacturing ist die branchenführende Software für das Datenmanagement bei Entwicklungsprojekten im Bereich additiver Fertigung. Mit der Offenlegung der Schema-Informationen fördert Granta Projekte mit systematischer Verwaltung von AM-Daten und unterstützt die Entwicklung von Standards. Die Informationen stehen in einem „Additive Manufacturing Schema Summary Document“ auf der Website von Granta zum Down-

load bereit.

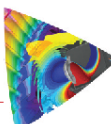
Granta MI:Additive Manufacturing wird seit 2010, als die additive Fertigungstechnologie selbst noch unter der Bezeichnung „Rapid Prototyping“ bekannt war, entwickelt. Bereits in dieser frühen Phase identifizierte Granta dieses komplexe Werkstoffumfeld als fundamentales Technologiegebiet, in dem robuste, rückverfolgbare und versionskontrollierte Daten zur Unterstützung der Design- und Fertigungsprozesse benötigt werden. Seither entwickelt Granta Werkzeuge, um die Optimierung von additiven Fertigungsprozessen zu unterstützen und einen robusten, für die Qualifizierung und Zertifizierung von Bauteilen notwendigen Datenmanagement-Arbeitsablauf zu gewährleisten. Dies war ein kollaborativer Prozess, bei dem in Industrieprojekten, wie dem AMAZE-Projekt der Europäischen Union, mit Mitgliedern des Material Data Management Konsortiums (MDMC) sowie mit führenden Technologieunternehmen, die heute Granta MI zu diesem Zweck selbst einsetzen, zusammengearbeitet wurde. Granta engagiert sich darüber hinaus bei Standardisierungsaktivitäten, zum Beispiel durch SAE und ASTM.

Die Veröffentlichung des Schema Summary Documents zielt darauf ab, diesen kollaborativen Ansatz auszubauen. Das Dokument beinhaltet viele der für die Beschreibung eines additiven Fertigungsprozesses erforderlichen Attribute und schlägt bewährte Vorgehensweisen für die Organisation dieser Attribute in einer Datenbank vor. Diese Informationen können bei der Planung von Projekten im Bereich additiver Fertigung und bei der Diskussion um Standards helfen. Die Veröffentlichung dieser Informationen wird das Bewusstsein dafür schärfen, wie groß der Bedarf dieser Arbeitsschritte ist und ihre Einführung unterstützen. Unternehmen, die sich mit Datenmanagement im additiven Fertigungsprozess oder der Definition von Standards befassen, können das Summary Document über ein Formular auf der Granta Website anfordern. Im Gegenzug bittet Granta darum, dass sich die Unternehmen an kollaborativen Diskussionen zu

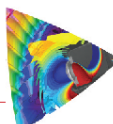
NAFEMS 18

Regional Conferences

nafems.org/2018



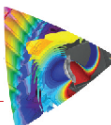
NAFEMS 18
NORDIC Conference
Engineering Simulation: Best Practices,
New Developments, Future Trends
24-25 April, Göteborg



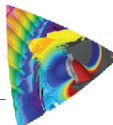
NAFEMS 18
DACH Conference
Berechnung und Simulationen
Anwendungen, Entwicklungen, Trends
14-16 May, Bamberg



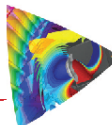
CAASE18
The Conference on Advancing Analysis & Simulation in Engineering
June 5 - 7, Cleveland, Ohio



NAFEMS 18
UK Conference
Taking Engineering Analysis & Simulation to the Next Level
July 17-18, Milton Keynes



NAFEMS 18
India Conference
Engineering Analysis, Modeling, Simulation
and 3D-Printing
July 20-21, Bangalore



NAFEMS 18
France Conference
Simulation numérique : modèle de performance
état de l'art - pratiques - tendances - Impact Industriel
November 14-15, Paris

diesem Thema beteiligen und Rückmeldung zum Schema geben.

www.grantadesign.com

HSR HOCHSCHULE FÜR TECHNIK RAPPERSWIL

CAS Computational Fluid Dynamics – Physik, Mathematik und Simulationen

Hervorragende Produkte und Prozesse zeichnen sich durch optimale Strömungseigenschaften aus. Somit verschaffen sich Unternehmen, die ihre Mitarbeitenden in Strömungssimulationen weiterbilden, einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil im Markt.

Mit computerbasierten Strömungssimulationen können Produkte und Prozesse schnell und effizient optimiert werden: Komplexe Vorgänge können simuliert und dadurch beliebige Stellen genau analysiert werden. Zudem können unterschiedliche Varianten parallel untersucht werden. Aus diesen Gründen sind Strömungssimulationen zum einen deutlich günstiger und zum anderen aussagekräftiger als experimentelle Untersuchungen.

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 der Firma esocae angeboten und ist von NAFEMS empfohlen. Der Fokus dieser Weiterbildung liegt auf drei Schwerpunkten:

Die Physik von Strömungen verstehen: Im Modul Fluid Dynamics, Heat Transfer and Turbulence Modeling eignen sich die Studierenden das Verhalten von Fluiden und Turbulenzen sowie den Vorgang der Wärmeübertragung an.

In der Sprache der Mathematik beschreiben: Im Modul Mathematics and Computational Methods erlernen die Teilnehmenden, einen physikalischen Vorgang in der Sprache der Mathematik abzubilden.

In einer Simulation erforschen: Das Modul CFD in practice steht im Zeichen des Praxistransfers: Das erlernte Wissen wird in einer praktischen Arbeit zu einer Aufgabenstellung aus dem beruflichen Alltag angewendet. Dabei stehen ausgewiesene Fachpersonen zur Seite.

Das modulare Konzept des Lehr-

gangs macht es Studierenden möglich, den Kurs individuell zu gestalten. Dabei steht Ihnen die Kursleiterin Sandra Moebus für eine persönliche Beratung gerne zur Verfügung. Oder besuchen Sie einen der monatlichen Informationsabende. Diese und weitere Informationen finden Sie auf unserer Webseite.

www.hsr.ch/cas-cfd

INNEO

Inneo ist ab sofort Reseller von Simsolid

Ab sofort ist die Simulationssoftware von Simsolid bei Inneo Solutions erhältlich. Die Vertriebsrechte gelten für Deutschland, Österreich, die Schweiz und Großbritannien. Inneo Solutions bietet ein vollständiges Angebot, das neben der Software auch die Bereiche Training und Support umfasst.

„Wir freuen uns sehr, Inneo in der Simsolid Familie willkommen zu heißen“, sagt Ken Welch, Mitbegründer und CEO. „Die Firmenkultur und der Ruf von Inneo machen sie für uns zum idealen Partner in Europa.“

„Die Kunden verlangen nach einer höheren Effizienz und Produktivität ihrer Produktentwicklungs- und Si-

mulationswerkzeuge“ ergänzt Ralf Prinz, CTO von Inneo. „Simsolid ist der perfekte Partner für diese Ansprüche. Wir freuen uns, die Produkte in unserem Marktumfeld anbieten zu können.“

Simsolid ist eine speziell für Konstrukteure entwickelte strukturmekanische Analysesoftware für die konstruktionsbegleitende Berechnung. Simsolid ist die neue Generation von Simulations-Software für strukturmekanische Analysen. Das Programm macht die Geometrievereinfachung und Vernetzung überflüssig, die beiden Zeit- und Know-how-intensivsten Aufgaben im traditionellen FEM-Prozess.

Darüber hinaus können mit Simsolid Analysen komplexer Bauteile sowie sehr großer Baugruppen durchgeführt werden, die in der traditionellen FEM ohne Vereinfachung nicht simulierbar wären – und das sehr effizient auf normalen Standard-PCs.

www.inneo.de

INSTAL

Instal-News

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

www.4innovative-engineers.com

IPH HANNOVER

Klarheit in der Masse der digitalen Möglichkeiten

Digitale Assistenten werden in Zukunft in fast jedem Produktionsunternehmen die Arbeit beschleunigen und erleichtern. Während Datenbrillen dabei helfen können, den nächsten Montage-Schritt direkt ins Sichtfeld des Arbeiters zu projizieren, lassen sich viele Maschinen künftig per Tablet oder Headset steuern. Um auch kleinen und mittelständischen Unternehmen diesen Schritt in Richtung Industrie 4.0 zu ermöglichen, haben Wissenschaftler des IPH und IPRI ein Software-Tool entwickelt, das die Einführung unterstützt.

Die Digitalisierung und die damit einhergehende Entwicklung zur Industrie 4.0 ist in vollem Gange. Doch bei all den Technologien ist es für manche Unternehmen schwierig, den Überblick zu behalten. Darum haben Wissenschaftler des Instituts für Integrierte Produktion Hannover (IPH) gGmbH und des International Performance Research Institute (IPRI) einen Wegweiser in Richtung Industrie 4.0 entwickelt. Damit möchten sie kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) zeigen, was es bereits auf dem Markt gibt, welche Technologien welche Vorteile in der Produktion bieten und wie hoch die entsprechenden Kosten sind.

Der Kern von Industrie 4.0 ist die Umsetzung einer sogenannten Smart Factory, in der Menschen und Maschinen eng zusammenarbeiten. Dafür sind neuartige Mensch-Maschine-Schnittstellen erforderlich, wie Datenbrillen oder Tablets. Durch die Einführung dieser interaktiven Assistenzsysteme können Unternehmen ihre Prozesse innerhalb der Produktion und Logistik optimieren und vereinfachen. Durch die erhöhte Verfügbarkeit von Daten können sie beispielsweise ihre Ressourcen besser verteilen oder Prozesse beschleunigen und damit nicht nur Zeit, sondern auch Kosten sparen. Zudem können die Mitarbeiter entlastet werden, da sie durch die digitalisierte Datenaufnahme und Auswertung mehr Zeit haben, sich auf ihre eigentlichen Kompetenzen zu konzentrieren.

„Kleine und mittlere Unternehmen sind sich der Bedeutung dieser für Industrie 4.0 wichtigen Technologien bewusst, zögern aber im Vergleich zu Großunternehmen bei deren Einführung“, sagt Stefan Willeke, der das Projekt am IPH geleitet hat. Die Gründe dafür sind unterschiedlich: In aller Regel können die Unternehmen die Potenziale interaktiver Assistenzsysteme nicht abschätzen, kennen die Anforderungen für deren Nutzung nicht oder haben kein systematisches Vorgehen, um diese erfüllen zu können.

Das Team rund um das Forschungsprojekt „4.0-Ready“ hat sich deshalb von 2015 bis 2017 mit diesem Thema auseinandergesetzt und ein ent-

sprechendes Instrument entwickelt, das die Einführung von interaktiven Assistenzsystemen erleichtert. Das neue Software-Tool bietet eine klare Übersicht der unterschiedlichen Systeme – von Datenbrille bis Tablet – und deren Einsatzpotenziale. Die Unternehmen können diese als Grundlage für ihre Entscheidung nutzen, welche Technologien sie einführen möchten und können. Das im Tool integrierte Reifegradmodell ermöglicht es, die entsprechenden Anforderungen genau zu planen und zu steuern, die für den Einsatz von interaktiven Assistenzsystemen erfüllt werden müssen. Die Unternehmen können also prüfen, wie weit sie von der Umsetzung entfernt sind, welche Technologien am besten für ihr Vorhaben geeignet sind, welche sie sogar bereits einsetzen können oder welche Maßnahmen sie dazu noch umsetzen müssen. „Das Schöne an dem Tool ist, dass die Unternehmen es immer wieder einsetzen können. Nach jedem Schritt können sie mit dem Tool erneut prüfen, in welcher ‚Reifestufe‘ sie sich gerade befinden“, so Willeke.

Das Projekt „4.0-Ready“ ist mit der Entwicklung des Softwaredemonstrators abgeschlossen. Als Vertriebspartner war neben der Industrie- und Handelskammer Hannover auch Niedersachsen Metall aktiv. Das Software-Tool kann unter www.40ready.iph-hannover.de kostenfrei heruntergeladen werden.

www.iph-hannover.de

MSC SOFTWARE

Rechenleistung, innovative Strömungsakustik und effizientes Preprocessing neu definiert

Free Field Technologies (FFT), ein Unternehmen von MSC Software, gab die Veröffentlichung von Actran 18 bekannt. Die neue Version bringt Funktionalitäten für hervorragende Performance bei akustischen, vibroakustischen und strömungsakustischen Berechnungen.

Getrieben durch immer höhere Ansprüche an die Akustik verlangt die Industrie nach hochperformanten akustischen Simulationslösungen,

die in jeder Umgebung problemlos einsetzbar sind. Die Antwort von Actran 18 sind Spitzentechnologien für eine große Bandbreite an vibroakustischen und strömungsakustischen Anwendungen in so unterschiedlichen Industrien wie Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Schienenfahrzeug- und Konsumgüterindustrie – unterstützt durch eine effizientere Benutzeroberfläche.

Highlights von Actran 18:

Modellierung – Zwei neue vereinfachte Ansätze zur Modellierung von Trim-Komponenten zielen darauf ab, den steigenden Bedarf der Auto- und Luftfahrtindustrie nach Innenraumverkleidungen mit optimalen schwingungstechnischen und akustischen Eigenschaften zu erfüllen. Der Vernetzungsaufwand für Trim-Komponenten reduziert sich drastisch. Dadurch wird die Integration der Verkleidung in Optimierungstudien möglich.

Durch Kombination der bewährten Strömungsakustik-Technologie von Actran mit dem leistungsfähigen DGM-Solver haben die FFT-Ingenieure ein Tool entwickelt, das große Strömungsakustikmodelle effizient berechnen kann, basierend auf instationären oder stationären CFD-Ergebnissen mittels der SNGR-Methode. Dank der beachtlichen CPU- und GPU-Skalierbarkeit von Actran DGM macht diese Kombination den Weg frei für strömungsakustische Modellierung in großem Maßstab und für hohe Frequenzbereiche, wie z.B. Windgeräusche um ein ganzes Auto oder einen Eisenbahnwagen.

Simulation – Die nichtparametrische Variabilitätsmethode (NPVM) unterstützt jetzt auch modale Komponenten und Superelemente in der Vibroakustik mit direkter Frequenzganganalyse. Robustes Design und der Einfluss von Modell- und Fertigungsunsicherheiten auf die vibroakustische Strukturantwort können daher nun nahtlos ausgewertet werden, einfach durch Aktivieren eines einzigen Berechnungsparameters. Lüftergeräusche lassen sich jetzt wahlweise mit einem vereinfachten oder vollständigen Ansatz berechnen. Der vereinfachte Ansatz basierend auf analytischen rotierenden Quellen ist besonders nützlich, um

den Einfluss von Designänderungen in der frühen Entwicklungsphase zu untersuchen. Ein vollständigerer Ansatz basiert auf einer instationären CFD-Simulation und ermittelt das akustische Verhalten beliebiger axialer oder zentrifugaler Lüfter in elektronischen Geräten und Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage.

Erweiterbarkeit – Im Hinblick auf die Rechenleistung führen bei vielen Anwendungen die erweiterte Netzadaptivität, das automatische Umschalten zwischen linearer, quadratischer und kubischer Interpolation und verbesserte algebraische Solvertechnologien zu erheblichen Einsparungen bei Rechenzeit und Speicher. Ein neuer Wizard für Schallabstrahlung wird eingeführt, der die Schallabstrahlungsfunktionalitäten von Actran unterstützt. Der Wizard führt Anfänger und Fortgeschrittene durch die Preprocessing-Schritte für Schallabstrahlungsmodelle. Auch die Berechnung dieser Modelle hat sich mit bis zu 2facher Einsparung von Rechenzeit und Speicher stark verbessert.

Digimat 2018.0 – Leichtes und effizientes Modellieren von faserverstärkten Kunststoffen, additiver Fertigung und Materialversagen

e-Xstream engineering, ein Unternehmen von MSC Software und Entwickler der führenden Plattform für nichtlineare multiskalare Material- und Strukturmodellierung Digimat, gab die bevorstehende Veröffentlichung der neuen Version von Digimat bekannt.

Digimat 2018.0 enthält bedeutende Verbesserungen von Digimat-RP und setzt damit neue Effizienzmaßstäbe bei der Simulation von faserverstärkten Kunststoffteilen unter Berücksichtigung der Fertigung. Eine völlig neu gestaltete Benutzeroberfläche stellt die Verbindung zu mehr Fertigungsdaten wie Bindenaht, Faservolumenanteil, Faserlänge und Eigenspannungen her. Metall erfolgreich durch Kunststoff zu ersetzen, ob mit kurz- oder langfaserverstärkten Kunststoffen oder SMC, war noch nie so einfach! Die Lösung für die additive Fertigung in Digimat 2018.0 wurde einherge-

hend mit den Funktionalitäten für Material, Prozess und Bauteilverhalten erweitert:

Materialtechnische virtuelle Charakterisierung von Gitterstrukturen in Digimat-FE

Prozesssimulation: erweitertes physikalisches Verhalten in Digimat-AM, um Baufehler vorherzusagen und enge Toleranzkontrolle sicherzustellen

Bauteilverhalten: standardmäßig werden Herstellungseinflüsse bei der Strukturberechnung mit Digimat-RP einbezogen – für ein zuverlässiges Bauteildesign

In dieser Version zeigt sich auch die Partnerschaft von Stratasys und e-Xstream. Teile aus dem Material UL-TEM 9085, 3D-gedruckt auf Fortus 900mc, können jetzt mit Digimat-AM and Digimat-RP zunächst virtuell gedruckt werden mit anschließender Strukturberechnung.

Die Festigkeitsvorhersage für kurz- und langfaserverstärkte Kunststoffanwendungen verbessert sich weiter dank eines neuen Versagensmodells, das die Empfindlichkeit der Polymere gegenüber dreiaxsigem Spannungszustand berücksichtigt. Darüber hinaus lässt sich die Schädigung solcher Strukturen jetzt genauer abbilden, dies wird erreicht durch ein steuerbares Schädigungsgesetz für präzise Vorhersage der Energiedissipation in der Crashsimulation.

www.mscsoftware.com

SIEMENS PLM SOFTWARE

Simcenter-Lösung von Siemens stark erweitert: neue Funktionen für die Systemsimulation

Siemens kündigte die neueste Version der Software Simcenter Amesim an, seiner führenden 1D-Plattform für mechatronische Systemsimulation. Diese Version der Software (frühere Bezeichnung LMS Imagine.Lab Amesim) bietet wesentlich mehr Benutzerfreundlichkeit und eine bessere Integration in die gesamte Entwicklung und steigert so die Produktivität von Systemsimulationen. Zwei neue Produkte, Simcenter Webapp Server und Simcenter Embedded Software Designer,

erweitern das Simcenter-Portfolio um noch mehr Funktionen für die Systemsimulation. Neue Versionen von Simcenter System Synthesis und Simcenter Sysdm erleichtern die Erstellung von Architekturen für die Systemsimulation und Modellverwaltung. Mit diesen Ergänzungen zum Simcenter-Portfolio, einer robusten Suite aus Simulationssoftware und Testlösungen, können Ingenieure schon zu einem früheren Zeitpunkt im Entwicklungsprozess präzise Konstruktionen entwerfen. Das verkürzt Entwicklungszyklen und sorgt für erfolgreichere Produkte.

Simcenter Amesim, eine integrierte, skalierbare Plattform für die Systemsimulation, ermöglicht die virtuelle Analyse und Optimierung von mechatronischen Systemen im gesamten Entwicklungszyklus. Dank sofort einsatzfähiger multidisziplinärer Bibliotheken sowie anwendungs- und branchenorientierter Lösungen lassen sich schnell Modelle erstellen und präzise Analysen durchführen. Simcenter Amesim unterstützt Functional Mockup Interface (FMI) und Modelica. Die Lösung lässt sich mit wichtigen Softwarepaketen für CAE, CAD und Steuerungen sowie mit anderen Simcenter-Lösungen und der Teamcenter-Software koppeln. Dank dieser Flexibilität lässt sie sich leicht in die verschiedensten Unternehmensprozesse integrieren. Die neueste Version bietet deutlich optimierte Arbeitsabläufe für die Modellerstellung. Außerdem wurde die Benutzeroberfläche vollständig überarbeitet – für ein ergonomischeres Design und mehr Produktivität durch Standardisierung mit anderen Simcenter-Lösungen.

„Dank der Flexibilität des Teams von Siemens PLM Software können wir durch die neuen Funktionen in Simcenter Amesim effizienter Modelle erstellen und Siphoneffekte in unserem Kraftstoffsystem analysieren“, berichtet Michael E. Herbstreit, Associate Technical Fellow, Engineering Platform Systems bei The Boeing Company.

Simcenter Amesim unterstützt neue Anwendungen für aktuelle Themen der Branche wie Kraftstoffeffizienz, Reduktion von Schadstoffemissionen und Elektromobilität. Für die

Automobilindustrie umfasst die neueste Version von Simcenter Amesim erweiterte Funktionen für die Berechnung von Emissionen im praktischen Fahrbetrieb, die Modellerstellung von Ventiltrieb und Schmiersystem, die Vorauslegung des Wärmetauschers im Motorraum sowie die Entwicklung von Batterie und Elektromotor in der Koppelung mit der Software Simcenter STAR-CCM+. Diese Version bietet außerdem neue Funktionen für die Elektrifizierung von Flugzeugen sowie für die Entwicklung von Antriebs- und Kraftstoffsystemen in der Luft- und Raumfahrt. Für Industriemaschinen gibt es in der neuesten Version ein Tool, mit dem die Steuerungsvalidierung über Verbindungen zu verschiedenen realen und virtuellen Programmable Logic Controllers (PLCs) von Siemens oder Drittanbietern frühzeitig eingebunden werden kann.

„Unsere Partnerschaft mit Siemens PLM Software bietet uns bewährte Flexibilität und Effizienz bei der Erstellung neuer Bauteilmodelle mit Simcenter Amesim, und zwar für Bauteile, die den Kern innovativer Trends wie des thermischen Managements in den Fahrzeugen von morgen bilden“, erläutert Jérémy Blandin, Leiter 1D-Simulation in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Valeo Thermal Systems. Diese Version von Simcenter Amesim unterstützt die Integration im gesamten Simcenter-Portfolio. Benutzer profitieren nun von den integrierten STAR-CCM+-Technologien, um bei der Arbeit an Anwendungen für das thermische Management im Motorraum oder in der Fahrgastzelle genauere Modelle in frühen Entwicklungsphasen zu erstellen. Automobilhersteller können jetzt CAD-Importfunktionen für die Entwicklung von Mehrkörpersystemen und volumetrischen Pumpen sowie für Anwendungen für Torsionsschwingungen und Motorkühlung verwenden. In der Luft- und Raumfahrt lassen sich diese Funktionen für Klima-, Lande- und Kraftstoffsysteme nutzen.

Die Nutzung der Systemsimulation kann mit dem neuen Simcenter Webapp Server, der im Verlauf

dieses Jahres erhältlich sein wird, auf Unternehmensebene ausgeweitet werden. Mit webbasiertem Zugriff und vordefinierter Parametrierung für Systemmodelle in benutzerspezifischen grafischen Benutzeroberflächen vereinfacht der Simcenter Webapp Server die Arbeitsabläufe bei der Entwicklung mechatronischer Systeme erheblich. So kann die Systemsimulation unternehmensweit leichter eingesetzt werden. Der Simcenter Webapp Server unterstützt Projektingenieure durch Funktionen zur Systemintegration und bietet Mitarbeitern im technischen Vertrieb direkten Zugriff auf die Leistungsbewertung von mechatronischen Produkten. Die Lösung ist mit Teamcenter Active Workspace vollständig kompatibel: Webanwendungen lassen sich in Teamcenter ablegen und von Benutzern mit Teamcenter Active Workspace direkt ausführen.

Integrierte Elektronik und intelligente Software sorgen weiterhin für Innovationskraft und Produktdifferenzierung. Mit dem neu entwickelten Simcenter Embedded Software Designer soll das Konzept des digitalen Zwillings auf die Softwareentwicklung ausgeweitet werden. Mit dieser architekturorientierten, modellbasierten Umgebung für die Softwareentwicklung können Softwareingenieure Spezifikationen für die Implementierung, Integration und Verifizierung von Softwarecode ganz einfach erstellen. Simcenter Embedded Software Designer kann die Lücke zwischen Softwaremodellierung und -coding schließen, die Softwarequalität verbessern und durch verbesserte Rückverfolgbarkeit und Wiederverwendung von Softwaremodulen die Produktivität erhöhen.

Simcenter System Synthesis unterstützt Simulationsarchitekten und Projektingenieure beim Umgang mit einer steigenden Anzahl von Varianten und Konfigurationen. Diese Integrationsumgebung bietet effiziente Funktionen für das Postprocessing, damit Benutzer heterogene Architekturen für die Systemsimulation aus verfügbaren Modellen erstellen und die Systemperformance produktiv und interaktiv bewerten können.

Die neueste Version von Simcenter System Synthesis wird im Verlauf des Jahres mit neuen, verbesserten Funktionen für die Architekturerstellung erhältlich sein.

Simcenter Sysdm, eine toolunabhängige Umgebung für die Verwaltung von Systemsimulationsdaten und -modellen, ermöglicht eine effiziente Zusammenarbeit, höhere Effizienz und bessere Simulationsqualität. Die neueste Version von Simcenter Sysdm bietet neue Funktionen für die Anpassung des Lebenszyklus und die Erfassung von Modellen sowie die Client-Server-Konfiguration.

„Diese neueste Version unserer Lösungen für die Systemsimulation bietet nicht nur Verbesserungen zur Unterstützung unserer Kunden, die die Produkte von morgen entwickeln. Sie verstärkt auch die Integration mit anderen Simcenter-Lösungen und bildet so eine umfassende Simulations- und Testsuite für Innovationskraft in jeder Phase der Produktentwicklung“, so Jan Leuridan, Senior Vice President für Simulations- und Testlösungen von Siemens PLM Software.

Bombardier und Siemens arbeiten an optimierten Prozessen für Produktentwicklung

Bombardier, der weltweit führende Hersteller von Zügen und Flugzeugen, arbeitet mit Siemens zusammen, um das Teamcenter-Portfolio für Product Lifecycle Management (PLM) auszubauen. Ziel ist es, eigene Engineering-Prozesse für die Produktentwicklung, -herstellung und den Support zu optimieren.

„Eine integrierte Lösung auf Basis von Teamcenter, die alle Engineering-Disziplinen sowie nachgeschaltete Anwender umfasst, könnte einheitliche Prozesse erleichtern und die Zusammenarbeit im Unternehmen fördern. Bombardier freut sich auf das, was wir mit diesen Funktionen erreichen werden“, so Brigitte Larivière, Head of Value Chain and Functional Experience bei Bombardier Information Solutions. Teamcenter bietet eine integrierte, zentrale Quelle für Informationen und Daten aus Programmen für Mechanik, Elektrik, Anlagen, Soft-

ware und Kabelbäume. Es sorgt für mehr Transparenz und Nachvollziehbarkeit in allen Phasen des Entwicklungsprozesses. Zusammen mit dem digitalen Zwilling und einem global einheitlichen Prozess bietet Teamcenter Bombardier sofort nach Implementierung eine bessere Informationsqualität innerhalb einer integrierten Umsetzungsstrategie.

„Die Implementierung von Teamcenter verhilft Bombardier zu flexibleren Produktentwicklungszyklen. Gerade im heute stark umkämpften Produktionsumfeld ist das von entscheidender Bedeutung“, so Bob Jones, Executive Vice President, Siemens PLM Software. „Der digitale Zwilling gewährt Einblick in jede Phase des Entwicklungszyklus. Die daraus resultierenden Informationen ermöglichen bessere Produkte, die letztendlich ihren Kunden zugutekommen.“

Siemens unterstützt Hersteller weltweit dabei, Produkte zu liefern, die den technischen Vorgaben und Leistungsanforderungen bezüglich Kosten und Zeitplan gerecht werden. Lieferketten werden kontinuierlich angepasst, um mehr Produktivität zu erzielen und gleichzeitig ein wirklich hochdynamisches Arbeitskraftpotenzial zu erhalten. Lösungen von Siemens PLM Software setzen auf die Vorteile branchenführender Verfahren. Dadurch ermöglichen sie es Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrtindustrie, den gesamten Produktlebenszyklus zu verwalten.

Siemens PLM Software von Gartner als Leader im Magic Quadrant für Manufacturing Execution Systems positioniert

Siemens wurde von Gartner, Inc. als Leader im Magic Quadrant 2017 für Manufacturing Execution Systems ernannt. Gartner, ein weltweit führendes IT-Forschungs- und Beratungsunternehmen, bewertet im Magic Quadrant Anbieter anhand der Kriterien „Completeness of Vision“ und „Ability to Execute“. Der „Magic Quadrant for Manufacturing Operations Management“ wurde in diesem Jahr neu eingeführt. Unter der Kategorie „Ability to Execute“ werden Unternehmen hinsichtlich der Kriterien Produkt oder Dienst-

leistung, generelle Realisierbarkeit, Verkaufsausführung/Preisgestaltung, Reaktion auf den Markt und Marktanteil, Marketingumsetzung, Kundenerfahrung und Betriebsabläufe bewertet. Die „Completeness of Vision“ umfasst zusätzlich Kriterien wie Marktverständnis, Marketingstrategie, Vertriebsstrategie, Angebots- (Produkt-) Strategie, Geschäftsmodell, Vertikal-/Industriestrategie, Innovation und geografische Strategie.

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.

Saxsim – Saxon Simulation Meeting

22.03. Chemnitz, D www.tu-chemnitz.de TU Chemnitz

CAInspiration Forum

14.03. München, D www.cainspiration-forum.de ISKO engineers

Dynamic Simulation in Vehicle Engineering

10.-11.04. Steyr, A www.magna.com Magna

Permas Anwenderkonferenz

12.-13.04. Stuttgart, D www.intes.de Intes

Automotive CAE Grand Challenge

17.-18.04. Hanau, D www.carhs.de Carhs

prostep ivip Symposium 2018

18.-19.04. München, D www.prostep.org prostep ivip

Wind and Drivetrain Conference

19.04. Hamburg, D www.3ds.com Simpack

Hannover Messe

23.-27.04. Hannover, D www.hannovermesse.de Hannover Messe

Cadferm Ansys Simulation Conference Austria

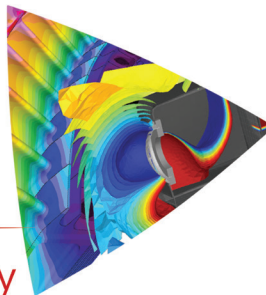
24.-25.04. Linz, A www.simulation-conference.at/de/ Cadferm/Ansys

VR in Simulation & Berechnung

26.04. Fellbach, D www.vdc-fellbach.de VDC

NAFEMS 18 DACH Conference

Berechnung und Simulation:
Anwendungen, Entwicklungen, Trends



14-16 May, Bamberg, Germany

THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE ENGINEERING ANALYSIS, MODELLING, AND SIMULATION COMMUNITY



www.nafems.org/2018/dach

LightSim

15.-16.05 Stuttgart, D www.lightsim.de asc(s, VDC, ...

GSVF

15.-16.05. Graz, A www.gsvf.at ViF

RoundTable Simulating Manufacturing

16.-17.05. Marburg, D www.simufact.de Simufact

NAFEMS Kurs: Verification and Validation in Engineering Simulation

05.-06.06. Wiesbaden, D www.nafems.org/events/nafeems/2018/vandv1 NAFEMS

European Moldflow User Meeting

05.-06.06. Frankfurt/Main, D www.connect.moldflow.eu MF Software

Cadferm Ansys Simulation Conference Schweiz

14.06. Rapperswil, CH www.simulation-conference.ch.de/ Cadferm/Ansys

Weimarer Optimierungs- und Stochastiktage

21.-22.06. Weimar, D www.dynardo.de Dynardo

ISC High Performance

24.-28.06. Frankfurt/Main, D www.isc-hpc.com ISC

Comsol Konferenz

22.-24.10. Lausanne, CH www.comsol.com Comsol

NAFEMS Seminar: CFD

Okt. 2018. tba, D www.nafems.org/cfd18 (ab Frühjahr) NAFEMS

MSC Software Conference

09.-10.10. Berlin, D www.mscsoftware.com MSC Software

NAFEMS European Multiphysics Conference

11.-12.10. Budapest, H www.nafems.org/mp2018 NAFEMS

Cadferm Ansys Simulation Conference

10.-12.10. Leipziger, D www.simulation-conference.com Cadferm/Ansys

DYNAmore LS-DYNA Forum

15.-17.10 Bamberg, D www.dynamore.de DYNAmore

Human Modeling Symposium

18.-19.10. Berlin, D www.carhs.de Carhs

NAFEMS Seminar: Model Based Systems Engineering (MBSE) and CAE

13.-14.11. Wiesbaden, D www.nafems.org/mbse18 (online im Frühjahr 2018) NAFEMS

Simvec

20.-21.11. Baden-Baden, D www.vdi-wissensforum.de VDI

NAFEMS European SPDM Conference

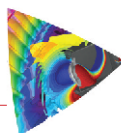
28.-29.11. München, D www.nafems.org/spdm2018 (in Kürze) NAFEMS

Weitere Veranstaltungen: www.nafems.org/events

NAFEMS 18 NORDIC Conference

Engineering Simulations: Best Practices,
New Developments, Future Trends

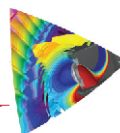
24-25 April, Göteborg



NAFEMS 18 DACH Conference

Berechnung und Simulationen:
Anwendungen, Entwicklungen, Trends

14-16 May, Bamberg



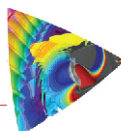
CAASE18

The Conference on Advancing Analysis & Simulation in Engineering
June 5 - 7, Cleveland, Ohio

NAFEMS 18 UK Conference

Taking Engineering Analysis & Simulation to the Next Level

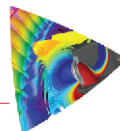
July 17-18, Milton Keynes



NAFEMS 18 India Conference

Engineering Analysis, Modeling, Simulation
and 3D-Printing

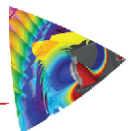
July 20-21, Bangalore



NAFEMS 18 France Conference

Simulation numérique : mesure de performance
état de l'art - pratiques - tendances - Impact Industriel

November 14-15, Paris



NWC

NAFEMSWORLDCONGRESS

NAFEMS
2019

17-20 JUNE | QUEBEC CITY | CANADA

A WORLD OF ENGINEERING SIMULATION

Berechnung der Lufttemperaturen im Motorraum eines Fahrzeugs

Dr. Dirk Bäder
Audi AG

Alexander Kospach, Dr. Andreas Domaingo
Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH

Die thermische Absicherung eines Kraftfahrzeugs ist heutzutage ein standardmäßig vorgenommener Entwicklungsschritt, um die Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs in unterschiedlichen Fahrsituationen, wie beispielsweise Autobahnfahrt, Bergfahrt unter Anhängerlast, oder Leerlauf bei stehendem Fahrzeug, stets sicher zu stellen. Moderne Fahrzeuge werden so ausgelegt, dass im Leerlauf bei stehendem Fahrzeug oder bei langsamer Fahrt ein Rezirkulieren nicht auftreten kann. Beim Rezirkulieren wird heiße Motorraumluft vom Lüfter angesaugt und passiert erneut das Wärmetauscherpaket mit der Folge, dass die Wärmetauscher aufgrund der heißen Luft keine oder nur wenig Wärme an die Umgebung abgeben können. Um das Rezirkulieren zu untersuchen, werden im Entwicklungsprozess Experimente durchgeführt, die durch eine neu entwickelte 3D-CFD-Simulationsmethode (Computational Fluid Dynamics) unterstützt werden.

In dieser Arbeit wird die auf dem Programmpaket OpenFOAM basierende 3D-CFD-Simulationsmethode vorgestellt. Das Simulationssetup, insbesondere die Abbildung der Wärmetauscher, das automatisierte Volumenvernetzen, die Einstellungen des Löser, etc. wird erläutert. Die CFD-Ergebnisse werden mithilfe von Experimenten validiert. Schließlich wird eine Maßnahme gezeigt, mit welcher das Rezirkulieren einfach verhindert werden kann und ein Ausblick auf die Weiterentwicklung der angewandten Simulationsmethodik gegeben.

1 Motivation und Literaturübersicht

1.1 Einleitung

Bei der Entwicklung eines Kraftfahrzeugs ist die thermische Absicherung des Antriebsaggregates sowie der im Motorraum verbauten Komponenten (z.B. Wärmetauscher) erforderlich. Kritische Auslegungspunkte stellen hierbei der Fahrzustand „Leerlauf im Stand nach Fahrt mit Höchstgeschwindigkeit“ oder „Bergfahrt mit Hänger“ dar. Diese Zustände sind kritisch, weil sämtliche Komponenten im Motorraum sehr heiß sind, eine große Wärmemenge durch die Wärmetauscher abgeführt werden muss und die Wärmetauscher luftseitig im Wesentlichen aufgrund des Lüfters und weniger aufgrund des Fahrtwinds durchströmt werden.

Damit im Leerlauf, im Stand oder bei langsamer Bergfahrt die luftseitige Durchströmung durch die Wärmetauscher auch ohne Fahrtwind sichergestellt ist, ist im Fahrzeug mindestens ein Lüfter vorgesehen. Der Lüfter baut einen Druckgradienten über das Wärmetauscherpaket auf, so dass frische Luft aus der Umgebung angesaugt wird und durch das Wärmetauscherpaket strömt. Hierbei kann es vereinzelt vorkommen, dass vom Lüfter heiße Luft, welche aus dem Motorraum stammt, vor das Wärmetauscherpaket gezogen wird, wobei diese heiße Luft das Wärmetauscherpaket erneut durchströmt. Dieses Phänomen wird Rezirkulation genannt.

Die Rezirkulation hat den Nachteil, dass von den Wärmetauschern viel weniger Wärme abgeführt werden kann oder dass bei gleicher abzuführender Wärmemenge beispielsweise der Kompressor der Klimaanlage mehr leisten muss. Dies führt zu erhöhten Emissionen. Der Entwicklungsingenieur ist demnach bestrebt, die Rezirkulation auf ein Minimum zu reduzieren. Hierbei nutzt der Entwicklungsingenieur sowohl experimentelle als auch numerische Methoden. Beides wird in den folgenden Abschnitten dargestellt.

1.2 Stand der Technik

Als einer der ersten hat Ashmawey [1] mithilfe von CFD-Simulationen Bauteiltemperaturen eines Kraftfahrzeugs berechnet. Die Motorraumgeometrie war hierbei stark vereinfacht. Aufgrund der großen Interferenzeffekte zwischen Außenaerodynamik und Motorraumdurchströmung wurden von Jehle [2] und Bäder [3] numerische Setups entwickelt und vorgestellt, welche den Einfluss der Motorraumdurchströmung auf die Außenaerodynamik abbilden. Die Berechnung von Außenaerodynamik und Motorraumdurchströmung in einer Simulation ist heutzutage Standard im virtuellen Fahrzeugentwicklungsprozess, Meywerk [4], Schütz [5].

Die durch natürliche Konvektion erzeugte Strömung innerhalb eines Motorraums hat Chen [6] anhand vereinfachter Modelle numerisch untersucht und seine Berechnungen validiert. Ebenso hat Minovski [7] CFD-Simulationen anhand vereinfachter Fahrzeuggeometrien validiert, wobei er den Einfluss der Wärmestrahlung, vor allem im Bereich heißer Bauteile wie beispielsweise Abgaskrümmer, diskutiert. Bäder [8] hat erste Validierungsergebnisse der 3D-CFD-Simulation von thermischen Strömungen einfacher Körper und eines Fahrzeugs mit einfachem Motorraum vorgestellt. Song [9] und Klopfer [10] haben CFD-Simulationen eingesetzt, um Aussagen über die Rezirkulation im Motorraum treffen zu können und um entsprechende konstruktive Maßnahmen aus den Simulationsergebnissen abzuleiten.

2 Modellgeometrien und experimentelle Methoden

2.1 Modellgeometrien

2.1.1 Audi R8

Beim Audi R8 (Abb. 1) tritt unter anderem die Kühlluft am Fahrzeuggrill in das Fahrzeug ein und ist dort bis zum Kühlluftaustritt am Fahrzeugunterboden von einem Kühlluftkanal vollständig geführt. Da im Kühlluftkanal außer dem Hauptwasserkühler keine Wärmequellen, insbesondere keine heißen Bauteile wie Motor, Abgaskrümmer, etc. verbaut sind, muss nur der Wärmeeintrag durch die Hauptwasserkühler simulativ abgebildet werden. Darüber hinaus ist bei diesem Fahrzeug am Hauptwasserkühler kein Lüfter verbaut. Der Kühlluftmassenstrom wird also nur bei Fahrt gefördert.

Andere Wärmequellen, wie die weiter verbauten Wärmetauscher sowie der Mittelmotor, können für die Validierung vernachlässigt werden, da diese die im Fahrzeug angebrachten Temperatursensoren um den Hauptwasserkühler nicht beeinflussen. Damit ist dieses Fahrzeug sehr gut geeignet, um die Abbildung der Wärmetauscher mit dem NTU-Modell (siehe Kapitel 3.3) darzustellen.

Die beiden Hauptwasserkühler sind als I-Flow-Kreuzstromwärmetauscher ausgebildet, wobei beide Hauptwasserkühler mittig von einem gemeinsamen Wasserkasten gespeist werden.

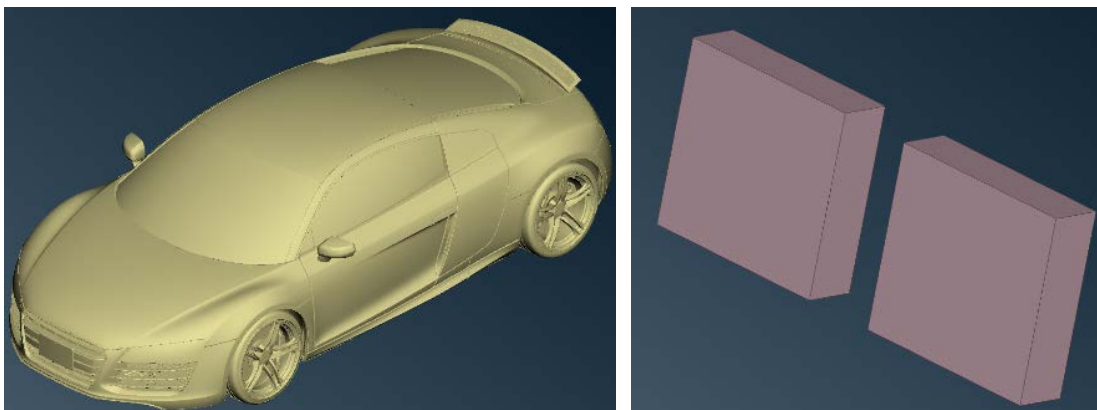


Abb. 1: Prinzipdarstellung des Audi R8 (links) und des Wärmetauschers Hauptwasserkühler (rechts).

2.1.2 Audi A3 und Audi Q2

Die Fahrzeuge Audi A3 (Abb. 2) und Audi Q2 (Abb. 3) besitzen einen in der Fahrzeugfront verbauten Verbrennungsmotor. In den Fahrzeugen ist als Wärmetauscherpaket jeweils ein Dreierpaket verbaut, also hintereinander angeordnet ein Kondensator, ein Niedertemperaturkühler/Ladeluftkühler und ein Hauptwasserkühler. Die Wärmetauscher sind als I-Flow- oder als U-Flow-Kreuzstromwärmetauscher ausgebildet. Stromab des Wärmetauscherpakets ist jeweils ein Monolüfter angeordnet. Stromab des Lüfters befindet sich der Verbrennungsmotor. Die Kühlluft tritt aus dem Mitteltunnel und aus den Radhäusern aus dem Motorraum aus.

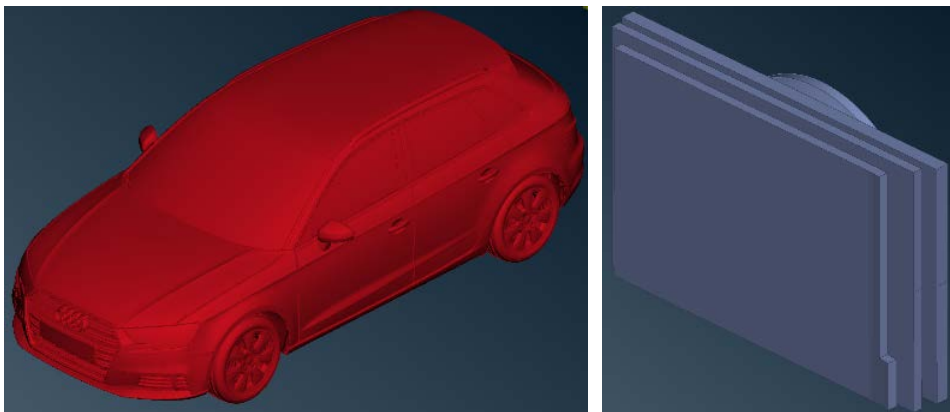


Abb. 2: Prinzipdarstellung des Audi A3 (links) und des Wärmetauscherpakets inklusive Lüfter (rechts).

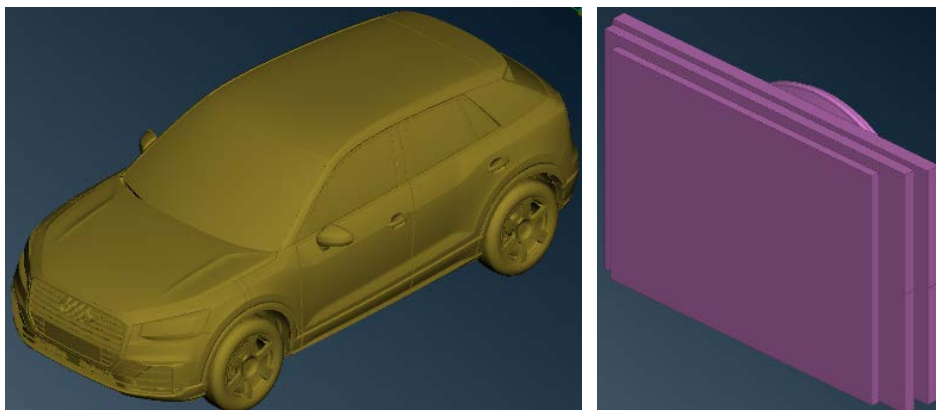


Abb. 3: Prinzipdarstellung des Audi Q2 (links) und des Wärmetauscherpakets inklusive Lüfter (rechts).

2.2 Experimentelle Methoden

Messungen wurden an Prüfständen der Audi AG durchgeführt. Hierbei wurden die Thermo-Windkanäle in Neckarsulm und Ingolstadt sowie der Klima-Windkanal in Ingolstadt genutzt.

Die Luft in den bei Audi verfügbaren Thermo-Windkanäle nach Göttinger Bauart kann auf bis zu 275 km/h in der Messstrecke beschleunigt und auf -25 bis +55 °C konditioniert werden. Die Messstrecke ist etwa 8 m lang. Das Fahrzeug ist auf Rollen aufgespannt, wobei im zweiachsigen Allrad-Rollenprüfstand verschiedene Testzyklen, insbesondere Bergfahrt mit Hänger, abgebildet werden können. Die Versperrung ist sehr hoch im Vergleich zu reinen Aerodynamikwindkanälen oder zur Simulation, welche nahezu keine Versperrung vorweist.

Im Klima-Windkanal Göttinger Bauart können Temperaturen von -25 bis +55 °C und Luftgeschwindigkeiten bis 300 km/h eingestellt werden. Darüber hinaus lässt sich Sonnenlicht mit bis zu 1000 W/m² sowie Regensimulationen mit bis zu 2.500 l/h realisieren. Die Luftfeuchte beträgt bis zu 40 g/kg. Ein zweiachsiger

Rollenantrieb für Automobile mit Quattroantrieb ist verfügbar, wobei am zweiachsigen Antrieb 250 kW Last aufgenommen werden kann. Die Düse weist eine Kontraktion von 6:1 auf. Der Düsenquerschnitt beträgt am Austritt 6 m². Damit ist die Versperrung geringer als im Thermo-Windkanal, aber dennoch höher als in einem Aerodynamikwindkanal oder in der Simulation, welche nahezu keine Versperrung aufweist.

Die in dieser Arbeit eingesetzten Temperatursensoren weisen eine konservativ geschätzte Genauigkeit von etwa ± 1 K aus. Differenztemperaturen sind demnach auf ± 2 K genau zu messen.

3 Numerische Methoden

3.1 Überblick

Die numerischen Simulationen wurden mit der Open-Source CFD Bibliothek OpenFOAM durchgeführt. Als Finite Volumen Löser wurde ein „multi Region“ Löser eingesetzt. Der „multi Region“ Löser löst zunächst die Erhaltungsgleichungen für jede einzelne Region und koppelt die Ergebnisse der verschiedenen aufgelösten Regionen miteinander. Der Begriff Region wird hier ausschließlich für Modellbereiche verwendet, für die im CFD Modell ein separates Volumennetz verwendet wurde. In einem Fahrzeug existieren Wärmetauscher, die Wärme vom Kühlmittel an die Umgebungsluft abgeben. Zur Modellierung dieser Wärmeübertragung stellt eine erste Region die Luftseite und eine zweite Region die Kühlmittelseite dar. Die Luftseite ist mit der Kühlmittelseite des Wärmetauschers gekoppelt, so dass bei der Kopplung Wärmemengen zwischen den Regionen ausgetauscht werden können.

Für die Volumenvernetzung der einzelnen Regionen wurden die OpenFOAM Routinen BlockMesh und SnappyHexMesh verwendet. In den nächsten Abschnitten wird genauer auf die Modellierung der einzelnen Regionen und Wärmetauschermodelle eingegangen. Zudem werden die Einstellungen der Löser und die automatische Volumenvernetzung diskutiert. Auf die numerische Umsetzung der Kopplung zwischen der Luftseite und der Kühlmittelseite wird in Abschnitt 3.3.1 genauer eingegangen.

3.2 Numerische Modellierung Luftseite

Für die numerische Modellierung auf der Luftseite werden die stationären RANS-Gleichungen gelöst. In Vorstudien [8] wurde festgestellt, dass sich bei der hier diskutierten Aufgabenstellung der Wärmeübertragungsberechnung das Turbulenzmodell k-omega-SST Modell für die RANS-Gleichungen eignet. Aus [8] ist außerdem bekannt, dass sich andere Standard-RANS-Turbulenzmodelle, wie beispielsweise ein k-omega oder ein k-epsilon Turbulenzmodell [11], als weniger vorteilhaft als das k-omega-SST Modell erwiesen haben. Die Lüfter werden bei Leerlauf und Bergfahrt mit Hänger mittels eines MRF (Multiple Reference Frame) Ansatzes modelliert. Bei Höchstgeschwindigkeit werden die Lüfter überblasen und in der CFD nicht modelliert.

Die Dichte wird über die Zustandsgleichung eines inkompressiblen idealen Gases mit einem fest vorgegebenen Referenzdruck bestimmt. Die spezifische Wärmekapazität wird als konstant angenommen. Die Viskosität wird über ein Sutherland Modell in Abhängigkeit von der Temperatur beschrieben [12]. Die Wärmeleitfähigkeit wird bestimmt durch eine Eucken Näherung in Abhängigkeit von der Viskosität [14]. Die Energiegleichung wird in der Formulierung der sensiblen Enthalpie gelöst. Strahlung wird bei der Wärmeübertragungsmodellierung als vernachlässigbar klein angesehen und daher nicht berücksichtigt.

Die luftseitige Verblockung der Wärmetauscher und der daraus resultierende Druckverlust werden als Porositätsmodell angenähert. Das verwendete Porositätsmodell löst die Darcy-Forchheimer Gleichung und die Darcy-Forchheimer Koeffizienten werden je nach Wärmetauscher mit aus Experimenten gewonnenen Parametern vorgegeben [13].

Die Einstellungen des Löser auf der Luftseite wurden untersucht und gegenüber [8] optimiert. Das optimierte Setup verwendet für den Drucklöser einen GAMG (geometric-algebraic multi-grid) Löser mit einem Gauss-Seidel-Glätter. Für die Geschwindigkeit, die turbulente kinetische Energie, die spezifische Dissipation und die sensible Enthalpie wurde ein Gauss-Seidel Löser verwendet.

Für die Validierung des optimierten Setups wurde eine Testserie von Referenzfällen simuliert. Für die Bewertung der Ergebnisse wurden die Parameter Rechenlaufzeit, luftseitige Temperaturänderungen an ausgewählten Messstellen, nachfolgend ΔT Punktmessstellen genannt, Kühlmitteltemperaturänderung am Wärmetauscher und Residuen als Vergleichsparameter gewählt.

Für die getesteten Referenzfälle konnte ein Setup gefunden werden, bei dem mit Ausnahme der Punktmessstellen für alle Vergleichsparameter eine Verbesserung im Vergleich zum Ausgangssetup erzielt wurden. So konnte beispielsweise die Rechenlaufzeit um 30% reduziert werden. Die Temperaturdifferenzen Kühlmittelseite über die Wärmetauscher konnten um 3% verbessert werden. Die Residuen wurden im Durchschnitt um 14% verbessert, und für alle betrachteten Residuen (Druck, Geschwindigkeit, turbulente kinetische Energie, spezifische turbulente Dissipation, Enthalpie) wurden Verbesserungen festgestellt. Für das Druckresiduum konnte eine Verbesserung um 50% erreicht werden.

Eine Verbesserung der Übereinstimmung der Simulation mit dem Experiment an den Punktmessstellen konnte nicht erwirkt werden. Gegenstand weiterer Untersuchungen zur verbesserten Vorhersage der Werte an den Punktmessstellen sind derzeit veränderte Setupeinstellungen, Netzverfeinerungen oder verschiedenen räumliche Mittelungen für die Punktmessstellenauswertung.

3.3 Numerische Modellierung Wärmetauscher

Moderne Fahrzeuge besitzen im Allgemeinen drei Arten von Wärmetauschern, die in der CFD unterschiedlich modelliert werden müssen: Wärmetauscher mit einem flüssigen Kühlmittel, z. B. Hauptwasserkühler, Wärmetauscher, in denen ein Phasenübergang stattfindet, z. B. Kondensatoren und Wärmetauscher, die im Leerlauf keine Wärme übertragen, wie z. B. Ladeluftkühler.

Für die numerische Modellierung der Wärmetauscher werden verschiedene Ansätze gewählt. Für die Wärmetauscher mit flüssigem Kühlmittel wird in vorliegender Arbeit ein Wärmeübertragungsmodell nach einem NTU-Ansatz (Number of Transfer Units) verwendet.

Da im Kondensator ein Phasenübergang stattfindet und damit die Temperatur über einen großen Teil der Kondensatorfläche konstant ist, wird als Wärmeübertragungsmodell für den Kondensator eine effektive Wärmequelle vorgegeben. Beide Varianten, also der NTU-Ansatz sowie die effektive Wärmequelle werden genauer in den nächsten Abschnitten beschrieben.

Bei einem Fahrzeug im Leerlauf findet in guter Näherung keine Ladeluftkühlung statt. Daher wird der Ladeluftkühler für die Untersuchungen „stehendes Fahrzeug“ luftseitig als Porosität modelliert, wobei keine Wärmeübertragung in die Luftseite stattfindet. In anderen Fahrzuständen wie z. B. Bergfahrt mit Hänger oder Höchstgeschwindigkeit findet eine Wärmeübertragung von der Ladeluft in die Luft statt, so dass bei diesen Fahrzuständen der Ladeluftkühler in guter Näherung mit dem NTU-Ansatz modelliert wird.

Im Folgenden werden die verschiedenen Setupeinstellungen und die getroffenen Maßnahmen zur Verbesserung der Konvergenz kurz vorgestellt.

3.3.1 Wasserkühler

Die Wasserkühler werden als eigenständige Regionen modelliert, um eine inhomogene kühlmittelseitige Temperaturverteilung abbilden zu können. Die zugrundeliegenden Gleichungen auf der Kühlmittelseite werden numerisch mit stationären RANS-Gleichungen unter der Annahme einer laminaren Strömung gelöst.

Als Kühlmittel wurde ein Wasser-Glysantin Gemisch nachgebildet. Dichte, Viskosität, Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität werden in Abhängigkeit der Temperatur durch einen Polynomansatz mit passenden Koeffizienten modelliert. Im vorliegenden Fall wurde dabei auf die CoolProp [14] Datenbank zurückgegriffen. Die Energiegleichung wird in der Formulierung der sensiblen Enthalpie gelöst. Strahlung wird bei der Modellierung der Wasserkühler nicht berücksichtigt.

Als Wärmeübertragungsmodell hat sich der NTU-Ansatz für die Abbildung der Wärmeübertragercharakteristik als geeignet bewährt. Das NTU-Modell wurde von [8] mit experimentellen Daten aus einem Wärmeübertragerprüfstand validiert.

Beim NTU-Ansatz werden zwei Volumennetze übereinandergelegt. Das erste Volumennetz dient der Berechnung der Luftseite. Das zweite Volumennetz dient der Berechnung der Kühlmittelseite, wobei eine integrale Berechnung der Kühlmittelseite erfolgt und beispielsweise die Geometrien einzelner Rohre eines Wärmeübertragers nicht geometrisch abgebildet werden müssen. Die beiden Volumennetze kommunizieren hinsichtlich der zu übertragenden Wärmeströme miteinander, wobei die Wärmeströme mit der NTU-Methode berechnet werden. Hierbei werden gezielt für jede einzelne Volumenzelle, luft- wie kühlmittelseitig, die Wärmeströme in Abhängigkeit von den luft- und kühlmittelseitigen Temperaturen und von den luft- und

kühlmittelseitigen Geschwindigkeiten berechnet. Die für die Ermittlung der Wärmeströme erforderlichen Wärmeübertragercharakteristiken sind in einer NTU-Tabelle hinterlegt. Die NTU-Tabelle ist experimentell zu ermitteln. Die der NTU-Tabelle zugrundeliegenden Gleichungen werden nachfolgend erläutert:

Aus der Energieerhaltung

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p \Delta T = k A \Delta \vartheta$$

wird der NTU-Wert definiert als das Verhältnis von Temperaturdifferenzen bzw. Wärmeströmen:

$$NTU = \frac{\Delta T}{\Delta \vartheta} = \frac{k A}{\dot{m} c_p}$$

Der Wärmeübergang in den einzelnen Zellen des Wärmeübertragers wird berechnet:

$$\dot{Q}_{cell} = NTU_{cell} c_p \dot{m}_{cell} (T_{cell_{coolant}} - T_{cell_{air}})$$

Da ein NTU-Wert nicht für eine einzelne Zelle eines Wärmeübertragers experimentell ermittelbar ist, wird der NTU-Wert global für den gesamten Wärmeübertrager ermittelt und in der Simulation zellvolumenbezogen gewichtet, so dass sich folgende Formel für den Wärmeübergang ergibt:

$$\dot{Q}_{cell} = NTU \frac{V_{cell}}{V_{global}} c_p \dot{m}_{cell} (T_{cell_{coolant}} - T_{cell_{air}})$$

Aus der Messung kann die Effektivität ermittelt werden:

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_{tot}}{\dot{Q}_{max}} = \frac{c_{p_{coolant}} \dot{m}_{coolant} (T_{in_{coolant}} - T_{out_{coolant}})}{(c_p \dot{m})_{min} (T_{in_{coolant}} - T_{in_{air}})}$$

Aus der Effektivität kann wiederum der NTU-Wert bestimmt werden. Für einen Kreuzstromwärmeübertrager gilt:

$$\varepsilon = 1 - \exp\left(-\frac{1}{C_r} NTU^{0.22} (1 - \exp(-C_r NTU^{0.78}))\right) \text{ with } C_r = \frac{(c_p \dot{m})_{min}}{(c_p \dot{m})_{max}}$$

Da über die NTU Tabelle die globalen thermischen Eigenschaften des Kühlers abgebildet werden und eine geometrische Auflösung der Kühlerdetails nicht möglich ist, wird auf eine kühlmittelseitige Turbulenzmodellierung verzichtet und eine laminare Strömung angenommen (vgl. Abb. 1, links).

Für jeden Wasserkühler wird ein separates Volumennetz generiert. Für die verwendete Modellierung ist es dabei erforderlich, dass zumindest Flächen-Selektionen vorhanden sind, die die kühlmittel- und luftseitigen Eintrittsflächen bestimmt. Dies wird intern zur Renormierung der globalen auf zell-lokale NTU Werte benötigt. Außerdem muss der Typ des Wärmetauschers definiert werden (I-flow, U-flow, S-flow, etc.), um die einzelnen Strömungspfade korrekt berücksichtigen zu können. Dazu wurde ein standardisiertes Namensschema verwendet, um die automatische Verarbeitung der Geometriedaten gewährleisten zu können (vgl. Abb. 1, rechts). Die Energiebilanz wird auf Zellebene aus „Sicht“ der Master-Region (im konkreten Fall: Wärmetauscher) berechnet. Das heißt, dass jede Zelle im Wärmetauscher-Netz mit entsprechenden Zellen des Luft-Netzes verschnitten wird und entsprechende Partizipationsfaktoren berechnet werden. Dies kann am effizientesten erfolgen, wenn sich die Basisgitter auf Kühlmittel- und Luftseite genau überlappen, zumindest aber von vergleichbarer Größe sein, damit möglichst wenige Zellen im Luft-Netz eine einzelne Zelle im Wärmetauscher-Netz beeinflussen.

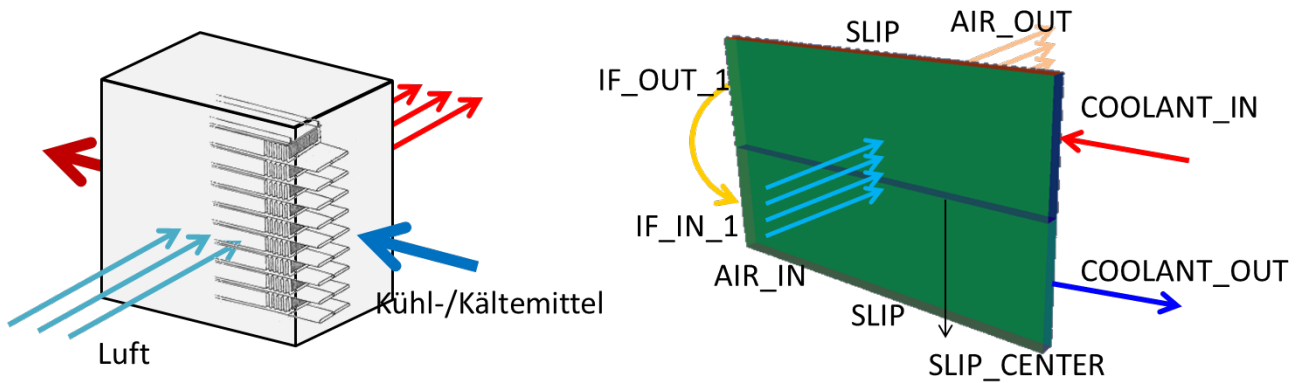


Abb. 4: Modellierung eines Kreuzstromwärmetauschers durch zwei überlappende Fluidregionen (links) und geometrische Darstellung der Hauptströmungsrichtungen für einen gegebenen Wärmetauschertyp (hier U-flow) durch standardisierte Benennung der Begrenzungsflächen.

3.3.2 Kondensator

Der Kondensator wird nicht als eigene Region modelliert, sondern als eigene Zone in die Region Luftseite eingebettet. Die Kältemittelseite des Kondensators wird somit nicht berücksichtigt. Aus Vorstudien ist bekannt, dass Effekte wie Phasenübergänge einen sehr hohen Modellierungsaufwand bedeuten und die Ergebnisse aufgrund der hohen Modellierung nicht besser sind als die Ergebnisse bei der Modellierung des Kondensators als Zone. Lokale Effekte, wie z.B. Verblockung, sind modelliert. Die getroffenen Annahmen für die Modellierung sind eine konstante Temperatur auf der Kältemittelseite und eine Limitierung des Wärmeübergangs auf der Luftseite. Die numerische Modellierung erfolgte über einen „Effectiveness Heat Exchanger Source“ (EHXS) Ansatz. Der übertragene Wärmestrom auf jede Volumenzelle in der Kondensatorzone wird bestimmt über eine totale übertragene Wärme $\dot{Q}_{tot}$ mittels

$$\dot{Q}_{cell} = \frac{V_{cell} |U_{cell}| (T_{cell} - T_{ref})}{\sum_{i \in \text{condensor}} V_i |U_i| (T_i - T_{ref})} \dot{Q}_{tot},$$

und einer Volumen- und Geschwindigkeitswichtung. Die totale übertragene Wärme wird wie folgt berechnet:

$$\dot{Q}_{tot} = \epsilon(\dot{m}_{air}, \dot{m}_{coolant})(T_{coolant} - T_{in,air})\dot{m}_{air}c_p$$

Es wurden Prinzipuntersuchungen zur Validierung des Ansatzes vorgenommen. Beispielsweise wurde bei einem Kondensator mit verlängertem Subcooling-Pass bei einem fixen repräsentativen Betriebspunkt die Abweichung bei der Temperaturdifferenz zwischen CFD und Experiment auf maximal 4% festgestellt.

Ein weiterer Ansatz besteht darin, eine empirisch definierte Erhöhung der Lufttemperatur aufzuprägen.

3.3.3 Ladeluftkühler

Der Ladeluftkühler wurde für den Fahrzustand eines stehenden Autos nur als reine Porosität auf der Luftseite modelliert. Der Ladeluftkühler setzte für diesen Testfall keine Wärme frei. Für andere Fahrzustände, wie zum Beispiel bei Maximalgeschwindigkeit, wurde der Ladeluftkühler sehr wohl als Wärmequelle mittels eines NTU-Ansatzes modelliert. Die Modellierung ist identisch zur Modellierung der Wasserkühler, siehe Absatz 3.3.1.

4 Validierung

In Tabelle 1 sind die Simulations- und Messergebnisse der Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Austrittstemperatur des Kühlmittels von unterschiedlichen Fahrzeugen bei unterschiedlichen Betriebszuständen gegenübergestellt. Grundsätzlich ist festzustellen, dass bei hohen Geschwindigkeiten die Übereinstimmung der Mess- und Simulationsergebnisse hoch ist, insbesondere beträgt die Abweichung meist weniger als 1 K und liegt damit innerhalb des Messfehlers. Die Simulationsergebnisse der Fahrzeuge R8 (Ergebnisse aus [8]) und A3 stimmen sehr gut in allen untersuchten Fahrzuständen mit den Messergebnissen überein.

Beim Q2 stimmen die Ergebnisse innerhalb des Messfehlers von ± 2 K überein, bis auf den Betriebspunkt Leerlauf. Beim Q2 ist der relative Fehler verglichen zu den Fahrzeugen R8 und A3 hoch, da die absolute Temperaturdifferenz sehr gering ist. Damit ist bei einem Messfehler von ± 2 K der relative Anteil der Fehler hoch. Absolut sind jedoch die Abweichungen innerhalb der Messtoleranz und damit zufriedenstellend. Darüber hinaus stammen die Messdaten beim Betriebspunkt Leerlauf aus einer hochstationären Messung mit pulsierendem Lüfterbetrieb. Aus den instationären Messdaten wurde als Randbedingung für die Simulation ein vergleichsweise kurzes Mittelungsintervall von weniger als 30 sec herangezogen, wodurch nach der Messung am Fahrzeug noch kein thermisches Gleichgewicht vorlag. Daher sind die für die Simulation erforderlichen Eingangsdaten schwierig zu ermitteln, so dass neben dem numerischen Fehler auch die Messergebnisse und insbesondere die Randbedingungen aus der Messung in diesem Betriebspunkt nicht exakt definiert werden konnten, was die hohe Abweichung zwischen Messung und Simulation erklärt.

Insgesamt ist die Übereinstimmung zwischen Messung und Simulation hoch und die Methode zufriedenstellend, so dass die Methode zur Untersuchung von Rezirkulation eingesetzt werden kann.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Mess- und Simulationsergebnisse der Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Austrittstemperatur des Kühlmittels.

Fahrzeug	Lastfall	Wärmetauscher	ΔT Mess	ΔT Sim	ΔT (Mess-Sim) absolut	ΔT (Mess-Sim) relativ
Audi R8*	50 km/h	Hauptwasserkühler	2,3 K	2,2 K	0,1 K	4 %
	100 km/h		4,0 K	3,9 K	0,1 K	3 %
	150 km/h		5,2 K	4,5 K	0,7 K	13 %
	200 km/h		4,9 K	4,5 K	0,4 K	8 %
Audi A3	Bergfahrt mit Hänger	Hauptwasserkühler	6,3 K	6,2 K	0,1 K	2 %
		Niedertemperaturkühler	19,7 K	19,4 K	0,3 K	2 %
	50 km/h	Hauptwasserkühler	10,2 K	10,4 K	-0,2 K	-2 %
		Niedertemperaturkühler	19,5 K	18,1 K	1,4 K	7 %
	Höchstgeschwindigkeit	Hauptwasserkühler	10,2 K	10,5 K	-0,3 K	-3 %
		Niedertemperaturkühler	19,5 K	18,5 K	1,0 K	5 %
Audi Q2	Leerlauf	Hauptwasserkühler	6,1 K	2,9 K	3,2 K	53 %
		Niedertemperaturkühler	2,4 K	1,0 K	1,4 K	58 %
	Bergfahrt mit Hänger	Hauptwasserkühler	5,1 K	4,0 K	1,1 K	22 %
		Niedertemperaturkühler	16,7 K	15,5 K	1,4 K	8 %
	Höchstgeschwindigkeit	Hauptwasserkühler	19,0 K	19,8 K	-0,8 K	-4 %
		Niedertemperaturkühler	25,4 K	24,8 K	0,6 K	2 %
* Ergebnisse aus [8]						

5 Einsatz der Methode im Fahrzeugprojekt mit Ziel Reduktion der Rezirkulation

Um darzustellen, inwieweit die Methode geeignet ist, eine Rezirkulation zu berechnen, wurde bei dem in Abb. 5 gezeigten Fahrzeug Audi A3 die Kühlluft Eintrittsfläche (Abb. 5 links) gegenüber einem Fahrzeug in Basisvariante (Abb. 5 rechts) massiv reduziert. In Abb. 5 auf der linken Seite ist in rot dargestellt, welche Flächen verschlossen wurden. Rechts ist das Fahrzeug mit offener Kühlluft Eintrittsfläche dargestellt.

Die Abb. 6 und 7 zeigen die berechneten Temperaturfelder im Vorderwagen, wobei jeweils auf der linken Seite das Fahrzeug mit teilweise verschlossenen Kühlluft Eintrittsflächen und rechts das Fahrzeug mit komplett geöffneter Kühlluft Eintrittsfläche dargestellt ist. Als Betriebspunkt des Fahrzeugs wurde die Bergfahrt mit Hänger ausgewählt, also langsame Fahrgeschwindigkeit von etwa 30 km/h und maximale Leistung des Lüfters. In diesem Betriebspunkt kann Rezirkulation auftreten.

Im y-Schnitt 324 mm (Abb. 6) ist erkennbar, dass bei weitgehend geschlossenem Kühlluft Eintritt erhöhte Temperaturen im Bereich des Stoßfängerquerträgers sowie oben am Kondensator vorzufinden sind. In den z-Schnitten, insbesondere 110 mm und 375 mm (Abb. 7) ist erkennbar, an welchen Stellen die warme Luft aus dem Motorraum in den Fahrzeugvorderwagen strömt.



Abb. 5: Links ist das Fahrzeug mit in rot dargestellten Kühlluft Eintrittsflächen dargestellt. Rechts ist das Fahrzeug mit vollständig geöffnetem Kühlluft Eintritt dargestellt.

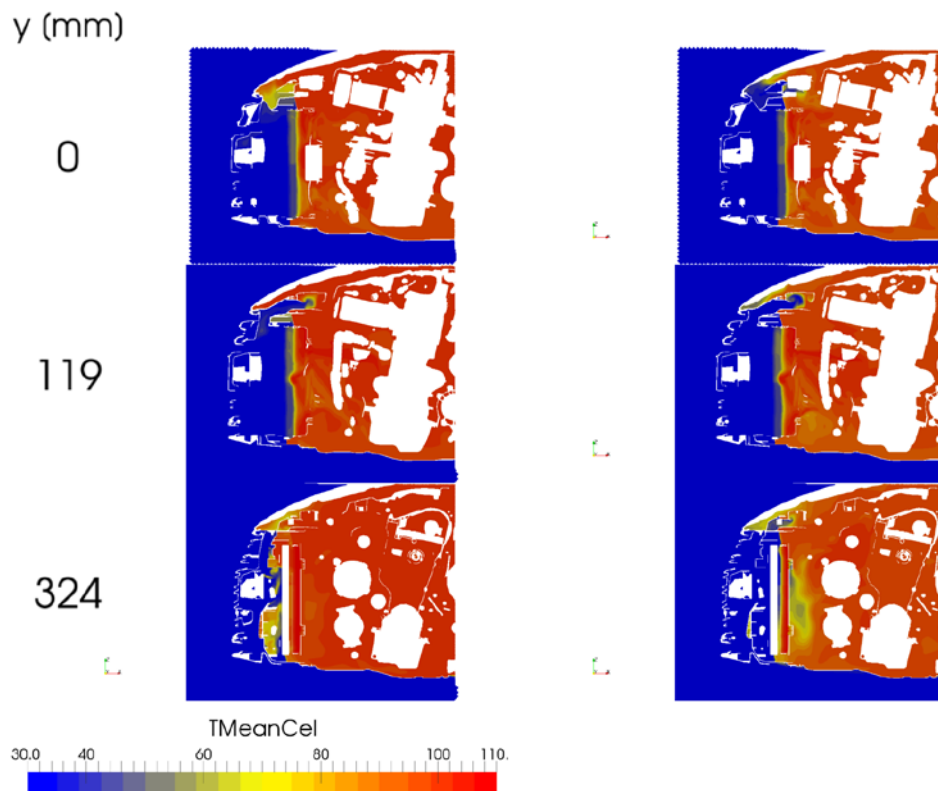


Abb. 6: Es sind Temperaturfelder in unterschiedlichen y-Schnitten im Motorraum dargestellt. Links ist das Fahrzeug teilweise geschlossenen Kühlluft Eintrittsflächen dargestellt. Rechts ist das Fahrzeug mit vollständig geöffnetem Kühlluft Eintritt dargestellt.

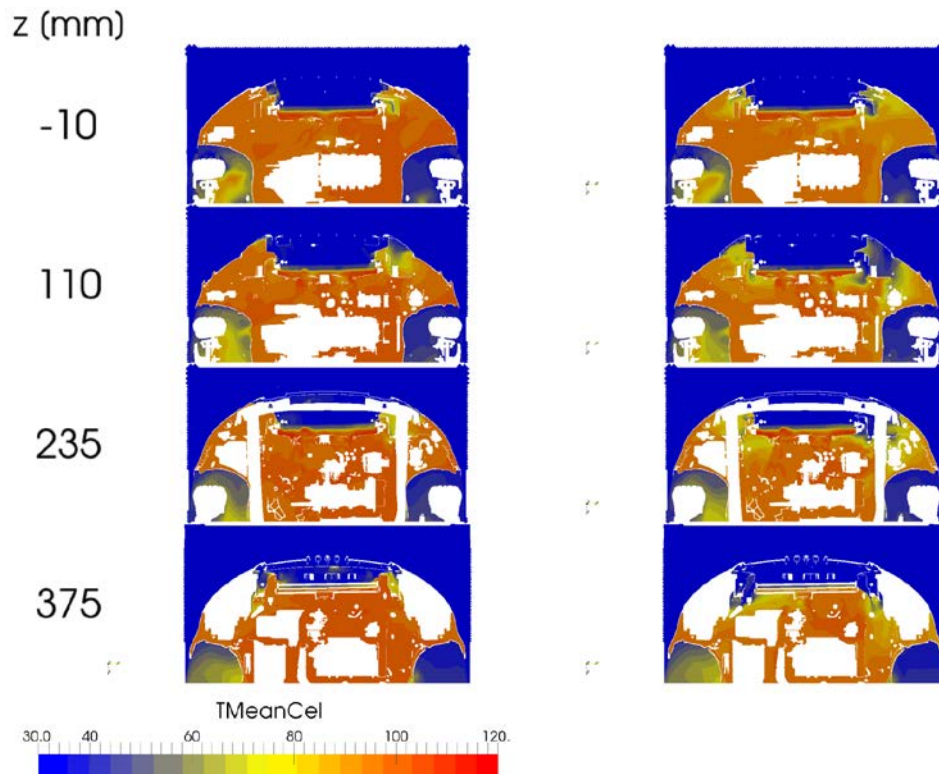


Abb. 7: Es sind Temperaturfelder in unterschiedlichen z-Schnitten im Motorraum dargestellt. Links ist das Fahrzeug teilweise geschlossenen Kühlluft Eintrittsflächen dargestellt. Rechts ist das Fahrzeug mit vollständig geöffnetem Kühlluft eintritt dargestellt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wird ein neu entwickeltes 3D-CFD-Verfahren vorgestellt, mit welchem die Motorraumdurchströmung eines Fahrzeugs unter Berücksichtigung des Wärmeeintrags der Wärmetauscher simuliert werden kann. Die Simulation wurde mit unterschiedlichen Fahrzeugen für unterschiedliche Betriebspunkte mithilfe von Messergebnissen validiert. Eine wichtige Validierungskenngröße ist für solche Untersuchungen die Temperaturdifferenz des ein- und austretenden Kühlmittels der verwendeten Wärmetauscher. Die Simulation trifft sehr gute Vorhersagen (deutlich unter 1 K Kühlmittel-Temperaturdifferenz) bei höheren Fahrgeschwindigkeiten; bei niedrigeren Fahrgeschwindigkeiten sind die Abweichungen teilweise leicht oberhalb von 1 K, wobei zu beachten ist, dass die Simulationsergebnisse innerhalb des Messfehlers liegen.

Nach der Validierung der Methode wurde die Methode am Beispiel eines Audi A3 angewandt, um die Rezirkulation im Betriebszustand „Bergfahrt mit Hänger“ vorherzusagen. Mit der angewandten Methode konnte gezeigt werden,

- (i) dass aufgrund der Rezirkulation heiße Luft vor das Wärmetauscherpaket strömt,
- (ii) woher die warme Luft stammt.

Der Entwicklungsingenieur wird mit dieser Methodik zukünftig ein Werkzeug zur Verfügung haben, um Rezirkulationsvorgänge simulieren zu können. Damit können Maßnahmen abgeleitet werden, beispielsweise durch Öffnen der Kühlluft eintrittsflächen oder durch eine verbesserte Kühlerumfeldabdichtung, um bei Neuauslegung von Fahrzeugen Rezirkulation von vornherein zu verhindern.

7 Literatur

- [1] Ashmawey, M., et. Al.: "A Numerical Evaluation of the Thermal Effects of the New V6 Engine on the Underhood Environment of the 1993 Opel Vectra", SAE Technical Paper 930295, 1993
- [2] Jehle, E.: "Strömungsstrukturerkennung auf Basis von numerischen 3D Navier-Stokes-Simulationen zur Einbindung in den Fahrzeugentwicklungsprozess", Dissertation Universität Karlsruhe, 2001
- [3] Bäder, D.: "Aerodynamische Optimierung der Kühlluftdurchströmung von Kraftfahrzeugen", Dissertation Technische Universität München, 2012
- [4] Meywerk, M.: "CAE-Methoden in der Fahrzeugtechnik", Berlin und Heidelberg: Springer-Verlag, 2007
- [5] Schütz, T.: "Hucho – Aerodynamik des Automobils", Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013
- [6] Chen, K., et. Al.: "Numerical Investigation of Buoyancy-Driven Flow in a Simplified Underhood with Open Enclosure", SAE International Journal Passenger Cars – Mech. Syst. 6, 2013, S. 805-816
- [7] Minovski, B., et. Al.: "Numerical Investigation of Natural Convection in a Simplified Engine Bay", SAE Technical Paper, 2016-01-1683, 2016
- [8] Bäder, D., et. Al.: "Validierung einer thermischen CFD-Motorraumdurchströmung eines Gesamtfahrzeugs", VDI-Fachtagung SIMVEC 2016 – Simulation und Erprobung in der Fahrzeugentwicklung, 2016
- [9] Song, X., et. Al.: "Underhood Air Duct Design to Improve A / C System Performance by Minimizing Hot recirculation", SAE International Journal Passenger Cars – Mech. Syst. 8, 2015, S. 338-345
- [10] Klopfer, T.: "Strömungssimulation der Motorraumdurchströmung eines PKW im Standfall", Masterarbeit, Universität Stuttgart, 2016
- [11] Menter, F.: „Heat Transfer Predictions using Advanced Two-Equation Turbulence Models“, CFX Technical Memorandum, 2002
- [12] W. Sutherland, *The viscosity of gases and molecular force*, Philosophical Magazine 5 (1893), S. 507-531.
- [12] [H. D. Baehr, K. Stephan: Wärme- und Stoffübertragung, siehe Formel 3.275 auf S. 417](#)
- [13] Poling, Prausnitz, and Oconnell, The Properties of Gases and Liquids, Page 10.2 in the Fifth Edition
- [14] Bell, Ian H. and Wronski, Jorrit and Quoilin, Sylvain, Lemort and Vincent, Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp, Industrial and Engineering Chemistry Research, Pages 2498-2508, 2014

CFD-Simulation der Wärmeübertragung in Leistungselektroniken

Bastian Heller

ISKO engineers AG

Wir untersuchen den Wärmeübergang und Druckverlust in Wärmetauschern mit versetzt angeordneten Pin-Fins, wie sie unter anderem in Leistungselektroniken verwendet werden. Die numerischen Analysen basieren auf einer indirekten Kopplung zwischen den Strömungsfeldern und der Temperatur der festen Bauteile, um Wärmeübergangskoeffizienten und Temperaturen der Bauteile und in der Grenzschicht zu ermitteln. Wir zeigen zudem auf, wie die erstellten Analysen an eine Plattform für Design-Optimierungen gekoppelt werden können, um Kenngrößen wie Temperaturverteilung und Druckverlust zu optimieren.

1 Einleitung

Pin-Fin Kühlkörper gehören zu den am häufigsten verwendeten Strukturen zur Kühlung von elektronischen Bauteilen, da die Vergrößerung der in Wärmekontakt stehenden Oberfläche eine bessere Kontrolle der Temperatur der Bauteile ermöglicht. Da der benötigte Leistungsdurchsatz von elektronischen Komponenten immer weiter steigt, der zur Verfügung stehende Bauraum jedoch immer weiter eingeschränkt wird [1], wird es immer wichtiger, in kurzer Zeit optimale Auslegungen für ein gegebenes System zu identifizieren.

In dieser Arbeit wird ein Prozess vorgestellt, der es erlaubt, numerische Modelle für ein gegebenes System vollautomatisch zu erstellen und die benötigten Daten zu extrahieren. Außerdem wird die Anbindung dieses Prozesses an eine Plattform für Design-Optimierungen vorgestellt, die eine Optimierung der Auslegung des Systems ermöglicht.

2 Aufgabenstellung

In dieser Arbeit wird ein Wärmetauscher, bestehend aus seiner Kühlplatte und den darauf in versetzter Anordnung angebrachten Pin-Fins, betrachtet. Der Aufbau ist in Abb. 1 dargestellt:

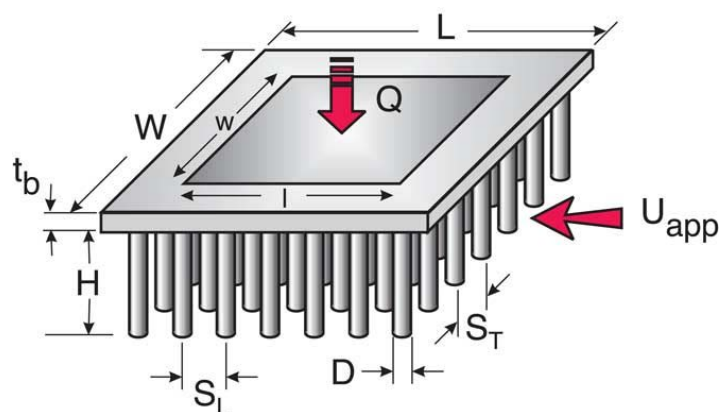


Abb. 1: Wärmetauscher mit Pin-Fins in versetzter Anordnung und Design-Parametern. [2]

Die Leistungshalbleiter sind auf Leiterplatten montiert, die wiederum über eine Isolierschicht mit der Kühlplatte verbunden sind. Thermische Verluste werden über die Zwischenschichten durch Wärmeleitung an die Grenzschicht transportiert und dort durch erzwungene Konvektion an das Kühlmedium abgegeben.

Der kritische Systemparameter ist der Wärmeübergangskoeffizient h an der Grenzschicht zwischen Kühler und Kühlmedium, welcher durch das Newtonsche Gesetz der Kühlung definiert wird (mit der Grenzschicht-Temperatur T_i , der Bezugstemperatur T_∞ , der Fläche des Wärmekontaktes A und dem gesamten Wärmestrom durch die Grenzfläche, $\dot{Q}$):

$$T_i = T_\infty + \frac{\dot{Q}}{hA}$$

Eine Maximierung des Produktes aus Wärmeübergangskoeffizient und Kontaktfläche minimiert demnach die Temperatur an der Grenzfläche und damit direkt die Temperatur an den Leistungshalbleitern, wodurch sich höhere Leistungsdurchsätze erzielen lassen. In komplexen Systemen ist jedoch für gewöhnlich eine Vielzahl von Anforderungen zu erfüllen, wie z.B. die Minimierung von Temperaturen und des Druckverlustes, die Einhaltung des verfügbaren Bauraums, und andere. Zusammen mit den möglichen freien Parametern stellt sich dem Anwender ein hochdimensionales Optimierungsproblem, zu welchem in der Regel kein analytischer Zugang existiert.

Die Arbeitsbedingungen, die in dieser Arbeit untersucht wurden, beinhalten Volumenströme von bis zu 10 l/min und Temperaturen im Vorlauf von bis zu 100°C, die in Verbindung mit den geometrischen Vorgaben zu Reynolds-Zahlen von bis zu 1000 führen. Um Wärmeübergang und Druckverlust in der Simulation korrekt darzustellen, müssen demnach turbulente Effekte berücksichtigt werden [3].

3 Numerische Modellierung

Das Verhalten der Strömung wird im Allgemeinen durch die Navier-Stokes Gleichungen abgebildet, wobei im Rahmen dieser Arbeit eine inkompressible Strömung vorausgesetzt wird. Weiterhin werden, bedingt durch die relativ große Zeitskala, auf der thermische Effekte stattfinden, nur stationäre Lösungen betrachtet. Das Gleichungssystem wird durch Hinzunehmen einer Form der Energieerhaltungsgleichung geschlossen. Materialparameter der Flüssigkeit werden in Abhängigkeit der lokalen Strömungstemperatur berechnet. Im Bereich der Kühlplatte ist im Rahmen dieser Arbeit lediglich die Temperatur relevant, weshalb in diesem Bereich ausschließlich die Wärmeleitungsgleichung gelöst wird.

3.1 Modellierung der Materialien

Für alle festen Körper werden konstante Materialdaten verwendet, im konkreten Fall mit den Materialdaten von Kupfer:

ρ	8920	kg m^{-3}
κ	400	$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$
C_p	385	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

Abb. 2: Material-Kennwerte der Kühlplatte.

Für inkompressible Strömungen können die Materialparameter in guter Näherung als rein temperatur-abhängig betrachtet werden. In dieser Arbeit werden die Dichte ρ und die spezifische Wärmekapazität C_p als Polynome zweiter Ordnung in der Temperatur dargestellt. Die Wärmeleitfähigkeit κ und die dynamische Viskosität μ der Strömung dagegen werden über logarithmische Polynome modelliert [4]:

$$\log(\kappa) = \sum_i a_i \log(T)^i$$

In den weiteren Untersuchungen wird eine Mischung aus Wasser und Glykosol-N im Verhältnis von 50:50 Volumenprozent verwendet. Die temperaturabhängigen Kennwerte für diese Mischung können vom Hersteller bezogen werden [5]. Zur Anpassung der Modelle wurde die Methode der kleinsten Fehlerquadrate verwendet, die resultierenden Zusammenhänge sind in den nachfolgenden Grafiken dargestellt:

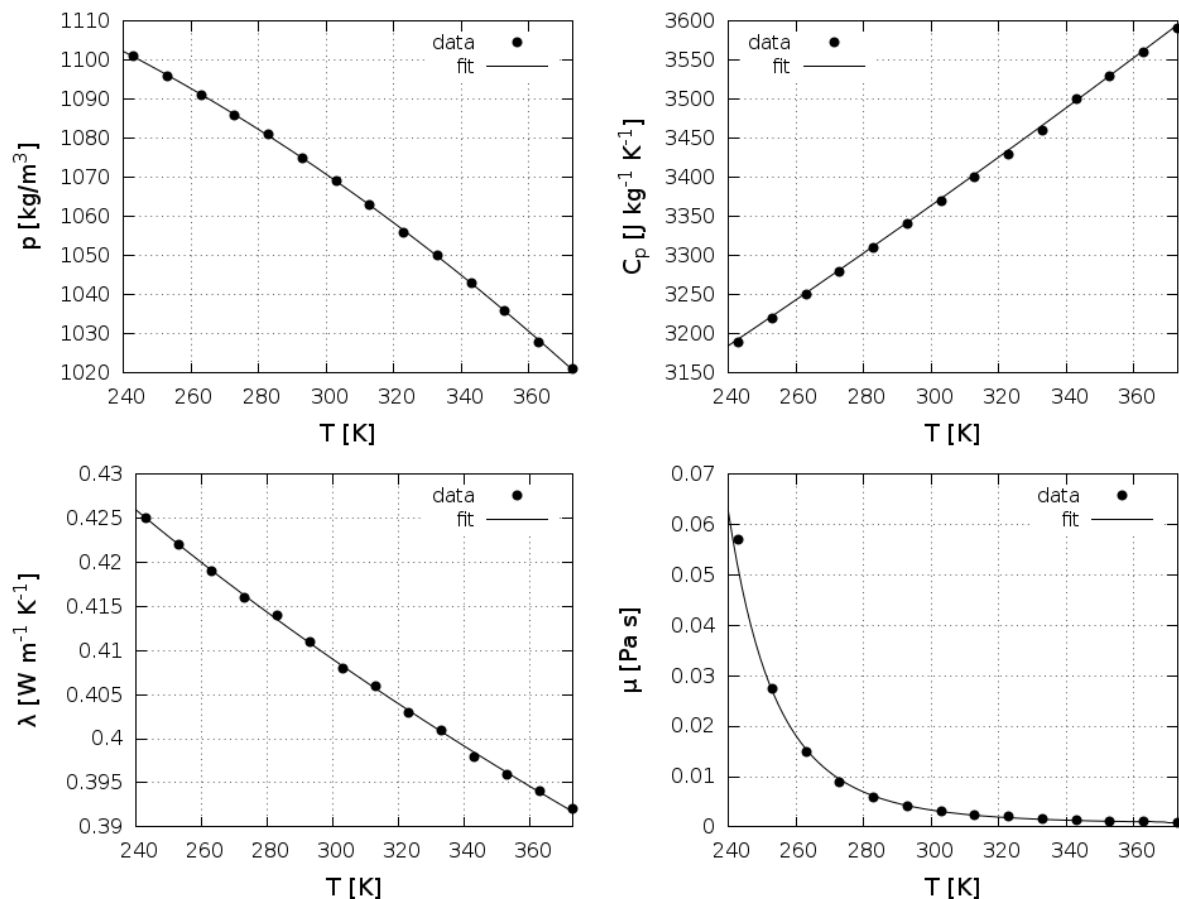


Abb. 3: Kennwerte der verwendeten Kühlflüssigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur, mit zugehörigen Modellen.

3.2 Randbedingungen und Anfangswerte

Bedingt durch die Größe des Kühlkanals ist eine direkte Berechnung des vollständigen Modells numerisch sehr aufwendig und auf den Einsatz von Hochleistungsrechnern beschränkt. Um die Modellgröße zu reduzieren, wird deshalb im Folgenden ein Ausschnitt des Kanals betrachtet, wobei links und rechts der Strömung periodische Randbedingungen angesetzt werden:

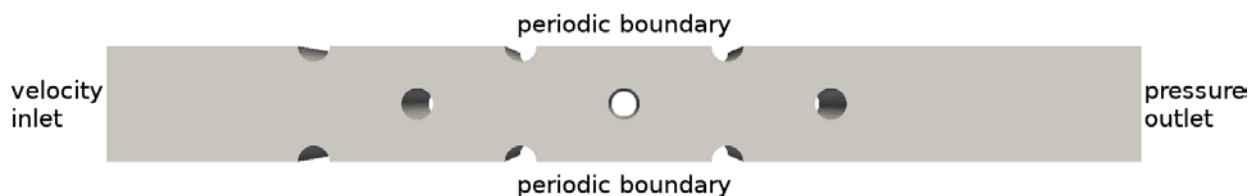


Abb. 4: Darstellung der Randbedingungen mit Zu- und Rücklauf sowie periodischen Randbedingungen.

Randwerte für die Druck- und Impulsgleichungen werden wie folgt gesetzt: am Rücklauf wird ein Referenzdruck von Null Pascal vorgegeben, während der Gradient des Drucks am Zulauf verschwinden muss. Die Geschwindigkeit wird, berechnet aus dem gegebenen Volumenstrom, am Zulauf als fester Wert vorgegeben, während am Rücklauf eine stabile Strömung angenommen wird (Gradient der Geschwindigkeit gleich Null). An allen anderen Rändern (Wandkontakte) ist der Geschwindigkeitsvektor gleich Null (No-Slip).

Die Energieerhaltungsgleichung wird mit folgenden Randwerten modelliert: am Zulauf wird die Temperatur über die Vorlauftemperatur festgelegt, am Rücklauf wird eine vollständig entwickelte Strömung angenommen (Gradient der Temperatur verschwindet). Grenzflächen zwischen Kühlflüssigkeit und Kühlplatte werden als gekoppelte Randbedingungen modelliert, alle anderen Randflächen werden als isolierend betrachtet. Die Verlustleistung der Halbleiter wird als feste Wärmestromdichte dargestellt, wie in Abb. 5 dargestellt:

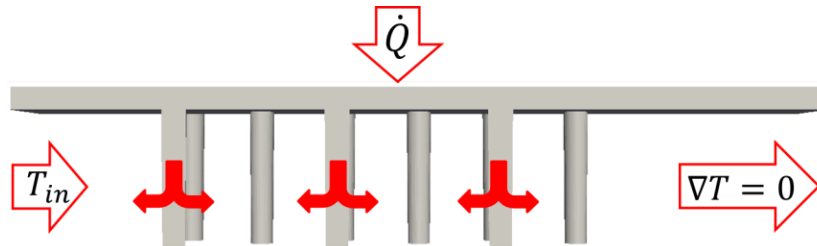


Abb. 5: Skizzierung der thermischen Randbedingungen des Modells.

Als Anfangswert für die Geschwindigkeit wird der Wert am Einlass verwendet, während das Druckfeld mit dem Referenzdruck am Rücklauf initialisiert wird. Die Temperaturen in allen Bereichen werden mit der Zulauftemperatur initialisiert.

3.3 Turbulenzmodell

Turbulenzen werden unter Verwendung der Reynolds-gemittelten Navier-Stokes Gleichungen berücksichtigt, das Gleichungssystem wird über das SST-k- ω -Modell [6] geschlossen. Die Auswahl dieses Turbulenzmodells beruht auf dessen Fähigkeit, die viskose Grenzschicht an Wänden direkt aufzulösen, sowie auf dessen experimentell ermittelter Genauigkeit bei der Berechnung von Wärmeübergängen und Druckverlusten [7].

Zur Modellierung von wandnahen Regionen wird der folgende Ansatz benutzt: an in Wärmekontakt stehenden Grenzflächen wird die viskose Grenzschicht aufgelöst, wobei der dimensionslose Wandabstand y^+ kleiner als eins sein muss. Damit wird größtmögliche Genauigkeit bei der Berechnung des Wärmeübergangs sichergestellt. An allen anderen Wänden werden empirische Funktionen (wall-functions) benutzt, um die Feinheit des Netzes dort zu verringern und die Modellgröße insgesamt zu reduzieren.

Randbedingungen am Einlass sowie Anfangswerte für die turbulenten Felder k und ω werden, unter Annahme einer ausgebildeten, freien Strömung, aus dem hydraulischen Durchmesser am Zulauf sowie der freien Reynoldszahl berechnet [6]. Am Rücklauf wird für diese Felder ein Verschwindendes von deren Gradient gefordert. An Rändern mit direkt aufgelöster Grenzschicht ($y^+ \approx 1$) werden die Randwerte gemäß den Empfehlungen in [6] vorgegeben, an allen anderen Rändern werden empirische Modelle verwendet.

4 Setup und Lösungsprozess

In dieser Arbeit wird OpenFOAM [8] sowohl für die Netzerstellung als auch für die Lösung der Gleichungen benutzt. Die Auswertung erfolgt ebenfalls zur Laufzeit mit Hilfe der Solver-Funktionen sowie eigener Methoden. Die Erzeugung der benötigten CAD-Daten (STL-Dateien) erfolgt mit Ansa (BETA CAE Systems) bzw. mit dem freien Tool gmsh [9].

4.1 Erzeugung des Netzes

Um größtmögliche Flexibilität zu erreichen, muss der Prozess der Netzerstellung vollständig automatisiert sein. Die in dieser Arbeit angewandte Methode benötigt lediglich ein Modell der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Kühlkörper, welches im STL-Format zur Verfügung gestellt wird. Das Netz selbst wird aus einem vollständig hexaedrischen Hintergrund-Netz erstellt, welches über OpenFOAM-Tools (blockMesh) generiert wird. Die Erstellung des eigentlichen Rechennetzes erfolgt mit Hilfe des Tools snappyHexMesh in drei Schritten: zuerst werden die Elemente ermittelt, an welchen das Hintergrund-Netz von der Grenzfläche geschnitten wird und das Netz um diese Elemente herum verfeinert. Im zweiten Schritt werden die verschiedenen Regionen getrennt und

die Grenzflächen geglättet. Im letzten Schritt werden an definierten Randflächen Prismenschichten erzeugt. Gekoppelte und periodische Randbedingungen werden beim Abspeichern des Netzes ebenfalls angelegt. Die nachfolgende Grafik zeigt ein so erzeugtes Netz:

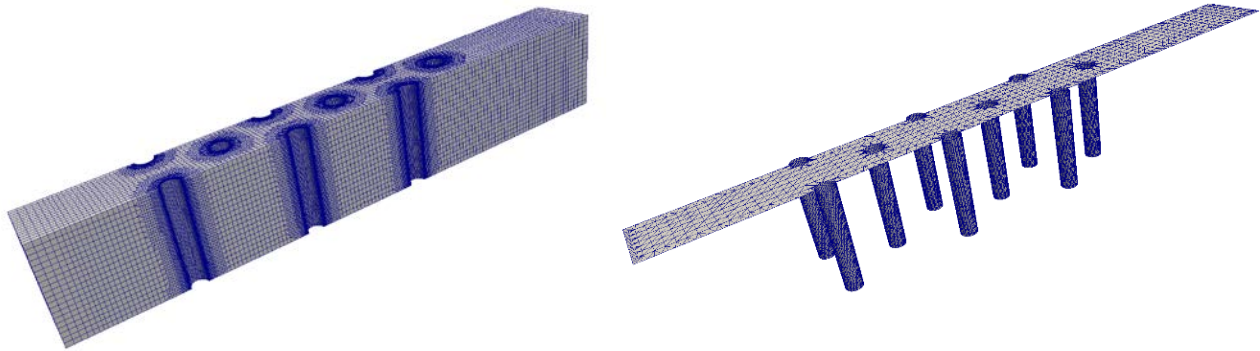


Abb. 6: Mit snappyHexMesh erzeugtes Netz (links) und das zugehörige STL-Modell (rechts).

4.2 Lösung der Gleichungen

Die Gleichungen werden in beiden Bereichen (Strömung und Kühler) gekoppelt gelöst, wobei in jedem (Pseudo-)Zeitschritt wechselweise die Navier-Stokes-Gleichungen für die Flüssigkeit bzw. die Wärmeleitungsgleichung für die Kühlkörper-Temperatur gelöst wird, bis Konvergenz erreicht ist. Als Solver wird chtMultiRegionSimpleFoam aus der OpenFOAM-Toolbox verwendet. Die Kopplung zwischen Impuls- und Druck-Feldern erfolgt mittels des SIMPLE-Algorithmus.

4.3 Auswertung

Um den Prozess an eine Optimierungsplattform koppeln zu können, erfolgt auch die Auswertung automatisch. Relevante Variablen werden direkt über die verfügbaren Methoden der Solver und der Toolbox zur Laufzeit ausgegeben, so dass manuelle Schritte hier entfallen können.

Zur Validierung der Rechnungen werden Druckverlust, Temperaturen sowie die Beiwerte zu den auf den Kühlkörper wirkenden Kräften zur Laufzeit auf Konvergenz überprüft. Weiterhin wird die Auflösung der Grenzschicht (über y^+ und den Gradienten der Temperatur) überwacht.

4.4 Optimierung von Design-Parametern

Durch die Größe des numerischen Modells, der hohen Anzahl zur Verfügung stehender Parameter, sowie dem fehlenden analytischen Zugang zu Lösung des Problems, ist eine Optimierung der Geometrie des Kühlkörpers ohne eine Vielzahl numerischer Experimente und ohne Verwendung von Optimierungsalgorithmen nicht möglich. Wir benutzen Optimus (Noesis Solutions), eine Plattform für Prozessintegration und Design-Optimierung, um unser Modell an verschiedenen Parameterpunkten auszuwerten und damit eine Basis für mehrdimensionale Optimierungen zu schaffen.

5 Numerische Studien und Ergebnisse

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse wurden mit den folgenden Randwerten berechnet: die Strömungsgeschwindigkeit am Zulauf beträgt 0,36 m/s, entsprechend einem Volumenstrom von 6l/min. Es wurde mit einer Vorlauftemperatur von 293 K gerechnet, die Wärmestromdichte am Kühlkörper wurde auf 150000 W/m²/K festgelegt.

5.1 Einfluss der Vernetzung und Konvergenz

Um die erforderliche Auflösung des Netzes, insbesondere in der Nähe von Wärmekontakten, zu ermitteln, wurden numerische Studien durchgeführt, bei denen ein einzelner Pin-Fin betrachtet wurde. Die Anfangs- und

Randbedingungen wurden dabei wie oben angegeben gewählt. Werte des Drucks und der Temperatur für jede Zelle wurden entlang einer Diagonalen ermittelt, die vom Zentrum des Pin-Fins aus in einem Winkel von 45° zur Strömung gegen die Strömungsrichtung gezogen ist. Die folgenden Grafiken zeigen den Verlauf des Drucks und der Temperatur im Mittelpunkt jeder Zelle auf dieser Geraden:

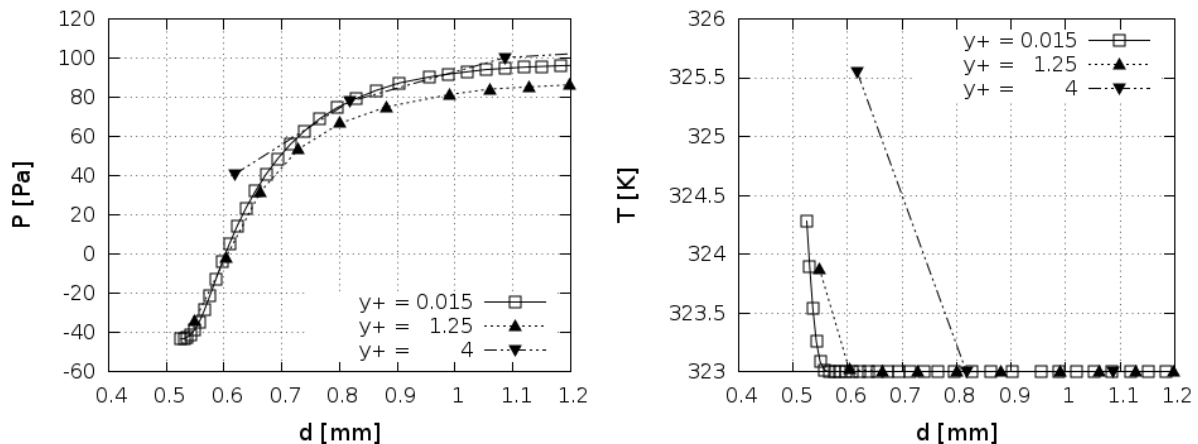


Abb. 7: Druck P (links) und Temperatur T in Abhängigkeit von der Entfernung zum Pin-Fin Zentrum. Der Radius des Pin-Fins beträgt 0,5 mm. Die Messpunkte liegen auf einer Geraden, die ausgehend vom Zentrum des Pin-Fins in einem Winkel von 45° gegen die Strömungsrichtung verläuft.

Die Grafiken zeigen deutlich, dass für $y^+ \leq 1$ eine sinnvolle Auflösung der Druck- und Temperaturfelder erreicht wird, während höhere Werte von y^+ in einer unzureichenden Auflösung dieser Felder resultieren, so dass deren Gradienten nicht mit hinreichender Genauigkeit berechnet werden können. Dies wird durch Plots der maximalen Temperaturen in Fluid und Kühlkörper in Abhängigkeit der Rechenschritte bestätigt:

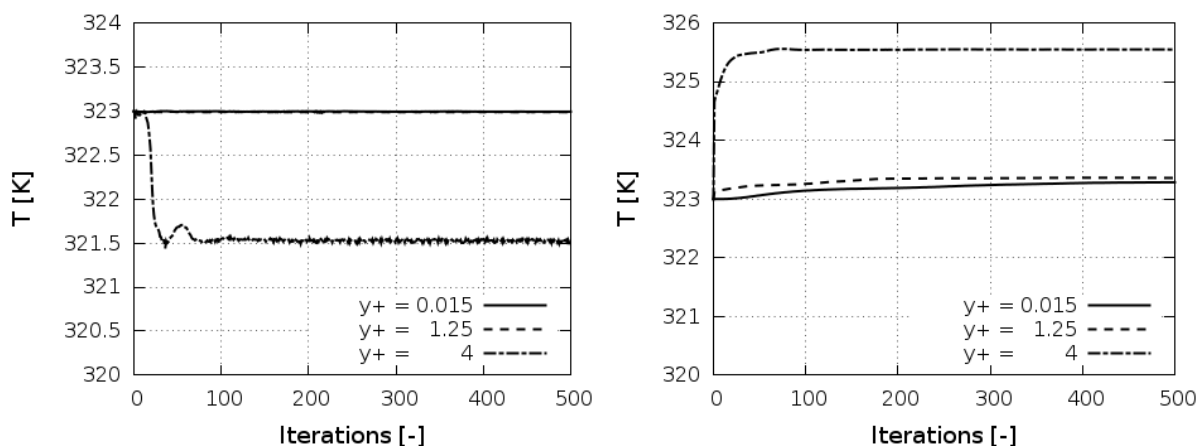


Abb. 8: Verlauf der maximalen Temperatur von Flüssigkeit (links) und Kühlkörper (rechts) in Abhängigkeit von der Anzahl der Iterationen und vom dimensionslosen Wandabstand.

5.2 Design-Optimierung

In diesem Abschnitt wird die Optimierung der Kühlkörper-Geometrie anhand eines einfachen Beispiels vorgestellt. Betrachtet wird der oben vorgestellte Pin-Fin Kühler, mit Pin-Fins in versetzter Anordnung. Randbedingungen werden ebenfalls wie oben vorgegeben gesetzt. Als freie Parameter wird das Verhältnis der Radien zwischen Anfang und Ende der Pin-Fins verwendet (r_2/r_1), sowie ein Anstieg der Pin-Fin Radien in Strömungsrichtung, g. Der Anstieg der Radien erfolgt geometrisch, in jeder Reihe k wird der Radius der Pin-

Fins am oberen mit dem Faktor k multipliziert, also $r_1^{(k)} = g^k r_1^{(0)}$. Der Radius am unteren Ende ergibt sich dann gemäß $r_2^{(k)} = g^k r_2^{(0)}$.

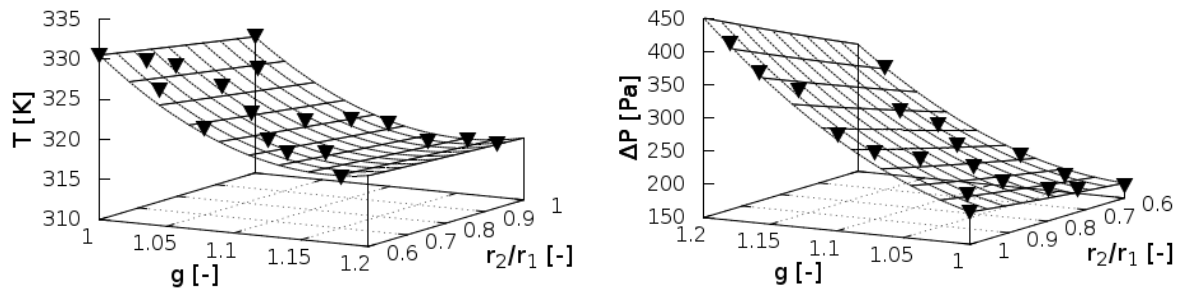


Abb. 9: Berechnete Werte für die maximale Kühlkörper-Temperatur (links) und den Druckverlust (rechts) für verschiedene Parameterkombinationen, und zugehörige Response-Surface Modelle.

Damit die Optimierung der Parameter möglichst effizient erfolgen kann, wurden zunächst numerische Experimente ausgeführt. Dabei wurden zunächst mittels Latin-Hypercube Sampling Zufallsexperimente erzeugt, um den verfügbaren Parameterraum möglichst gut abzudecken. Die Werte für die maximale Kühlkörpertemperatur und den Druckverlust wurden an den ermittelten Parameterpunkten berechnet. Auf Basis dieser Werte wurden dann, mittels Taylor-Entwicklung der gesuchten Variablen bis maximal zweiter Ordnung in den Parametern, Response-Surface-Modelle erstellt. Diese Modelle sind in Abb. 9 dargestellt.

Als Optimierungsziele wurden die Minimierung des Druckverlusts im Kanal sowie die Minimierung der Temperatur des Kühlkörpers festgelegt.

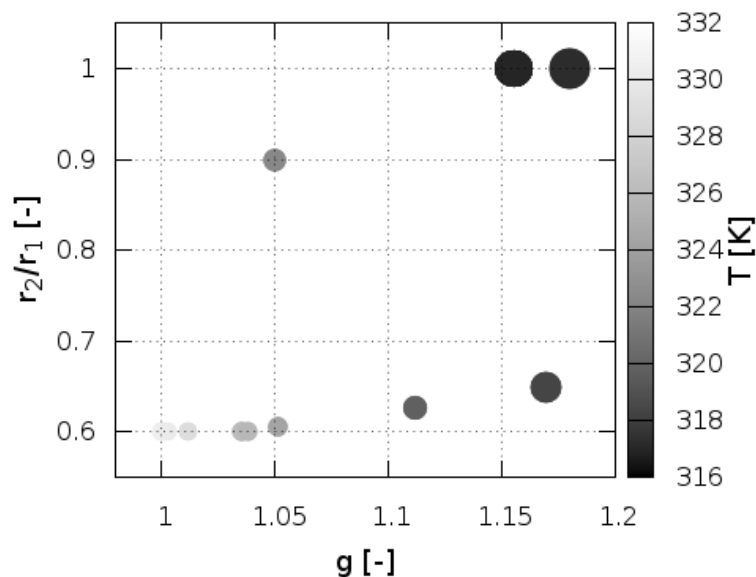


Abb. 10: Ergebnis der Optimierung. Die Farben der Punkte stellen die maximale Temperatur des Kühlkörpers dar, während die Größe der Punkte den Druckverlust repräsentiert. Am kleinsten Punkt wurde ein Druckverlust von 173 Pascal erzielt, während der größte Punkt für einen Druckverlust von 412 Pascal steht.

Wie in Abb. 10 zu erkennen ist, resultiert die Optimierung nicht in einem klaren Optimum, es ist ersichtlich, dass Temperatur und Druckverlust nicht gleichzeitig minimiert werden können. Es ist jedoch möglich, Parameter zu identifizieren, die gegebene Vorgaben bestmöglich erfüllen, so zum Beispiel eine Minimierung der Temperatur bei einem vorgegebenen maximalen Druckverlust.

6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde ein Modell entwickelt, mit dem der Wärmeaustausch zwischen einem Flüssigkeitskühler mit Pin-Fin Struktur und dessen Arbeitsmedium berechnet werden kann. Die Berechnung erfolgt dabei mittels indirekter Kopplung zwischen den Domänen. Der entwickelte Prozess erlaubt eine flexible Erstellung der Netze über Oberflächen-Modelle (STL), die Netzerstellung erfolgt vollautomatisch. Die Abhängigkeit der relevanten Variablen von der Netzdichte wurde insbesondere im Wandbereich untersucht. Zusammen mit einem Algorithmus, der alle benötigten Variablen automatisch berechnet, lässt sich dieser Prozess an Tools für Design-Optimierungen anbinden, um maximale Informationen über ein System zu gewinnen und optimale Auslegungen zu ermitteln.

7 Literatur

- [1] S. O. Agnihothra und A. Ramakrishna, „CFD Analysis of Splayed Pin Fin Heat Sink for Electronic Cooling,“ *International Journal of Engineering Research & Technology*, Bd. 1, Nr. 10, 10 12 2012.
- [2] W. A. Khan, J. R. Culham und M. M. Yovanovich, „Modeling of cylindrical pin-fin heat sinks for electronic packaging,“ *Semiconductor Thermal Measurement and Management, IEEE Twenty First IEEE Symposium*, 2005125-134.
- [3] M. Bloor, „The transition to turbulence in the wake of a circular cylinder,“ *Journal of Fluid Mechanics*, Bd. 19, pp. 290-304, 1964.
- [4] O. Foundation, „CFD Direct,“ OpenFOAM Foundation, [Online]. Available: <https://cfd.direct/openfoam/user-guide>. [Zugriff am 17 10 2017].
- [5] „Pekosolar,“ pro KÜHLSOLE GmbH, 2017. [Online]. Available: www.pekosolar.de/de/products/glykosol-n. [Zugriff am 18 10 2017].
- [6] F. Menter, „Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications,“ *AIAA Journal*, pp. 1598-1605, 08 1994.
- [7] S. S. Shinde und U. S. Chavan, „Performance of Turbulence Models on Heat Transfer and Pressure Drop with a 25° Continuous Helical Baffled Heat Exchanger,“ *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, Bd. 11, p. 69, 01 2017.
- [8] H. G. Weller, G. Tabor, H. Jasak und C. Fureby, „A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques,“ *Computers in Physics*, Bd. 12, pp. 620-631, 09 1998.
- [9] C. Geuzaine und J.-F. Remacle, „Gmsh: a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities,“ *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, pp. 1309-1331, 2009.

8 Kontakt

Bei Fragen können Sie mich gerne unter bastian.heller@isko-engineers.de kontaktieren.

Musik in den Ohren – Wie schützt Auralisation vor unzutreffenden Erwartungen an den Klang?

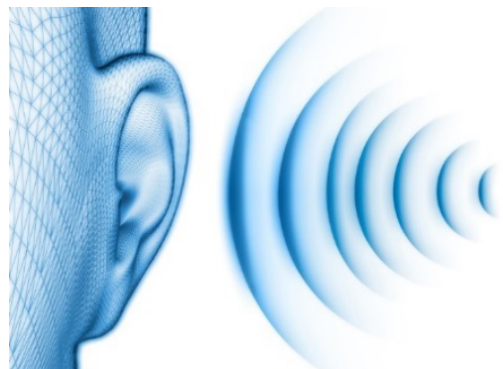
Alfred J. Svobodnik

MVOID Technologies GmbH

Was versteht man unter Auralisation?

Der Begriff Auralisation leitet sich aus dem lateinischen Wort „Auris“ = dt. „Ohr“ = aurikular ab. Als Auralisation wird ein Verfahren zur künstlichen Hörbarmachung einer akustischen Situation bezeichnet (<https://de.wikipedia.org/wiki/Auralisation>).

Die Auralisation erlaubt den Akustikern in der Planungsphase genaue Rückschlüsse über den Klang eines Soundsystems und Raumes zu ziehen und diese durch subjektives Anhören zu beurteilen. Personen können hören, wie das Soundsystem in der Fahrzeugkabine klingt, noch bevor der erste Prototyp gebaut wird.



Warum ist Auralisation wichtig?

Die Auralisation umfasst Erkenntnisse der Psychoakustik. Bei der Auralisation geht es um die Beurteilung von Schall und die Messung subjektiver Wahrnehmung. Es existiert keine allgemein gültige Definition von Klangqualität, vor allem nicht in Bezug auf eine Metrik basierend auf Zahlen, die verschiedene Systeme leicht vergleichbar und beurteilbar macht. Die Beurteilung der Klangqualität beruht auf subjektiven Methoden mittels Hörversuchen, denn das menschliche Ohr funktioniert viel subtiler, es nimmt feinste Unterschiede wahr. Deshalb muss die akustische Qualität als Hörerlebnis wiedergegeben werden.

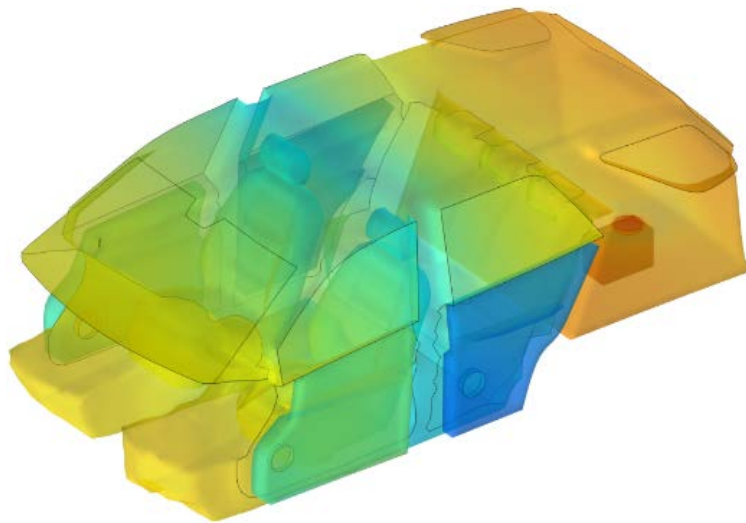
Jeder Ton, Lärm, Musik, jedes Signal, das erzeugt, übertragen, ausgestrahlt und wahrgenommen wird, kann präziser verglichen oder interpretiert werden, indem es hörbar gemacht wird, anstelle über Frequenzlevel oder mathematische Daten zu diskutieren, behauptet Dr. rer. nat. Universitätsprofessor M. Vorländer.

Wie funktioniert die Auralisation einer Fahrzeugkabine? Welche Elemente sind von Bedeutung?

Durch die Auralisation einer Fahrzeugkabine wird die akustische Qualität eines in der Entwicklung befindlichen Fahrzeugs als Hörerlebnis bewertet.

Das Ziel der Akustiker ist es, eine Entwicklungsumgebung zur Verfügung zu stellen, die es erlaubt, mit dem Verfahren der Auralisation gezielt auf die Gestaltung des Klangs in der Fahrzeugkabine Einfluss zu nehmen. Dazu ist ein sogenannter akustischer Fingerprint der Fahrzeugkabine notwendig. Mit Hilfe der multiphysikalischen Simulation wird zunächst eine virtuelle Produktentwicklungsumgebung geschaffen. Dabei werden Methoden und Werkzeuge der numerischen Akustik verwendet, um die bestmögliche Position der Lautsprecher und komplizierter Schallfelder sowie die Abstrahlung von schwingenden Strukturen in der Fahrzeugkabine zu berechnen.

Diese Simulation liefert erste Ergebnisse über die Akustik in einer geplanten Fahrzeugkabine. Die Ergebnisse basieren ausschließlich auf numerischen Berechnungen.



*Abb. 1: Multiphysikalische Simulation einer Fahrzeugkabine:
Das Schallfeld einer beliebigen Fahrzeugkabine kann mit Hilfe der multiphysikalischen Simulation für das gesamte Hörspektrum berechnet werden.*

Das berechnete Frequenzspektrum eines Platzes in der Fahrzeugkabine ist eine abstrakte Größe. Es ist durch die reine multiphysikalische Simulation nicht möglich, aufgrund des berechneten Spektrums umfassend auf die akustische Klangqualität auf einem bestimmten Platz zu schließen. Die räumlichen Attribute der Soundreproduktion sind in der multiphysikalischen Simulation noch nicht ausreichend berücksichtigt.

An dieser Stelle kommt die Auralisation zum Einsatz. Es geht um die Hörbarmachung der spezifischen Raumeigenschaften. Die Auralisation schützt die Entwicklungsingenieure und Akustikexperten vor unzutreffenden Erwartungen an den Klang. Bei der Auralisation steht die Qualität der Soundsystemkomponenten und der raumakustischen Gegebenheiten auf dem Prüfstand. Sie ermöglicht es, digitale Prototypen von Audiosystemen zu hören und deren Produktqualität zu beurteilen. Der Prognosegesichtspunkt steht im Vordergrund.

Diese Hörbarmachung hat einen Einfluss auf die benötigten Simulationsmodelle. Das multiphysikalische Simulationsmodell ist mit der Auralisation zu verbinden.

Ausgangspunkt für die virtuelle Hörumgebung ist die Simulation der binauralen (binaural = mit beiden Ohren) Raumimpulsantwort (Binaural Room Impulse Response = BRIR) eines in einer Fahrzeugkabine abstrahlenden Lautsprechers. Die BRIR wird aus einem multiphysikalischen, vibro-elektroakustischen CAE-basierten Simulationsmodell des Lautsprechers (Wandler und Gehäuse), der Fahrzeugkabine sowie eines Modells für binaurales Hören erzeugt.

1 Ermittlung der binauralen Raumimpulsantwort

a) Die Raumimpulsantwort (Room Impulse Response = RIR)

Raumimpulsantworten dienen dazu, grundsätzliche Aussagen über das Zeitverhalten eines Lautsprechers bzw. Soundsystems zu machen. In einem ersten Schritt wird die Raumimpulsantwort, die Lautsprecher, Gehäuse und Hörraum enthält, simuliert, und zwar an den Positionen im Fahrzeug, an denen Personen sitzen und sich deren Ohren befinden. Dadurch werden die verschiedenen Sitzpositionen im gesamten Simulationsmodell berücksichtigt.

Menschen nehmen normalerweise den Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz wahr. Da kein numerisches Schema existiert, das angewendet werden kann, um den gesamten hörbaren Frequenzbereich abzudecken, wird ein Hybridmodell verwendet. Das Hybridmodell basiert auf finiten Elementen sowie Raytracing. Die finiten Elemente berechnen die Tiefen und Mitten während Raytracing den hohen Frequenzbereich im gesamten Simulationsmodell ermittelt. Dadurch können die RIR für alle Kanäle des Soundsystems berechnet werden.

b) Die binaurale Impulsantwort

Im zweiten Schritt wird das binaurale Modell, basierend auf einer analytischen, kopfbezogenen Übertragungsfunktion (Head-Related Transfer Function = HRTF) hinzugefügt. Auf diese Weise wird die BRIR erzeugt.

Zur Erläuterung der binauralen Impulsantwort möchten wir an dieser Stelle das menschliche Hören beleuchten:

Menschen sind in der Lage, Schall zu orten. Menschen haben gelernt, mit ihrem Kopf und ihren zwei Ohren, Signale, die unser Trommelfell erreichen, auszuwerten. Kommt ein Signal oder ein Geräusch zum Beispiel von links, legt die Schallwelle zum linken Ohr einen kürzeren Weg zurück als zum rechten Ohr. Die beiden Ohrsignale werden auch aufgrund unserer Anatomie (Kopf, Hals, Schultern und Ohren) auf unterschiedliche Art und Weise gebeugt und reflektiert.

Das bedeutet für die Ermittlung der binauralen Impulsantwort:

- Für ein realistisches virtuelles Hörerlebnis müssen alle wichtigen psychoakustischen Eigenschaften berücksichtigt werden.
- Raumimpulsantworten können nicht direkt an den Ohren genutzt werden.
- Räumliche Effekte und die Lokalisierung von Klang basieren auf binauralem Hören. Diese Effekte sind nicht in den Raumimpulsantworten enthalten.
- An den beiden Ohren treffen Klangereignisse mit Zeit- und Pegelunterschieden ein, verursacht durch die relative Position zur Schallquelle sowie durch Reflexion und Beugung unseres Kopfes und Körpers. Diese richtungsabhängigen Unterschiede, die als interaurale Zeitdifferenz (Interaural Time Difference = ITD) und interaurale Pegeldifferenz (Interaural Level Difference = ILD) bezeichnet werden, sorgen für signifikante Änderungen an der Wahrnehmung von einfallenden Schallwellen.

Diese binauralen Effekte, verursacht durch die Beugung der einfallenden Schallwellen auf den Kopf und Körper, beeinflussen den Schalldruck am Ohr. Sie lassen sich durch eine kopfbezogene Übertragungsfunktion (HRTF) beschreiben. HRTFs beschreiben die Beziehung des Schalldrucks am Trommelfell- oder Gehörgangs-Eingang zu einer einfallenden ebenen Welle ohne Reflexions- und Beugungseffekte (d. h. ohne Kopf oder Körper).

MVOID verwendet ein analytisches Modell für die Beschreibung der HRTFs. Das Modell erlaubt die Ableitung von Zeit- und Pegelunterschieden einfallender Schallwellen und damit die Ermittlung der HRTFs des linken und des rechten Ohrs. Anzumerken ist, dass es sich um ein vollständiges 3-D-Modell handelt und somit HRTFs mit Horizontalwinkel (Azimut) und Vertikalwinkel (Elevation) für ankommende Schallwellen variieren.

Durch die Ermittlung der kopfbezogenen Übertragungsfunktionen ist es möglich, die binauralen Impulsantworten für das linke und rechte Ohr zu berechnen, indem die kopfbezogenen Übertragungsfunktionen auf die simulierten Raumimpulsantworten aus dem multiphysikalischen Simulationsmodell angewendet werden.

Obwohl typischerweise binaurale Audioanwendungen ein Mikrofon in der Mitte des Kopfes verwenden, um eine einzelne Raumimpulsantwort abzuleiten, verwendet MVOID zwei Raumimpulsantworten aus dem Simulationsmodell, die dem Gehörgang-Eingangspunkt des linken und des rechten Ohres entsprechen. Die interaurale Zeitdifferenz (ITD) beruht demzufolge direkt auf dem Simulationsmodell. Dies führt zu einer verbesserten Genauigkeit und einem natürlicheren Hörerlebnis.

Ein weiterer Vorteil des analytischen HRTF-Modells ist, dass der Schallweg durch den Gehörgang nicht inbegriffen ist. Während der Zeit der Wiedergabe über Kopfhörer wird der Klangweg durch die eigene Gehörgangphysiologie des Hörers hinzugefügt. Das HRTF-Modell berechnet den Klang am Gehörgangeingang. Dies kommt somit der Verwendung eines Wandlers in einem Kopfhörer nahe und liefert realitätsnahe Ergebnisse.

2 Auralisation und Echtzeitverarbeitung – Kopplung mit dem multiphysikalischen Simulationsmodell

Die Echtzeitverarbeitung ist von entscheidender Bedeutung, um die Voraussetzungen für die akustische Virtuelle Realität zu schaffen. Um dies zu ermöglichen, werden die HRTF-Filter im diskreten Zeitbereich implementiert.

Die binauralen Impulsantworten werden mit akustischen Testdateien (Sounddateien, die Musik, Sprache oder Geräusche enthalten) vereint (im Sinne der mathematischen Operation der Faltung). Dieses finale Signal wird an die Kopfhörer gesendet und damit die binaurale, realitätsnahe Hör-Erfahrung geschaffen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Signalfluss der Auralisationsumgebung mittels MVOID VRtool:

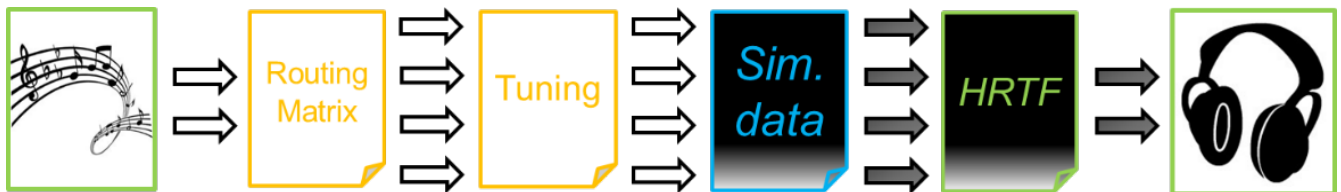


Abb. 2.: Signalfluss der Auralisation

Zunächst werden Testsignale an eine Routing-Matrix gesendet, die Stereosignale an die individuellen Kanäle des Soundsystems weiterleitet. Ein Premium-Soundsystem verfügt heutzutage über 24 und mehr Kanäle. Jeder Kanal durchläuft eine Tonabstimmung (Tuning) mittels eines Moduls mit Signalverarbeitungsfähigkeiten bevor das daraus resultierende Signal in die Simulationsdaten einfließt. Diese Tonabstimmung wird in die Auralisationsumgebung integriert, um die Verbesserung der Klangqualität für jeden Kanal in Echtzeit sicherzustellen. Die Simulationsdaten (die RIRs) werden schließlich mit den HRTFs zusammengeführt und final an den Kopfhörer für ein realitätsnahes Hörerlebnis ausgesendet.

Alle Bausteine der MVOID-Auralisation sind für die Echtzeitverarbeitung entwickelt. Jegliche Änderung eines Tuningparameters erzeugt unmittelbar eine visuelle Reaktion (Frequenzgang oder Impulsantwort) auf dem Monitor und hörbare Reaktion über den Kopfhörer.

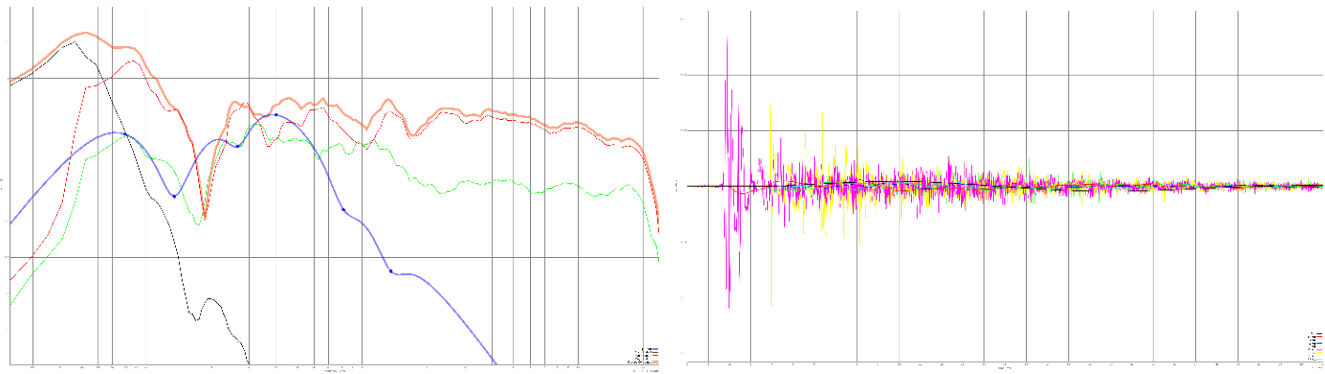


Abb. 3: Frequenzgang (links) und Impulsantwort (rechts)

3 Fazit: MVOIDs virtuelle Auralisation erzeugt verlässliche hörbare Prognosen

MVOID hat eine akustische VR-Entwicklungsumgebung für das Hören von Audiosystemen entwickelt, die rein auf computergenerierten Modellen basieren und eröffnet damit die Möglichkeit, die Evaluierung von Soundsystemen mittels subjektiven Hörtests bereits an virtuellen Produkten durchzuführen. Die Genauigkeit der Methode wurde durch Hörversuche auf der Grundlage von A/B-Vergleichen zwischen Auralisation und realem Fahrzeug validiert.

Die Performance von Soundsystemen kann damit in der Konzeptphase hörbar verbessert werden, was in einer kürzeren Entwicklungszeit mündet bei gleichzeitiger Reduzierung von Kosten und Steigerung der Engineering-Effizienz.

Algorithmische Aspekte für die industrielle Topologie-Optimierung

Hunor Erdelyi, Matthias Herz, Etienne Lemaire, Meinhard Paffrath, Utz Wever

Siemens AG

In diesem Beitrag werden zwei algorithmische Aspekte für die Topologie-Optimierung diskutiert, die im industriellen Umfeld von Bedeutung sind. Der erste Aspekt betrifft die Einbeziehung von Unsicherheiten, insbesondere die Analyse von äußeren Kräften mit Unsicherheiten. Es stellt sich heraus, dass sich die Annahme von unsicheren Krafrichtungen extrem auf die optimierte Gestalt einer Komponente auswirkt. Der zweite Aspekt betrifft die Einbeziehung von mehreren Materialien in den Optimierungsprozess. Hier werden orthotrope Materialien mit unterschiedlichen Vorzugsrichtungen untersucht. Für beide Aspekte präsentieren wir Algorithmen und industriell relevante Anwendungen.

1 Einleitung

Seit mehr als zehn Jahren ist Topologie-Optimierung ein Thema von wachsendem Interesse. Neue Produktionsmethoden wie „Additive Manufacturing“ erlauben die Fertigung von wesentlich komplexeren Strukturen wie zum Beispiel „Lattice“ Strukturen. Optimierte Strukturen sollten diesen erweiterten Designraum ausnutzen und dadurch bessere physikalische Eigenschaften erreichen, wie z.B. geringes Gewicht oder optimale Kühleigenschaften. Moderne Topologie-Optimierer sind ein Basistool zur Entwicklung besserer Produkte. Ein Überblick der vorhandenen Methoden wird in [1] gegeben. Viele Tools sind auf dem Markt, einige auch Open Source. In [2] werden einige kommerzielle Tools verglichen. Nur wenige Tools genügen jedoch industriellen Anforderungen. Ziel dieses Beitrags ist es, diese industriellen Anforderungen zu diskutieren.

Im Allgemeinen sind Topologie-Optimierungen durch deterministische Parameter und Randbedingungen definiert. In der Realität sind diese, das Optimierungsproblem beschreibende Parameter, jedoch nicht genau bekannt oder unterliegen einer Verteilungsfunktion. Beispielsweise kann dieser Parameter eine Materialkonstante sein wie das Elastizitätsmodul. In [3] wird die Karhunen-Loeve Entwicklung verwendet, um den allgemeinen Fall von räumlich variierenden, streuenden äußeren Kräften zu behandeln. Hier schränken wir uns ein auf den Fall von unsicheren äußeren Kräften. Die Behandlung dieser Unsicherheiten führt auf ein robustes Optimierungsproblem, bei dem der Erwartungswert der Zielfunktion minimiert wird [4, 5].

Im nächsten Abschnitt betrachten wir Topologie-Optimierung mit mehreren Materialien. Hierbei werden die Topologie und die Auswahl der Materialien parallel optimiert. Auf der einen Seite gibt es die DMO-Verfahren, bei denen ein Material aus einer Liste von diskreten Materialien gewählt wird [6], auf der anderen Seite freie Material-Optimierung, bei der alle Komponenten des Elastizitätstensors optimiert werden [7, 8]. Letztere Optimierung führt zu „neuen“ Materialien. Multi-Material Optimierungen sind interessant für den industriellen Einsatz, weil billigere Materialien an weniger kritischen Stellen der Struktur verwendet werden können. Auch der Einsatz von orthotropen Materialien mit richtungsabhängigen Festigkeiten an verschiedenen Stellen kann zu einer besseren Stabilität der Struktur führen.

2 Robuste Topologie Optimierung

In der deterministischen, dichte-basierten Topologieoptimierung mit statischen äußeren Kräften wird üblicherweise die Compliance minimiert:

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} c(x) = u^T K(x) u, \quad V(x) \leq V_0, \quad K(x) u = f \quad (1)$$

K bezeichnet die Steifigkeitsmatrix, u die Verschiebungen, f die äussere Kraft, V das Volumen und x die Materialdichten. Für das robuste Optimierungsproblem definieren wir eine streuende äussere Kraft $f=f(\alpha)$, bei der α eine Zufallszahl ist. Um ein deterministisches Optimierungsproblem zu erhalten, wird der Erwartungswert der Compliance minimiert:

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} c(x) = E[u(\alpha)^T K(x) u(\alpha)], \quad V(x) \leq V_0, \quad K(x) u(\alpha) = f(\alpha)$$

Mit Hilfe der „Polynomial Chaos“ Theorie [9] kann das stochastische Optimierungsproblem zurückgeführt werden auf den „Multiple Load“ Fall, verbunden mit speziellen Gewichten der einzelnen Loads.

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} E[u(\alpha)^T K(x) u(\alpha)] \approx \sum_{i=0}^n W_i Y_i, \quad Y_i = u_i^T K(x) u_i,$$

$$K(x) u_i = f(\alpha(\chi_i)), \quad i = 0, \dots, n, \quad V(x) \leq V_0$$

Die Gewichte W und die Auswertungspunkte χ sind durch die „Polynomial Chaos“ Theorie [10] festgelegt. Hier wurde die Richtung der äusseren Kraft parametrisiert durch sphärische Koordinaten, welche zu zwei Zufallszahlen in Gestalt der zwei Winkel führen. Für die Winkel wurde eine Normalverteilung mit gegebenem Mittelwert und Varianz angenommen. Die Gewichte und Auswertungspunkte sind dann eindeutig bestimmt.

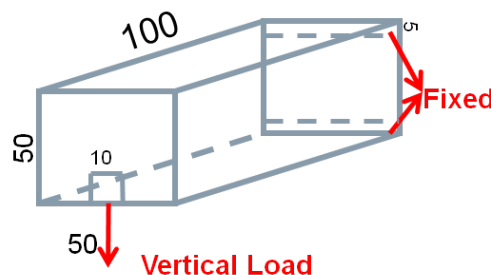


Abb.1: Anfangs- und Randbedingungen für den gerechneten Balken.

Die erste Anwendung ist ein einfacher Balken. Die Randbedingungen und der Bauraum sind in Abb. 1 zu sehen. Abb. 2 (linke Seite) zeigt die deterministische Optimierung mit einer senkrechten, vertikalen Kraft. Auf der rechten Seite von Abb. 2 zeigen wir das Ergebnis mit einer streuenden äusseren Kraft. Der Erwartungswert der Kraft ist genau die deterministische Kraft. Diese Kraft ist nun durch einen Kegel definiert, dessen äusserer Durchmesser durch die Varianz gegeben ist. Für den gerechneten Fall werden fünf FEM Auswertungen pro globale Iteration gebraucht.

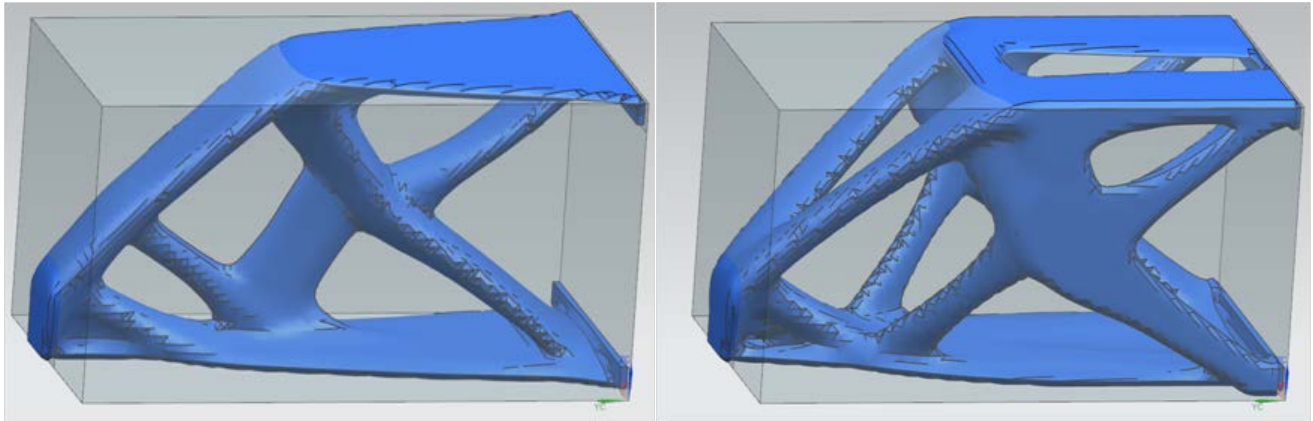


Abb. 2: Links: Deterministische Optimierung / rechts: Stochastische Optimierung

Die zweite Anwendung optimiert eine Umlenkstruktur eines Traktors (Abb. 3). Die deterministische Optimierung führt zu einer Struktur mit kleinen Brücken zwischen den Löchern (Abb. 3, links). Die stochastische Optimierung erzeugt dagegen weitere Streben, die die Struktur stabilisieren (Abb. 3, rechts).

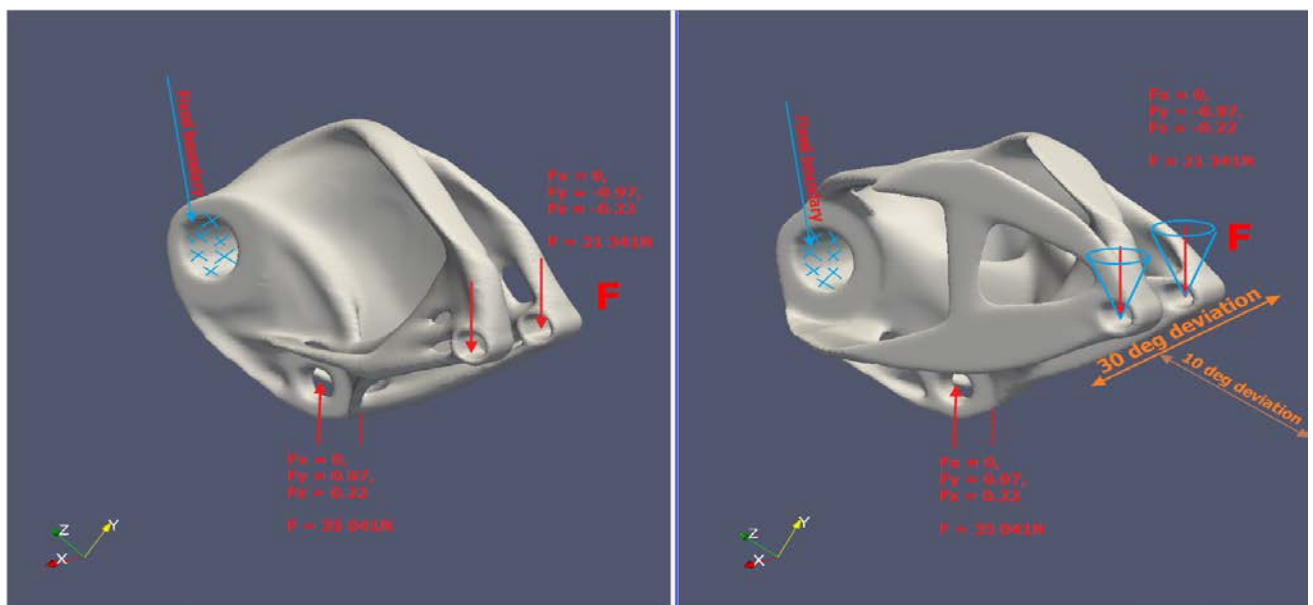


Abb. 3: Links: Deterministische Optimierung / rechts: Stochastische Optimierung

3 Multi-Material Topologie Optimierung

Additive Fertigung bietet die Möglichkeit, Komponenten mit mehreren Materialien zu produzieren. Die Verteilung des Materials ist ein Resultat des Optimierungsprozesses. Eine andere Möglichkeit ist es, orthotrope Materialien zu verwenden und dann die Richtung zu optimieren [6]. Hier diskutieren wir die Optimierung mit orthotropen Materialien.

Wir betrachten wieder das Standardproblem (1): Minimierung der Compliance. Die Steifigkeitsmatrix K ist gegeben durch die Assemblierung der Elementmatrizen (N Anzahl der Elemente).

$$K = \sum_{e=1}^N C^e$$

Für den Multi-Material Fall kann die Steifigkeitsmatrix als gewichtete Summe der Einzelmatrizen der Materialien geschrieben werden:

$$C^e = \sum_{j=1}^n \omega_j C_j^e, \quad 0 \leq \omega_j \leq 1, \quad \sum_{j=1}^n \omega_j \leq 1 \quad (2)$$

wobei n die Anzahl der Materialien bezeichnet. Für die Optimierung wird die SFP-Methode (Shape Function with Penalization) [11] benutzt, bei der die Gewichte in (2) definiert sind durch Finite Element Funktionen für vier Knoten:

$$\omega_1 = \mu^q (0.25(1 - x_1)(1 - x_2))^p$$

$$\omega_2 = \mu^q (0.25(1 + x_1)(1 - x_2))^p$$

$$\omega_3 = \mu^q (0.25(1 + x_1)(1 + x_2))^p$$

$$\omega_4 = \mu^q (0.25(1 - x_1)(1 + x_2))^p$$

$$0 \leq \mu \leq 1, \quad -1 \leq x_j \leq 1, \quad j = 1, 2$$

q ist ein Strafparameter für die DichtevARIABLE und p ein Strafparameter für die Orientierungsvariablen x_1 und x_2 . Ein Vorteil gegenüber anderen DMO-Methoden (siehe [6]) ist es, dass man für vier Materialien nur zwei Optimierungsparameter braucht.

Die Element-Steifigkeitsmatrizen C_j^e in (2) sind nun die Steifigkeitsmatrizen für verschiedene Orientierungen des orthotropen Materials:

$$\alpha = 0^\circ, \quad \alpha = 90^\circ, \quad \alpha = 45^\circ, \quad \alpha = -45^\circ$$

Abb. 4 auf der linken Seite zeigt die Gestalt des Balkens für ein gerichtetes Material. Zusätzlich werden die Randbedingung und die äussere Kraft angezeigt. Auf der rechten Seite wird die Lösung für zwei gerichtete Materialien gezeigt. Abb. 5 präsentiert die Lösung für vier Orientierungen. Die Zielfunktion, also die Compliance (1), nimmt ab von $4.56e8$ für ein gerichtetes Material hin zu $1.87e8$ für die Struktur mit vier verschiedenen orientierten Materialien.

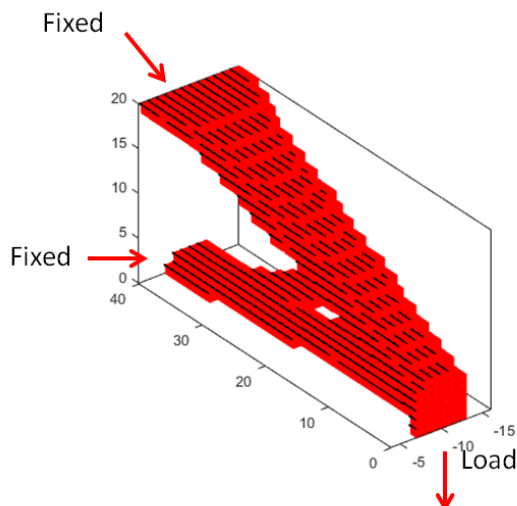
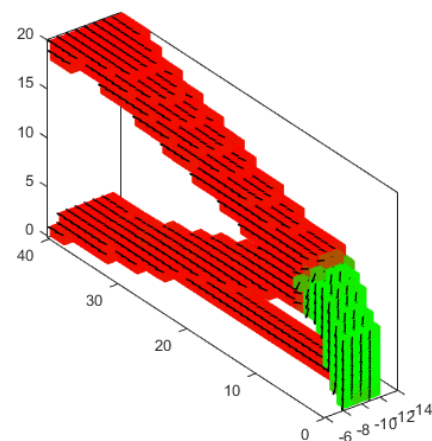


Abb. 4: Links: Kragarm Optimierung mit einer Orientierung $\alpha=0$. Die Randbedingungen sind angezeigt.



Rechts: Kragarm Optimierung mit zwei Orientierungen $\alpha=0$ (rot) und $\alpha=90$ (grün)

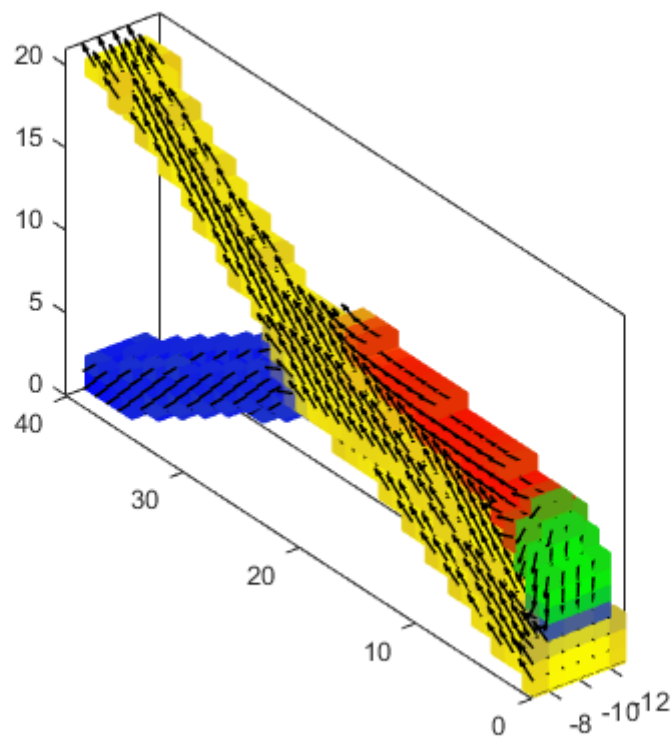


Fig 5: Kragarm Optimierung mit vier Orientierungen $\alpha=0$, $\alpha=45$ (blau), $\alpha=-45$ (gelb) und $\alpha=90$.

4 Fazit

In diesem Beitrag haben wir zwei wichtige Aspekte für die industrielle Topologie-Optimierung präsentiert. Es wurde gezeigt, dass streuende äußere Kräfte großen Einfluss haben auf die resultierende Gestalt einer Komponente. Oft ist es in der Realität nicht möglich, die exakte Kraft zu bestimmen, so dass stochastische Optimierung notwendig wird. Die resultierende Gestalt einer Struktur ist robust gegenüber Änderungen der äußeren Kraft, d.h. diese Änderungen haben nur kleinen Einfluss auf die Festigkeit der Struktur. Künftig sollen auch Unsicherheiten durch streuende Materialkonstanten berücksichtigt werden.

Additive Fertigung erlaubt das Mixen von Materialien für das Design in einer Komponente. Es wurde ein bekannter Algorithmus in 2D [11] auf 3D übertragen, und es wurden die Vorteile von orthotropen Materialien aufgezeigt. Für dasselbe Volumen und Gewicht wird durch die Verwendung von orthotropen Materialien ein Anstieg der Festigkeit erreicht. Die Resultate können übertragen werden auf den Fall verschiedener „Lattices“ mit direktionalen Eigenschaften.

5 Literatur

- [1] Deaton, J.D., Grandhi, R.V.: A survey of structural and multidisciplinary continuum topology optimization: post 2000. *Struct. Multidisc Optim* (2014)
- [2] Choi, W., Kim, J., Park, G.: Comparison study of some commercial structural optimization software systems. *Struct. Multidisc Optim* (2016)
- [3] Zhao, J., Wang, C.: Robust structural topology optimization under random field loading uncertainty. *Struct Multidisc Optim* 50, pp. 517-522 (2014)
- [4] Dunning, P.D., Kim, H.A.: Robust topology optimization: Minimization of expected and variance of compliance. *AIAA Journal* 51 (11), pp. 2656-2664 (2013)
- [5] Pham, T., Hoyle, C., Brian, B.: Robust topology optimization under random load locations. In: *ASME 2014 International Mechanical Engineering Congress and Exposition*. Montreal, Quebec, Canada (2014)
- [6] Stegmann, J., Lund, E.: Discrete material optimization of general composite shell structures. *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 62, pp. 2009-2027 (2005)
- [7] Bendsoe, M.P., Guades, J.M., Haber, R.B., Pedersen, P., Taylor, J.E.: An analytical model to predict optimal material properties in the context of optimal structural design. *Appl. Mech.* 61 (1994)
- [8] Zowe, J., Kocvara, M., Bendsoe, M.P.: Free material optimization via mathematical programming. *Math. Program.* 79, pp. 445-466 (1997)
- [9] Ghanem, R. & Spanos, P. D. (1991) *Stochastic Finite Elements - A Spectral Approach*, Springer-Verlag, Berlin.
- [10] Augustin, F., Gilg, A., Paffrath, M., Rentrop, P., Wever, U.: Polynomial Chaos for the Approximation of Uncertainties: Chances und Limits. *European Journal of Applied Mathematics*, 19, pp 149-190 (2008)
- [11] Bruyneel, M.: SFP a new parameterization based on shape functions for optimal material selection: application to conventional composite plies. *Structural & Multidisciplinary Optimization* Vol. 43(Nr. 1), pp. 17-27 (2011)

6 Danksagung:

Die Autoren danken Mark Donley und Efrossini Tsouchnika und ihrer Analysis-Gruppe für viele wertvolle Diskussionen.

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 (1/2018)

- ☐ **Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:**
- | | |
|---|---|
| ☐ NAFEMS Mitgliedschaft | ☐ NAFEMS DACH Regionalkonferenz 2018 |
| ☐ NAFEMS Magazin „Benchmark“ | ☐ CFD Seminar im Oktober 2018 |
| ☐ NAFEMS Seminare | ☐ MBSE Seminar im November 2018 |
| ☐ NAFEMS Trainingskurse | ☐ Europäische SPDM Conference 2018 |
| ☐ NAFEMS e-learning | ☐ Europäische Multiphysics Conference 2018 |
| ☐ Professional Simulation Engineer PSE | ☐ NAFEMS World Congress 2019, Quebec, CAN |
| ☐ 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: _____

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 (1/2018)

- ☐ **Bitte senden Sie mir nähere Informationen zu folgenden Themen:**
- | | |
|---|---|
| ☐ NAFEMS Mitgliedschaft | ☐ NAFEMS DACH Regionalkonferenz 2018 |
| ☐ NAFEMS Magazin „Benchmark“ | ☐ CFD Seminar im Oktober 2018 |
| ☐ NAFEMS Seminare | ☐ MBSE Seminar im November 2018 |
| ☐ NAFEMS Trainingskurse | ☐ Europäische SPDM Conference 2018 |
| ☐ NAFEMS e-learning | ☐ Europäische Multiphysics Conference 2018 |
| ☐ Professional Simulation Engineer PSE | ☐ NAFEMS World Congress 2019, Quebec, CAN |
| ☐ 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: _____

