www.cadfem.de

Ausgabe 01 | 2014

# CADFEM® JOURNAL

Simulation ist mehr als Software®

# Simulation macht's möglich

- Wegweisende Innovationen
- Neue Maßstäbe in der Produktqualität
- Zeit- und Kostenreduktion

Aktuelle Informationen zur Simulation in der Produktentwicklung

# Mit Simulation unterwegs!

**Ihr ZBook wird die Basis für Remote Computing.**

Als Ihr HP Gold Partner unterstützt Sie das CADFEM Hardware-Team bei der Auswahl der geeigneten Hardware für Ihre Berechnungsaufgaben. Zusammen mit unserem IT-Service erhalten Sie eine leistungsfähige und zuverlässige IT-Infrastruktur für Ihre High-Performance-Anwendungen.

**Simulationssoftware, Hardware & IT-Service aus einer Hand!**

**CADFEM Hardware-Team**

Manfred Bayerl
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-39
hardware@cadfem.de
www.cadfem.de/hardware

CADFEM®

**Simulation ist mehr als Software®**

Gold Partner

**HP ist Premium-Sponsor der ANSYS Conference & 32. CADFEM Users' Meeting**

# Mehrwerte für die Simulation

Dass Simulation mehr als ein entsprechendes Softwareprogramm voraussetzt, ist wenig überraschend. Zumindest eine geeignete Hardware sollte darüber hinaus schon vorhanden sein. Wem die Zeit fehlt, sich autodidaktisch zum Alleskönner zu entwickeln, der wird zudem froh sein, wenn ihn jemand an die versierte Nutzung der Software heranführt. Oder wenn er ein offenes Ohr findet, falls das Programm einmal nicht so will, wie er sich das vorstellt.

Die Ausstattung der Software mit individuellen, maßgeschneiderten Zusatzfunktionen, Prozessautomatisierungen oder nahtlos integrierten Spezialprodukten ist ein weiterer Trumpf, um aus der Software - und damit aus der Simulation – noch mehr herauszuholen. Gleiches gilt, wenn sie auf speziellen, für CAE optimierten IT-Infrastrukturen zum Einsatz kommt.

Ein Mehrwert für die professionelle Simulationsarbeit bedeutet aber auch, technologisch „am Ball“ zu bleiben, den Austausch mit Gleichgesinnten zu pflegen und zu wissen, wo es auch für außergewöhnliche Simulationsaufgaben Spezialisten gibt. Oder wo man sich selbst zum Spezialisten weiterbilden kann, zum Generalisten in Sachen CAE mit Masterdiplom.

## Simulation ist mehr als Software.

Software, Hardware, Seminare, Support, Engineering, Customization oder Weiterbildung sind Einzelbausteine, die losgelöst voneinander noch keinen Simulationserfolg garantieren. Umso nachhaltiger stellt er sich ein, wenn es gelingt, eine auf die eigenen Anforderungen abgestimmte, tragfähige und miteinander verzahnte Kombination zu finden – am besten aus einer Hand.

CADFEM ist Systemhaus, Ingenieurdienstleister und Wissensanbieter in einem und liefert Ihnen die komplette Lösung: Neben der Bereitstellung sämtlicher Bausteine sehen wir unsere Hauptaufgabe darin, im Dialog mit dem Kunden auszuloten, wie seine optimale Simulationslösung aussehen muss, um sie anschließend gemeinsam Schritt für Schritt zu realisieren und ihn dauerhaft als verlässlicher Partner zu begleiten.

Wie CADFEM Kunden davon schon seit Jahren profitieren und mehr aus der Simulation in ihrer Produktentwicklung herausholen als andere, können Sie in diesem Heft anhand der Beispiele von Hansgrohe (Seite 19), Hermle (Seite 22), Komatsu Hanomag (Seite 26) oder KSPG Automotive (Seite 29) nachlesen.

## CADFEM Users' Meeting 2014 in Nürnberg

Für viele CADFEM Kunden ist auch die jährliche „ANSYS Conference & CADFEM Users' Meeting“ einer dieser Bausteine, der das „mehr als Software“ bei CADFEM ausmacht. In Deutschland findet die von CADFEM gemeinsam mit ANSYS Germany organisierte Veranstaltung in diesem Jahr vom 4. bis 6. Juni in Nürnberg statt. Die Österreicher treffen sich schon am 24. und 25. April in Wien, die Schweizer am 18. September in Zürich. Mit zusammen mehr als 1.000 Teilnehmern alleine im deutschsprachigen Raum und einem enormen Informationsangebot zu ANSYS Anwendungen und CAE-Technologie ist sie die größte ihrer Art in Europa. Wir hören immer wieder, dass sie für viele auch mehr als eine Anwenderkonferenz ist.

Alexander Kunz, Leiter Marketing
akunz@cadfem.de

# ANSYS Conference & 32.

## Die Fachkonferenz zur numerischen Simulation

**„Convergence“** lautet das Motto der weltweit stattfindenden ANSYS Konferenzen. Die Veranstaltung mit dem größten Informationsangebot ist dabei traditionell das deutschsprachige ANSYS CADFEM Users' Meeting. Deshalb treffen sich hier („konvergieren“) einmal im Jahr besonders viele ANSYS Anwender, um sich auszutauschen, Neuheiten zu erfahren und sich aktiv weiterzubilden. Darüber hinaus ist die branchenübergreifende Fachkonferenz von CADFEM und ANSYS Germany auch für Interessierte, die noch nicht zum Anwenderkreis gehören, eine gute Gelegenheit zur Annäherung an die praktische Nutzung der numerischen Simulation.

ANSYS CADFEM

# CADFEM Users' Meeting

**4. bis 6. Juni 2014 | NCC Ost, Nürnberg**

träge +++ Kompaktseminare +++ Ausstellung

Österreich
**ANSYS Conference &**
**9. CADFEM Austria Users' Meeting**
**24. – 25. April 2014 in Wien**
**www.usersmeeting.at**

Schweiz
**ANSYS Conference &**
**9. CADFEM Suisse Users' Meeting**
**18. – 19. September 2014 in Zürich**
**www.usersmeeting.ch**

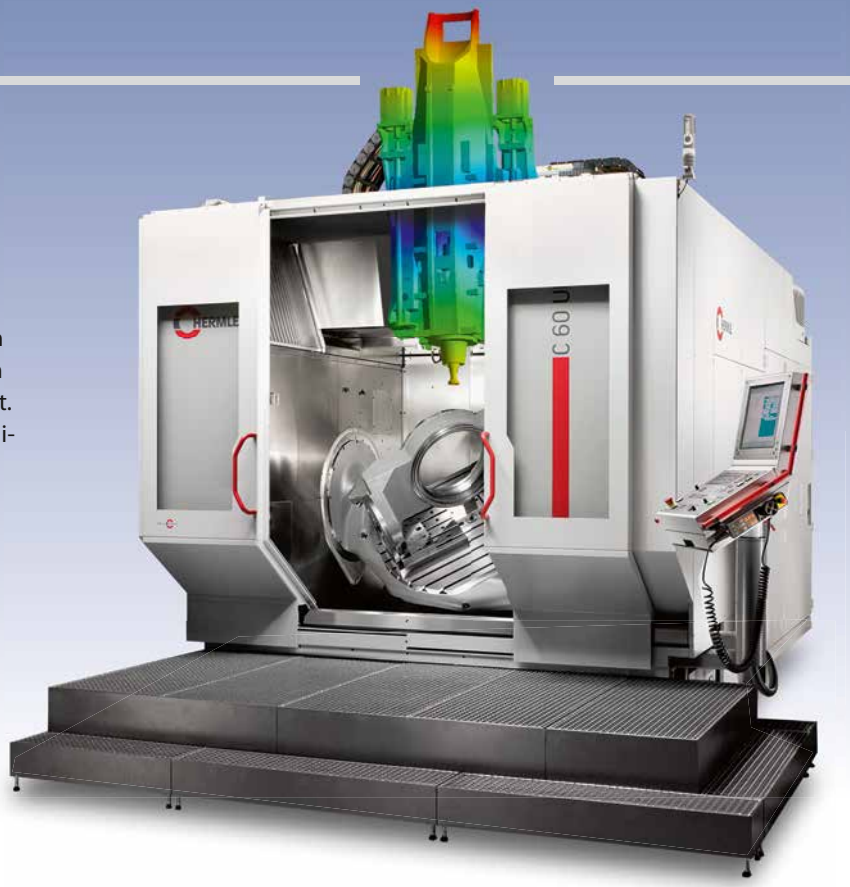
ANSYS CONVERGENCE
2014 REGIONAL CONFERENCES

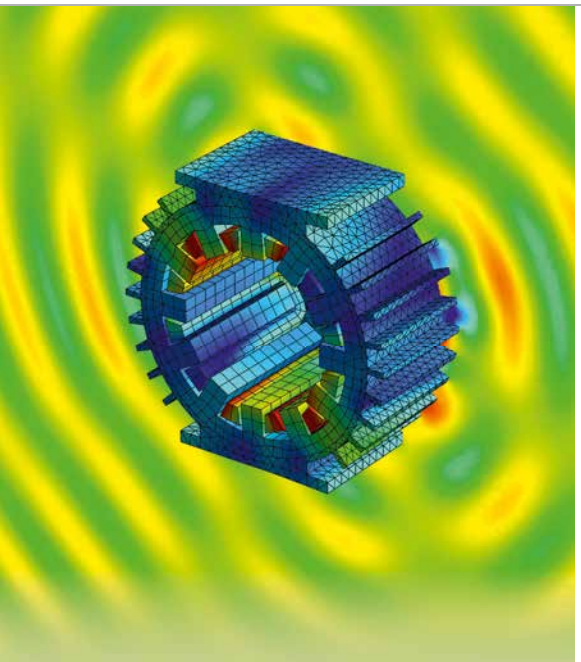
www.usersmeeting.com
Konferenzprogramm jetzt online verfügbar

# Besser fräsen

Mit dem Slogan „Besser fräsen“ verdeutlicht die Hermle AG den hohen Anspruch, den das Unternehmen nach außen trägt, aber auch nach innen lebt. Belegt wird der Erfolg mit leistungsfähigen, hoch präzisen Bearbeitungszentren, die unter anderem mit Hilfe der Simulation eine Spitzenstellung einnehmen.

**Ab Seite 22**



# Den richtigen Ton treffen

Ob Klang, Lärm oder Vibration – immer dann, wenn Produkte hör- oder spürbar werden, sind die Entwickler gefragt, um das Phänomen einzugrenzen, zu verstehen und zu optimieren. Dazu leisten die Simulationstechnologien einen wichtigen Beitrag.

**Ab Seite 48**

## CADFEM

**02** ANSYS Conference & 32. CADFEM Users’ Meeting 2014 in Nürnberg

**06** CADFEM News: Nachrichten von CADFEM und aus der Welt der Simulation

**14** CADFEM Netzwerk: ESSS automatisiert Simulation mit ANSYS EKM

## Themenschwerpunkt: Simulation ist mehr als Software

**16** Produkte, Service und Wissen aus einer Hand
**Simulation macht vieles möglich**

**19** Hansgrohe: Einheitliche Simulationsplattform schafft Vorteile
**Mit Wasser wohlfühlen**

**22** Hermle: Simulation verschiebt die Grenzen des Machbaren
**Besser fräsen**

**26** Komatsu Hanomag: Lösungskonzept von CADFEM überzeugte
**Qualität für die Baustelle**

**29** KSPG Automotive: Simulation als Motor der Produktentwicklung
**Der richtige Dreh**

## ANSYS bei CADFEM

**32** ANSYS: **Von guten Ideen zu erfolgreichen Innovationen**

**33** CADFEM ANSYS Extensions
**Komplementäre CAE-Software zu ANSYS**

**34** **Die ANSYS Programmfamilie im Überblick**

**36** ANSYS 15.0: Neuerungen kennen, verstehen, und anwenden
**CADFEM Schulungen machen Sie zum Experten**

**37** Neue Version der CADFEM ihf Toolbox
**Werkzeugkasten 4.0**

**40** DETORBA: Forschungsprojekt zu Detonationseinwirkungen
**Urbane Simulation**

# Mit Wasser wohlfühlen

Da in ANSYS Workbench verschiedene Simulationslösungen in einer einheitlichen Umgebung integriert sind, kann Hansgrohe mit einem relativ kleinen CAE-Team ein großes Spektrum an Berechnungsdienstleistungen den eigenen Kollegen aus der Forschung und Entwicklung bereitstellen.
**Ab Seite 19**

**42** Herzklappen- und Stent-Simulation mit ANSYS Multiphysics
**Herz der Simulation**

**44** Modellbasiertes Condition Monitoring mit optiSLang
**Ursache und Wirkung**

**46** Gefügeausbildung bei induktiven Härteprozessen
**Härtefälle**

**48** Akustik-Simulation mit ANSYS Workbench
**Den richtigen Ton treffen**


## Wissen


**50** Dozenten aus Hochschule und Industrie
**590 Jahre Simulationserfahrung**

**52** Zusammenführung von Versuch und Simulation
**Zwei Wege, ein Ziel**


## Rubriken


**01** Editorial
**Mehrwerte für die Simulation**

**38** CADFEM Empfehlung: Città slow
**Internationales Netzwerk lebenswerter Städte**


## Inserentenverzeichnis


**U2** HP/CADFEM
**09** Fujitsu
**13** Dynardo
**U3** CADFEM


## Impressum


**Herausgeber:**
CADFEM GmbH
Marktplatz 2
85567 Grafing b. München
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-0
Fax +49 (0) 80 92-70 05-77
info@cadfem.de
www.cadfem.de

**Redaktion/Koordination:**
Gerhard Friederici, gfriederici@cadfem.de
Alexander Kunz, akunz@cadfem.de

**Anzeigen:**
Alexander Kunz, akunz@cadfem.de

**Layout:**
G&K Design, Rechtmehring

**Titelbild:**
Hermle, CADFEM

**Produktion:**
Bechtle Druck & Service, Esslingen
Auflage 35.000 Exemplare

**Geschäftsführer:**
Christoph Müller, M.Sc., Dr.-Ing. Jürgen Vogt,
Erke Wang

**Handelsregister-Nummer:**
HRB München Nr. 75979

**Ust.-Ident.-Nummer:**
DE 131171831

**Steuernummer:**
114/123/00051

**Betriebshaftpflichtversicherung:**
Zurich Gruppe Deutschland
Poppelsdorfer Allee 25-33
53115 Bonn

**Geltungsbereich:** weltweit



**Copyright:**
© 2014 CADFEM GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Gedruckt in Deutschland.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsschutzes ist ohne Zustimmung der CADFEM GmbH unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Warenzeichen/eingetragene Warenzeichen:
ANSYS, ANSYS Professional NLT, ANSYS Professional NLS, ANSYS Structural, ANSYS Mechanical, ANSYS Mechanical/EMAG, ANSYS Explicit STR, ANSYS Multiphysics, ANSYS Icepak, ANSYS CFD, ANSYS Workbench, ANSYS CFX, ANSYS ICEM CFD, ANSYS Autodyn, ANSYS Fluent, ANSYS Maxwell, ANSYS HFSS, Ansoft Designer, SIwave, ANSYS Q3D Extractor, ANSYS Simplorer, ANSYS RMxprt, ANSYS PExprt, ANSYS nCode DesignLife, ANSYS Rigid Dynamics, ANSYS SpaceClaim, ANSYS Composite PrepPost, ANSYS HPC und alle Produkt- oder Dienstleistungsnamen von ANSYS, Inc. sind registrierte Warenzeichen oder Warenzeichen von ANSYS, Inc. und Ansoft Corp. LS-DYNA, LS-OPT und LS-PrepPost sind registrierte Warenzeichen der Livermore Software Technology Corp.
Sämtliche in diesem Heft genannte Produktnamen sind Warenzeichen oder registrierte Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer. Aus dem Fehlen der Markierung kann nicht geschlossen werden, dass eine Bezeichnung ein freier Warenname ist.

Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

# CADFEM sponsert Rennteam:
# SER beim World Solar Challenge gut platziert

Quelle: solarenergyracers.ch

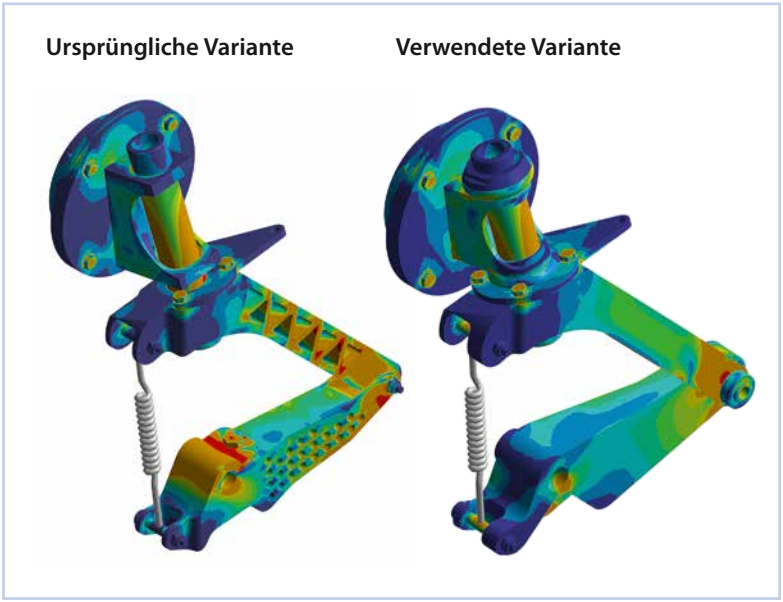
Hartes Rennen im australischen Outback: von den 46 gestarteten Teams kamen nur 16 im Ziel an.

Zum zweiten Mal haben Mitarbeiter der Bühler AG Uzwil (Schweiz), die sich im Team „Solar Energy Racers“ (SER) zusammengefunden haben, am World Solar Challenge (WSC) teilgenommen. Bei ihrem zweiten Einsatz erreichte das SER-Team einen hervorragenden 5. Platz bei der WSC 2013 in Australien, an dem 46 Teams aus 23 Ländern teilnahmen. Zum Erfolg beigetragen hat unter anderem die Unterstützung durch Sponsoren wie der CADFEM (Suisse) AG.

Das WSC gilt als das härteste Rennen der Welt für Solarfahrzeuge und führt über 3000 Kilometer. Da das neue Reglement der Challenger Klasse vier statt wie im Jahr 2011 drei Räder vorschreibt, bedeutete dies eine völlige Neukonstruktion der Radaufhängungen.

Mit einer Masterarbeit an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW wurden Vorschläge erarbeitet, von denen einer vom SER-Team übernommen und auskonstruiert wurde. Die CADFEM (Suisse) AG führte im Rahmen eines Sponsorings die FE-Berechnungen mit ANSYS Workbench für die vorderen und hinteren Radaufhängungen durch. Vorgegeben waren theoretisch berechnete Lasten aus der Masse des Fahrzeugs mit Beschleunigungswerten für verschiedene Fahrsituationen. Die Auslegung erfolgte hinsichtlich der statischen Festigkeit. Am Beispiel der Vorderradaufhängung wird das Vorgehen der FE-Berechnung mit ANSYS näher beschrieben. Die Systemgrenzen wurden an der Radachse, der Bremsaufnahme sowie dem Anschluss an das Chassis und an die Lenkung gesetzt. Die Modellierung des Federbeins erfolgte mittels eines diskreten Federelements. Die nichtlinearen statischen Simulationen berücksichtigen sowohl den Reibkontakt zwischen den verschraubten Teilen und die Schraubenvorspannung als auch den Reibkontakt in den Gelenken.

Bei den Simulationen wurden jeweils die Lastfälle „Bremsen in einer Kurve“ und „Bremsen bei einem Schlagloch“ berechnet. Die Betriebslasten bestehen dabei aus Kräften, die vom nicht modellierten Rad und der nicht modellierten Bremse eingeleitet werden.




Von Mises Spannung auf der ursprünglichen und verbesserten Variante. Durch die Konstruktionsänderungen wurden kritische Kerbspannungen vermieden.

Die erste Konstruktion der Radaufhängungen wies einige Schwachstellen auf, so dass die Struktur die hohe Biege- und Torsionsbeanspruchung aus der Kurvenfahrt nicht tragen konnte. Problematisch waren zum Beispiel die Ausfräsungen und Bohrungen, die zur Gewichtsreduktion vorgesehen waren. Nach der Diskussion der Berechnungsergebnisse mit CADFEM erfolgte eine Überarbeitung der Konstruktion durch das SER-Team.

Beispielsweise wurde der obere Lenkerteil neu hohl gebohrt, so dass ein geschlossenes Profil entstand, das für die vorherrschende Biege- und Torsionsbelastung viel besser geeignet ist als das vorher verwendete offene Profil. Nach der Optimierung konnte das Team zuversichtlich in die Tests starten. Während des Rennens haben die überarbeiteten Radaufhängungen die 3000 Kilometer in Australien unbeschadet überstanden.

www.solarenergyracers.ch
www.worldsolarchallenge.org

# **Neue Geschäftsführung** bei CADFEM Austria

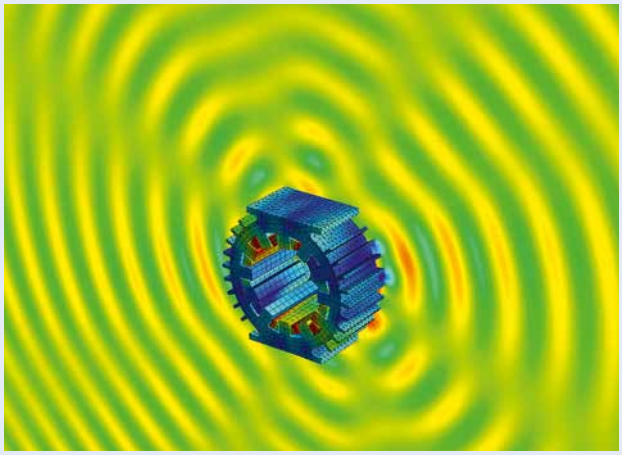
Nach fünf erfolgreichen Jahren als Geschäftsführer hat Alexander Dopf die CADFEM (Austria) GmbH im Februar 2014 verlassen, um sich neuen Herausforderungen zu widmen. Sein Nachfolger Matthias Alberts ist langjähriger Mitarbeiter bei CADFEM und konnte mit seinem fundierten Know-how viele Projekte im In- und Ausland mit großem Erfolg durchführen. Mit ihm erhält die CADFEM (Austria) GmbH einen verlässlichen Geschäftspartner, der für Kontinuität sorgt und die erfolgreiche strategische Ausrichtung von CADFEM konsequent fortsetzen wird.

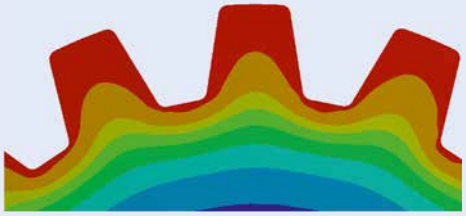
CADFEM (Austria) GmbH
Matthias Alberts
Tel. +43 (0)1-5 87 70 73-14
matthias.alberts@cadfem.at

# **Info Webinare:** Vibroakustik und Induktive Erwärmung

**Info-Webinar: Vibroakustik**
ANSYS bietet mit der ACT Acoustic Extension ein effizientes Werkzeug, um die Geräuschentstehung in vibrierenden Strukturen zu bestimmen. Anregung und Ausbreitung von Schall und Schwingungen in Festkörpern sowie die Abstrahlung in Form von hörbarem Luftschall werden auf Basis von Vibrationsanalysen bzw. harmonischen Analysen berechnet.
Durch die Darstellung der Ergebnisgrößen in frequenzabhängigen Diagrammen und 3D-Plots lässt sich die Entstehung des Schalls anschaulich visualisieren. Durch die Einbindung in ANSYS Workbench entsteht darüber hinaus ein durchgängiger und parametrisierbarer Workflow. Die akustischen Eigenschaften eines Produktes können somit bereits in einem frühen Entwicklungsstadium berücksichtigt und verbessert werden. Während des Webinars wird der Workflow einer vibroakustischen Analyse live anhand eines exemplarischen Modells gezeigt.
www.cadfem.de/akustik-webinar

Weitere Informationen zur Akustik-Simulation im Grundlagen-Artikel ab Seite 48.





**Info-Webinar: Induktive Erwärmung und Gefügeumwandlung**
Die induktive Erwärmung hat durch die saubere, reproduzierbare Prozessführung, die hohe übertragbare Leistungsdichte und die gute Kontrollierbarkeit der Wärmezone einen festen Platz bei der Wärmebehandlung von zu härtenden Bauteilen. Dabei ist die optimale Bestimmung der Induktor-Form, der zugehörigen Stromstärke und -frequenz für das gewünschte Temperaturprofil und die daraus resultierende Gefügeumwandlung eine anspruchsvolle Aufgabe.
Durch die FE-Simulation mit ANSYS Multiphysics lassen sich das Hochfrequenz-Feld, die induzierten Wirbelströme und lokalen Heizleistungen sowie die daraus resultierenden Temperaturfelder bereits am virtuellen Prototyp ermitteln. Dabei sind die starke Abhängigkeit der magnetischen und thermischen Materialeigenschaften von der Temperatur sowie die sehr unterschiedlichen Zeitskalen für die Magnetfeld- und die Temperaturfeldsimulation zu berücksichtigen. Mit ANSYS kann diesbezüglich eine selektive Feldkopplung erfolgen, die eine genaue und wirtschaftliche Simulation ermöglicht. Das so ermittelte Temperatur-Profil bildet die Grundlage für eine anschließende Gefügesimulation. Folglich kann der gesamte Arbeitsprozess – vom Strom bis zum Gefüge – durch die virtuelle Wärmebehandlung rechnerintern prognostiziert und vorab optimiert werden.
www.cadfem.de/induktiv-webinar

Weitere Informationen zur Simulation der induktiven Erwärmung und Gefügeumwandlung im Grundlagen-Artikel ab Seite 46.

# CADFEM Academic News
# **Informationen für Forschung und Lehre**

Prof. Rust referiert beim Dozenten-Workshop Strukturmechanik von CADFEM Academic.

Für Kunden aus Forschung und Lehre bietet CADFEM spezielle Serviceleistungen an. Seit 2012 sind diese unter der Bezeichnung aCADFEM erfasst und ausgeweitet worden. Ab jetzt werden diese Aktivitäten mit dem Label „CADFEM Academic" fortgesetzt. Unter „CADFEM Academic" bieten wir auch Dozenten-Workshops für Lehrende, Doktorandengespräche und Technologietage für Forschende und Gastvorlesungen für Studenten an. Beispiele zu den gehaltenen Gastvorlesungen sind auf unserer Facebook-Seite (www.facebook.com/cadfem) zu finden.

Campus Technologietage an Hochschul- oder Forschungsstandorten unterstützen den Austausch zwischen den ANSYS Nutzenden vor Ort. Zusätzlich liefert CADFEM einige weitere Informationen oder bietet eine Kurzschulung an. Ein überregionaler Technologietag fand letztes Jahr im März statt. Hauptreferenten waren Grama Bhashyam (ANSYS, Inc. USA, Director of Software Development, Nonlinear Analysis, Advanced Element Technology for Structural Anlaysis) und Pierre Thieffry (ANSYS SAS France, Product Line Manager for Structural Mechanics Solutions), verantwortlich für die Entwicklung der Simulationsumgebung ANSYS Workbench. Der aktuelle Stand und Ausblick zur Entwicklung in und mit ANSYS wurden diskutiert.

Dieses Jahr haben die Forschenden am 3.6.2014 in Nürnberg, unmittelbar vor dem ANSYS CADFEM Users' Meeting, wieder die Gelegenheit, von Grama Bhashyam, Pierre Thieffry und auch von Yongi Zhu (ANSYS Inc.USA, Technical Fellow of Software Development, Nonlinear Analysis, Advanced Contact Technology for structural analysis) aktuelle Informationen über die Entwicklungen bei ANSYS zu erhalten und mit ihnen zu diskutieren. Interessierte sollten sich den Termin des Technologietages und natürlich auch vom anschließenden ANSYS CADFEM Users' Meeting vormerken.

Sehr große Nachfrage der Lehrenden konnten wir auch bei den Dozenten-Workshops verzeichnen. In den Workshops wurden Lehrunterlagen erläutert und weitergegeben, die direkt als Übungsaufgaben für Studenten verwendet werden können. Neben den Unterlagen bietet auch der Austausch mit anderen Teilnehmenden ein Mehrwert für die eigene Lehrtätigkeit. Angefangen haben wir mit Lehrunterlagen von Prof. Rust (Hochschule Hannover), die er in einem FEM-Labor verwendet. Im September 2013 sind für einen Dozenten-Workshop Strukturmechanik in einer weiteren Ausbaustufe neue Beiträge von Prof. Rust zu dem Bereich Nichtlinearitäten, von Prof. Schlägel (Hochschule Augsburg) zur Dynamik und von Prof. Schinagl (Hochschule Rosenheim) zum Festigkeitsnachweis nach der FKM-Richtlinie hinzugekommen.

Die für den 26. und 27. Februar 2014 durchgeführten Termine zu den beiden Ausbaustufen der Workshops waren schon kurz nach der ersten Ankündigung ausgebucht. Das Konzept des Dozenten-Workshops wird von CADFEM und ANSYS gemeinsam in einem kompakten Workshop während des ANSYS CADFEM Users' Meetings in Nürnberg am Freitag den 6. Juni 2014 fortgeführt. Dabei wird ein für die Lehre aufgearbeitetes Beispiel für die Fluid-Struktur-Kopplung vorgestellt. Für den September 2014 ist eine neue Ausbaustufe des Dozenten-Workshops geplant. Aufgrund der weiterhin großen Nachfrage der ersten beiden Stufen werden wir auch hierzu neue Termine in die Planung aufnehmen. Wer in Forschung oder Lehre tätig ist und über Aktionen in diesem Umfeld informiert werden möchte, sollte bitte Kontakt mit dem CADFEM Academic Team aufnehmen.

**Simulation ist mehr als Software.**
**Natürlich auch für Kunden aus Forschung und Lehre.**

**Weitere Informationen:**
Tobias Menke
Tel. +49 (0) 511-39 06 03-20
tmenke@cadfem.de
www.cadfem.de/academic

# ISGATEC: **Consulting für Dichtsysteme**

Die ISGATEC GmbH bietet technisches Consulting für Dichtsysteme, damit die Kunden schneller ans Ziel kommen. Aus einer Vielzahl möglicher Systeme erarbeiten die Experten von ISGATEC die technisch und wirtschaftlich beste Dichtungslösung. Nach gründlicher Analyse der Rahmenbedingungen geben sie einen Überblick über Vor- und Nachteile der jeweiligen Systemlösungen. Die weitere Betrachtung richtet sich dann auf die Machbarkeit, Qualitätskonstanz, Prozessintegration und -optimierung. Dabei schließen die Empfehlungen auch Impulse zur Auswahl geeigneter Lieferanten ein.

ISGATEC CONSULTING

www.isgatec.com

# Neues Seminar zur **Betriebsfestigkeit von Windenergieanlagen**

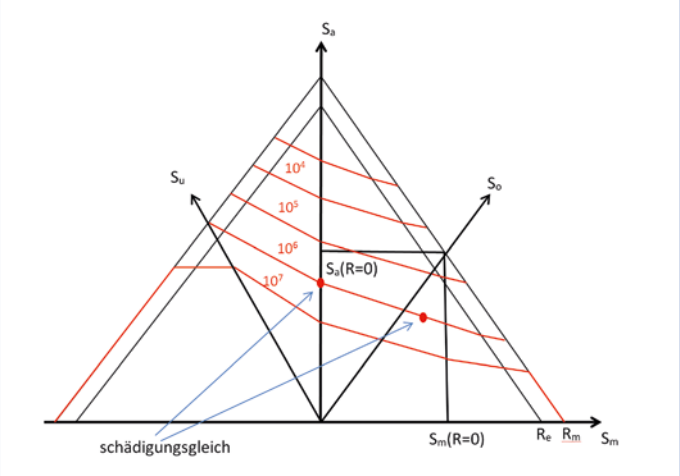



Bild: DNV GL

High Diagramm mit Linien der schädigungsreichen Lastspielzahlen.

Für die Zertifizierung von Windenergieanlagen nach DNV GL Richtlinien werden bestimmte Nachweise der mechanischen Eigenschaften gefordert. Insbesondere der Betriebsfestigkeitsnachweis metallischer Werkstoffe spielt eine zentrale Rolle. Mit Hilfe von ANSYS ist es möglich, FE-Workflows aufzusetzen, mit denen Maschinenbaukomponenten für Windenergieanlagen erfolgreich simuliert werden können. Die Simulationen reichen von der CAD-Modellierung, über die strukturmechanische Simulation, bis hin zum Betriebsfestigkeitsnachweis metallischer Werkstoffe. Den Teilnehmern des Seminars „Zertifizierungsgerechter Betriebsfestigkeitsnachweis von Maschinenbaukomponenten für Windenergieanlagen" wird die richtlinienkonforme Durchführung und Auswertung einer FE-Simulation anhand eines aussagekräftigen Beispiels unter Verwendung von ANSYS demonstriert.

Das Seminar wird in Kooperation mit Referenten von DNV GL und CADFEM durchgeführt.

DNV GL ist die weltweit größte Schiffs- und Offshore-Klassifikationsgesellschaft und ein renommierter Berater für die maritime Industrie sowie ein weltweit führender Anbieter von Software für das Risikomanagement und die Verbesserung des Anlagenbetriebs in der Energie-, Prozess- und Maritimen Industrie.

**Seminartermine**
17. bis 18. Juni 2014, CADFEM Hannover
18. bis 19. November 2014, DNV GL Hamburg

**Weitere Informationen**
Thomas Nelson
Tel. +49 (0) 80 92 70 05-47
tnelson@cadfem.de
www.cadfem.de/betriebsfestigkeitsnachweis

Lernen Sie unsere Simple-to-use HPC-Lösungen für schnelleres, effizienteres Berechnen kennen.

Besuchen Sie uns auf der ANSYS Conference & 32. CADFEM Users' Meeting, 4.–6. Juni 2014 in Nürnberg

**www.fujitsu.com/de/hpc**

Intel, das Intel Logo, Xeon, und Xeon Inside sind Marken der Intel Corporation in den USA und anderen Ländern.

shaping tomorrow with you

Bild: shutterstock.com/Digital Saint

# CADFEM **Engineering Simulation Cloud**

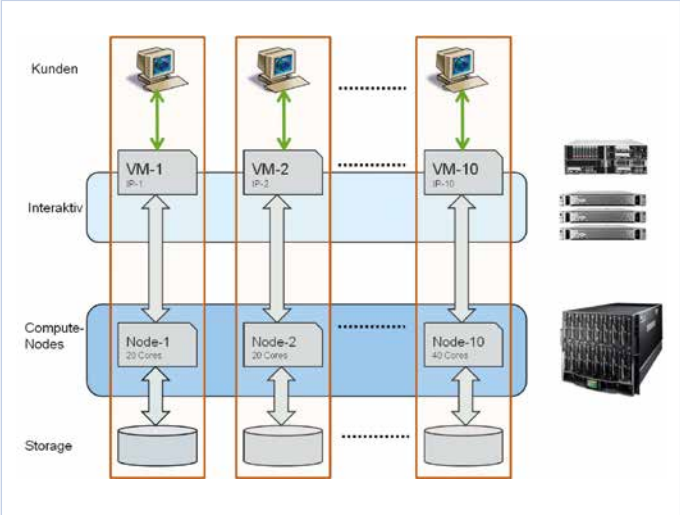
Viele Berechner setzen HPC-Plattformen (High Performance Computing) in Kombination mit ANSYS und LS-DYNA erfolgreich ein. Aber längst nicht überall in Industrie und Forschung ist Höchstleistungsberechnung etabliert. ANSYS wird vielmals auf einer eingeschränkten IT-Infrastruktur mit begrenzter Leistungsfähigkeit genutzt. Häufig fehlt der Zugriff auf schnelle und moderne Hardware. Zudem sind die Voraussetzungen auf Seiten der Soft- und Hardware oft nicht gegeben oder es fehlt das Know-how, um eine geeignete Infrastruktur für die sehr simulationsspezifischen Anforderungen zu konfigurieren und zu betreiben. Dies gilt insbesondere für die Wahl der richtigen Server-Konfiguration und für die Einrichtung von Tools für eine effiziente 3D-Visualisierung oder dem Remote Solve Management.

eCADFEM ist als eine Art Cloud-Dienst seit mehr als zehn Jahren im deutschsprachigen ANSYS Markt etabliert und bei vielen Kunden beliebt. Nun gehen wir den nächsten Schritt und bieten mit der neu geschaffenen CADFEM Engineering Simulation Cloud die Möglichkeit, nicht nur Software sondern auch Hardware als flexible Mietlösung mit durchgängigem Service zu nutzen.

ANSYS Strukturmechanik und CFD sowie LS-DYNA Computing Services aus der Cloud als Komplettpaket – individuell, flexibel, zuverlässig – und vor allem aus einer Hand. Aus Sicht der Anwender sind folgende Aspekte besonders hervorzuheben, und somit gleichzeitig wichtige Eigenschaften eines HPC Remote-Computing Dienstes:

- **Schnelle Bereitstellung:** Die Möglichkeit, eine virtuelle Infrastruktur „per Klick" hinzuzufügen und sofort nutzen zu können, erlaubt es CAE-Anwendern, ihre Produktivität zu erhöhen. Die zeitraubende Beschaffung und der Aufbau einer eigenen IT-Infrastruktur entfallen.
- **Stets genügend Kapazität:** Aufgabengerecht konfigurierte, leistungsfähige HPC-Ressourcen für Test- und Entwicklungszwecke können nach Bedarf flexibel und kostengerecht gebucht werden.
- **Variabilität der Ressourcen:** Die angebotene Server-Infrastruktur kann sowohl für Hintergrundprozesse, wie das Lösen von Simulationsaufgaben, als auch für interaktive 3D-Arbeiten, wie Modellaufbereitung, Vernetzung und Auswertung, genutzt werden und deckt damit die gesamte Bandbreite an Hardware-Anforderungen ab.
- **Sicherheit:** Die Nutzer der CADFEM Engineering Simulation Cloud sind strikt gegeneinander als auch nach außen abgeschottet. So bleiben Ihre Daten gut geschützt.
- **Fokus auf Kernkompetenzen:** Die CADFEM Engineering Simulation Cloud wird als Service zur Verfügung gestellt. CAE-Anwender müssen sich weder um die Bereitstellung noch um den Betrieb kümmern und können sich ganz auf die eigenen Simulationskompetenzen fokussieren.
- **Sicher zum Ergebnis:** Um Berechnungsaufgaben gemeinsam schneller zu lösen, kann auf Kundenwunsch eine gemeinsame Bearbeitung mit einem erfahrenen Projektingenieur von CADFEM realisiert werden.
- **Powered by HP und Nice DCV Desktop Cloud Visualization**

www.cadfem.de/engineering-cloud




Die Nutzer der CADFEM Engineering Simulation Cloud sind strikt gegeneinander als auch nach außen abgeschottet.

**Technologietage: Schnellere Ergebnisse mit HPC**

Informieren Sie sich über aktuelle Trends in HPC sowie IT-Technologie und -Services von CADFEM an den beiden kostenfreien Technologietagen am:

- 29. April 2014 in Hannover
- 28. Oktober 2014 in Böblingen

Weitere Details dazu und die Möglichkeit zur Anmeldung finden Sie auf unserer Homepage
www.cadfem.de/technologietag-hpc

**Weitere Informationen**
Gerhard Zelder, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-87
gzelder@cadfem.de

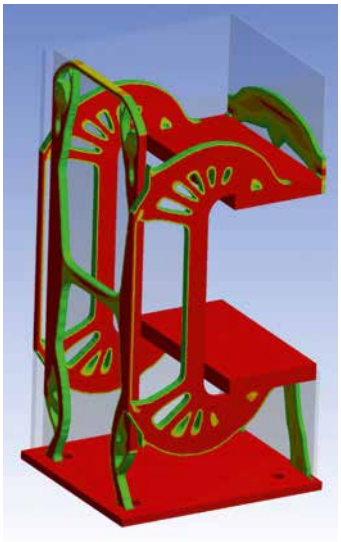
Derek Sweeney, Gründer und Geschäftsführer von CADFEM Ireland, ehemals IDAC Ireland.

## CADFEM **auf der grünen Insel**

Im Oktober 2013 haben die langjährigen Partnerunternehmen IDAC Ireland und die CADFEM GmbH bekanntgegeben, zukünftig ihren Weg noch enger gemeinsam zu gehen. Gleichzeitig wurde IDAC Ireland in CADFEM Ireland umbenannt. Derek Sweeney, Gründer und Geschäftsführer von CADFEM Ireland: „CADFEM steht für hochwertige CAE-Technologie im Bereich der numerischen Simulation. Unser oberstes Ziel ist es, unseren Kunden und dem irischen Markt ein umfassendes Portfolio von entsprechenden Engineering-Dienstleistungen zu bieten, sowohl die Technologien als auch das Know-how. CADFEM Ireland bleibt nach wie vor ein irisches Unternehmen, das jetzt auch ANSYS Anwendersupport bietet, und natürlich komplementäre CAE-Tools, IT- und Hardware-Service, ein umfassendes CAE-Training und -Schulungen. Damit werden alle entscheidenden Anforderungen auch für eine langfristig erfolgreiche Simulation in Irland erfüllt."

CADFEM Ireland Ltd
Derek Sweeney
Tel. +353 (0)1 676 3765
dsweeney@cadfemireland.com
www.cadfemireland.com

## Topologieoptimierung in ANSYS Workbench: **Innovative Formgebung**



Topologieoptimierung eines C-förmigen Pressengestells

Für Entwicklungsingenieure, die neue Ansätze für die Formgebung ihrer Bauteile erhalten möchten, steht seit kurzem das Werkzeug GENESIS Topology for ANSYS Mechanical (GTAM) von Vanderplaats Research & Development zur Verfügung. Damit lassen sich Topologieoptimierungen innerhalb der Workbench Umgebung durchführen, um die beste Materialverteilung für eine mechanisch belastete Struktur zu finden. Innerhalb eines gegebenen Design-Raums wird schrittweise an verschiedenen Stellen Material entfernt und so eine optimale Struktur erzeugt. GENESIS Topology for ANSYS Mechanical unterstützt verschiedene Analysearten, mehrere Lastfälle und kombinierbare Optimierungsziele. Darüber hinaus lassen sich Fertigungsrestriktionen berücksichtigen wie z. B. Symmetrie, Gießen oder Extrusion.
www.cadfem.de/topologie-webinar


dynardo
dynamic software & engineering

**6. – 7. November 2014 | cc neue weimarhalle**

**11. Weimarer Optimierungs- und Stochastiktage 2014**

Konferenz für CAE-basierte parametrische Optimierung, stochastische Analyse und Robust Design Optimierung (RDO).

**Call for Paper & Anmeldung unter: www.dynardo.de**

# CADFEM Networking: **TechNet Alliance Meeting**

The TechNet Alliance invites its members to network meetings held twice a year.

The TechNet Alliance Fall Meeting 2013 took place at Lake Garda, Italy, in October 2013 and was well attended by 73 members. The official part of the meeting started on Friday morning with an "Oil & Gas Initiative Meeting". Presentations were given by Bipin Patel from EnginSoft, Italy, and Johannes Will from Dynardo, Germany.

After lunch till late afternoon, a meeting for ANSYS channel partners took place and following topics were presented:

- **Update** by Marion Kappelmeyer, ANSYS Germany
- **Major Account Management Europe** by Jorge Ferreira, ANSYS Germany
- **Marketing Activities** by Paolo Colombo, ANSYS Italy
- **Fluids Strategy Update** by John Stokes, ANSYS Germany
- **Even-AG turns into ANSYS Switzerland** by Thomas Hirche, ANSYS Switzerland

In the evening, all attendees met for a welcome dinner at the hotel. On Saturday morning, Stefano Odorizzi from EnginSoft welcomed all attendees, and informed on company EnginSoft and its field of activities. Afterwards, Günter Müller from CADFEM gave an update on TechNet Alliance. Since TechNet Alliance is working on a new webpage, Sebastian Heinzel from company roomeon introduced the new idea to the audience. As announced on the meeting agenda, following presentations of potential new members were given till late afternoon:

- **Martian Terrain Traversability Analysis from Orbital Imagery** by Paolo Bellutta, NASA, USA
- **Multidisciplinary Approach to the USE of CAE Technology** by Davide Pinna, Ansaldo Energia, Italy
- **Computational Fluid Dynamics' (CFD) Recent Contributions to Increased Safety for Flying Into Known Icing** by Wagdi Habashi, McGill University / NTI Inc., Canada
- **High Performance Computing: How to Implement Cost Effective Solutions** by Piero Altoè, E4 Computer Engineering, Italy
- **Geomechanical Issues in the Oil&Gas Industry** by Giuseppe Gambolati, M3E, Italy
- **New Frontiers in Simulation Engineering – Uncertainty Quantification and Exascale Computing** by Gianluca Iaccarino, ICME Stanford University, USA
- **Towards the BEST Implants – Integrating CAE with Medicine and Meta-Analysis** by Michael Gasik, Aalto University, Finland
- **Charging Alternatives for Electric and Hybrid-Electrics Vehicles** by Andreas Vlahinos, Advanced Engineering Solutions, USA
- **3D Spatial Data Infrastructure Solution Based on the OGC-Standard City GML** by Ingolf Jung, virtualcitySYSTEMS, Germany
- **CityGML as Information Hub for Energy-Related Simulations and Planning at Urban Scale** by Giorgio Agugiaro, 3DOM-3D Optical Metrology Unit, Fondazione Bruno Kessler, Italy

Last but not least, Thomas Kil and Ingrid Palmowski from ARCUS (Charter Member Business Support) showed an amusing movie about their custom-made exhibition booths. On Saturday evening, the TechNet Alliance Fall Meeting 2013 closed with a dinner for all attendees at the excellent restaurant "Ai Beati" in Garda.

The next meeting, i. e. TechNet Alliance Spring Meeting 2014 will take place in Malta on April 11th and 12th, 2014.
www.technet-alliance.com

## Nützliche und interessante Webseiten **von CADFEM empfohlen**

Neben dem CADFEM Wiki (www.cadfem-wiki.com) und CADFEM auf Youtube (www.youtube.com/user/CADFEM) finden Sie im Internet die vielfältigsten Informationen, die Sie bei Ihren Simulationsanwendungen unterstützen. An dieser Stelle wollen wir immer mal wieder entsprechende Links mit kurzen Erklärungen dazu auflisten. Hier unsere ersten Tipps:

www.FailureCriteria.com
Informationen zur Versagenstheorie

http://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/
Thermophysikalische Materialdaten von Fluid-Systemen

http://web.mit.edu/lienhard/www/ahtt.html
Textbuch zum Wärmetransfer

https://www.efatigue.com/fatiguecalc.html
Umfassende Informationen zur Betriebsfestigkeit

Aber auch die traditionellen gedruckten Medien vermitteln wichtige Grundlagen und weitergehende Informationen, deshalb zusätzlich eine Buchempfehlung:

**Wilhelm Rust: Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen: Kontakt, Geometrie, Material;** 2. Auflage

# Neuerungen bei den **CADFEM ANSYS Extensions**

Neben der Neuauflage der CADFEM ihf Toolbox (siehe Seite 37) stehen auch die beiden CADFEM ANSYS Extensions CADFEM C.A.V.E. und FTI Forming Module for ANSYS in neuen Versionen zur Verfügung.

**CADFEM C.A.V.E. Version 4.0**
Die CADFEM Collaboration und Visualization Engine komprimiert Simulations-Ergebnisdaten um 99 %, ermöglicht eine 3D-Darstellung in Office- und Web-Applikationen sowie ein einfaches, unabhängiges Postprocessing. Mit der Version 4.0 bietet CADFEM C.A.V.E. folgende Neuerungen:

- Integration in ANSYS Version 15.0
- Unterstützung (neben ANSYS Mechanical) von ANSYS CFX und ANSYS Fluent
- Strukturierung großer Datenmengen durch Übernahme von Named Selections
- Datenkompression für LS-DYNA

**FTI Forming Module for ANSYS Version 4.0**
Das FTI Forming Module for ANSYS berücksichtigt den Fertigungsprozess der Blechumformung, das heißt dessen Einfluss auf die Bauteileigenschaften. Folgende Verbesserungen stehen mit der aktuellen Version zur Verfügung:

- Integration in ANSYS Version 15.0
- Unterstützung der Forming-Suite Version 2014 u.a. mit Multicore-Unterstützung
- Verbessertes Mapping für flexible Datenübertragung von der Umformsimulation

www.cadfem.de/extensions

## SENSOR+TEST 2014: **Willkommen zum Innovationsdialog**

Die Messtechnik-Messe SENSOR+TEST – 3. bis 5. Juni 2014 in Nürnberg (parallel zur ANSYS Conference & dem 32. CADFEM Users' Meeting) – bringt Angebot und Nachfrage zusammen: Wer zum Innovationsdialog in der Sensorik, Mess- und Prüftechnik etwas beizutragen hat, ist dabei. Wer an Sensorik, Mess- und Prüftechnik Bedarf hat, kommt dort hin. In zwei Messehallen präsentiert sich die gesamte Systemkompetenz für Mess-, Prüf- und Überwachungsaufgaben aller Branchen. Ausstellerforen, Live-Vorführungen und Sonderstände zu den Themen „Sicherheit" und „Sensoren und Systeme für die Bildverarbeitung" runden das Angebot ab. Besucher vertiefen ihr Fachwissen auf den parallel stattfindenden Kongressen „etc2014 – European Telemetry and Test Conference" sowie der ITG/GMA-Fachtagung „Sensoren und Messsysteme".
www.sensor-test.de

Bild: istockphoto.com/TommL

## Nachruf: **Gerhard Müller**

*26.02.1950 † 06.11.2013

**Gerhard Müller war ein Mann der ersten Stunde hinsichtlich der FE-Berechnungen mit ANSYS in Deutschland.**

Schon Ende der 1970iger-Jahre war er bei Siemens KWU wegweisender Experte für FEM-Programme, insbesondere ANSYS. Zusammen mit der Control Data GmbH und seit 1985 mit der CADFEM GmbH hat er die Verbreitung des Einsatzes der FEM-Methode in seiner Firma engagiert und äußerst erfolgreich vorangetrieben. Mit fachgerechter Beratung, Auftragsberechnung, Seminaren, Support und der Organisation von Nutzertreffen ist er neuen und erfahrenen Anwendern inhaltlich immer kompetent beiseite gestanden. Darüber hinaus war er federführend aktiv bei der Verhandlung von weltweiten Software-Rahmen-verträgen und der kaufmännischen Anwenderbetreuung. Ab Mitte 2003 hat er auch mit der neugegründeten ANSYS Germany sehr eng zusammengearbeitet, um die CFD Anwendung innerhalb der Siemens AG zu etablieren.
Seit Anfang 2000 bis zu seiner vorzeitigen Pensionierung hat er Siemens Power Generation in der TechNet Alliance vertreten und bei den halbjährigen Meetings Wissen und Erfahrungen mit internationalen Firmen und ANSYS Channel Partnern anderer Länder ausgetauscht.
Als aktives Gründungsmitglied im ANSYS USER Club e.V. war er eine unerschöpfliche Quelle von Ideen und Anregungen. Seit seinem Ruhestand war er die Seele der AUC Internetseite und vertrat den AUC im Advisory Board von ANSYS. Er war immer unermüdlich unterwegs, um Mitglieder für den AUC zu werben und auf Grund seiner Beziehungen in der Berechnungswelt konnten wir nur von seinen Tätigkeiten profitieren. Wir werden Gerd nicht vergessen.
Gerhard Müller war auch Mitglied im Steering Committee von NAFEMS DACH und hat dort mehrere Seminare geleitet und zuletzt auch die NAFEMS CFD Working Group mit aufgebaut.
Der Tod von Gerhard traf uns alle unvermittelt. Wir denken an seine Familie und wünschen ihr Kraft und Zuversicht für die schwere Zeit, die vor ihr liegt.

CADFEM GmbH ANSYS Germany GmbH
TechNet Alliance AUC e.V.

ESSS automatisiert Simulation mit ANSYS EKM

# CAE auf hoher See

Als Vertriebspartner von ANSYS in Südamerika ist das brasilianische Unternehmen ESSS (Engineering Simulation and Scientific Software) sowohl Mitglied in der TechNet Alliance als auch CADFEM Partner. Die Geschäftstätigkeit von ESSS umfasst Service-, Vertriebs- und Consulting-Aktivitäten. Mit insgesamt 170 Mitarbeitern ist ESSS auch in Argentinien, Chile, Kolumbien, Peru und den USA vertreten.

Die Zusammenarbeit mit CADFEM ist gekennzeichnet durch den Austausch von Mitarbeitern und Know-how. So arbeitet Lucas Kostetzer sowohl für ESSS als auch für CADFEM und hat in Deutschland das von CADFEM esocaet organisierte Masterstudium absolviert.

ESSS, gegründet 1995, ist in Südamerika unter anderem im Bereich der Ölförderung sehr aktiv und betreut dort Projekte, bei denen Simulationsprozesse mit ANSYS EKM automatisiert werden. Zu den Kunden gehört beispielsweise Petrobras, das größte Unternehmen in Brasilien, das in der Offshore-Ölförderung eine technologisch führende Stellung einnimmt und eine der weltweit größten Flotten von Ölplattformen unterhält. ANSYS wird bei Petrobras als Standard-Software für Strukturmechanik und Strömungsanalyse eingesetzt, wobei mehr als 300 ANSYS Anwender in über 50 Abteilungen die Simulationssoftware nutzen und von ESSS betreut werden.

## Expertenwissen wird integriert

Generell deckt der ANSYS Engineering Knowledge Manager (EKM) alle Aspekte bezüglich Datensicherung, Nachvollziehbarkeit, Prozessautomatisierung, Datenaustausch und Erfassung des Ingenieurwissens ab. Damit lässt sich auf Basis einer modernen Hardware-Infrastruktur eine effiziente simulationsgestützte Produktentwicklung (Simulation Driven Product Development) umsetzen.

Ziele der Prozessautomatisierung von numerischen Berechnungen sind unter anderem die Standardisierung von sogenannten Best-Practices im Simulationsbereich, die Einbindung von verschiedenen Ingenieurteams, damit diese Simulationen intensiv nutzen können, und eine Etablierung von vielfältigen numerischen Berechnungen in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen. Außerdem lässt sich mit solchen Lösungsansätzen das Know-how von erfahrenen Berechnungsingenieuren in die Simulationsanwendungen integrieren, um es beispielsweise neuen, unerfahrenen Ingenieuren zur Verfügung zu stellen.

## Schnell belastbare Entscheidungsgrundlagen

Prozessautomatisierungen dienen zum Beispiel dazu, dass Berechnungsexperten von Routinetätigkeiten befreit beziehungsweise die erforderlichen Bearbeitungszeiten verkürzt werden. Aber auch Nicht-Experten können von Automatisierungen profitieren, indem sie mit entsprechend einfach gehaltenen Benutzeroberflächen durch Standardsimulationen geführt werden.

Ein Beispielprojekt für die Automatisierung im Bereich der Strömungsanalyse (Computational Fluid Dynamics – CFD) sind Untersuchungen bezüglich des Austretens und der Verbreitung von gesundheitsgefährdenden oder explosionsgefährlichen Gasen auf Ölplattformen und Industrieanlagen. Um eventuell gefährliche Konzentrationen möglichst frühzeitig zu erkennen, werden in den eventuell kritischen Bereichen der Verarbeitungsanlage entsprechende Detektoren positioniert. Mit automatisierten CFD-Analysen wird dann überprüft, ob die Anzahl der Detektoren ausreichend ist und diese gut positioniert sind. Dazu müssen lediglich die Parameter für den Gasaustritt sowie die

**Bild 1:** Versorgungsschiff während des Betriebs an

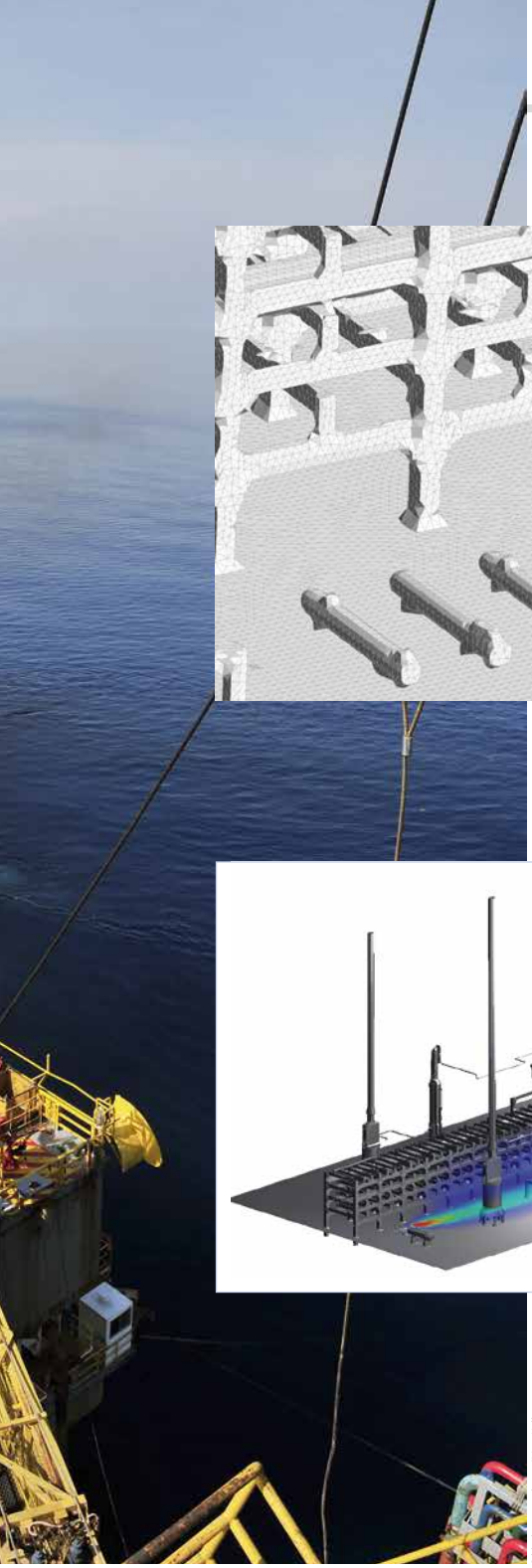


Bild: shutterstock.com/Marc Hall

einer Bohrinsel vor der Küste von Brasilien.

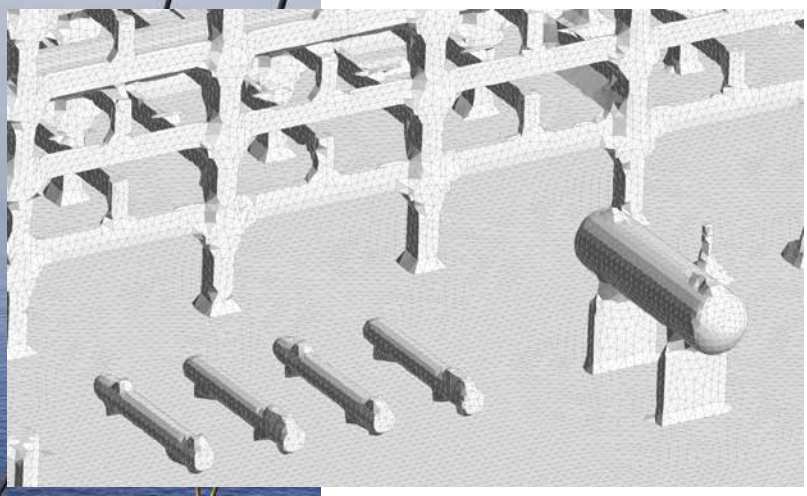


**Bild 2:** ANSYS ermöglicht eine automatisierte Vernetzung für die CFD-Simulation.

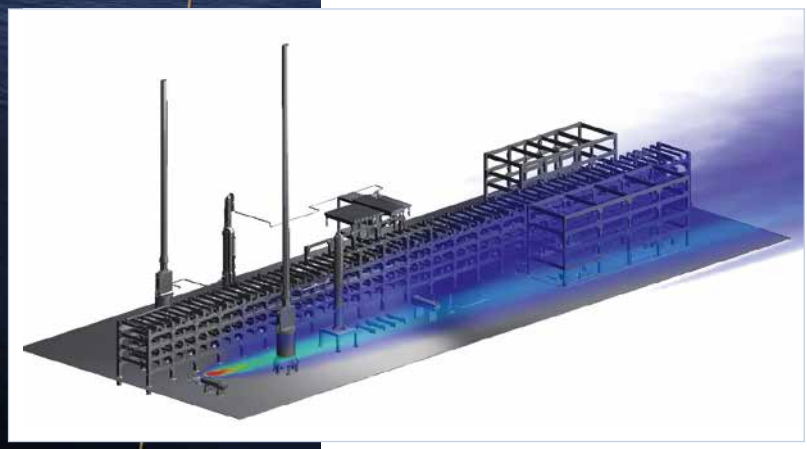


**Bild 3:** Ausbreitung von Wasserstoff, der bei erhöhter Konzentration explosiv sein kann.

Windverhältnisse festgelegt werden. Die Darstellung in Bild 3 zeigt beispielhaft die Ausbreitung von Wasserstoff, der bei erhöhter Konzentration explosiv sein kann.

Als Grundlage für solche Simulationen dient ein komplexes CAD-Modell der Verarbeitungsanlage. Müssen ohne Automatisierung verschiedene Varianten berechnet werden, so sind auch bei nur geringfügigen Änderungen zeitintensive Geometrieaufbereitungen und Netzanpassungen erforderlich. Werden jedoch automatisierte Prozesse eingeführt, kann mit Hilfe der Simulation eine effiziente Optimierung der Sensorpositionierung der Anlagen vorgenommen werden. So ließ sich bei einem Projekt beispielsweise der Zeitaufwand, der für die manuell durchgeführten Berechnungen notwendig war, durch die Automatisierung von rund vier Wochen auf eine Woche reduzieren.

## Nachvollziehbarkeit durch einheitliches Vorgehen

Ein weiterer Vorteil der Automatisierung von Simulationsprozessen sind die reproduzierbaren Ergebnisse, da immer nach dem gleichen Standard berechnet wird, mit dem unter anderem festgelegt wird, welches Setup und welches Geometriemodell zu benutzen sind und wie die Vernetzung erfolgen soll. All diese Angaben können in ANSYS Workbench integriert und dort vordefiniert werden, so dass verschiedene Berechnungen mit nur einem Postprocessing durchführbar sind und anschließend die gewünschten Ergebnisberichte automatisch erstellt werden.

Da der Zugriff auf die mit ANSYS EKM automatisierte Simulationslösung über einen Standard-Web-Browser erfolgt, kann die Durchführung der Berechnungen von beliebigen Standorten aus gestartet werden, auch direkt von der Offshore-Plattform. Als Ergebnis kann ein per E-Mail verschickter Standardreport geliefert werden, der tabellarische Informationen und Grafiken enthält.

## HPC-Anwendungen effizient nutzen

Außerdem können durch die Automatisierung in begrenzter Zeit mehr Simulationen durchgeführt werden. Die Nutzung der ANSYS Software mit HPC-Unterstützung (High Performance Computing) führt zu einer weiteren Beschleunigung, so dass die Ergebnisse schnell verfügbar sind und auch die vorhandenen Hardware-Ressourcen besser ausgelastet werden. Speziell für die Entscheider sind schnell verfügbare und belastbare Informationen wichtig. Da Messungen bei zahlreichen Anwendungsfällen in der Ölindustrie nicht möglich sind, dienen Simulationen als einzige Entscheidungsgrundlage.

## Projektzeiten werden reduziert

Insgesamt kann festgestellt werden, dass sich Mittels der von ESSS entwickelten Automatisierungen das vorhandene Experten-Know-how beim Kunden erfassen lässt und einem großen Kreis von Mitarbeitern bereitgestellt werden kann. Die gleichzeitige Nutzung der HPC-Fähigkeiten von ANSYS führen zu einer zusätzlichen Reduzierung der Projektzeiten. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass allen Beteiligten mehr und fundiertere Informationen über die Machbarkeit und Risiken von Projekten zur Verfügung gestellt werden, so dass eine sichere Entscheidungsgrundlage vorhanden ist, was letztendlich ein wichtiger Schlüssel zum Erfolg ist.

**InfoUnternehmen**
www.esss.com.br

**InfoAnsprechpartner** | ESSS
Ismael Daoud, ESSS
ismael.daoud@esss.com.br

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Lucas Kostetzer
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-948
lkostetzer@cadfem.de
lucas.kostetzer@esss.com.br

Produkte, Service und Wissen aus einer Hand

# Simulation macht vieles möglich

Sollen wegweisende Innovationen entwickelt, neue Maßstäbe in der Produktqualität gesetzt sowie Entwicklungszeiten und Kosten reduziert werden, dann setzen die Verantwortlichen für die Produktentwicklung heutzutage auf die numerische Simulation.

## Produkte

ANSYS
Komplementäre Software
eCADFEM
CAE-Infrastruktur

## Service

Einstieg in die Simulation
Anwendersupport
Simulation im Auftrag
Softwareanpassung
IT-Dienstleistung

## Wissen

Software-Seminare
Info-Veranstaltungen
CADFEM esocaet
CADFEM Users' Meeting
TechNet Alliance
Fachmedien

Damit werden Produktideen und Optimierungspotentiale zeit- und kosteneffizient am Bildschirm ausgelotet und umgesetzt, indem das Verhalten von Produkten und Fertigungsprozessen detailliert analysiert und die unterschiedlichsten Varianten systematisch bewertet werden. Als Ergebnis entsteht ein Produkt, das von Anfang an sowohl bezüglich der Herstellungsverfahren als auch der gewünschten Funktionalität und Belastbarkeit – unter Berücksichtigung der Streuung relevanter Parameter – optimiert wurde. Das erhöht einerseits die Wettbewerbsfähigkeit des Herstellers. Andererseits profitieren davon Mensch und Umwelt insgesamt, da Produkte mit deutlich höherer Qualität und geringerem Ressourcenbedarf entstehen.

Weil aber Software allein noch keinen Simulationserfolg garantiert, ist CADFEM sowohl Systemhaus und Ingenieurdienstleister als auch Ausbildungs- und Informationsanbieter in einem. Auf dieser Grundlage werden Produkte, Service und Wissen – die individuellen Gegebenheiten berücksichtigend – zu einer maßgeschneiderten Lösung für den Kunden zusammengestellt. Aus einer Hand erhalten diese alles, was über ihren Simulationserfolg entscheidet:

- Software und IT-Lösungen.
- Beratung, Schulung, Engineering.
- Know-how auf dem neuesten Stand.

## Neue Erkenntnisse durch Systemsimulation

Mit mehr als 30 Jahren Erfahrungen kann CADFEM auf viele erfolgreich eingesetzte Simulationslösungen bei seinen Kunden verweisen. Mit dazu gehört der Fräsmaschinenhersteller Hermle, der seit rund zehn Jahren die Software ANSYS und die umfassenden CAE-Dienstleistungen von CADFEM nutzt, um die Produktentwicklung zu verbessern. Zur Bewertung des schwingungstechnischen Maschinenverhaltens der Werkzeugmaschinen wird mit Hilfe der Systemsimulation das gesamte mechatronische System aus Antrieb, Regelung, Messsystem und Maschinenstruktur untersucht.

Die Erkenntnisse aus der Simulation haben dazu geführt, dass eine neu entwickelte Maschine heute in der Regel keiner gravierenden Änderung mehr unterliegt, die eine Markteinführung massiv verzögern könnte. Deshalb ist für die Verantwortlichen bei Hermle eine Maschinenentwicklung ohne Simulationseinsatz undenkbar geworden.

## Umfassender Know-how-Transfer

Auch der Bad- und Sanitärspezialist Hansgrohe hat sich etwa zum Jahrtausendwechsel für den Einsatz der ANSYS Software und für die CAE-Unterstützung durch CADFEM entschieden. Die Berechnungsingenieure dort profitieren besonders von der integrierten Simulationsplattform ANSYS Workbench, mit der die verschiedenen Anwendungsbereiche abgedeckt werden. Consulting-Projekte, firmenspezifische Schulungen und Weiterbildungen – beispielsweise das berufsbegleitende Masterstudium, das von CADFEM esocaet organisiert wird – sorgen für einen umfassenden Know-how-Transfer.

## Frühzeitiger Simulationseinsatz

Bei der KSPG AG spielt die Simulation mit ANSYS ebenfalls eine wichtige Rolle, um neue Produkte für den Automobil- und Nutzfahrzeugbereich zeit- und marktgerecht zu entwickeln. Systematische Studien und Parameteruntersuchungen sind wesentliche Aspekte für den frühzeitigen Einsatz von Simulationslösungen (Frontloading). Um noch mehr und umfassendere Simulationen durchführen zu können, hat sich KSPG für HPC-Hardware (High Performance Computing) entschieden, die durch CADFEM betreut wird. Zusätzlich wird zukünftig die Automatisierung von immer wiederkehrenden Simulationsprozessen die konstruktionsbegleitende Berechnung erleichtern und so mehr Mitarbeitern den Simulationseinsatz ermöglichen.

## High Performance Computing

Eine Berechnungslösung für seine wachsenden Ansprüche suchte der Baumaschinenhersteller Komatsu Hanomag und entschied sich für die von CADFEM angebotenen ANSYS Software. Damit die neue Software möglichst effizient eingesetzt wird, nutzt Komatsu Hanomag das Informations- und Schulungsangebot von CADFEM, aber auch HPC-Hardware. Hilfreich waren unter anderem das dreimonatige CAE-Training „eFEM für

# Inhalt Themenschwerpunkt

Hansgrohe:
Einheitliche Simulationsplattform schafft Vorteile
Mit Wasser wohlfühlen . . . . . Seite 19

Hermle:
Simulation verschiebt die Grenzen des Machbaren
Besser fräsen . . . . . Seite 22

Komatsu Hanomag:
Lösungskonzept von CADFEM überzeugte
Qualität für die Baustelle . . . . . Seite 26

KSPG Automotive:
Simulation als Motor der Produktentwicklung
Der richtige Dreh . . . . . Seite 29

Praktiker“, die Info-Webinare, die ANSYS Conference & das CADFEM Users’ Meeting sowie die Fachbücher.

Diese Anwendungsszenarien, vier Beispiele von mehr als 2.000 CADFEM Kunden, die im Themenschwerpunkt auf den nächsten Seiten näher beschrieben werden, zeigen einen breiten Querschnitt an unternehmensspezifischen Anforderungen an die jeweils optimale Simulationslösung. Deren Potential lässt sich dann vollständig ausschöpfen, wenn die leistungsfähige Software durch entsprechende Hardware und IT-Infrastrukturen, einen umfassenden Service sowie eine gute Ausbildung und die ständige Erweiterung des Wissens ergänzt wird.

**CADFEM bietet alles aus einer Hand: Produkte, Service und Wissen, denn Simulation ist mehr als Software**

## Produkte
Software und IT-Lösungen

### ANSYS
ANSYS bietet Programme für nahezu jede Anwendung. In Industrie, Forschung und Lehre zählt ANSYS zu den meistgenutzten CAE-Lösungen. Als ANSYS Competence Center FEM betreuen wir die Anwender in Zentraleuropa und sind bereits seit 1985 enger Partner von ANSYS, dem weltgrößten Anbieter von Simulationssoftware.

### Komplementäre Software
Unser Softwareportfolio deckt auch Spezialanforderungen ab. Mit dem Stand-alone-Programm LS-DYNA und weiteren zu ANSYS komplementären Produkten wie AnyBody, Diffpack, optiSLang oder der CADFEM ihf Toolbox (u. a. FKM) aus den CADFEM ANSYS Extensions.

### eCADFEM
Mit eCADFEM (www.ecadfem.com) nutzen Sie CAE-Programme besonders flexibel und bedarfsgerecht. Sie greifen nur dann auf Ihr Kontingent zu, wenn Sie die Software tatsächlich brauchen. Eine wirtschaftliche Lösung, die schon 750 Kunden überzeugt hat.

### CAE-Infrastruktur
Auspacken, einschalten, loslegen. Das können Sie mit unseren Hardwarelösungen. Denn auf Wunsch erhalten Sie Ihr System bereits nach eigenen Vorgaben installiert, vorkonfiguriert und getestet.

## Service
Beratung, Support, Engineering

### Einstieg in die Simulation
Mehr als 2.000 Kunden nutzen Simulationslösungen von CADFEM. Viele haben wir bei der Einführung mit Rat und Tat unterstützt. Vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen haben wir einen mittlerweile vielfach bewährten Prozess zur Simulationseinführung entwickelt. Nicht kompliziert, nicht langwierig, nicht aufwändig – aber sicher und erfolgreich für unsere Kunden.

### Anwendersupport
Mehr als 30 CADFEM Ingenieure unterstützen Sie im Tagesgeschäft. Etwa bei Bedienfragen oder beim Prüfen und Bewerten Ihrer FEM-Modelle und Workflows, damit Sie keine Zeit verlieren und sich auf Ihre Ergebnisse verlassen können.

### Simulation im Auftrag
Als Ingenieurdienstleister führen wir Konzeptanalysen, entwicklungsbegleitende Simulationen und Nachweise für Sie durch. Neben den Ergebnissen unseres Engineerings erhalten Sie auch fertige Berechnungsmodelle und dokumentierte Lösungswege auf Basis des CADFEM Softwareportfolios.

### Softwareanpassung
Mit CADFEM können Sie unternehmensweite Standardworkflows etablieren, sodass selbst Nicht-FEM-Experten Routineaufgaben meistern. Ihre Vorteile: Reibungslose Abläufe und unternehmensweite, einheitliche Simulationsstandards. Darüber hinaus entwickeln wir für Sie firmenspezifische Funktionserweiterungen und vertikale Applikationen.

### IT-Dienstleistungen
Unser Systemservice reicht von Installation, Konfiguration und Inbetriebnahme vor Ort über Wartung und Hardwaresupport bis hin zu individuellen Zusatzleistungen. Außerdem unterstützen wir Sie bei Planung, Umsetzung und Betrieb einer optimalen IT-Infrastruktur für CAE.

## Wissen
Know-how-Transfer

### Seminare + Infotage
Mit regelmäßigen Seminaren und Informationstagen (über 8.000 Teilnehmertage/Jahr) zu zahlreichen CAE-Themen bleiben CAE-Anwender auf dem neuesten Stand und erhalten gezielte Weiterbildung.

### CADFEM esocaet
esocaet (European School of Computer Aided Engineering Technology, www.esocaet.com) steht für zertifizierte CAE-Weiterbildung: von Seminar über Sommerschule bis Hochschulstudium. Ideal für Ihre CAE-Karriere.

### CADFEM Users’ Meeting
In Kooperation mit ANSYS organisieren wir die größte jährliche Fachkonferenz zur numerischen Simulation: ANSYS Conference & CADFEM Users´ Meeting (www.usersmeeting.com). Seit über 30 Jahren der Treffpunkt für CAE-Anwender unterschiedlicher Branchen. Die Konferenz vermittelt neuestes CAE-Wissen und wird von 800 und mehr Teilnehmern besucht.

### TechNet Alliance
Als Initiator und Mitglied der TechNet Alliance hat CADFEM Zugang zum Know-how von über 1.000 CAE-Experten weltweit. Das Netzwerk zählt mehr als 50 Unternehmen aus über 20 Ländern.

### CADFEM Fachmedien
Unsere Fachmedien bieten Ihnen direkten Zugang zu aktuellem CAE-Wissen. Mit dem CADFEM Journal, unserer Kundenzeitschrift, informieren sich mehr als 35.000 Simulationsinteressierte zu aktuellen Themen. Online hat sich das CADFEM Wiki (www.cadfem-wiki.com) als CAE-Nachschlagewerk etabliert. Fachbücher runden unser Medienangebot ab.

Einheitliche Simulationsplattform schafft Vorteile

# Mit Wasser wohlfühlen

Da in ANSYS Workbench verschiedene Simulationslösungen in einer einheitlichen Umgebung integriert sind, kann Hansgrohe mit einem relativ kleinen CAE-Team ein großes Spektrum an Berechnungsdienstleistungen den eigenen Kollegen aus der Forschung und Entwicklung bereitstellen. Durch die integrierte Simulationsplattform für verschiedene Anwendungsbereiche profitieren die Berechnungsingenieure von sehr deutlichen Synergieeffekten.

Außerdem führt die frühzeitige Durchführung von Simulationen zur Reduzierung der Optimierungsschleifen in späteren Phasen der Produktentstehung und damit zu kürzeren Entwicklungszeiten. Zusätzlich zur bisher schon intensiven Nutzung der Dienstleistungen von CADFEM – wie Berechnungen im Auftrag (Consulting), Update-Schulungen und firmenspezifischen Seminaren – wird seit kurzem auch auf die von CADFEM esocaet organisierte berufsbegleitende Weiterbildung gesetzt, um mittels des Masterstudiums den Simulationsnachwuchs optimal auszubilden.

Jochen Armbruster, heute Leiter CAE, Rapid Prototyping & Technologiemanagement bei Hansgrohe, kam Ende der 1990er Jahre über seine Diplomarbeit im Bereich Maschinenbau/Kunststofftechnik zur CAE-Technologie. Hierbei implementierte er die Moldflow Software zur Durchführung von Füllsimulationen an Kunststoffbauteilen. Mit der Zeit stieg auch der Bedarf an

FEM-Berechnungen, der zunächst durch CAD-integrierte Simulationsanwendungen abgedeckt wurde. Mit diesen stießen die Ingenieure bei Hansgrohe jedoch relativ schnell an die Grenzen des Machbaren. Folglich wurden die am Markt verfügbaren FEM-Systeme begutachtet und letztendlich erfolgte die Entscheidung zugunsten von ANSYS. „Damals bereitete bei vielen anderen Systemen bereits der CAD-Import enorme Probleme, der mit unseren Modellen mit ANSYS aber einwandfrei funktionierte. Darüber hinaus haben uns durch CADFEM präsentierte strukturmechanische Benchmark-Simulationen an unseren Handbrausen hinsichtlich Bedienkomfort der Workbench-Umgebung, Ergebnisqualität der Berechnungen und aufgezeigte mögliche Ausbaustufen hin zu einer späteren Multiphysik-Umgebung überzeugt“, berichtet Jochen Armbruster.

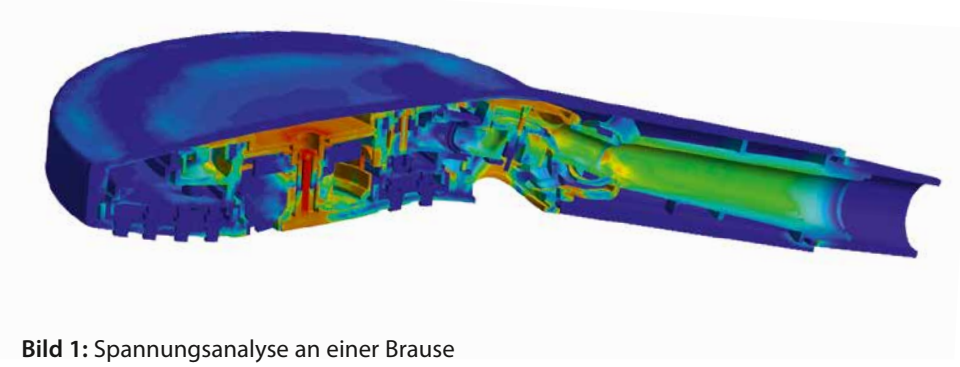


**Bild 1:** Spannungsanalyse an einer Brause

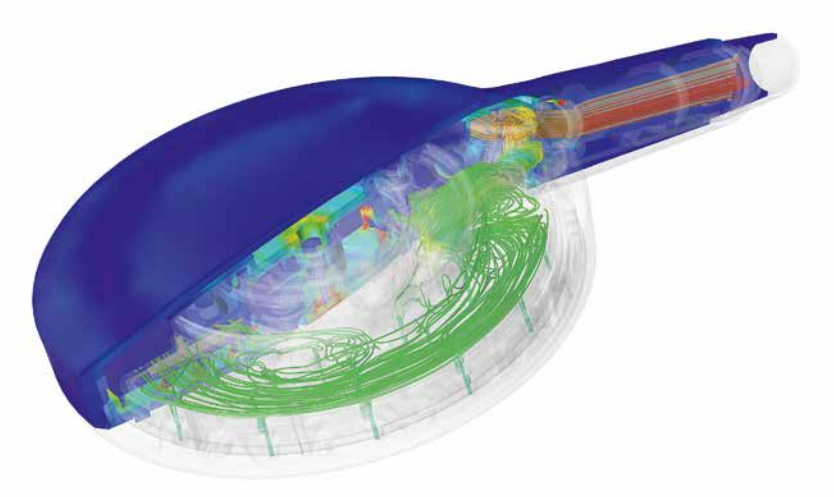


**Bild 2:** Schnittdarstellung mit einer Fluid-Struktur-Interaktion (FSI).

Bilder: Hansgrohe

## Vielfältige CAE-Anwendungsfelder

In den letzten zehn Jahren haben sich die Berechnungsingenieure bei Hansgrohe sehr vielfältige CAE-Anwendungsfelder erschlossen. Davon profitieren sämtliche Produkte wie Mischer, Unterputzarmaturen, Kopfbrausen, Schwallstrahler, Thermostate und Ventile. Zu den Anwendungen gehören unter anderem explizite Falltests für Handbrausen, Pendelschlagsimulationen bei Armaturen, implizit statisch nichtlineare FEM-Analysen von verschiedenen Baugruppen, gekoppelte Fluid-Struktur-Berechnungen bei Brausen und Ventilen sowie explizite Dichtungsauslegungen, aber auch stationär parametrisierte und transiente Strömungsaufgaben. „Zusätzlich zu den Funktionsanforderungen an unsere Produkte berechnen wir aber auch hochgradig nichtlineare Lastfälle, die in unseren Montageprozessen auftreten können, zum Beispiel Einschraubvorgänge und Drehmomentbelastungen an real ausmodellierten 3D-Gewindeflanken bei unseren Kunststoffbauteilen“, erklärt Jochen Armbruster und betont, dass heute eigentlich jedes Produkt von Hansgrohe durch Simulationen optimiert wird.

Die ersten Falltests waren zum Beispiel im Jahr 2007 notwendig geworden, da die Berechnungsingenieure durch die neuen Bicolor-Brausen, die aus einem Ober- und einem Unterteil als Schalenbauteil zusammengesetzt werden, mit neuen Anforderungen konfrontiert waren. Zunächst wurde CADFEM beauftragt, entsprechende Falltests zu berechnen, was mit LS-DYNA realisiert wurde. Aufgrund der aufschlussreichen Ergebnisse und dem Wunsch nach einer systematischen Weiterentwicklung entschieden sich die Verantwortlichen bei Hansgrohe für die Implentierung von LS-DYNA. Gleichzeitig wurde der dazugehörige Know-how-Transfer von CADFEM zu den Berechnungsingenieuren bei Hansgrohe durchgeführt.

„Nach erfolgreichem Abschluss des Consulting-Projektes erfolgte der Know-how-Transfer von CADFEM zu Hansgrohe.“

## ANSYS Workbench hat sich extrem gut entwickelt

„Die ANSYS Workbench hat sich in den letzten Jahren extrem gut entwickelt, speziell bezogen auf die Anwenderfreundlichkeit, das Pre- und Postprocessing und das Konvergenzverhalten“, betont Jochen Armbruster. „Die noch relativ neue Integration von LS-DYNA in die Workbench und die umfassenden Neuerungen in ANSYS 15.0 erhöhen für uns den Nutzen, da wir jetzt alle strukturmechanischen und CFD-Aufgabenstellungen in einer Anwendungsoberfläche behandeln können. Hieraus ergeben sich für uns im Vergleich zu Standalone-Lösungen signifikante Vorteile im Datenhandling und unseren CAE Workflows. Künftig erhoffen wir uns auch durch die Verfügbarkeit von MoldSim – einer Software aus der CADFEM ihf Toolbox – dass eine vollständige Durchgängigkeit von Moldflow zu ANSYS gegeben sein wird, was eine zusätzliche Erleichterung für unsere Ingenieure bei der Auslegung von faserverstärkten Bauteilen mit anisotropen Eigenschaften bedeuten würde.“

Wenn im Laufe der Zeit neue Software-Versionen erscheinen, wie jetzt bei ANSYS 15.0, besuchen die Anwender von Hansgrohe jeweils die Update-Schulungen bei CADFEM, denn dadurch erhalten sie einen guten Überblick über Neuerungen und können eventuell dazu auftretende Fragen mit den CADFEM Spezialisten sofort klären. „Oft nutzen wir aber auch firmenspezifische Schulungen, die von CADFEM angeboten werden, zum Beispiel zur Integration von LS-DYNA in ANSYS Workbench oder im CFD-Bereich

## **Info:** Hansgrohe

Die gesellschaftliche Verantwortung, der Umweltschutz und die nachhaltige Ausrichtung werden von Hansgrohe als Voraussetzung gesehen, um die über hundertjährige Firmengeschichte erfolgreich fortzuschreiben und langfristig am Markt zu bestehen. Der Bad- und Sanitärspezialist ist bekannt für das zeitlose Design, modernste Technik und beste Qualität seiner Armaturen und Wasserhähne der Marken Hansgrohe und Axor für Dusche, Wanne, Waschtisch und Küche. Hansgrohe blickt auf eine gewachsene Innovationskultur zurück, gepaart mit unternehmerischem Denken – und angereichert mit großer Leidenschaft für das Element Wasser. Rund ein Drittel des Gesamtumsatzes von über 800 Millionen Euro (2012) wird mit Produktneuheiten erzielt. Und dabei werden die Entwicklungszeiten und Innovationszyklen immer kürzer, denn von der ersten Idee bis zum fertigen Produkt vergehen heute nur noch 12 bis 18 Monate.

durch die Kollegen von ANSYS Germany“, erläutert Jochen Armbruster zum internen Weiterbildungskonzept. Dazu werden mit dem Seminarleiter von CADFEM vorab die entsprechenden Hauptanwendungsgebiete besprochen, so dass während der Schulung bei Hansgrohe den Berechnern an Beispielen aus diesen Bereichen relevante Vorgehensweisen erklärt und spezielle Fragen dazu beantwortet werden können. Insgesamt wird von den Berechnungsingenieuren der sehr gute Service und Support von CADFEM gelobt, von dem sie umfassende Antworten, die schnell weiterhelfen, gewohnt sind.

## Beschleunigung durch High-Performance-Computing

Zur Beschleunigung der Simulationen nutzt Hansgrohe seit mehreren Jahren konsequent HPC-Lösungen. Mit High-Performance-Computing (HPC) sowie der zusätzlichen Nutzung von Graphics-Processing-Units (GPU) für die Berechnung werden signifikante Zeitersparnisse erzielt. Dazu erklärt Jochen Armbruster: „Bei uns sind alle Workstations der Berechner für den HPC-Einsatz geeignet, wobei wir auch bei der Hardware-Auswahl auf das Know-how von CADFEM zurückgreifen konnten und gut beraten wurden.“ Langfristig sollen die einzelnen Workstations durch eine zentrale Konfiguration ersetzt werden, um den Administrationsaufwand zu minimieren. Bei den CAD-Arbeitsplätzen wurde dies schon realisiert, so dass die Konstrukteure auch aus dem Homeoffice oder von anderen Orten jederzeit auf eine leistungsfähige Hardware-Plattform, auf der ihr CAD-System läuft, zugreifen können.

Ergänzend zu den lokalen Simulationslizenzen nutzen die Ingenieure von Hansgrohe auch eCADFEM, den On-Demand-Service von CADFEM, der eine minutengenau abgerechnete Nutzung von Simulationsprogrammen ermöglicht. Dieser Service wird unter anderem für Praktikanten oder sonstige Fachkräfte genutzt, die Hansgrohe meist nur kurzfristig unterstützen.

„Im Strömungsbereich setzen wir seit längerem die Software CFX von ANSYS ein und wollen diese eventuell zukünftig durch die Fluent-Lösung von ANSYS ergänzen, um ein erweitertes Anwendungsspektrum abdecken zu können“, erläutert Jochen Armbruster. „Außerdem führen wir zur Zeit ein Consulting-Projekt mit ANSYS Germany durch, bei dem das Regelverhalten von Thermostaten intensiv analysiert wird, um Optimierungsansätze abzuleiten.“

Bei Hansgrohe wird traditionell viel Wert auf eine enge Zusammenarbeit zwischen Versuchslabor und Simulationsabteilung gelegt. Beispielsweise untersucht die Strahlforschung mit Unterstützung der Berechnungsingenieure, wie ein Wasserstahl angetrieben und bewegt werden kann, wie mit immer weniger Wasser ein gutes Duschergebnis und -erlebnis garantiert werden kann. Die rund 45 Ingenieure und Konstrukteure in der Forschung und Entwicklung bei Hansgrohe konzentrieren sich auf die CAD-Modellierung und sonstige Konstruktionsaufgaben, führen jedoch keine Simulationen durch. Diese bleiben den vier Berechnungsingenieuren vorbehalten, eine zwar kleine aber sehr schlagkräftige Gruppe, die kontinuierlich weiter ausgebaut werden soll.

## Weiterbildung im Masterstudium

Um die Leistungsfähigkeit des Berechnungsteams zu erhalten und Schritt für Schritt zu erhöhen, wird auch das Weiterbildungsangebot von CADFEM esocaet genutzt. So hat Sebastian Steiert, der zuvor einige Zeit als Versuchsingenieur in der Strahlforschung bei Hansgrohe tätig war, im September 2013 mit einem berufsbegleitenden Masterstudium begonnen, das von CADFEM esocaet in Zusammenarbeit mit den beiden Hochschulen TH Ingolstadt und HAW Landshut organisiert wird. Gleichzeitig erfolgte sein Wechsel ins Simulationsteam.

Jochen Armbruster beschreibt ihn als einen Ingenieur, der sehr analytisch an seine Aufgaben herangeht. Im Studium bekommt er jetzt viele grundlegende Simulationskenntnisse und Hintergrundinformationen vermittelt, die er mit anderen internen oder externen Schulungen so nicht erhalten könnte. „Das Masterstudium gibt mir neue Anregungen und Impulse, um die Aufgaben während der täglichen Simulationstätigkeit im Unternehmen auch mal anders zu lösen und nach effizienteren Wegen zu suchen“, berichtet Sebastian Steiert, „zum Beispiel bei der Festlegung der Materialkennwerte, die teilweise sehr anspruchsvoll ist, oder auch bei der Definition von Kontakten. Außerdem ist das Networking mit anderen Studierenden, die angeregten Diskussionen und der intensive Erfahrungsaustausch sowie die Unterstützung durch die Dozenten sehr hilfreich für meine Tätigkeit bei Hansgrohe.“ Dazu ergänzt Jochen Armbruster: „Wir wollen bei unserem Nachwuchs für eine optimale Ausbildung sorgen, deshalb fördern wir die entsprechenden Initiativen unserer Mitarbeiter. Bei uns dient eine fundierte Ausbildung auch als Basis, um zukünftig Aufgaben mit Führungsverantwortung zu übernehmen. Das hilft uns, eine geordnete Nachfolgeplanung durchzuführen.“

**InfoUnternehmen**
www.hansgrohe.de

hansgrohe

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Eugen Kistner
Tel. +49 (0) 711-99 07 45-54
ekistner@cadfem.de

**Hansgrohe nutzt folgendes CADFEM-Angebot:**

| Produkte | Service | Wissen |
|---|---|---|
| ANSYS Software | Anwender-support | CADFEM Seminare |
| LS-DYNA | Simulation im Auftrag | CADFEM esocaet |
| eCADFEM | | CADFEM Users' Meeting |
| | | CADFEM Fachmedien |

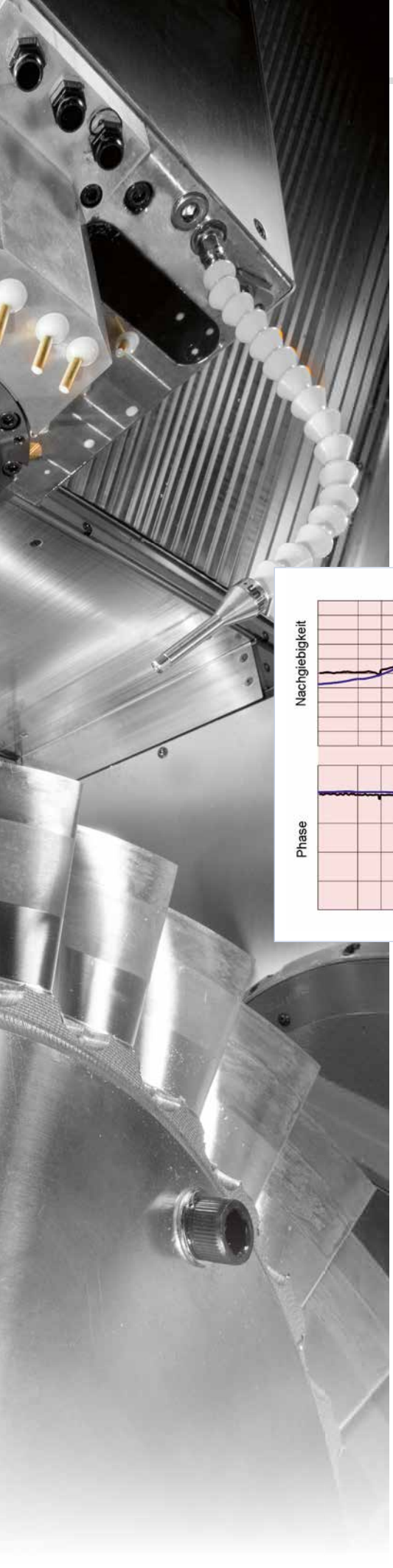
Simulation verschiebt die Grenzen des Machbaren

# Besser fräsen

Mit dem Slogan „Besser fräsen“ verdeutlicht die Hermle AG den hohen Anspruch, den das Unternehmen nach außen trägt, aber auch nach innen lebt. Belegt wird der Erfolg mit leistungsfähigen, hoch präzisen Bearbeitungszentren, die national wie international eine Spitzenstellung einnehmen. Weltweit wurden mehr als 20.000 Maschinen installiert. In Gosheim, am Rande der schwäbischen Alb, wo Feinwerktechnik und Maschinenbau traditionell ihr Zuhause haben, wird heute mit modernsten Methoden die Produktentwicklung vorangetrieben.

Seit rund zehn Jahren gehören auch Simulationsanwendungen auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM) dazu. „Wegen der ständig steigenden Anforderungen an unsere Maschinen stießen wir Anfang der 2000er Jahre zunehmend an die Grenzen des technisch Machbaren“, erläutert Reiner Müller, Gruppenleiter Berechnungen bei Hermle. „Einfache Mittel wie analytische Handrechnungen, Überdimensionierung oder qualitative Bewertungen waren nicht mehr zielführend, wenn es um Fragestellungen hinsichtlich Strukturdynamik, Temperaturverhalten, Festigkeiten und Deformationen an komplexen Baugruppen von Werkzeugmaschinen ging.“

FEM-Systeme boten in Verbindung mit 3D-CAD-Systemen schon zum Jahrtausendwechsel die Möglichkeit, mit vertretbarem Aufwand die oben genannten unterschiedlichen physikalischen Anwendungen numerisch zu lösen. Der Nutzen von numerischen Simulationen wurde bei Hermle unter anderem bereits durch in Auftrag gegebene externe Dienstleistungen erkannt. Diese waren jedoch längerfristig gesehen zu zeit- und kostenin-



Bilder: Hermle AG

tensiv. Außerdem sollte das Know-how im Unternehmen bleiben, weiter ausgebaut und für neue Produkte verwendet werden. Geringerer Änderungsaufwand, dadurch Einsparung von Versuchsdurchführungen, und insgesamt verkürzte Entwicklungszeiten waren weitere Vorteile, die durch die Einführung von Simulationsanwendungen geschaffen werden sollten.

Zum damaligen Zeitpunkt konzentrierten sich die Hermle-Mitarbeiter bei der Systemauswahl auf Simulationspakete mit breitem Anwendungsgebiet, beispielsweise für Statik, dynamische Analysen, Temperaturfelder auf baugruppenübergreifender Berechnungsebene. Außerdem sollte ein solches System im Bedarfsfall um zusätzliche Funktionalitäten erweiterbar sein. Weitere Auswahlkriterien waren die Größe des Herstellers, der ein zuverlässiger Partner sein sollte, sowie eine starke Marktpräsenz, um Weiterentwicklungen und Wartung zu garantieren.

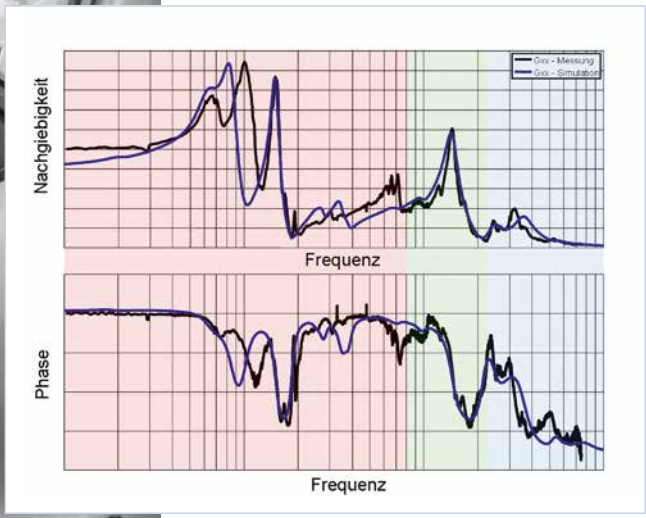



**Bild 1:** Gemessener und simulierter Nachgiebigkeitsfrequenzgang als Ergebnis der gekoppelten Simulation

## ANSYS Workbench hob sich deutlich ab

Die kurz zuvor vorgestellte Simulations-Software ANSYS Workbench hob sich von anderen FEM-Systemen deutlich ab, unter anderem durch eine einfache und intuitive Benutzerführung, die schnelle und automatische Netzgenerierung, die kurzen Berechnungszeiten sowie das gute Preis-/Leistungs-Verhältnis. „Deshalb haben wir uns nach einer intensiven Testphase für die von CADFEM angebotene ANSYS Software entschieden und erzielten auch schon nach kurzer Zeit beachtenswerte Erfolge damit“, betont Reiner Müller. „Wir konnten kurz nach Software-Einführung den thermischen Verzug eines wichtigen Prototypbauteils in der Simulationsumgebung nachvollziehen und durch von uns vorgeschlagene Konstruktionsänderungen große Verbesserungen erzielen.“ In den zehn Jahren seit der Einführung von ANSYS konnte häufig auf solche Simulationserfolge verwiesen werden, bei denen nicht nur die Ursachen der Probleme aufgezeigt wurden, sondern auch deren Lösungen.

## Der Start in die Systemsimulation

Um das schwingungstechnische Maschinenverhalten einer Werkzeugmaschine bewerten zu können, reicht es nicht aus, einzelne Bauteile oder Baugruppen in der Simulationsumgebung abzubilden. Vielmehr muss dazu das gesamte mechatronische System aus Antrieb, Regelung, Messsystem und Maschinenstruktur untersucht werden. Im ersten Schritt war eine gekoppelte Simulation von Strukturdynamik und Antriebsregelung erforderlich, die Mitte der 2000er Jahre allein mit ANSYS Workbench noch nicht möglich war. Deshalb wurde auf Basis von Matlab/Simulink eine Lösung geschaffen, die ANSYS mit regelungstechnischen Simulationen koppelte. Dabei werden relevante Informationen aus der FE-Umgebung als Zustandsraummodell in die Simulink-Ebene integriert, um sie dort bei den weiteren Berechnungen berücksichtigen zu können. „Nachdem wir von der modalen Reduktion zur sogenannten Krylov-Vereinfachung wechselten, waren wir in der Lage, den abbildbaren Frequenzbereich ohne Genauigkeitsverluste um eine Zehnerpotenz zu erhöhen und gleichzeitig die Simulationszeiten deutlich zu verkürzen“ berichtet Kai Bacher, seit 2006 als Berechnungsingenieur für Hermle tätig.

Somit lässt sich die Stabilität des Fräsprozesses zusammen mit dem Maschinenverhalten seit etwa drei Jahren simulieren und beurteilen. Voraussetzung dafür, war die aktive Mitarbeit an dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützten Forschungsprojekt VispaB zur Virtualisierung der spanenden Bearbeitung, an dem auch CADFEM beteiligt war.

Einen weiteren Bereich der Systemsimulation erschlossen sich die Berechnungsspezialisten von Hermle mit ANSYS Simplorer und ANSYS Maxwell im Rahmen einer Masterarbeit ihres Kollegen Benjamin Schwarzwälder, der ab 2009 das

berufsbegleitende Studium „Applied Computational Mechanics“ absolvierte, das vom Geschäftsbereich CADFEM esocaet gemeinsam mit den beiden Hochschulen TH Ingolstadt und HAW Landshut angeboten wird. „Mein Wunsch zur Weiterbildung im technischen Bereich und die damalige wirtschaftliche Situation, die auch bei Hermle zu Kurzarbeit führte, hatte mich dazu bewogen, die zusätzlich zur Verfügung stehende Zeit zu nutzen und ein Masterstudium zu starten“, berichtet Benjamin Schwarzwälder. „Nach umfassender Recherche unter anderem im Internet, aber auch aufgrund der Diskussionen mit den Kollegen, die ebenfalls schon Masterstudiengänge absolviert hatten, schien mir das von CADFEM esocaet organisierte Studium sowohl von den Studieninhalten als auch der berufsbegleitenden Organisationsform für mich am besten geeignet zu sein.“

## Masterarbeit: Systemsimulation einer Asynchronmaschine

Da die Masterarbeit für Benjamin Schwarzwälder weitgehend frei wählbar war, entschied er sich, eine Systemsimulation für eine Asynchronmaschine durchzuführen, um damit die Wechselwirkungen zwischen Regelung, Umrichter und Motor detailliert zu untersuchen. Der Fokus des Interesses lag auf der Ermittlung der thermischen Verluste und deren Übertragung auf das Strukturmodell, so dass die daraus gewonnenen Erkenntnisse in der Konstruktion berücksichtigt werden konnten. In diesem Zusammenhang verweist Benjamin Schwarzwälder darauf, dass Hermle die Motoren, Steuerungen und Umrichter von unterschiedlichen Lieferanten bezieht und als Maschinenhersteller dafür sorgen muss, dass trotzdem ein gut abgestimmtes Gesamtsystem realisiert wird, um die Effizienz der Maschinen weiter vorantreiben zu können. Beispielsweise sollte eine neue Maschinengeneration von kompakteren Maschinen mit höherer Leistungsdichte in der Hauptspindel auf den Markt gebracht werden. Der Lieferant des Motors reagierte auf diese Anforderung mit einem neu entwickelten Motor, der aufgrund von Umrichter-bedingten Zusatzverlusten zu einer erhöhten Wärmeentwicklung und daraus resultierend zu einem veränderten Schwingungsverhalten führte. Schon im Rahmen seiner Masterarbeit, aber auch danach, konnte Benjamin Schwarzwälder tiefgehende Erkenntnisse zum Maschinenverhalten erlangen, mit denen sowohl die Wärmeentwicklung als auch die Schwingungen reduziert werden konnten.

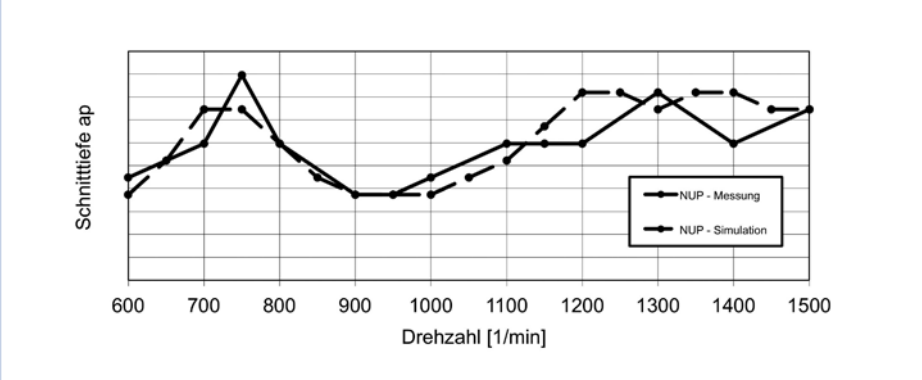



**Bild 2:** Gemessene und simulierte Stabilitätskarte zur Bewertung des Zerspanungsverhaltens.

Nicht nur die Masterarbeit sieht Benjamin Schwarzwälder als einen vollen Erfolg, sondern das Masterstudium insgesamt. „Ich habe sehr viel gelernt, um Simulationen besser zu verstehen, achte beispielsweise viel gezielter auf die korrekten Kontakteinstellungen, insbesondere für nicht lineare Simulationen, deren Relevanz mir früher nicht so bewusst war, da ich zu wenig Hintergrundwissen hatte“, berichtet er. Als weiteren großen Pluspunkt nennt er das Netzwerk, das durch die Zusammenarbeit mit den anderen Studierenden entstanden ist.

## Durch die Simulation wächst das Systemverständnis

Neben dem Trend zur Systemsimulation werden die Simulationsaufgaben bei Hermle in einen möglichst frühen Zeitraum der Produktentwicklung verlagert. Die Ergebnisse sollen nicht erst dann vorliegen, wenn der Prototyp gefertigt wird, sondern die komplette Maschinenneuentwicklung unterstützen. „Für uns ist heute eine neue Maschinenentwicklung ohne Simulationseinsatz undenkbar“, betont Reiner Müller, „denn wir wollen von Anfang an zuverlässig funktionierende Maschinen entwickeln.“ Durch die Simulation wächst das Systemverständnis ständig, so dass nicht nur das Verhalten der einzelnen Bauteile und Baugruppen bekannt ist, sondern aufgrund des Wissens über die mechatronischen Zusammenhänge das Verhalten der Maschine voraussagbar wird. Außerdem konnten mit der steigenden Anzahl an Berechnungsingenieuren immer mehr Berechnungsprojekte gleichzeitig durchgeführt werden, um zu analysieren, wo die kritischen Stellen sind und wie sie sich entschärfen lassen. „Die Simulation hat über die Jahre eine hohe unternehmensweite Akzeptanz bis in die Geschäftsleitung errungen, unter anderem weil die Simulationsergebnisse – auch für komplexe Systeme – mit den Ergebnissen der Messungen gut übereinstimmen“, berichtet Reiner Müller.

„Für uns ist heute eine neue Maschinenentwicklung ohne Simulationseinsatz undenkbar.“

Das führte auch dazu, dass die Simulationsanwendungen durch konstruktionsbegleitende Berechnungen, die von versierten Konstrukteuren durchgeführt werden, erweitert wurden. Der Startschuss dafür erfolgte während der Kurzarbeit in der Wirtschaftskrise 2009. In der Zeit erhielten etwa 30 Konstrukteure eine Schulung für die ANSYS Workbench. Ein Teil von ihnen nutzt heute die Simulationsplattform regelmäßig, meist für einfache, sich oft wiederholende FE-Simulationen, die darauf abzielen, mit den Berechnungen die Bauteile nach definierten Kriterien zu optimieren. Falls in Spitzenbelastungszeiten den Konstrukteuren und Berechnern die bei Hermle vorhandenen Software-Lizenzen nicht ausreichen, greifen sie auf eCADFEM Lizenzen zurück. Dieser sogenannte On-Demand-Service von CADFEM ermöglicht eine minutengenau abgerechnete Nutzung von Simulationsprogrammen, so dass keine unnötigen Wartezeiten auf die Verfügbarkeit einer Lizenz auftreten.

## Umfassende Service- und Support-Dienstleistungen

Auch auf die anderen Angebote der umfassenden Service- und Support-Dienstleistungen von CADFEM greifen die Berechnungsingenieure von Hermle bei Bedarf

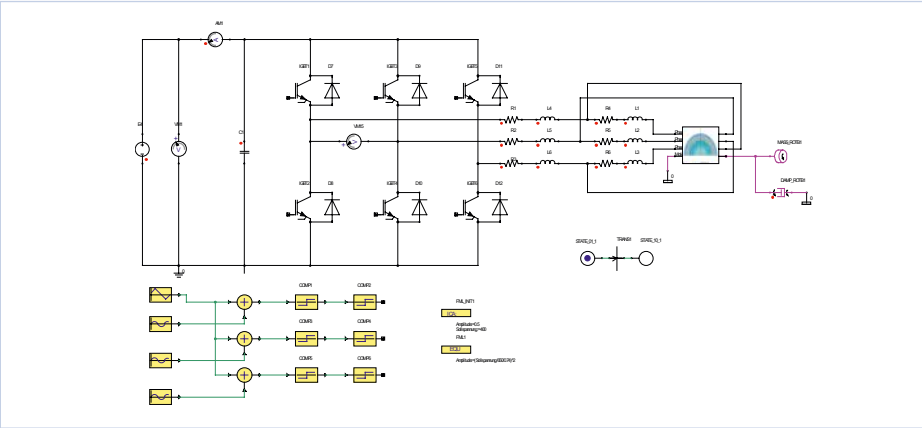


**Bild 3:** Beurteilung der Wechselwirkung von Umrichter und Motor mittels transienter Co-Simulation zur Bestimmung der Motorverluste.

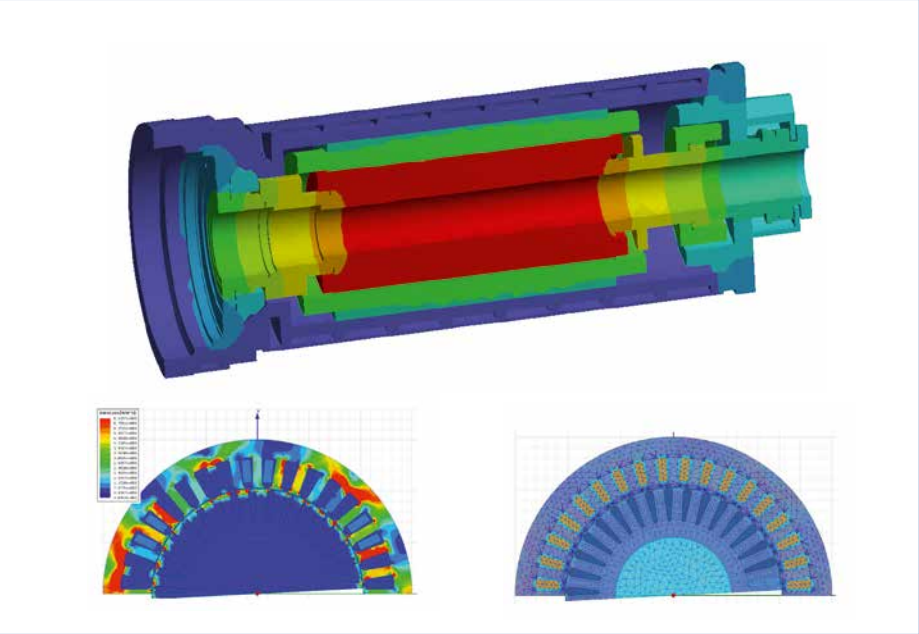


**Bild 4:** Übertragung der Zusatzverluste aus ANSYS Maxwell auf das Strukturmodell der Asynchronmaschine.

gern zurück. Beispielsweise wurde anhand der Grundlagenseminare von CADFEM das Basiswissen für die Simulation vermittelt und dann mit Vertiefungsseminaren schrittweise das Fundament verbreitert, so dass heute der größte Teil der auftretenden Fragestellungen zur Simulation von den Hermle-Ingenieuren eigenständig beantwortet werden kann. Unter anderem wurden auch spezielle Schulungen mit firmenspezifischen Inhalten zum Einsatz von ANSYS Simplorer, ANSYS CFX und der FKM-Richtlinie durchgeführt.

„Wir stehen in regem Kontakt mit dem CADFEM Support, nutzen diese Art der Unterstützung wenn notwendig, denn wir vertrauen auf das Know-how der Spezialisten“, erläutert Kai Bacher, „da wir bei simulationstechnischen Anfragen immer eine schnelle und umfassende Antwort erhalten. Ein Beispiel dafür war die sehr gute Unterstützung bei der Anpassung und Erweiterung von vorhandenen Makros, damit sie für die Hermle-spezifischen Anwendungen noch effizienter einsetzbar sind.“ Weiterhin lobt Reiner Müller auch die Zusammenarbeit in Forschungsprojekten wie VispaB und hebt die Kontinuität bei den Ansprechpartnern von CADFEM besonders hervor. Folglich müssen Hintergründe nicht immer wieder neu erklärt, sondern kann in vielen Fällen auf einen gemeinsamen Erfahrungsschatz zurückgriffen werden.

## Weiterbildung im Sinne des Systemdenkens

Rückblickend betrachtet resümiert Reiner Müller die zehn Jahre Simulationserfahrung bei Hermle sowie den Nutzen, den das Unternehmen daraus gezogen hat, wie folgt: „Wir sind auf Grundlage von Simulationen heute häufig in der Lage, die Wirkungsweise komplexer Systeme zu verstehen und die entscheidenden Einflussgrößen zu erkennen. Dieser Aspekt spielte vor zehn Jahren, bei der Einführung der Simulation, noch gar keine Rolle, denn wir hatten nur die einzelnen Anwendungsbereiche im Blickfeld. Mit Hilfe der Simulation konnte die gesamte Qualität der Maschine verbessert und die Zeit vom ersten Konstruktionsentwurf bis zur Maschinenauslieferung erheblich verkürzt werden. Ein großer Nutzen liegt auch darin, dass heute eine neu entwickelte Maschine in der Regel keiner gravierenden Änderung mehr unterliegt, die eine Markteinführung massiv verzögern könnte. Neue Maschinenkonzepte lassen sich schon in der Vorentwicklungsphase ganzheitlich bewerten, um dadurch aktiv die Güte des Produkts hinsichtlich Qualität und Kosten zu beeinflussen.“ Auf die Zukunft bezogen verweist Reiner Müller darauf, dass das Systemdenken mit interdisziplinären Berechnungsaufgaben noch mehr in den Vordergrund rücken wird. Dabei erfolgt ein Ineinandergreifen von realer und virtueller Welt, um die Produkte und Prozesse intelligenter zu gestalten. Systeme wie ANSYS Simplorer leisten hierzu einen wichtigen Beitrag. Dem hohen Anspruch des Systemdenkens gerecht zu werden, erfordert eine weiter steigende Mitarbeiterqualifikation, die unter anderem durch berufsbegleitende Schulungen und Weiterbildungen abgesichert werden muss.

**InfoUnternehmen**
www.hermle.de

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Ezzeddine Ammar
Tel. +49 (0) 711-99 07 45-12
eammar@cadfem.de

### Hermle nutzt folgendes CADFEM-Angebot:

| Produkte | Service | Wissen |
|---|---|---|
| ANSYS Software | Anwender-support | CADFEM Seminare |
| eCADFEM | Customization | CADFEM esocaet |
| | | CADFEM Users' Meeting |
| | | CADFEM Fachmedien |

Lösungskonzept von CADFEM überzeugte

# Qualität für die Baustelle

Die Komatsu Hanomag GmbH, Hannover, hat 2012 mit Unterstützung von CADFEM die Simulationssoftware ANSYS eingeführt. Die zuvor genutzte Berechnungslösung genügte den gewachsenen Ansprüchen nicht mehr, um die Konstruktionsteile ihrer Baumaschinen genauer analysieren und besser optimieren zu können. Damit die neue Software möglichst effizient eingesetzt wird, nutzt Berechnungsingenieur Alexander Spies das Informations- und Schulungsangebot von CADFEM. Hilfreich für ihn waren das dreimonatige CAE-Training „eFEM für Praktiker“, die Info-Webinare, aber auch die ANSYS Conference & das CADFEM Users‘ Meeting sowie die Fachbücher.

Die Komatsu Hanomag GmbH, in Hannover immer noch als „die Hanomag“ bekannt, hat als Industrieunternehmen Wurzeln, die bis in das Jahr 1835 reichen. 1989 übernahm der japanische Baumaschinenhersteller Komatsu Anteile der Hanomag AG und seit 2002 ist die Komatsu Hanomag GmbH eine 100%ige Tochter des weltweit zweitgrößten Baumaschinenherstellers. Zurzeit verlassen pro Jahr rund 1.700 Maschinen das Werk in Hannover.

An die Baumaschinen von Komatsu Hanomag werden hohe Anforderungen gestellt. Einerseits müssen sie die Funktionen zum Graben und Laden bestens erfüllen, andererseits aber auch als Fahrzeuge in schwierigem Gelände hervorragend geeignet sein. Folglich stehen bei der Entwicklung der Mobilbagger und Radlader die Robustheit und Zuverlässigkeit sowie die Produktivität im Fokus des Interesses. Um sowohl Recycling und Material- und Energieverbrauch als auch Kostenbetrachtungen zu berücksichtigen, dabei die Qualität aber nicht aus den Augen zu verlieren, haben sich die Verantwortlichen bei Komatsu Hanomag dafür entschieden, modernste Berechnungsmethoden einzusetzen.

Bilder: Komatsu Hanomag

## 45 Mitarbeiter entwickeln, testen und erproben

„Das Europäische Technologie Center von Komatsu Hanomag, kurz EUTC, ist ein Zusammenschluss aller in Europa angesiedelten Entwicklungsabteilungen mit dem organisatorischen Mittelpunkt in Hannover“, erklärt Jörg Hermanns, stellvertretender Leiter des EUTC. Rund 45 Mitarbeiter entwickeln, testen und erproben die Radlader und Mobilbagger.

Im EUTC werden an rund 40 CAD-Arbeitsplätze komplett auskonstruierte 3D-Modelle erstellt, in denen die geometrischen Details bis hinunter zur Ventilfeder im Motor definiert werden, um die Modelle dann als virtuelle Prototypen nutzen zu können. Was den Baumaschinenspezialisten bis vor zwei Jahren noch fehlte, war ein leistungsfähiges Simulationspaket. „Wir hatten die FEM-Analysen zunächst etwas stiefmütterlich behandelt“, erklärt Jörg Hermanns. „Für die Berechnungen nutzten wir lediglich eine CAD-integrierte Lösung, mit der wir erste konstruktionsnahe Abschätzung von Strukturen durchführen konnten, jedoch stand der Aufwand zur Abbildung der komplexeren Lastfälle und Randbedingungen nicht mehr im richtigen Verhältnis zu den erzielten Ergebnissen.“

Da Jörg Hermanns aber die Möglichkeit von leistungsfähigeren FEM-Systemen kannte, war er damit nicht länger zufrieden. Folglich fiel die Entscheidung, eine Stelle für einen Berechnungsingenieur zu schaffen und eine umfassendere FEM-Software einzuführen. Als Konsequenz kam Alexander Spies als Berechner an Bord und die Auswahl eines geeigneten Systems konnte beginnen. Nach einer genauen Begutachtung der in Frage kommenden Pakete fiel die Entscheidung für die ANSYS Software, die von CADFEM angeboten und betreut wird.

## Modularer Aufbau von ANSYS

Besonders überzeugt hat die Baumaschinen-Spezialisten der modulare Aufbau von ANSYS, wobei über die Projektseite die verschiedenen physikalischen Disziplinen miteinander gekoppelt werden können und so die einzelnen Prozessschritte einfach nachvollziehbar sind. Ebenso beeindruckten die Unterstützung einer strukturierten Vorgehensweise sowie die vielfältigen Anpassungsmöglichkeiten am Berechnungsmodell. Die Funktionalität der ANSYS Software, eines der leistungsfähigsten und weit verbreitetesten Systeme am Markt, umfasst die gesamte Bandbreite der Feld- und Systemsimulationen, so dass auch zukünftige Einsatzfälle abgedeckt werden können und so Investitionsschutz in Software, Arbeitsprozesse und Know-how gewährleistet ist. Außerdem bietet ANSYS aufgrund der starken Entwicklungsmannschaft die Sicherheit, dass die Weiterentwicklungen zügig voranschreiten und innovative Technologien neue Anwendungen und Arbeitsprozesse ermöglichen.

Aber nicht nur die Software von ANSYS überzeugte, sondern auch die Betreuung durch CADFEM. „CADFEM ist hier in Hannover vertreten und das, was uns während der Auswahlphase an Kompetenz und Service offeriert wurde, hat eine vertrauensvolle Basis geschaffen“, betont Alexander Spies. Unter anderem wurde ein von Komatsu Hanomag ausgewähltes Beispielprojekt von CADFEM bearbeitet und anhand dieses Beispiels erklärten die CADFEM Spezialisten den Baumaschinen-Ingenieuren die praxisgerechte Arbeitsweise mit ANSYS.

## ANSYS wird für alle Bauteile eingesetzt

Zunächst konzentrierte sich Alexander Spies auf die Berechnung von problematischen Bauteilen, die bei internen Tests oder in den Prototypen den Anforderungen nicht standhielten. Diese Bauteile wurden dann anhand der Simulationsergebnisse bezüglich der Spannungsverteilung optimiert, so dass weder im Versuch noch im praktischen Einsatz Probleme auftraten. Mittlerweile wird ANSYS durchgehend für alle Bauteile eingesetzt, die von den Konstrukteuren im EUTC entworfen werden beziehungsweise optimiert werden sollen. Einen weiterer Vorteil, den die Ingenieure

von Komatsu Hanomag zu schätzen gelernt haben, ist die Möglichkeit, überlagerte Bauteilbeanspruchungen zu untersuchen. Beispielsweise lassen sich Spannungsmessungen an heißen Bauteilen extrem schwierig durchführen und sind daher auch sehr teuer. Die Simulation mit ANSYS bietet hier eine kostengünstige Alternative, die eine Lösungsfindung schnell und zuverlässig unterstützt, ohne dass Abstriche bei der Qualität der Ergebnisse gemacht werden müssen.

Auch bezüglich der Hardware für die Simulationen mit ANSYS hat Alexander Spies die anfängliche Plattform mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit verlassen. „Durch die Teilnahme an den kostenfreien Webinaren von CADFEM habe ich grundlegende Informationen über die Möglichkeiten und das Optimierungspotential im Simulationsbereich erhalten, dadurch war ich auf dem neuesten Stand der Technik, unter anderem auch über den Einsatz von High-Performance-Computing", berichtet Alexander Spies. Nach dem entsprechenden Webinar hat er mit den Spezialisten von CADFEM Kontakt aufgenommen, sich beraten lassen und ihm wurde eine für seine Anwendungen passende Hardwarekonfiguration empfohlen.

## HPC führt zu zehnfacher Geschwindigkeit

Heute arbeitet er statt mit einer einfachen Konstruktions-Workstation mit einer HP-Z820-Workstation mit 16 Rechenkernen, die für die Berechnung noch durch eine Tesla-Karte von Nvidia (GPU) ergänzt wurden. „Dieses Gespann schafft es nun, die Jobs in 7- bis 13-facher Geschwindigkeit zu berechnen, als meine alte Workstation", freut sich Alexander Spies. Durch die hohe Rechenleistung können auch umfangreiche 3D-FEM-Netze schnell generiert und berechnet werden, wobei diese teilweise aus mehreren Millionen Netzknoten bestehen, so dass mehr Details und höhere Genauigkeit nicht mehr zu Lasten der Antwortgeschwindigkeit gehen.

„Durch die hohe HPC-Rechenleistung können auch umfangreiche 3D-FEM-Netze schnell generiert und berechnet werden."

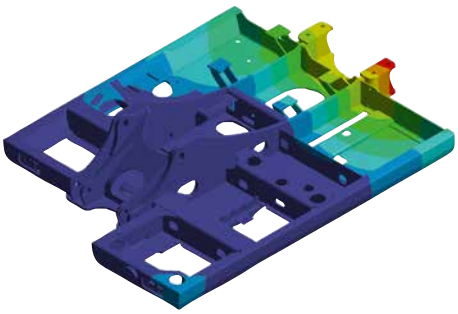


**Bild 1:** Das Simulationsmodell für das Oberdeck eines Baggers.

Zu seinem persönlichen Vorgehen erläutert Alexander Spies: „Ich bin ein praktisch orientierter Mensch, mich interessiert nicht der komplette theoretische Hintergrund, sondern nur die Grundlagen, die ich benötige, um die Technik anzuwenden können." Als Autodidakt, versucht er vieles im Selbststudium zu erarbeiten, deshalb hat ihm auch das dreimonatige CAE-Training „eFEM für Praktiker" von CADFEM esocaet zugesagt, das aus einer Kombination von e-Learning, Präsenz-Seminaren und Online-Sprechstunden besteht. Diese Weiterbildung absolvierte er ab Mai 2012 berufsbegleitend, um Simulationen besser zu verstehen und sicherer anzuwenden. Besonders hervorzuheben sind dabei die praxisorientierte Vermittlung der 140 Lerneinheiten, die zeitliche Flexibilität beim e-Learning sowie die regelmäßigen Online-Sprechstunden und die kontinuierliche Unterstützung durch die erfahrenen Tutoren.

## Kompaktseminare auf dem Users' Meeting

Zur weiteren Informationsbeschaffung nutzte Alexander Spies das ANSYS CADFEM Users' Meeting. Dort besucht er unter anderem ein Kompaktseminar zur Festigkeitsberechnung, da der Festigkeitsnachweis entsprechend der FKM-Richtlinie auch für Baumaschinen wichtig ist. Der Festigkeitsnachweis speziell bei Schweißgruppen ist für ihn eine wiederkehrende Aufgabenstellung, die mit manuellen Methoden nicht ideal zu bearbeiten ist. Folglich erwartet er mit der neuen CADFEM ihf Toolbox, die neben der FKM-Simulation auch Schweißnahtberechnungen enthält und in Kürze verfügbar sein wird, eine deutliche Verkürzung der Bearbeitungszeit für den Festigkeitsnachweis.

„Viele Informationen beim Selbststudium fand ich auch im Praxisbuch „FEM mit ANSYS Workbench" von CADFEM Mitarbeiter Christof Gebhardt", berichtet Alexander Spies. „Das Buch ist sehr gut geeignet, um erste Schritte in neuen Anwendungsbereichen anhand von einfachen Praxisbeispielen gehen zu können. Beispielweise nutze ich es für die Mehrkörpersimulation, in die ich mich jetzt einarbeite."

Nach zwei Jahren Simulationserfahrungen mit ANSYS erkennen sowohl die Kollegen aus der Konstruktion als auch aus der Forschung & Entwicklung die Vorteile des neuen Simulationspaketes deutlich. Folglich steigen die Simulationsaufträge und -anforderungen. Durch die Berechnung von Bauteilen und -gruppen konnte die Anzahl der erforderlichen Prototypen beziehungsweise Varianten zum Testen auf ein Minimum reduziert werden. Oft reichte ein Prototyp aus. Dadurch konnte in der Produktentwicklung insgesamt der Zeit- und Arbeitsaufwand merklich reduziert werden.

## Qualitätsmanagement verbessern

„Als nächstes wollen wir das Qualitätsmanagement der Berechnungen verbessern", betont Alexander Spies. „Zur Zeit definieren wir mit CADFEM eine Vorgehensweise, damit ihre erfahrenen Berechnungsingenieure meine Arbeitsmethoden und -ergebnisse überprüfen und mir gegebenenfalls gezielte Hilfestellung bieten. Da ich mit dem Support von CADFEM sehr zufrieden bin und besonders die kurzen Reaktionszeiten sowie die umfassenden Antworten auf meine Fragen schätze, bin ich auch bezüglich der Unterstützung bei Qualitätsmanagement äußerst zuversichtlich."

Dieser Artikel basiert auf einer Veröffentlichung des Redakteurs Karl Obermann für das Web-Portal *www.cad.de.*
*Kurzlink: http://bit.ly/MxMgcQ*

**InfoUnternehmen**
www.komatsu-kohag.com

KOMATSU

Komatsu Hanomag

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Özcan Özcicek
Tel. +49 (0) 511-39 06 03-15
ooez@cadfem.de

**Komatsu Hanomag nutzt folgendes CADFEM-Angebot:**

| Produkte | Service | Wissen |
|---|---|---|
| ANSYS Software | Anwender-support | CADFEM esocaet |
| | | CADFEM Users' Meeting |
| | | CADFEM Fachmedien |

Simulation als Motor der Produktentwicklung

# Der richtige Dreh

**Bild 1:** Versuchsmotor mit UniValve – der vollvariablen Ventilsteuerung von KSPG – auf dem Prüfstand.

Die Simulation spielt bei der KSPG AG eine wichtige Rolle, um neue Produkte für den Automobil- und Nutzfahrzeugbereich zeit- und marktgerecht zu entwickeln. Dabei besteht seit mehr als zehn Jahren eine intensive Zusammenarbeit mit der CADFEM GmbH. Seit 2004 erfolgte ein stetiger Ausbau der Nutzung des FEM-Programmpakets ANSYS Mechanical für strukturmechanische Problemstellungen, die schrittweise durch weitere ANSYS Anwendungen für andere physikalische Domänen ergänzt wurde.

Dazu erklärt Dr.-Ing. Peter Seggewiß, Leiter Simulation & Quality Tools bei KSPG: „Wir haben uns immer neue Simulationsfelder erschlossen, so wie es der Markt letztendlich erforderte beziehungsweise unsere Produktentwicklung benötigte.“ Der Bereich Zentrale Entwicklung bedient mit konzernübergreifend zusammengefassten Funktionen z. B. mit Simulation sowie der Bereitstellung und Betreuung von Test- und Versuchseinrichtungen die verschiedenen Geschäftsbereiche von KSPG als Dienstleister und nimmt damit einen zentralen Aufgabenbereich im Forschungs- und Technologieumfeld wahr.

Die numerische Simulation im Allgemeinen und die Optimierung im Speziellen – etwa durch systematische Studien und Parameteruntersuchungen – sind wesentliche Werkzeuge für das sogenannte Frontloading. Dabei werden schon in frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses Konzeptanalysen und Machbarkeitsstudien durchgeführt, um das Verhalten von Einzelteilen und Baugruppen in verschiedenen Situationen zu analysieren, was mit rein empirischen Betrachtungen und punktuellen Untersuchungen nicht möglich ist.

Langfristiges Ziel ist die Erstellung von umfassenden numerischen Modellen als virtuelle Prototypen für die Simulation, um gegenüber realen Prototypen möglichst viele Kosten einzusparen und die erforderlichen Zeiten zur Absicherung der Entwicklung entscheidend weiter zu reduzieren. „Um dies sicherzustellen, muss bei der Geschäftsleitung eine starke Überzeugung

vom Nutzen der Simulation vorhanden sein und die Simulationsstrategie langfristig unterstützt werden", betont Dr. Seggewiß.

## Unternehmensweite HPC-Lösungen

Für effiziente Simulationsanwendungen wird nicht nur eine ausgereifte Software und entsprechend ausgebildetes Personal benötigt, sondern ebenso eine leistungsfähige Hardwareplattform, beispielsweise HPC-Installationen (High Performance Computing). Dies gilt insbesondere, wenn wie bei KSPG sowohl der numerische Aufwand für Detailbetrachtungen bei Strömungsanalysen (CFD – Computational Fluid Dynamics) als auch bei strukturmechanischen dynamischen Berechnungen stetig steigt. „Nachdem wir zunächst einige lokale HPC-Lizenzen eingeführt hatten, wechselten wir schon bald zu einer gemeinsamen Enterprise-Lösung, so dass wir seit über drei Jahren von Standorten in Deutschland, Frankreich, den USA und Indien darauf zugreifen können", berichtet Dr. Seggewiß.

„Bei CFD-Berechnungen zur Kühlung von Abgasrückführungen arbeiten wir mit bis zu 198 Millionen Elementen beziehungsweise 76 Millionen Knoten – Fluid und Solid zusammen gerechnet (Bild 2). Außerdem werden beispielsweise bei Simulationen zur Kolbenkühlung sehr hohe Anforderungen gestellt. Deshalb haben wir gemeinsam mit ANSYS Germany ein spezielles Konzept erarbeitet, um transiente Berechnungen einer Mehrphasenströmung möglichst schnell und genau durchführen zu können (Bild 3)."

Zusätzlich wurde die Hardware auch für die allgemeinen Simulationsanwendungen am Standort Neuss erneuert, ein erster Schritt um weltweit einheitliche Hardware-Lösungen zu installieren. Einerseits soll dadurch der Betreuungsaufwand reduziert werden. Andererseits wird dadurch die Möglichkeit geschaffen, die Simulations-Hardware durch einen externen Dienstleister betreuen zu lassen. Da CADFEM die KSPG-Spezialisten aus dem Simulations- und IT-Bereich schon bei der Auswahl der neuen Hardware-Konfiguration erfolgreich unterstützt hatte, war die Übernahme der Hardware-Betreuung durch CADFEM die konsequente Ausweitung der Zusammenarbeit.

Die neue Hardware-Plattform von KSPG basiert auf der HP Blade Technologie mit Remote-Bedienung über Thin-Clients. Ein entscheidender Vorteil dieser

**Bild 2:** KSPG AGR-Kühlermodul für Nutzfahrzeug-Anwendungen (rechts), kombinierte Ergebnisse aus Strömungssimulation mit Wärmeübergang im Festkörper und der Verformung bei der ersten Eigenfrequenz aus der Modalanalyse (unten).

**Bild 3:** KSPG Pkw-Dieselkolben aus Aluminium mit DynamiKS®-Öl-Kühlkanal (links), transiente Strömungssimulation der Ölkühlung (rechts).

Technologie ist, dass die großen Datenmengen aus der Simulation den Server-Bereich während der Bearbeitung nicht mehr verlassen. Bezüglich der Übernahme der Hardware-Betreuung konnte die CADFEM GmbH auch deshalb überzeugen, weil sie intern eine ähnliche Konfiguration nutzt und betreut, so dass die damit gemachten Erfahrungen an die Kunden weitergeben werden können.

## Hardware-Betreuung durch CADFEM

„Ende 2012 haben wir die Entscheidung für die neue Hardware gefällt, eine erste Pilotinstallation in Neuss realisiert und diese aufgrund der sehr guten Erfahrungen dann 2013 auch gleich erweitert", erläutert Dr. Seggewiß. „Parallel haben wir mit CADFEM ein sogenanntes Service-Level-Agreement definiert und einen entsprechenden Vertrag abgeschlossen, der sich in der Praxis sehr gut bewährt. Folglich planen wir zusätzliche Erweiterungen in Neuss sowie den Umstieg am KSPG-Standort in Neckarsulm."

Ein ähnliches Vorgehen wird auch bei der Ausweitung und Intensivierung der Simulationsanwendungen bei KSPG verfolgt. „Wir versuchen frühzeitig und systematisch zu erfassen, welche zusätzlichen Simulationsanforderungen in Zukunft auf uns zu kommen, beispielsweise durch neue KSPG-Produkte, bei denen für uns neue Physikdomänen durch die Simulation abgedeckt werden müssen", betont Dr. Seggewiß. „Auch diesbezüglich hat sich über die Jahre eine intensive Zusammenarbeit mit CADFEM entwickelt, die eine stringente Planung von Einführungs- und Erweiterungsprojekten und deren konsequente Umsetzung beinhaltet."

Teilweise werden diese Projekte durch Consulting-Aufträge ergänzt beziehungsweise vorbereitet, zum Beispiel spezielle Kolbenberechnungen abseits des Standards, Simulationen zur Kolbenkühlung oder die Analyse der Aufheizvorgänge beim Schweißen. Bei aktuellen Projekten mit ANSYS geht es unter anderem um die Analyse von Elektromotoren, wobei die Anwendungen von elektromagnetischen

## **Info:** KPSG AG

KSPG Range Extender für Elektrofahrzeuge

Die KSPG AG ist die Führungsgesellschaft des Rheinmetall Unternehmensbereiches Automotive. Als weltweiter Automobilzulieferer nimmt das Unternehmen mit seiner Kompetenz in den Bereichen Luftversorgung, Schadstoffreduzierung und Pumpen sowie bei der Entwicklung, Fertigung und Ersatzteillieferung von Kolben, Motorblöcken und Gleitlagern Spitzenpositionen auf den jeweiligen Märkten ein. Die Produktentwicklung erfolgt in enger Kooperation mit renommierten Automobilherstellern. Niedrige Schadstoffemissionen, günstiger Kraftstoffverbrauch, Leistungssteigerung, Zuverlässigkeit, Qualität und Sicherheit sind die maßgeblichen Antriebsfaktoren für die Innovationen von KSPG. Entsprechend seiner strategischen Ausrichtung gliedert sich das Unternehmen in die Divisionen Hardparts, Mechatronics und Motorservice und beschäftigt an 36 Fertigungsstandorten in Europa, Nord- und Südamerika sowie in Japan, Indien und China rund 12.000 Mitarbeiter.

Berechnungen über die Co-Simulation bis zur Systemsimulation reichen. Weitere Projekte betreffen die EMV-Simulation (Elektro-Magnetische Verträglichkeit). Nachdem hier ein Consulting-Projekt zur leitergebundenen Betrachtungsweise erfolgreich abgeschlossen wurde, erfolgte die Einführung der entsprechenden Software ANSYS Q3D Extractor. Seitdem sammeln die Berechnungsingenieure von KSPG basierend auf der Vorgehensweise des Consulting-Projektes ihre eigenen Erfahrungen in diesem Bereich. Als nächstes werden in einem weiteren Consulting-Projekt die EMV-Phänomene betrachtet, die nicht an einen Leiter gebunden sind, mit der Perspektive dann auch die entsprechende ANSYS Software einzuführen und zu nutzen. Dazu formuliert Dr. Seggewiß: „Wir sehen insgesamt noch viel Potential zur Ausweitung der Simulation, da ANSYS eine sehr große Anwendungsbandbreite unterstützt, und das alles lässt sich auf einer gemeinsamen Software-Plattform realisieren."

## Einführung der konstruktionsbegleitenden Berechnung

Ein weiteres Projekt zur nachhaltigen Stärkung der Simulation bei KSPG betrifft die konstruktionsbegleitende Berechnung. Dabei sollen immer wiederkehrende Berechnungsaufgaben durch Konstrukteure, die bisher keine Simulationserfahrungen haben, abgearbeitet werden. Innerhalb dieses Projektes werden zunächst unterschiedliche Stufen der Unterstützung begutachtet: von der vollständigen Automatisierung über die Wizard-Technologie, die gewisse Freiheiten bietet, bis zu Anwendungen, die zwar eine Führung durch den Simulationsprozess, aber trotzdem viele Freiheiten bieten. Ziel ist es, dass Simulationsanwendungen noch einfacher nutzbar werden und frühzeitiger zum Einsatz kommen.

Eine entscheidende Grundlage für die umfassende Nutzung der Simulationstechnologien, ist die Ausbildung der Anwender. Dieser Aspekt hat für die KSPG-Verantwortlichen einen besonders hohen Stellenwert. „Deshalb planen wir intern die Weiterbildung sehr intensiv, indem wir beispielsweise sehr dedizierte, individuell zugeschnittene Einarbeitungsprogramme erarbeiten, wobei die Simulationsgrundlagen aber auch spezielle Schulungen für die einzelnen Mitarbeiter über Seminare von CADFEM und ANSYS abgedeckt werden", berichtet Dr. Seggewiß. „Sobald jedoch für mehrere Mitarbeiter eine Schulung geplant wird, haben wir sehr gute Erfahrungen mit firmenspezifischen Schulungen gemacht, die speziell auf unsere Anwendungsfälle zugeschnitten sind und für die Trainer sich zusätzlich entsprechend vorbereitet haben."

## Jährlicher Fixpunkt: ANSYS CADFEM Users' Meeting

Als weitere, effiziente Möglichkeit sich weiterzubilden und zusätzliche interessante Kontakte zu knüpfen, nennt Peter Seggewiß die ANSYS Conference & das CADFEM Users' Meeting, bei dem er und seine Gruppenleiter, sich über den aktuellen Stand der Entwicklung informieren. „Die Kombination aus einer Vielzahl von Vorträgen und einer recht großen Fachausstellung bietet viele Gelegenheiten, um Fachgespräche ganz gezielt zu führen sowie sich über Produkte, Methoden und Konzepte zu informieren", betont er. „Deshalb ist das Meeting für uns ein jährlicher Fixpunkt, bei dem wir wichtige Impulse mitnehmen. Wir erfahren wie andere Firmen aus unserer Branche oder auch aus anderen Industriezweigen aktuelle Fragestellungen bewältigen. Unsere Teilnehmer des Meetings wirken später dann bei uns intern als Multiplikatoren."

Auch das CADFEM Forum, das teilweise innerhalb des Users' Meeting stattfindet, nutzt Dr. Seggewiß zur Fachdiskussion mit Simulationsverantwortlichen aus anderen Unternehmen. Er kennt und schätzt das Forum jetzt seit fast zehn Jahren und hebt besonders hervor, dass recht offen über Fragestellungen diskutiert wird, die eigentlich alle Führungskräfte aus dem Simulationsbereich interessieren müssten. Dabei werden immer sehr praxisrelevante Themen gewählt, die intensiv erörtert werden.

Eine ähnlich positive Einschätzung hat Dr. Seggewiß zur internationalen TechNet Alliance, der er als Vertreter von KSPG seit dem Jahr 2008 angehört. „In der TechNet Alliance treffen sich Fachleute aus der Industrie mit Software-Anbietern und -Entwicklern aus dem ANSYS Umfeld, um sich offen auszutauschen. Ich erlebe den Zusammenschluss als ein internationales, stabiles Netzwerk. Ein Vorteil ist beispielsweise, dass Sichtweisen von Anwenderunternehmen gebündelt als Entwicklungswünsche an Software-Hersteller weitergegeben werden. Insgesamt gesehen waren die Treffen der TechNet Alliance für mein Aufgabenfeld immer sehr lohnende Zusammenkünfte, aus denen ich viele nützliche Informationen und Anregungen mitnehmen konnte", formuliert Dr. Seggewiß abschließend.

**InfoUnternehmen**
www.kspg.com

KSPG Automotive

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Tassilo Huppertz
Tel. +49 (0) 511-39 06 03-10
thuppertz@cadfem.de

**KPSG AG nutzt folgendes CADFEM-Angebot:**

| Produkte | Service | Wissen |
|---|---|---|
| ANSYS Software | Anwender-support | CADFEM Seminare |
| CAE-Hardware | IT-Services | CADFEM Users' Meeting |
| CADFEM ihf Toolbox | Simulation im Auftrag | TechNet Alliance |
| eCADFEM | Software-Anpassung | CADFEM Forum |

# Von guten Ideen zu erfolgreichen Innovationen

ANSYS ist die führende Software für die numerische Simulation im Produktentwicklungsprozess weltweit. Die Kombination der Werkzeuge der ANSYS Programmfamilie mit dem Rundum-Service von CADFEM, Ihrem ANSYS Competence Center FEM, schafft optimale Voraussetzungen, damit aus Ihren guten Ideen schneller erfolgreiche Innovationen werden.

Eine jahrzehntelange Partnerschaft verbindet CADFEM und ANSYS. Gemeinsam sind beide Unternehmen gewachsen. ANSYS wurde durch eigenes Wachstum und gezielte Zukäufe zum weltweit größten unabhängigen Hersteller von Software für die numerische Simulation. CADFEM ist das ANSYS Competence Center FEM in Deutschland, Österreich, der Schweiz, aber auch in Russland und weiteren osteuropäischen Ländern. CADFEM kooperiert hier eng mit ANSYS Germany, ANSYS Europe und natürlich ANSYS, Inc. Neben dem umfassenden Angebot an ANSYS Produkten und Dienstleistungen profitieren CADFEM Kunden von vielen Zusatzleistungen wie anwenderspezifische Programmanpassungen, komplementäre Software oder der Beratung und Unterstützung bei der Hardware-Auswahl und dem IT-Management.

## Workbench

ANSYS Workbench ist die zentrale Simulationsumgebung von ANSYS, die die verschiedenen Werkzeuge von ANSYS, aber auch Fremdprodukte, innerhalb einer einheitlichen Arbeitsumgebung integriert. ANSYS Workbench unterstützt den Anwender, seine Arbeitsprozesse auf der Basis eines einheitlichen Produktdatenmodells reproduzierbar abzubilden.

## Workflow

Von der CAD-Anbindung über die Modellerstellung, physikalische Berechnung, Aus-

### Weitere Fakten

ANSYS Software, die passende Ausbildung, die Unterstützung der täglichen Simulationsarbeit durch Support und Projektbegleitung mit Know-how Transfer – aber auch komplementäre Programme bis hin zur individuellen Anpassung von Standardsoftware sowie Hardwarelösungen inklusive IT-Management – das ist das Komplettangebot des CADFEM Teams mit über 100 Simulationsexperten.

**Wir sind für Sie da!**

**Deutschland**
CADFEM GmbH
Dr.-Ing. Volker Bäumer
Tel. +49 (0)8092-7005-51
vbaeumer@cadfem.de

**Schweiz**
CADFEM (Suisse) AG
Markus Dutly
Tel. +41 (0)52-3 68 01-02
markus.dutly@cadfem.ch

**Österreich**
CADFEM (Austria) GmbH
Matthias Alberts
Tel. +43 (0)1-5 87 70 73-14
matthias.alberts@cadfem.at

wertung, Parametermanagement, Optimierung bis zum intelligenten Datenmanagement werden sämtliche Schritte im Simulationsprozess mit ANSYS Workbench definiert und grafisch anschaulich verknüpft. Die Datenverwaltung und das Schnittstellenmanagement zwischen den Programmen erfolgen automatisiert im Hintergrund und geben dem Anwender dadurch mehr Zeit für seine eigentlichen Aufgaben. Einmal definierte Simulationsprozesse beliebiger Komplexität können jederzeit wiederholt und mit minimalem Aufwand variiert werden und schaffen damit die Basis für ein besseres Verständnis der Zusammenhänge.

## Workspace

ANSYS deckt mit weltweit führender Simulationstechnologie ein breites Spektrum der Bereiche Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Akustik, Elektromagnetik sowie Systeme & Multiphysik ab. Eine bedarfsorientierte Skalierbarkeit der Lizenzierung, die Integrationsfähigkeit eines offenen Systems in vorhandene Infrastrukturen und komplementäre Technologien wie Simulationsdatenmanagement und High Performance Computing runden das Leistungsspektrum von ANSYS ab.

# CADFEM ANSYS Extensions

### CADFEM ihf Toolbox

Die CADFEM ihf Toolbox ist eine Auswahl von praxisbewährten Musterlösungen, die in der ANSYS Workbench Umgebung arbeiten und deren Funktionalität erweitern, beispielsweise um einen Festigkeitsnachweis nach FKM.

**www.cadfem.de/toolbox**

### CADFEM C.A.V.E.

Mit CADFEM C.A.V.E. (Compression And Visualization Engine) steht ein Lösung zur Verfügung, mit der sich die Datenmengen der ANSYS Ergebnisdateien auf bis zu 1 % verkleinern lassen. Diese können dann einfach dreidimensional visualisiert werden, zum Beispiel in Microsoft Office.

**www.cadfem.de/cave**

### CADFEM FTI Forming Module for ANSYS

Mit FTI Forming Module for ANSYS ist die FTI Umformtechnologie nun auch in ANSYS Workbench verfügbar, so dass der Einfluß des Fertigungsprozesses auf die mechanischen und thermischen Eigenschaften berücksichtigt werden kann.

**www.cadfem.de/fti**

# Komplementäre CAE-Software zu ANSYS

Standalone oder in ANSYS integriert

**Explizite Strukturmechanik:** LS-DYNA mit LS-OPT und LS-PrePost stehen insbesondere für Simulationsanwendungen in den Bereichen Crash und Metallumformung.

**www.cadfem.de/ls-dyna**

**Optimierung und Toleranzanalyse:** optiSLang bzw. optiSLang for ANSYS ist eine Software für die parametrische Sensitivitätsanalyse, multidisziplinäre Optimerung, Toleranzanalysen und Robust Design Optimierung.

**www.dynardo.de**

**Composites Engineering Solutions:** ESAComp ermöglicht die Vorauslegung von geschichteten, faserverstärkten Composite- oder Sandwichbauteilen mittels der klassischen Laminattheorie.

**www.esacomp.com**

**Biomechanik:** Mit AnyBody kann die Mechanik des menschlichen Bewegungsapparates unter Berücksichtigung der Muskeln analysiert werden. Damit sind z. B. Aussagen über Muskel oder Gelenkkräfte, die elastische Energie in Sehnen oder die antagonistische Muskelaktivität möglich. In der Kombination mit ANSYS können so auf Implantate und Prothesen wirkende Kräfte berechnet werden.

**www.cadfem.de/anybody**

**Mathematik/Differentialgleichungen:** Diffpack ermöglicht in Verbindung mit ANSYS Workbench die Lösung komplexer numerischer Probleme, zum Beispiel hochfrequente Akustik mit DEA (Dynamic Energy Analysis) oder gekoppelte Analysen mit xDEM (extended Discrete Element Method), die finite und diskrete Elemente in einer Struktur-, Temperatur- oder Magnetfeldanalyse berücksichtigt.

**www.diffpack.com**

# Die ANSYS Programmfamilie

## ANSYS Strömungsmechanik

**Strömung**
ANSYS CFD basiert auf den seit Jahren als eigenständige Produkte erfolgreichen Werkzeugen ANSYS CFX und ANSYS Fluent und ist nahtlos in ANSYS Workbench integriert. Der enorme Funktionsumfang, den ANSYS CFD dem Anwender für anspruchsvolle Strömungssimulationen bietet, umfasst unter anderem realitätsgetreue Turbulenzmodelle sowie Funktionen für Turbomaschinen und Pumpen, Mehrphasen-Strömungen oder reagierende Medien. Mit ANSYS CFD Professional und ANSYS CFD steht die bewährte ANSYS Technologie für den Einstieg und stufenweisen Ausbau der Strömungssimulation zur Verfügung.

- **ANSYS CFD Professional**
- **ANSYS CFD Flo**
- **ANSYS CFD**

## ANSYS Strukturmechanik

**Strukturmechanik**
ANSYS bietet industrieerprobte Solvertechnologie und zeitsparende Workflows und wird dafür sowohl von Produktentwicklern, Konstrukteuren und Berechnungsexperten geschätzt. Eine aufgeräumte Benutzeroberfläche, strukturierte Modelldefinitionen und logische Abläufe machen den Einstieg leicht. Ingenieurgerechte Definitionen z. B. von Randbedingungen, Kontakten und Schraubverbindungen, sowie die Auswertung nach anerkannten Standards (z. B. FKM) sorgen für eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit. Gleichzeitig sorgt im Hintergrund der ANSYS Solver für hohe Genauigkeit durch leistungsfähige physikalische Modelle. Dazu gehören fortgeschrittene Techniken für Material wie Plastizität, Hyperelastzität oder Kriechen (und mehr als 80 weitere); Verbindungstechniken wie Kleben, Schweißen, Schrauben, Gelenke oder Kontakt; aber auch Berechnungsmöglichkeiten für schwingende Strukturen, Bewegungen mit Elastiztität, Überlast und Versagen. Dieses Anwendungsspektrum ist skalierbar, sodass ein Investitionsschutz in Software, Wissen und Arbeitsprozessen gewährleistet ist. Neben diesen rein mechanischen Fragestellungen können Effekte aus der Akustik, der Thermodynamik sowie thermisch-elektrische Wechselwirkungen in die Simulation mit einbezogen werden.

- **ANSYS Professional NLS**
- **ANSYS Professional NLT**
- **ANSYS Structural**
- **ANSYS Mechanical**
- **ANSYS LS-DYNA**
- **ANSYS Rigid Dynamics**

## InfoCADFEM Seminarprogramm und Anwendersupport zu ANSYS

**Ein umfassendes Angebot an Einführungs- und Vertiefungsseminaren rund um ANSYS** zeichnet das CADFEM Seminarprogramm aus. Die meisten Seminare werden in den CADFEM Geschäftsstellen durchgeführt, weitere als Online-Seminar oder als angepasstes Individualtraining vor Ort beim Kunden.

**Kontakt Deutschland**

**Ansprechpartner Seminare**
Thomas Nelson, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-47
tnelson@cadfem.de

**ANSYS Anwendersupport bei CADFEM**
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-55
support@cadfem.de

## ANSYS Elektromagnetik

### Elektromagnetik

Zur numerischen Simulation elektromagnetischer Feldaufgaben bietet ANSYS umfassende Lösungen sowohl niederfrequenter als auch hochfrequenter Anwendungen. ANSYS Maxwell 3D verbindet die Technologie von ANSOFT und ANSYS/EMAG in einem Produkt, die sich in der elektrischen Antriebstechik, der Energie- und Signalübertragung und der Prozessseimulation etabliert haben.

Zur Auslegung elektronischer Komponenten bietet ANSYS mit dem Simplorer und PExprt effiziente Simulationslösungen auf Schaltungs- und Bauteilebene.

Für Fragestellungen des Antennen-Designs, der Signalintegrität und EMV stehen den Designern spezialisierte Werkzeuge zur Untersuchung von elektromagnetischen Wellen zur Verfügung.

- **ANSYS Maxwell 3D with EMAG**
- **ANSYS RMxprt**
- **ANSYS Simplorer**
- **ANSYS PExprt**
- **ANSYS Q3D Extractor**
- **ANSYS HFSS**
- **ANSYS SIwave**

## ANSYS Systeme und Multiphysik

### Systemsimulation

Die zunehmende Komplexität „smarter Systeme“ setzt eine dynamische Systembetrachtung voraus, die die Interaktion aller beteiligten Komponenten genau beschreiben kann. Während die klassische Systemsimulationen meist auf stark abstrahierten Modellen basieren, bietet die Verknüpfung zur 3D-Simulation die Chance, vorhandenes Wissen weiterzuverwenden, Komponenten genauer zu beschreiben und so das System besser abzustimmen.

Die Integration von ANSYS Simplorer in ANSYS Workbench verbindet 3D-Feldsimulation durch Modellordnungsreduktion oder Cosimulation zu Systemen mit Schaltungen, Blockdiagrammen bis hin zu eingebetteter Software und ist das Tor zu bestehenden MATLAB/SIMULINK-Workflows.

Die von CADFEM implementierte Methode der Ordnungsreduktion „MOR for ANSYS“, ein Werkzeug der CADFEM ihf Toolbox, liefert präzise FEM-basierte Modelle für die Systembetrachtung.

- **ANSYS Maxwell 3D with EMAG**
- **ANSYS Simplorer**
- **ANSYS Mechanical + MOR for ANSYS + ANSYS Simplorer**
- **Esterel SCADE**

### Multiphysik

Der Name ANSYS steht seit Jahren für technologisch führende Werkzeuge für die Berechnung des Verhaltens von Bauteilen und Produkten, wenn Wechselwirkungen unterschiedlicher physikalischer Disziplinen berücksichtigt werden. Mit einem Programm unter einer einheitlichen Oberfläche können mechanische, thermische, strömungsmechanische, akustische und elektromagnetische Effekte miteinander kombiniert werden.

- **ANSYS Multiphysics**
- **ANSYS Mechanical CFD Maxwell 3D**
- **ANSYS Produktkombinationen z.B.**
  **- ANSYS Mechanical + ANSYS HFSS**

### Thermisches Management

ANSYS verfügt über effiziente Workflows für die Kühlungssimulation von Leiterplatten, elektronischen Komponenten und Geräten. Die Detailanalyse von Bauteilen im Chipgehäuse basierend auf ECAD-Daten, ermöglicht eine optimale thermische Konstruktion und die Ableitung von Kompaktmodellen. Eine Bibliothek mit vordefinierten Komponenten wie Lüfter, Kühlkörper oder Gitter ermöglicht einen schnellen Aufbau der Simulation durch einen praxisorientierten Workflow.

- **ANSYS Icepak**


**Kontakt Schweiz**

**Ansprechpartner Seminare**
Dr.-Ing. Jörg Helfenstein
Tel. +41 (0) 52-3 68 01-07
joerg.helfenstein@cadfem.ch

**ANSYS Anwendersupport bei CADFEM**
Tel +41 (0) 52-3 68 01-28
support@cadfem.ch

**Kontakt Österreich**

**Ansprechpartner Seminare**
Dr. techn. Bernhard Hößl
Tel. +43 (0) 1-5 87 70 73-11
bernhard.hoessl@cadfem.at

**ANSYS Anwendersupport bei CADFEM**
Tel +43 (0) 1-5 87 70 73-18
support@cadfem.at

ANSYS 15.0 – Neuerungen kennen, verstehen und anwenden

# CADFEM Schulungen machen Sie zum Experten

Mit dem neuen CADFEM Seminar „ANSYS 15.0“ lernen Sie die Neuerungen nicht nur kennen, sondern bekommen die erforderlichen Hintergründe für ein bleibendes Verständnis und die Gelegenheit zum „Be-Greifen“ durch die praktische Anwendung an ausgewählten Beispielen.

Die parallelisierte Bauteil-für-Bauteil-Vernetzung, der Zusammenbau von bereits vernetzten Teilkomponenten, das erweiterte Daten-Mapping für Anfangsspannungen und -Dehnungen sowie die Modellierung von Verschleiß sind nur ein Teil Ihrer konstruktiven Anregungen, die als Neuerungen im Software-Update Einzug gehalten haben. Darüber hinaus spielt ein durchgängiger Multiphysik-Workflow eine immer größere Rolle in der Simulation. Strukturmechanik und Elektromagnetik agieren interaktiv und die integrierte Steuerungssoftware, sogenannter „smarter Produkte“ wird immer intelligenter. Dabei werden die Modelle unserer Anwender komplexer und größer, paralleles Rechnen oder Variantenrechnen sind die Zukunft. ANSYS 15.0 bringt mit seinen technischen Weiterentwicklungen die physikalischen Domänen noch näher zusammen.

Diese neue Produktgeneration ANSYS 15.0 kann also immer mehr leisten und wird dadurch natürlich umfassender. Damit Sie die Vorteile sofort nutzen können, bieten wir Ihnen Webinare zu Neuerungen in der Thermomechanik und Elektromagnetik an.

Das zweitägige CADFEM Seminar „ANSYS 15.0 – Neuerungen kennen, verstehen und anwenden“ zeigt Ihnen die neuen Funktionen, ist mit seinen realen Beispielen praxisorientiert und überzeugt mit seiner Mischung aus Vortrag, Live-Demo und Übungen. Es wird ergänzt um die Unterlagen und Übungen des Update-Trainings zu ANSYS 14.5 und kann dadurch eventuelle Lücken zur aktuellen Version im Selbststudium schließen. Der großen Kundenzuspruch bei den ersten Seminaren sowie die zahlreichen positiven Kundenrückmeldungen bestätigen die Qualität der CADFEM Seminare.

**InfoHomepage**
www.cadfem.de/ansys-15-seminar

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Thomas Nelson
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-47
tnelson@cadfem.de

„Die Beispiele waren aus vielfältigen Anwendungsbereichen ausgewählt und wurden sehr anschaulich dargestellt. Der Kurs wird sich innerhalb kürzester Zeit durch ein effizienteres Arbeiten rentiert haben. Alles in allem werde ich mit diesen Erfahrungen versuchen, zukünftig öfter an Update-Schulungen teilzunehmen.“

Dipl.-Ing. Ilko Schmadlak, Berechner bei der Firma Freescale in München

Neue Version der CADFEM ihf Toolbox

# Werkzeugkasten 4.0

Die CADFEM ihf Toolbox ist erwachsen geworden. Seit ihren Anfängen in 2009 nutzen zahlreiche Kunden in Zentraleuropa, aber auch in Asien und Amerika die von CADFEM und ihf entwickelten Zusatzlösungen für ANSYS. Diese Applikationen liegen als Open-Source-Code vor und können flexibel eingesetzt und den eigenen Vorstellungen angepasst werden. Mit der Version 4.0 stehen nun folgende Werkzeuge zur Verfügung:

- **WB/FKM:** In ANSYS Workbench integrierter Festigkeitsnachweis nach der FKM-Richtlinie mit örtlichen Spannungen
- **WB/FKM WELD:** Festigkeitsnachweis mit Nennspannungen nach der FKM Richtline für geschweißte, flächenhafte Strukturen modelliert mit Schalenelementen
- **CADFEM Materialdatenbank für ANSYS Workbench:** 250 Materialien mit mechanischen, thermischen und elektromagnetischen Eigenschaften
- **MoldSim:** Verknüpfung von Spritzgusssimulation und FEM-Berechnung mit ANSYS
- **SBSound:** Körperschallbewertung schwingender Strukturen
- **MOR4ANSYS:** Modellordnungsreduktion zur Ableitung reduzierter FEM-Modelle für die Systemsimulation
- **CMS-Wizard:** Assistent zur einfachen Definition von elastischen Mehrkörperanalysen per Component-Mode-Synthesis (CMS)
- **VWS – Virtual Weld Shop:** Methoden und Routinen zur Simulation von Schweißvorgängen, Wärmebehandlung und Gefügeumwandlung
- **Erweiterte Geometrierückführung:** Die Rückführung verformter Netze auf Basis der Ausgangstopologie

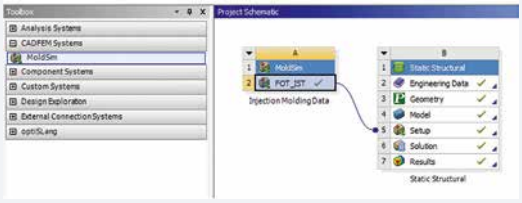
**InfoHomepage**
www.cadfem.de/toolbox

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Christof Gebhardt
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-65
cgebhardt@cadfem.de

## Neue Tools

### Neu: MoldSim – Verknüpfung von Spritzgießsimulation mit ANSYS Workbench

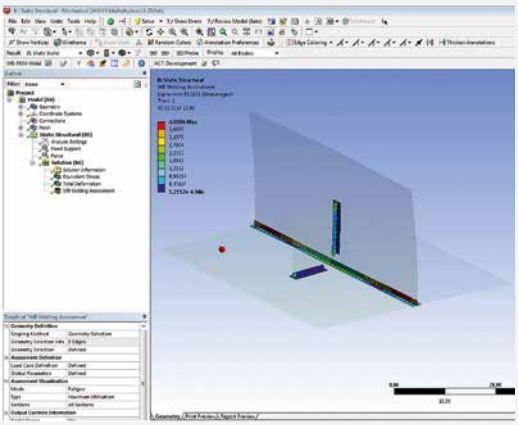
Aufgrund der zunehmenden Anforderungen an Produktzuverlässigkeit, Gewicht und Kosten, müssen verfügbare Einsparpotentiale sicher ausgeschöpft und Aussagen über das Produktverhalten genauer werden. Der klassische Ansatz der Bewertung kurzfaserverstärkter Kunststoffteile auf Basis eines ideal-homogenen Materials birgt das Risiko, fertigungsbedingte Störeinflüsse nicht zu erfassen.




Um die Genauigkeit von FEM-Analysen solcher Bauteile zu steigern, wurde von CADFEM die Schnittstelle MoldSim entwickelt, mit der die Spritzgusssimulation und die FEM-Analyse verknüpft werden. Sie ist integriert in ANSYS Workbench und für die Mechanical-Anwendungen verfügbar. Mit ihr können die Daten aus der Spritzgusssimulation importiert und anschließend unabhängig von der Verfügbarkeit der Spritzgusssimulations-Software verwendet werden.

Nach dem Einlesen der Netzdaten, Faserorientierung und initialen Spannungen (optional) werden die Daten in ANSYS Mechanical der Zielgeometrie zugeordnet und automatisiert gemappt. Die Matrix- und Fasereigenschaften werden durch eine Homogenisierung in ANSYS Mechanical zu lokal variierenden Materialeigenschaften umgerechnet und stehen anschließend für die FEM-Simulation zur Verfügung.

### Neu: WB/FKM WELD



Angespornt durch den großen Erfolg von WB/FKM für den Festigkeitsnachweiß ungeschweißter, volumetrischer Strukturen wurde die Toolbox um eine Lösung für Schalenmodelle mit Schweißverbindungen erweitert. Grundlage dafür ist das Nennspannungskonzept der FKM-Richtlinie, das in Zusammenarbeit von CADFEM und ihf in ANSYS Workbench integriert wurde. Die Handhabung erfolgt über eine Icon-Leiste in der Mechanical-Umgebung. Anhand von Bauteilverbindungen oder Linienkontakten werden die zu bewertenden Schweißverbindungen automatisch identifiziert. Spezielle Filter unterstützen den Anwender in der Handhabung auch bei einer großen Anzahl von Schweißnähten. Die Eigenschaften der Schweißverbindungen werden individuell oder in Gruppen in komfortablen Eingabemasken definiert, ebenso Materialeigenschaften, Lastkollektive und Lastfallkombinationen. Nach der Berechnung wird der maximale oder mittlere Auslastungsgrad auf dem 3D-Modell dargestellt.

Zu Dokumentationszwecken wird ein prüffähiger Bericht erstellt, der alle Eingangs- und Ergebnisgrößen des Nachweises enhtält.

Città slow

# Internationales Netzwerk

Das Netzwerk città slow wurde inspiriert von der Philosophie der Slow-Food-Bewegung. Hauptziele sind die Verbesserung der Lebensqualität in Städten und das Verhindern der Vereinheitlichung. Dazu gehören die Betonung lokaler, regionaler und kultureller Besonderheiten und die Hervorhebung der eigenen und speziellen Werte einer Stadt und ihres Umlandes.

Der Ursprung der città-slow-Bewegung lag 1999 in Orvieto und wurde dort von den Bürgermeistern einiger aktiver italienischer Städte wie Greve in Chianti, Orvieto, Bra und Positano ins Leben gerufen. Diese Städte, die sich bei der Verwirklichung der oben genannten Ziele in besonderer Weise hervorgetan haben, gründeten das internationale Netzwerk und beschlossen, gemeinsame Erfahrungen auf der Grundlage eines konkreten und verifizierbaren Verhaltenskodexes auszutauschen.

**Zu den sieben Kriterien zur Bewertung der slow cities gehören:**

**Umweltpolitik**
Nutzung alternativer und/oder regenerativer Energien, Recycling-Konzepte

**Infrastrukturpolitik**
Behindertengerecht, Bürgernähe, Grünanlagen, Naherholungsgebiet

**Urbane Qualität**
Stadtentwicklung, Denkmalpflege, Müllkonzepte

**Aufwertung der heimischen Erzeugnisse**
Regionale Wochenmärkte, Pflege heimischen Brauchtums

**Gastfreundschaft**
Pflege von Städtepartnerschaften, Touristen-Informationen

**Bewusstsein schaffen**
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für slow cities

**Landschaftliche Qualität**
Erhalt und Pflege der landschaftlichen Schönheit und Vielfalt

In Deutschland haben bisher zehn Städte die cittaslow-Auszeichnung verliehen bekommen. Wir hoffen das diese Liste kontinuierlich ausgebaut wird, um den Lebenswert in noch mehr Städten zu erhöhen.

**Quelle: www.cittaslow.info**

**Lüdinghausen**
www.luedinghausen.de

**Deidesheim**
www.deidesheim.de

**Waldkirch**
www.stadt-waldkirch.de

**Nördlingen**
www.noerdlingen.de

**Bad Schussenried**
www.bad-schussenried.de

**Überlingen**
www.ueberlingen.de

# lebenswerter Städte

**Marihn**
www.marihn.de

**Schwarzenbruck**
www.schwarzenbruck.de

**Hersbruck**
www.hersbruck.de

**Wirsberg**
www.wirsberg.de

Bilder: shutterstock.com/Igor Bonadin/Dragan Jovanivic/travelpeter

DETORBA: Verfahren zur Analyse von Detonationseinwirkungen in urbanen Gebieten

# Urbane Simulation

Terroristisch motivierte Anschlagsdrohungen, aber auch Bombenfunde aus dem Zweiten Weltkrieg, stellen besonders in urbanen Zentren eine extreme Herausforderung für Polizei und Katastrophenschutz sowie Stadtplaner und Ingenieurbüros dar.

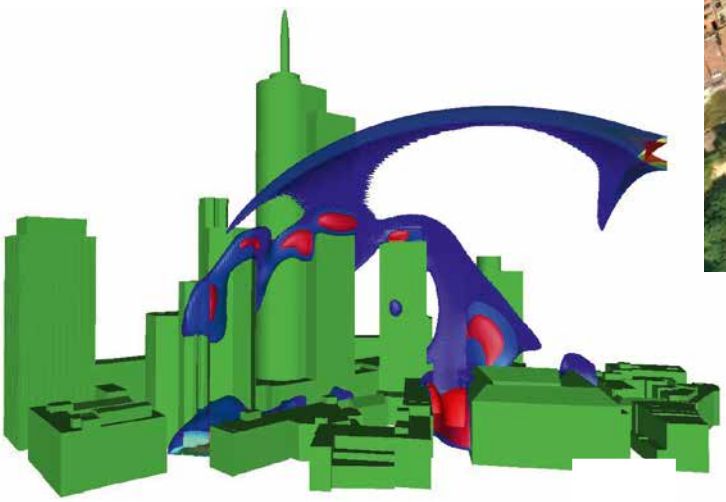


**Bild 1:** Simulation der Druckverteilung bei einer Detonation.

## Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts DETORBA ist ein Verfahren, um die Auswirkungen von Explosionen in urbanen Gebieten zu simulieren und zu analysieren. Erstmals werden moderne Simulationsmethoden mit den neuesten und leistungsfähigsten Methoden der diskreten dreidimensionalen Städtemodellierung kombiniert, um Detonationseinwirkungen realistisch abbilden zu können.

Das Verfahren wird in Form von Demonstratoren realisiert, die als Zusatzmodule für detaillierte Untersuchungen für das Finite-Elemente-Programm ANSYS konzipiert werden.

Damit wird erstmals eine systematische Untersuchung vor allem von exponierten städtischen Bereichen auf Basis von hochauflösenden dreidimensionalen Städtemodellen möglich. Die Einsatzgebiete des Verfahrens liegen in der Schädigungsana-

### Programm

**„KMU-innovativ: Forschung für die zivile Sicherheit“**

**Projektlaufzeit**
März 2013 – März 2015

**Projektpartner**
Koordination: CADFEM GmbH, München
virtualcitySYSTEMS GmbH, München
Technische Universität München

**Assoziierte Partner**
Büchting+Streit, München
Haverkamp GmbH, Münster
Stadt Frankfurt am Main
Happold Ingenieurbüro GmbH, Berlin
Stadt Köln

Bilder: virtualcitySYSTEMS, CADFEM

Daten mit freundlicher Genehmigung der Stadt Nürnberg, Amt für Geoinformation und Bodenordnung

## 3. Konferenz „Digitale Stadt“

Im Rahmen der ANSYS Conference & des 32. CADFEM Users' Meeting findet am Donnerstag, den 5. Juni 2014 in Nürnberg (NCC Ost) die 3. Konferenz „Digitale Stadt“ statt.

**Die Themen sind:**

1. Neuigkeiten rund um CityGML
2. Fortführung von CityGML-basierten 3D-Stadtmodellen
3. Anwendungen von 3D-Stadtmodellen
4. Simulation und Analyse auf Basis von 3D-Stadtmodellen

Außerdem wird am Freitag, den 6. Juni eine Ganztagsschulung zum Thema „CityGML Validierung und Qualitätsprüfung“ angeboten.

Weitere Informationen unter **www.usersmeeting.com**
**www.virtualcitysystems.de**

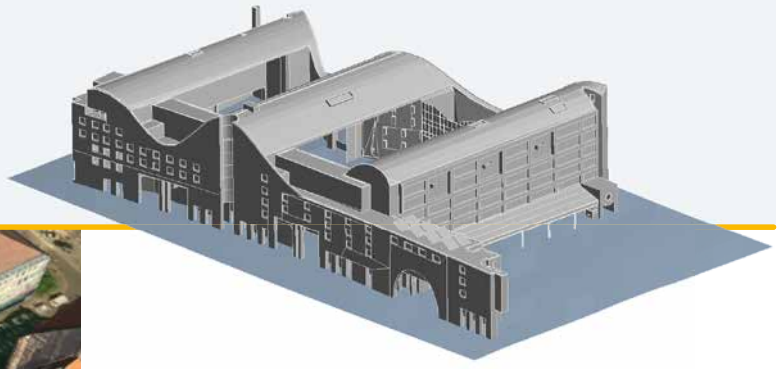


**Bild 2:** Das Webportal soll zur Berechnung von Detonationsszenarien dienen.

lyse und Risikobewertung (Gefährdungskarte) von exponierten Infrastrukturobjekten, in der städtebaulichen Planung, bei der Dimensionierung von Bauwerken und der Unterstützung bei Notfallsituationen.

Auch Evakuierungsmaßnahmen bei Bombenfunden aus dem Zweiten Weltkrieg, die angesichts der Vorkommnisse in München-Schwabing und Worms nichts an ihrer Aktualität verloren haben, sollen geplant und Folgen einer Detonation sollen beurteilt werden können.

## Innovationen und Perspektiven

Ein Ziel dieses Projektes ist das Erstellen eines kompletten Prozesses der weitestgehend automatisiert sein soll, so dass dieser auch von Benutzern ohne tiefere FEM-Kenntnisse durchgeführt werden kann. Der spätere Anwender soll durch einen Wizard, der notwendige Eingaben abfragt, unterstützt werden, um ein lauffähiges Modell zu generieren. Das so entstehende Software-Tool wird es Städten und Behörden, Ingenieur- und Planungsbüros sowie dem Katastrophenschutz ermöglichen, Detonationen schnell, präzise und realistisch zu simulieren und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten.

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Anja Sethi-Rinkes
asr@cadfem.de
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-385

**InfoAnsprechpartner** | Projektträger
Martin Bettenworth
VDI Technologiezentrum GmbH
bettenworth@vdi.de

Bundesministerium für Bildung und Forschung
IDEEN INNOVATION WACHSTUM

Herzklappen- und Stent-Simulation mit ANSYS Multiphysics

# Herz der Simulation

Die Aortenklappenstenose ist die häufigste Herzkrankheit der Bevölkerung über 65 Jahre in Europa und Nord Amerika (www.patient.co.uk/doctor/aortic-stenosis). Die Betroffenen müssen mit einer aufwändigen Herzoperation rechnen. Die CADFEM (Suisse) AG hat zusammen mit der ADMEDES Schuessler GmbH, einem international führenden Zulieferer von selbstexpandierbaren Komponenten für die Medizinische Industrie, ein Verfahren entwickelt, um diese Operationen zu vereinfachen.

Bei der Transkatheter-Aortenklappen-Implantation wird eine künstlich hergestellte Herzklappe, die in einem Metallgerüst (Stent) befestigt ist, mit einem Katheter eingeführt und in Position gebracht. Der Stent wird aus der Formgedächtnislegierung Nitinol gefertigt (Bild 3). Aufgrund der superelastischen Eigenschaften expandiert das Implantat während der Freilassung selbstständig und verankert sich im Klappenring. Die körpereigene Aortenklappe wird dabei nicht entfernt, sondern durch die Prothese verdrängt. Die größte Herausforderung bei diesem Verfahren besteht in der Gewährleistung von Stabilität und Lebensdauer. Solche künstlichen Klappen können nach der Implantierung bisher nicht durch einen Katheter entfernt werden, und müssen beispielsweise innerhalb von 10 Jahren etwa 400 Millionen Zyklen bewältigen.

Um dieses zu gewährleisten, hat die CADFEM (Suisse) AG zusammen mit der ADMEDES Schuessler GmbH einen Modellierungsprozess mit der ANSYS Multiphysics Plattform entwickelt, mit dem die entstehenden Spannungen im Stent sowie seine Stabilität in der Anspannungsphase des Herzschlages (Systole) analysiert werden. Dieser Berechnungsprozess erfolgt in vier Schritten (Bild 1) innerhalb der ANSYS Workbench Umgebung:

**a)** Der unverformte Stent und die künstliche Herzklappe wurden als Startmodell verwendet und als Finite-Elemente-Modell (Solid Shell Technologie) diskretisiert. Für das negative Blutvolumen erfolgte eine Vernetzung mit Finiten Volumen.

**b)** Anschließend wurde der Stent an beiden Enden gezogen, so dass er sich bis zu einem Querschnitt kleiner als die Aorta verformte.

**c)** Der Stent wurde dann gegen die Aorta freigelassen, um die implantierte Form in Abhängigkeit der nichtlinearen Kontakte mit der Aorta zu erhalten. Die bisher deaktivierten Verbindungen zwischen Stent und künstlichem Klappengewebe wurden wieder aktiviert.

**d)** Schließlich erfolgte die Berechnung einer transienten Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) anhand einer Blutstromvorgabe während eines systolischen Herzschlages.

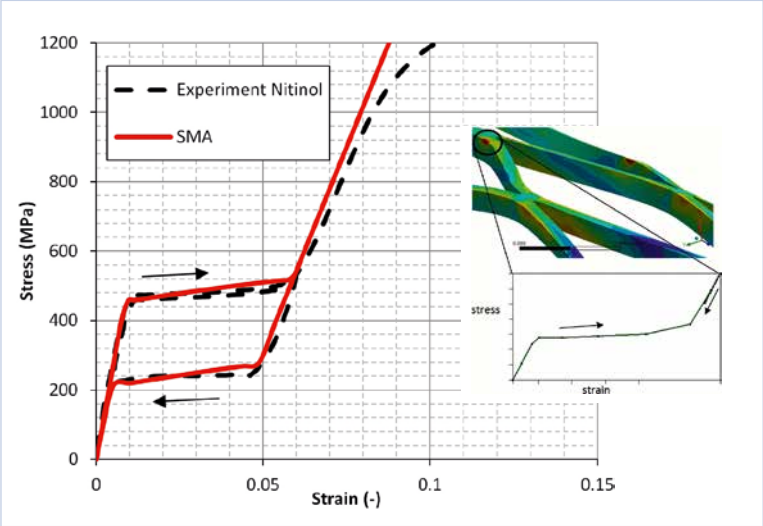



**Bild 2:** Vergleich zwischen zwei verfügbaren Formgedächtnis-Modellen in ANSYS; Superelastisch bei konstanter Temperatur und SMA mit Berücksichtigung der Temperatur und Messdaten. Spannungs-Dehnungs-Zyklus an einer Stelle des Stents (kleines Bild).

Eine solche Simulation lieferte wichtige Ergebnisse, die mit experimentellen Messungen nicht gewonnen werden können. Für die Bewertung der Lebensdauer konnte der Verlauf der Spannung und Verformung an kritischen Stellen über die Zeit analysiert werden (Bild 2). Die Auswertung solcher Spannungszyklen (Ermü-

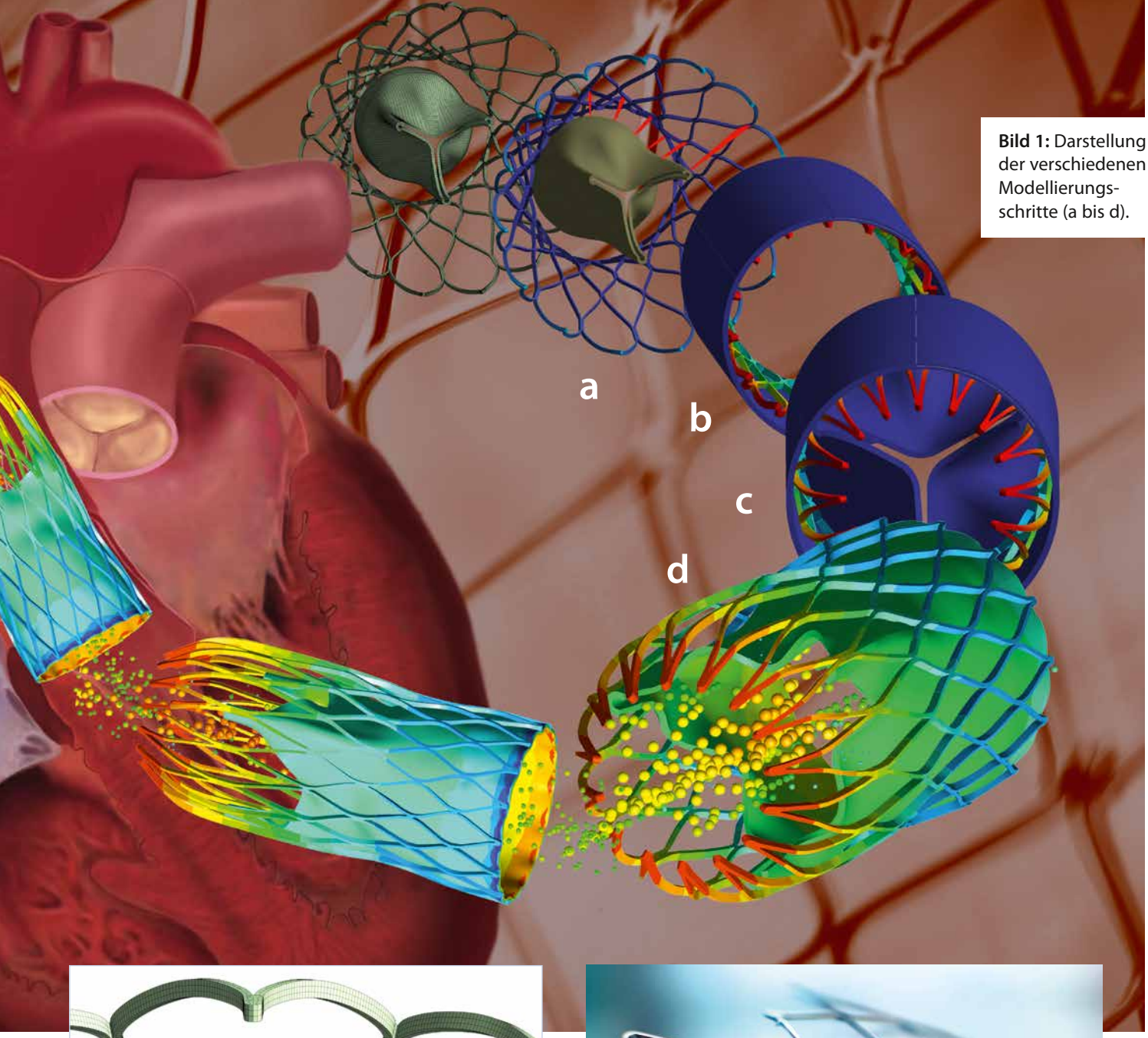



**Bild 1:** Darstellung der verschiedenen Modellierungsschritte (a bis d).

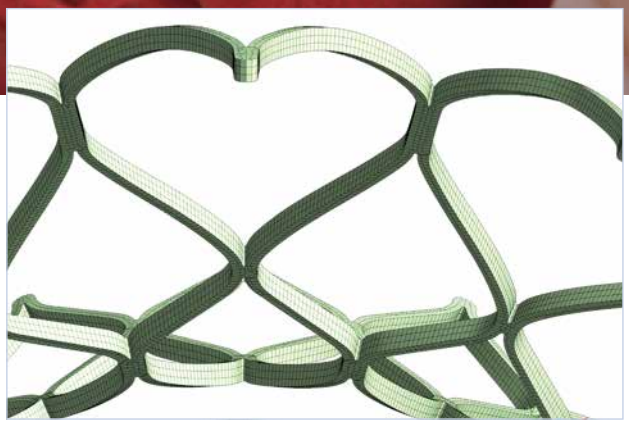


**Bild 3:** Vernetztes Simulationsmodell eines Stents.

**Bild 4:** Der Stent besteht aus einem Metallgerüst.

dungsanalyse) liefert die Lebensdauer für jeden Punkt der Struktur. Die Stabilität wurde anhand der Entwicklung des Kontaktdruckes zwischen Stent und Aorta, sowie den Kräften an den Nahtpunkten zwischen Klappengewebe und Stent untersucht.

ADMEDES verfügt dank der Unterstützung durch die CADFEM (Suisse) AG jetzt über das Know-how, den Modellierungsprozess für Stent und Klappengewebe eigenständig zu realisieren, so dass Voraussagen für die jeweiligen patientenspezifischen Konfigurationen getroffen werden können.

Mit der Darstellung der Herzklappen- und Stent-Simulation mit ANSYS Multiphysics schaffte es dieses Projekt Anfang 2014 in die ANSYS Hall of Fame.

http://ansys.com/Hall+of+Fame

**InfoUnternehmen**
ADMEDES Schuessler GmbH
www.admedes.com

**InfoAutor**
Joël Grognuz, CADFEM (Suisse) AG
Tel. +41 (0)21 614 80 44
joel.grognuz@cadfem.ch

**InfoVerwendete Software**
ANSYS Multiphysics

Modellbasiertes Condition Monitoring mit optiSLang

# Ursache und Wirkung

Der Zusammenhang zwischen den Eigenschaften einzelner Bauteile für das Verhalten eines Gesamtsystems ist nicht immer sofort ersichtlich. Anhand der Simulation einer Werkzeugmaschinenbaugruppe wird aufgezeigt, wie durch Parametrisieren und mit den Methoden aus optiSLang der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung identifizierbar ist.

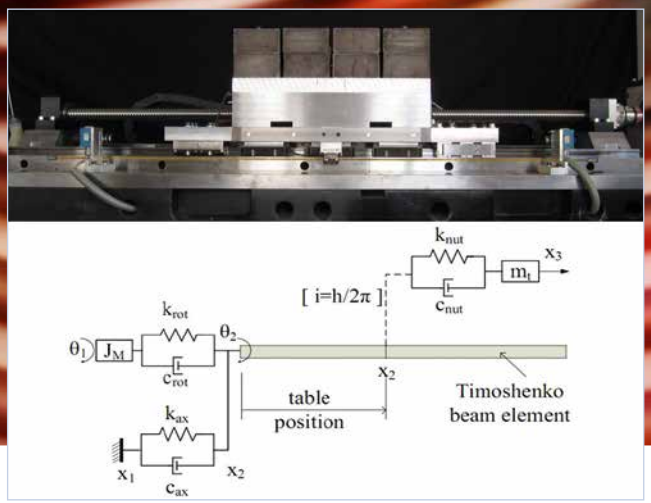



**Bild 1:** Die Kugelgewindetriebachse am ISW und ein entsprechendes reduziertes Modell.

Um die Bearbeitungstoleranzen und die Qualität von Werkstücken über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten, ist es notwendig, den Zustand der Werkzeugmaschine während des Betriebs zu überwachen. Dafür existieren unterschiedliche Strategien, die als „run to break", zeitbasierte präventive Wartung und zustandsorientierte Instandhaltung kategorisiert werden können. Das Ziel des letztgenannten Ansatzes ist eine ständige Analyse des Verhaltens der Komponenten während ihrer Betriebszeit.

In den meisten Fällen basiert die Zustandsüberwachung auf der Schwingungsdiagnose. Dabei werden externe Beschleunigungssensoren in zahlreichen Positionen installiert und der Schwingungszustand der Maschine analysiert. Im vorliegenden Projekt wird ein neuer Ansatz vorgestellt, der die Eigenschaften einzelner Maschinenkomponenten basierend auf der Analyse eines Modells des Gesamtsystems ermittelt.

Die Entwicklung eines geeigneten Algorithmus für die Zustandsüberwachung eines bestimmten Systems erfordert umfassende Kenntnisse über die möglichen Ausfallarten. Für den Fall eines Spindelmutterantriebs ist der Verschleiß der Rollbahn das am häufigsten auftretende Problem. Die Erosion des Laufbahnprofils ändert die tribologischen Eigenschaften der Kontaktfläche und verringert dadurch die Vorspannung zwischen Kugeln, Mutter und Spindel. Ein Verlust der Vorspannung reduziert wiederum die Gesamtsteifigkeit des Vorschubantriebssystems, was zu Veränderungen der Eigenfrequenzen des Systems führt. Daher kann durch Analyse der Eigenfrequenzen eines Vorschubantriebs die Steifigkeit der unterschiedlichen Komponenten bestimmt werden.

## Analyse mit reduzierten Modellen

Im Fall des SIOCS-Projekts (Simulationsbasierte Parameteridentifikation für Online Condition Monitoring einer Kugelrollspindel) am ISW (Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen) der Universität Stuttgart wurden die Berechnungen der Eigenfrequenzen und die folgende Analyse der Komponentensteifigkeit durch ein FE-Modell (Finite Elemente) von Kugelgewindetrieben durchgeführt. In der ersten Phase wurde ein reduziertes 2D-FE-Modell (Bild 1) entwickelt, das weniger als 50 Freiheitsgrade besitzt. Die erste Eigenfrequenz entspricht der axialen Schwingung der Achse und die zweite Eigenform bezeichnet im Wesentlichen die Torsion-Schwingung der Spindel. Das reduzierte Modell beinhaltet neben der Tischmasse und der Motorträgheit die Steifigkeits- und Dämpfungsparameter von Mutter, Lager und Kupplung.

Die Beziehung zwischen den Steifigkeitsparametern und den berechneten ersten zwei Eigenfrequenzen des reduzierten Modells wurde analysiert. Die Steifigkeitsparameter sollten basierend auf gemessenen Eigenfrequenzen identifiziert werden. Dazu erfolgte eine Optimierung mit der Software optiSLang, bei der die Zielfunktion durch die Differenz zwischen gemessenen und simulierten Eigenfrequenzen definiert wurde. Bestätigt wurde das Ergebnis durch ein Verfahren, das auf einem neuronalen Netz zum Aufbau der Beziehung zwischen Eingängen (Eigenfrequenzen) und Parameterausgängen (Steifigkeiten) basierte.

Die initiale Identifikation der Steifigkeitsparameter gibt an, dass basierend auf der Messung aus nur zwei Eigenfrequenzen kein eindeutiger Steifigkeitswert für die

Bild: shutterstock.com/Vinnikava Viktorya

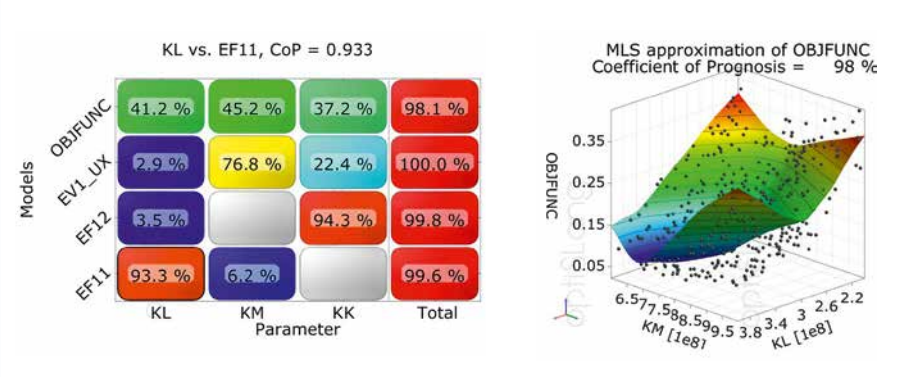



**Bild 2:** CoP (linke Seite) und MoP (rechte Seite) basierend auf Sensitivitätsanalyse in optiSLang.

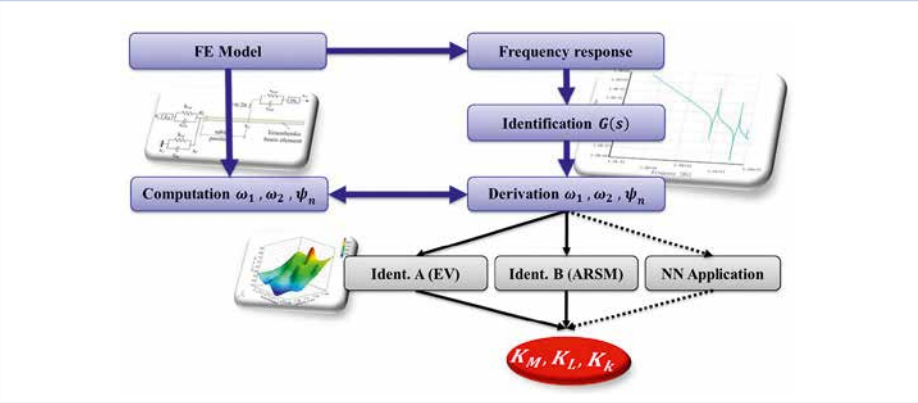



**Bild 3:** Workflow für die Ermittlung der Steifigkeitsparameter eines Kugelgewindetrieb-Systems, basierend auf berechneten Eigenfrequenzen und dem zweiten Eigenvektor.

Mutter identifiziert werden kann. Um die Abhängigkeit zu klären, wurde eine Sensitivitätsanalyse des Modells mit optiSLang for ANSYS Workbench durchgeführt. In die Sensitivitätsanalyse gingen verschiedene Steifigkeitsparameter, die Tischmasse und -position ein und mehr Eigenfrequenzen wurden untersucht. Die Sensitivitätsanalyse ergab, dass weder die erste noch die zweite Eigenfrequenz überwiegend durch die Steifigkeit der Mutter beeinflusst werden. In einer weiteren Untersuchung wurde die Wirkung der Muttersteifigkeit auf andere Parameter als die Eigenfrequenzen analysiert. Das Ergebnis war, dass die erste Eigenform (Maschinentischbewegung) überwiegend durch die Muttersteifigkeit beeinflusst wird. Durch die Sensitivitätsanalyse wurden drei Ausgangsparameter ermittelt, die für die Identifizierung der Steifigkeitsparameter des Kugelgewindetriebes notwendig sind. In Bild 2 wurde dies durch CoP (Coefficient of Prognosis) und MoP (Meta modell of Prognosis) nach der Sensitivitätsanalyse dargestellt.

Nach Änderung der Zielfunktion durch Hinzufügen der Eigenformen und Umsetzung der Korrekturfaktoren wurde die Identifikation der Modellparameter durchgeführt. Der angewandte modellbasierte Identifikationsalgorithmus war der Evolutionäre Algorithmus (EA), die Steifigkeitsparameter konnten dadurch nach 200 Iterationen eindeutig identifiziert werden.

## Genauigkeit des Algorithmus

Bild 3 zeigt, wie auf Basis von Simulationseingangsdaten der vorgeschlagene SIOCS-Ansatz verifiziert wurde. Mit dem reduzierten 2D-Modell eines Kugelgewindetriebes wird der Frequenzgang der Drehzahlregelstrecke berechnet. Basierend auf der Kurvenanpassung des Bode-Diagramms lässt sich dann die Übertragungsfunktion des Systems identifizieren. Die Eigenfrequenzen und Eigenvektoren werden anschließend mit dem entwickelten Algorithmus berechnet. Durch die Bereitstellung der Eigenfrequenzen und Eigenvektoren als Eingaben des Identifikationsalgorithmus wurden die Steifigkeitsparameter des Kugelgewindetrieb-Modells bestimmt und die Genauigkeit des Algorithmus untersucht.

Nach Abschluss des Projekts kann folgendes Fazit gezogen werden: Der erwartete Zusammenhang zwischen Systemparametern und Eigenschaften der Maschine konnte zum Beginn des Projekts nicht festgestellt werden. Nach zusätzlicher Aufnahme der ersten Eigenform des Systems und Erfassung eines weiten Felds von Einflussgrößen und Systemantworten in der Sensitivitätsanalyse konnte dieser Zusammenhang dann erklärt werden. Die Korrelationsmatrix hat die Abhängigkeiten zwischen den Modellparametern und dem Maschinenverhalten gezeigt. Mit der so ermittelten Vorgehensweise lässt sich aufgrund des realen Schwingungsverhaltens einschätzen, in welchem Zustand sich die überwachte Komponente befindet. Dadurch können Einsatzzeiten von Werkzeugmaschinen optimiert und Wartungsintervalle an den realen Zustand der Maschine angepasst werden.

**InfoAutoren**
Mahdi Mottahedi, M.Sc., ISW, Universität Stuttgart
Dr.-Ing. Armin Lechler, Geschäftsführender Oberingenieur, ISW, Universität Stuttgart

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Cord Steinbeck-Behrens
Tel. +49 (0) 511-39 06 03-17
csb@cadfem.dee

**InfoVerwendete Software**
ANSYS Workbench, optiSLang

**InfoTag**
Design-Verständnis
www.cadfem.de/design-verstaendnis

Gefügeausbildung bei induktiven Härteprozessen

# Härtefälle

Induktive Härteprozesse führen zu einer oberflächennahen Gefügeumwandlung von Stahlbauteilen. Die elektromagnetisch-thermisch-stukturmechanisch gekoppelte Simulation dieser Verfahren ermöglicht eine Prognose über die resultierenden Härteprofile sowie eine Optimierung der elektrischen und geometrischen Parameter des zum Einsatz kommenden Induktors.

Die induktive Erwärmung findet heutzutage ein großes Anwendungsfeld im Bereich der metallverarbeitenden Unternehmen. Im Vergleich zu konventionellen Erwärmungsprozessen bieten Induktionsprozesse die besonderen Vorteile sehr hoher Leistungsdichten, großer Aufheizgeschwindigkeiten von bis zu mehreren Hundert Kelvin pro Sekunde sowie der gezielten Energieeinbringung. Hochleistungsbauteile – beispielsweise aus dem Automobilbereich – müssen für eine lange Haltbarkeit einen hohen Widerstand sowohl gegen Reib- als auch gegen Stoßbelastung aufweisen. Die fokussierte Materialhärtung des Randschichtbereichs bei gleichzeitiger Beibehaltung der Duktilität (Verformbarkeit) im Innenbereich des Bauteils erfüllt genau diese Anforderungen.

Beim induktiven Randschichthärten wird ein Induktor, der auf das zu härtende Gut geometrisch angepasst wurde, mit einem hochfrequenten Wechselstrom gespeist. Der Induktor generiert damit ein magnetisches Wechselfeld. Befindet sich ein elektrisch leitfähiges Material im Einflussbereich des Magnetfeldes, wird ein Strom induziert, der über Joule'sche Verluste die benötige Erwärmung liefert. Unter Einsatz von Feldführungselementen (Elektrobleche oder auf Kunststoffbindebasis) lassen sich der elektromagnetische Wirkungsgrad der Anordnung und die Aufheizgeschwindigkeit deutlich erhöhen. Der induzierte Strom fließt entsprechend der vorliegenden elektromagnetischen Effekte (Skineffekt, Proximityeffekt) lediglich an der Oberfläche bzw. Randschicht des Werkstücks und sorgt damit auch nur in diesen Bereichen für eine Erwärmung. Mit steigender Frequenz verstärkt sich der Effekt, sodass sich mit hohen Frequenzen besonders dünne Randschichten aufheizen lassen.

Unter der Voraussetzung eines (äquivalenten) Kohlenstoffgehalts von mindestens 0,3% entsteht ein gehärtetes Martensitgefüge in den Bereichen, die die Austenitisierungstemperatur (ca. 800°C) überschritten haben und nach der Erwärmung innerhalb weniger Sekunden wieder auf ein geringes Temperaturniveau abgekühlt werden. Durch einen rasch durchgeführten Prozess werden gleichzeitig eine Erwärmung und damit Umwandlung des Innenbereichs sowie ein Verzug des Bauteils in geringeren Grenzen gehalten.

Bild: shutterstock.com/Creations

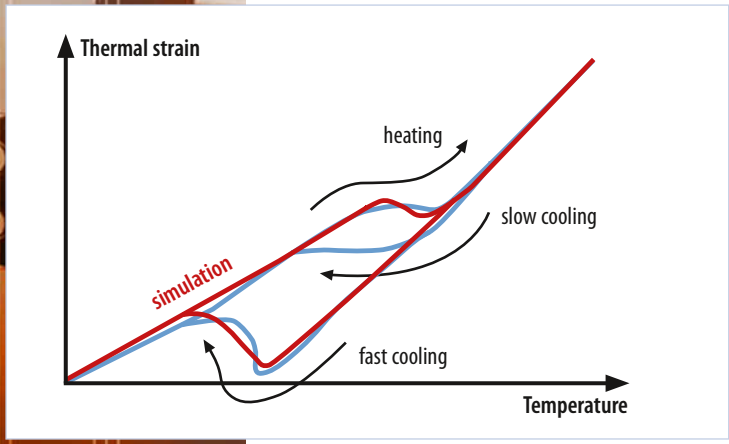



**Bild 1:** Berücksichtigung des Dilatogramms für Berechnung der Gefügezusammensetzung.

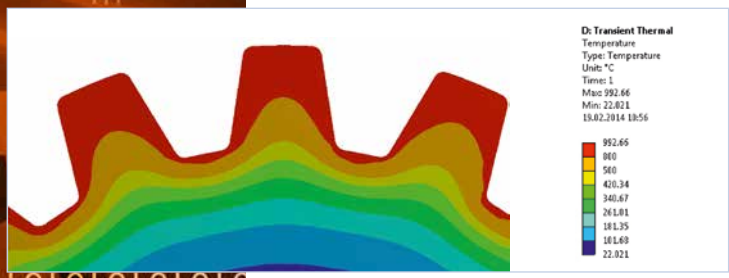



**Bild 2:** Ergebnis der elektromagnetisch-thermisch gekoppelten Simulation (Zahnrad).

Entsprechend des Aufheiz- und Abkühlzyklus lässt sich mittels eines Gefügekinetik-Modells eine Voraussage zu dem resultierenden Gefüge innerhalb des Werkstücks treffen.

## Ablauf der gekoppelten Simulation

Um im Vorfeld die aus dem eingestellten Parametersatz resultierenden Härteverläufe zu erhalten, werden elektromagnetisch-thermisch gekoppelte Berechnungen unter zusätzlicher Berücksichtigung einer Gefügeumwandlungsroutine durchgeführt. Durch die starke Temperaturabhängigkeit der elektrischen und thermischen Parameter ist eine Kopplung für eine korrekte Abbildung zwingend erforderlich. Um eine exakte Berechnung der induzierten Ströme zu gewährleisten, muss die elektromagnetische Analyse transient nichtlinear durchgeführt werden, auch wenn sich im Induktor ein sinusförmiger Stromverlauf einstellt. Durch die vorliegenden magnetischen Nichtlinearitäten des meist ferromagnetischen Werkstücks tritt bei einer rein harmonischen Analyse ein nicht vernachlässigbarer Fehler auf.

Durch den Einsatz eines Zweifrequenzverfahrens lässt sich die Verteilung der Wärmeleistungsdichte konturgetreuer an den Verlauf von Zahnspitze und Zahnfuß anpassen. Die sehr geringe Prozessdauer verhindert Wärmeleitungseffekte, so dass die qualitativen Ausprägungen von Wärmeleistung und Temperaturprofil nahezu identisch sind. Auch die Abstrahlungsverluste nehmen mit hohen Prozessgeschwindigkeiten einen kleiner werdenden Anteil ein und können gegebenenfalls sogar komplett vernachlässigt werden. Diese Voraussetzungen sind besonders bei Standhärte-Verfahren gegeben. Beim Vorschubhärten wird das zu härtende Bauteil am Induktor vorbeigeführt, wobei sich die Erwärmungszeit entsprechend der geometrischen Abmessungen des Induktors und der Vorschubgeschwindigkeit des Bauteils ergibt.

## Bestimmung der Gefügezusammensetzung

Aus den sich ergebenden Temperaturverteilungen und dem zeitlichen Temperaturregime aus Aufheiz- und Abkühlzyklus lässt sich mittels eines Gefügekinetik-Modells eine Voraussage zu dem resultierenden Gefüge innerhalb des Werkstücks treffen. In Bild 1 wird beispielhaft ein Dilatogramm dargestellt, aus dem die thermisch-induzierten Dehnungen ableitbar sind.

Die gezeigten Verläufe ergeben die Wärmedehnung des Materials bei der temperaturabhängigen Umwandlung von kubisch raumzentriertem α-Eisen in kubischflächenzentriertes γ-Eisen. Je nach Abkühlgeschwindigkeit entstehen Verzerrungen des Gitters durch nicht zurück diffundierte Kohlenstoffatome. Der Grad der Verzerrung ist letztlich ein Maß für die Härte des Materials. Durch an den Härtevorgang anschließende Anlass-Vorgänge können die Spannungen zur Verringerung der Sprödigkeit reduziert werden.

## Aufschluss über die entstehende Härte

Das Ergebnis der elektromagnetisch-thermisch gekoppelten Simulation am Beispiel eines Zahnrades (Bild 2) zeigt die Temperaturverteilung im Querschnitt des Bauteils und bietet damit Aufschluss über die durch den Abkühlprozess entstehende Härte in Zahnspitze und Zahnfuß..

Die Kopplung aus elektromagnetischer, thermischer und strukturmechanischer Analyse in einer ganzheitlichen Simulation ermöglicht die Adaption der Leistung und der Frequenz für induktive Härteprozesse unter Berücksichtigung des geforderten Härteprofils. Ebenso lassen sich durch Parameterstudien die Geometrie des zum Einsatz kommenden Induktors sowie eventueller Feldführungselemente optimieren.

**InfoAutor**
Dr.-Ing. Jörg Neumeyer, CADFEM GmbH

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Christof Gebhardt
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-65
cgebhardt@cadfem.de

**InfoVerwendete Software**
ANSYS Workbench

**InfoWebinar**
Induktive Erwärmung und Gefügeumwandlung
www.cadfem.de/induktiv-webinar

Akustik-Simulation mit ANSYS Workbench

# Den richtigen Ton treffen

Ob Klang, Lärm oder Vibration – immer dann, wenn Produkte hör- oder spürbar werden, sind die Entwickler gefragt, um das Phänomen einzugrenzen, zu verstehen und zu optimieren. Dazu leisten die Simulationstechnologien einen wichtigen Beitrag, um frühzeitig eventuelle „Schwachstellen" zu erkennen und diese mit alternativen Varianten zu beseitigen.

Schall begegnet uns in unterschiedlichen Formen und erreicht uns auf verschiedenen Wegen. Mal entsteht er als Strömungsgeräusch, durch Wirbelablösung und Turbulenz, als sogenannte Aero- oder Hydroakustik, mal durch Vibration von Körpern, der sogenannten Vibroakustik. Der Schall breitet sich z.B. in Gebäuden oder Fahrzeugen zunächst als Körperschall aus, bevor er von den Oberflächen in das umgebende Medium abgestrahlt wird. Durch die Kombination dieser Erscheinungsformen wurde der Begriff NVH – Noise, Vibration and Harshness – geprägt. Meist erreicht uns der Schall jedoch durch die Luft als Luftschall.

Auf beiden Wegen hat der Ingenieur die Möglichkeit, die Schallwellen zum einen zu detektieren, zum anderen auch, sie zu beeinflussen oder zu dämpfen. So kann auf dem Prüfstand die Vibration durch Beschleunigungsaufnehmer gemessen und – möglichst in einem reflexionsarmen Raum – der Schalldruck über Mikrofone aufgezeichnet werden. Um Aussagen über Herkunft, Verteilung und Schallleistung zu treffen, muss dabei mit einer hohen Anzahl von Mikrofonen und speziellen Auswerteverfahren gearbeitet werden. Akustische Messungen zur Bestimmung des Schalldrucks und Schallleistungspegels erfordern daher in der Produktentwicklung oft hohen Zeit- und Kostenaufwand. Mit Hilfe der Simulation erhält der ANSYS Anwender schnell einen tiefen Einblick in das akustische Feld, der mit traditionellen Messungen, wenn überhaupt, nur mit erheblichem Aufwand erzielt werden kann.

## Große Bandbreite der akustischen Simulation

Die große Bandbreite möglicher Aufgabenstellungen in der Akustik erstreckt sich über fast alle physikalischen Disziplinen. Eine Herausforderung, die mit der ANSYS Workbench Umgebung gut gemeistert werden kann, beispielsweise im Instrumentenbau: Der Klang eines klassischen Musikinstrumentes basiert auf Resonanzen von Struktur und Luftvolumina, die gut aufeinander abgestimmt sein wollen. Eine Kombination aus modaler und harmonischer Analyse in ANSYS Mechanical ermöglicht dem Instrumentenbauer, sich bei gleichem Klang von klassischen Instrumentenformen zu lösen oder bekannte Formen weiterzuentwickeln.

Ein Hörgerät arbeitet meist mit sehr dünnen Kanälen, die den Schall in das Ohr transportieren. Die viskothermischen Verluste in diesen Kanälen können durch Simulation bestimmt und optimiert werden. Die Lärmentwicklung an einem PKW-Außenspiegel aufgrund der Umströmung lässt sich mit Hilfe von ANSYS CFD analysieren. Dabei werden die akustischen Quellen mit Hilfe von LES (Large Eddy Simulation) Turbulenzmodellen bestimmt.

Bei einem Elektromotor führt die Anregung durch elektromagnetische Kräfte zur Strukturvibration und schließlich zur Schallemission. Nachdem die elektromagnetischen Kräfte in ANSYS Maxwell ermittelt wurden, werden diese in ANSYS Mechanical auf die Struktur aufgeprägt und anschließend in die akustische Ausbreitungsrechnung übertragen. Der Prozess bildet den gesamten Weg von der elektronischen Ansteuerung bis hin zum Schallleistungspegel ab und bietet die Möglichkeit, diesen gezielt zu reduzieren.

Erwünscht ist dagegen die Schallerzeugung in einem Lautsprecher. Das Zusammenspiel von elektromagnetischem Treiber, Membran, Gehäuse und Dämmmaterial kann ebenfalls durch die Simulation analysiert und verbessert werden. Zusätzlich lässt sich die Software optiSLang zur parametrischen Sensitivitätsanalyse und multidisziplinären Optimierung nutzen.

## Anwendungsfall: MAN Dieselmotoren

Das Unternehmen MAN Diesel&Turbo setzt bei der Simulation bereits seit langem auf die Lösungen von CADFEM und ANSYS. Um die Wirkung von Ansaugschalldämpfern von Groß-Dieselmotoren zu verbessern, wurden verschiedene Varianten durch akustische Simulationen untersucht. Die Auswahl geeigneter poröser Materialien, z.B. Vliese oder Schäume, in Kombination mit perforierten Abdeckblechen ist ein entscheidender Faktor für die erreichbare Schallreduzierung. Neben ihrer akustischen Eignung müssen diese Materialien auch den harten Einsatzbedingungen an einem Groß-Dieselmotor gewachsen sein. Ausgeklügelte Techniken für poröse und perforierte Medien sorgen dabei für möglichst kleine Simulationsmodelle und unterstützen so die frühzeitige Auswahl geeigneter Absorbermaterialien sowie eine effiziente Untersuchung einer Vielzahl unterschiedlicher Designvarianten.

Eine weitere akustisch interessante Komponente sind die Hauben, die den Kipphebelkasten des Dieselmotors ab-

Bild: shutterstock.com/Dbnisvera

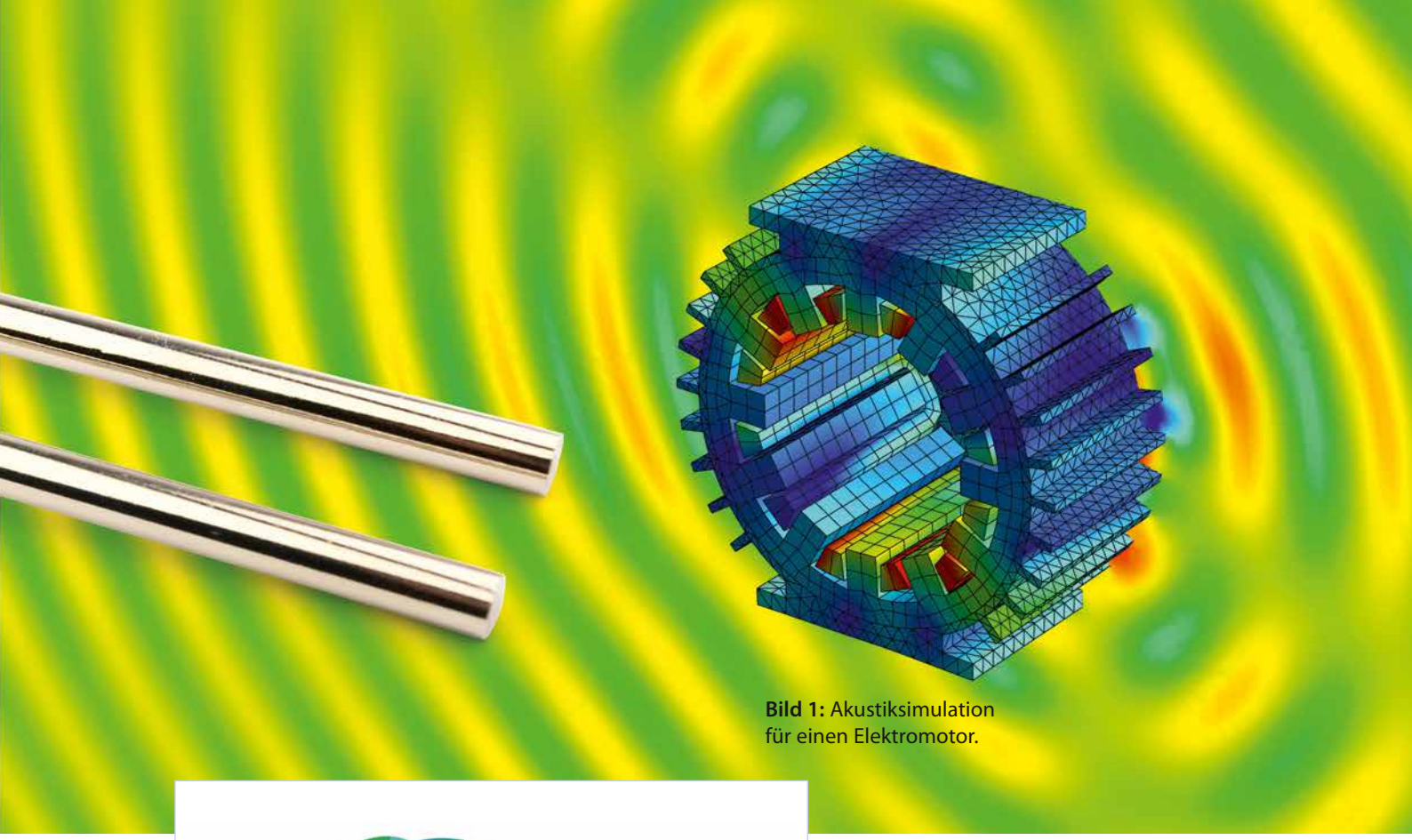


**Bild 1:** Akustiksimulation für einen Elektromotor.

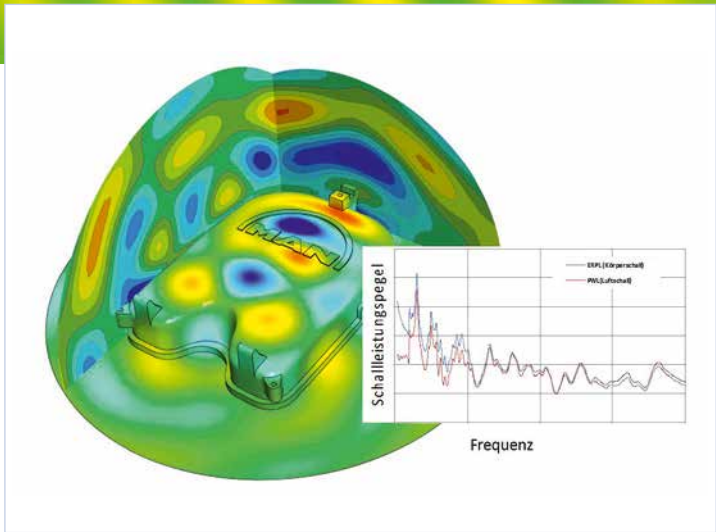



**Bild 2:** Konturen des Schalldrucks und Frequenzgang des Schallleistungspegels für eine ausgewählte MAN-Motorkomponente.

decken. Die Simulation der Schallabstrahlung dieser schwingenden Strukturen erforderte ein zweistufiges Vorgehen: Eine Schwingungsanalyse der Struktur wurde durch eine Einweg-Kopplung (one-way) mit einer anschließenden akustischen Analyse verbunden. Um zu einer realistischen Beschreibung des Schalldruckpegels zu kommen, musste der umgebende Luftraum bezogen auf die Geräuschfrequenzen hinreichend genau aufgelöst werden. Zur Beschleunigung des Simulationsprozesses wurde ein automatisiert wiederholbarer Arbeitsablauf innerhalb von ANSYS Workbench realisiert. Anstatt nur ein einziges akustisches Modell zu verwenden, wurden mehrere Modelle, jeweils für ein enges Frequenzband, automatisch generiert. Abhängig von der betrachteten Wellenlänge erfolgte eine parametrische Anpassung sowohl der Größe des Luftvolumens als auch der Netzfeinheit. Darüber hinaus konnte durch die Nutzung der neuen ANSYS HPC Parametric Pack Lizensierung, mit der gleichzeitig 16 Jobs mit jeweils 4 Kernen lauffähig sind, die Wirtschaftlichkeit erheblich erhöht werden. Damit ließ sich die Berechnungszeit für die Schallabstrahlungsanalyse um 93 % reduzieren.

## Kundennutzen durch die Simulation

Für die Simulation der akustischen Abstrahlung von schwingenden Strukturen wurde so ein zuverlässiger Arbeitsablauf geschaffen. In Kombination mit der konsequenten Verwendung der ANSYS HPC-Technologie ermöglicht dies den MAN-Ingenieuren:

- akustische Entscheidungen bereits in der frühen Entwurfsphase eines Motors zu treffen,
- die Durchführung von systematischen Parameterstudien, um den Lärmbeitrag von Motorkomponenten zu erfassen,
- Maßnahmen, die den Geräuschpegel senken (z.B. Dämpfungsschicht, Rippen, Entkopplung ...), festzulegen,
- Zeit und Geld zu sparen, indem die Anzahl realer Prototypen reduziert wird.

Der Einsatz der Simulation schon in der Designphase eines Produktes ermöglicht es, sein dynamisches und akustisches Verhalten schon vor dem ersten Prototyp zu bewerten und zu optimieren. Ebenso lassen sich Schwachstellen von bestehenden Produkten erkennen und beseitigen. CADFEM bietet einen effizienten Einstieg in die Akustik-Simulation durch Beratung, Schulung und Projektberechnung. Einen ersten Überblick vermitteln die kostenfreien Informations-Webinare.

**InfoAutor**
Steffen Peters, CADFEM GmbH

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Steffen Peters
Tel. +49 (0) 711-99 07 45-31
speters@cadfem.de

**InfoWebinar**
Vibroakustik
www.cadfem.de/akustik-webinar

Dozenten aus Hochschule und Industrie

# 590 Jahre Simulationserfahrung

Das von CADFEM esocaet organisierte Masterstudium „Applied Computational Mechanics" der Hochschule Landshut und der Technischen Hochschule Ingolstadt ist ein modernes Weiterbildungsprogramm im Bereich der numerischen Simulation (FEM – Finite Elemente Methode), das eine interessante Alternative zum Vollzeitstudium bietet. Über 100 Ingenieure – aus mittelständigen Unternehmen ebenso wie weltweit agierenden Konzernen – haben sich in den vergangenen Jahren bereits für dieses Weiterbildungsprogramm entschieden. Einen großen Anteil an der Einzigartigkeit und dem Erfolg des Programms haben die 29 Dozenten aus unterschiedlichen Hochschulen und der Industrie, die zusammen über rund 590 Jahre Simulationserfahrung verfügen. Deshalb werden wir sie in diesem und den nächsten Heften zu Wort kommen lassen.

## Prof. Dr.-Ing. Rudolf Dallner: Finite-Elemente-Methode

Prof. Dallner lehrt das Fach Finite-Elemente-Methode, entwickelte als Studiengangleiter von 2005 bis 2014 den Masterstudiengang maßgeblich mit und hebt als Besonderheit des berufsbegleitenden esocaet-Studiums hervor: „Die Studierenden lernen nicht nur von mir, sondern können aufgrund der jeweiligen Berufserfahrung auch voneinander lernen. Außerdem kommen für sie die Inhalte nicht so geballt wie in einem Vollzeitstudiengang. Folglich ist ihre Aufnahmefähigkeit während der Präsenzphasen gesteigert. Da sich die Studierenden einen großen und konkreten Nutzen von diesem Studium versprechen, nehmen sie bewusst die Zusatzbelastung dieser berufsbegleitenden Weiterbildung auf sich. Das belegen auch die anspruchsvollen Themen der Masterarbeiten, mit denen im jeweiligen Unternehmen oft Neuland betreten wird."

**Kurzbiografie**

- seit Oktober 1998 Professor an der Technischen Hochschule Ingolstadt für die Lehrgebiete Technische Mechanik, Festigkeitslehre und FEM; Tätigkeitsschwerpunkte sind CAE-Methoden, Crash-Simulationen und nichtlineare, numerische Materialmodelle
- 1996-1998 Wissenschaftler beim Allianz Zentrum für Technik Ismaning; Schadensanalyse und Beurteilung von Maschinen, insbesondere im Kraftwerksbereich; Spannungsanalysen, FEA und Lebensdauerberechnungen
- 1993-1996 Ingenieur bei MAN Energie, Nürnberg; Auslegung und Entwicklung von Dampfturbinen; Festigkeitsberechnung, FEM-Analysen und Lebensdauervorhersage
- 1988 – 1993 Wissenschaftliche Tätigkeit und Doktorarbeit an der Universität Erlangen, am Lehrstuhl für Technische Mechanik, Prof. Kuhn, im Bereich der numerischen Simulation

Mehr Details über die Dozententätigkeit von Prof. Dallner finden Sie in einem Interview unter:
**www.esocaet.com/Dallner**

## Paul A. Du Bois: Explizite Simulation

Paul A. Du Bois betreut im esocaet-Studium den Bereich der expliziten Simulation. Die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Materialmodellen ist neben der Simulation von Crash und Aufprall auch für viele Hersteller von Konsumgütern – Stichwort Droptests – ein hochinteressantes Thema. Er kann auf 30 Jahre praktischer Erfahrung beim CAE-Einsatz in der Industrie zurückgreifen. Bezüglich des Masterstudiums betont Paul A. Du Bois: „Von den drei Masterarbeiten, die ich bisher betreut habe, waren zwei für mich selbst super interessant und die dritte auch nicht langweilig. Zur Zeitproblematik, die durch das berufsbegleitende Studium entstehen könnte, stehe ich auf dem Standpunkt, dass man keine Zeit hat, sondern sie sich nehmen muss. Deshalb ist dies nur eine Frage der Motivation."

**Kurzbiografie**

- aktuell auch Methodenentwicklung und Weiterbildungen, Durchführung von LS-DYNA-Anwendungskursen im Bereich der Unfallsicherheit und des Aufprallschutzes in den USA, Japan, Deutschland, Frankreich und Skandinavien
- seit 2004 für die NASA beratend tätig, Betreuung des Space-Shuttle-Programms „return to flight"
- von 1992 bis 1997 Berater für die Arbeitsgruppe Seitenaufprall-Dummies und von 1996 bis heute für die Arbeitsgruppe Schaumstoffe der deutsche Automobilforschungsorganisation FAT
- seit September 1987 unabhängiger Berater im Bereich der industriellen numerischen Simulationen; spezialisiert auf Anwendung von expliziten Zeitintegrationstechniken, um dynamische Phänomene wie Crash und Aufprall zu berechnen; weltweit aktive Automobilbauer wie Daimler, Porsche, Ford, Toyota, Opel, GM, Fiat, Volvo und PSA sind seine Kunden
- von 1980 bis 1987 Ingenieur und Projektleiter bei ESI in Eschborn (Deutschland); einer der ursprünglichen Entwickler der Software PAMCRASH, Pionier bei der Anwendung von numerischen Simulationen für Automobil-Crash
- 1979 Abschluss als Bauingenieur an der Universität Gent (Belgien)

Mehr Details über die Dozententätigkeit von Paul A. Du Bois finden Sie in einem Interview unter:
**www.esocaet.com/DuBois**

## Prof. Dr.-Ing. Detlev Maurer: Numerische Methoden, Projektarbeit

Im esocaet-Studium ist Prof. Maurer für die Bereiche Numerische Methoden, Projektarbeit sowie Management der Produktentwicklung zuständig. Als besondere Merkmale des berufsbegleitenden Masterstudiums nennt er unter anderem folgende Punkte: „Die Studenten mit Berufserfahrung studieren sehr zielgerichtet und können außerdem konkreter nachfragen. Im Gegensatz zu den meisten Studenten eines konsekutiven Studiums haben sie genaue Vorstellungen von dem, was sie gerne noch lernen wollen. Ich denke, gerade wegen solcher Kurse wie die Projektarbeit haben wir einen ausgesprochenen Prozess der Teambildung. Zusätzlich finden sich auch immer wieder Lerngemeinschaften."

**Kurzbiografie**

- seit Sommer 2007 Prodekan im Fachbereich Maschinenbau an der HAW Landshut.
- März 2005 Professur im Fachbereich Maschinenbau an der HAW Landshut (Lehrgebiet Mathematik, Informatik, Diskretisierungsverfahren)
- Januar 2001 Rückkehr nach Deutschland und Übernahme der Leitung des Bereichs Information Technology der Opel Powertrain GmbH, verantwortlich für die Bereiche Computer Aided Engineering, Computer Aided Design und Computer Aided Test
- März 1999 Wechsel in den Bereich Information Technology des Mutterkonzerns General Motors in Detroit
- von Juni 1992 bis Februar 2005 bei der ADAM OPEL AG im Bereich Computer Crash Simulation in der technischen Fahrzeugberechnung, ab 1995 Leiter des Bereichs Computer Crash Simulation in der technischen Fahrzeugberechnung
- 1993 Promotion an der TU-Darmstadt bei Prof. Dr.-Ing. J. Wissmann

Mehr Details über die Dozententätigkeit von Prof. Maurer finden Sie in einem Interview unter:
**www.esocaet.com/Maurer**

**InfoHomepage**
www.esocaet.com/masterstudium

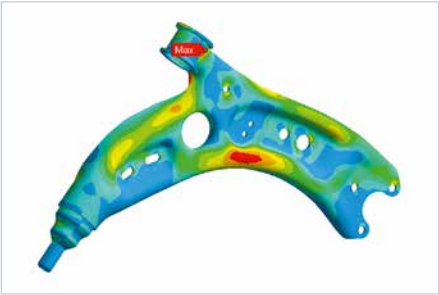
**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Anja Vogel
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-52
avogel@cadfem.de

Zusammenführung von Versuch und Simulation

# Zwei Wege, ein Ziel

Die Entwicklung von Systemen ist durch hohe Komplexität geprägt. Steigende Rechenleistung hat der Simulation in den letzten Jahren zu einer großen Verbreitung verholfen. In vielen Bereichen übernimmt der Berechnungsingenieur inzwischen Aufgaben, die früher von Kollegen aus der Versuchsabteilung erledigt wurden. Steht der Entwicklungsleiter also bald vor der endgültigen Frage: Versuch oder Simulation? Oder ermöglicht vielmehr die intelligente Verzahnung von Versuch und Simulation, noch bessere Vorhersagen in frühen Entwicklungsphasen zu treffen?

## Intensivseminar „Betriebsfestigkeit – Messen und Simulieren“



Die gemessenen Daten am Querlenker (links) werden für die Berechnung der Lebensdauer genutzt.

Messung und Simulation sind zwei Disziplinen, die sich perfekt ergänzen, wenn es um die Lebensdauerprognose eines Produktes geht. In dem von CADFEM, HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik) und der Dynardo GmbH gemeinsam ausgerichteten Intensivseminar „Betriebsfestigkeit – Messen und Simulieren“ erleben die Teilnehmer das dynamische Wechselspiel von Messung und Simulation an einem realen Bauteil hautnah.

Die Berechnungsingenieure werden sich am ersten Tag in die Welt der Messtechnik begeben und einiges über Wirkprinzipien, Messunsicherheiten, die Durchführung von Messaufgaben und die Auswertung von Daten in modernen Messdatenerfassungssystemen erfahren. Die Messtechniker nutzen die Zeit für eine praktische Einführung in die Finite-Elemente-Methode und führen erste Simulationen durch.

Nachdem dann alle Teilnehmer die gleiche Sprache sprechen, geht es an die gemeinsame Aufgabe. Mitarbeiter von HBM haben auf dem Querlenker aus der Vorderachse eines PKWs Dehnmessstreifen (DMS) appliziert und damit die Belastungen während eines typischen Fahrzyklus gemessen. Im Seminar wird dann der ausgebaute Querlenker inklusive funktionsfähiger Messtechnik zum Anfassen präsentiert. Anschließend erfahren die Teilnehmer, wie sie die gemessenen Daten richtig interpretieren und für die Berechnung der Lebensdauer verarbeiten müssen. Am letzten Tag widmen sich die Teilnehmer der Optimierung des Querlenkers und der Durchführung einer Zuverlässigkeitsanalyse.

**InfoHomepage**
www.esocaet.com/sommerschulen

**InfoTermine**
19. bis 22. Mai 2014, Grafing b. München
29. September. bis 02. Oktober 2014, Wien

**InfoYouTube**
www.esocaet.com/messen-und-simulieren
Hier finden Sie den Link zum Video auf youTube

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Anja Vogel
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-52
avogel@cadfem.de

### 13. CADFEM Forum in Nürnberg

„Zusammenführung von Simulations- und Versuchsabteilung“, „Einsparung von Prototypen“, „inwieweit sind die Aussagen von Simulationen ausreichend“ – diese Statements sind allgegenwärtig, wenn die zukünftige Strategie zur Produktabsicherung diskutiert wird. Welche Absicherungsart soll dabei zukünftig im Vordergrund stehen? Schließlich sollen Zeit und Kosten stetig reduziert werden und das bei gleichbleibenden hohen Qualitätsansprüchen. Da sowohl die physikalische als auch die virtuelle Absicherung ihre Berechtigung haben und jeweilige Stärken besitzen, ist es für Unternehmen eine Herausforderung die optimale Absicherungsstrategie zu definieren.

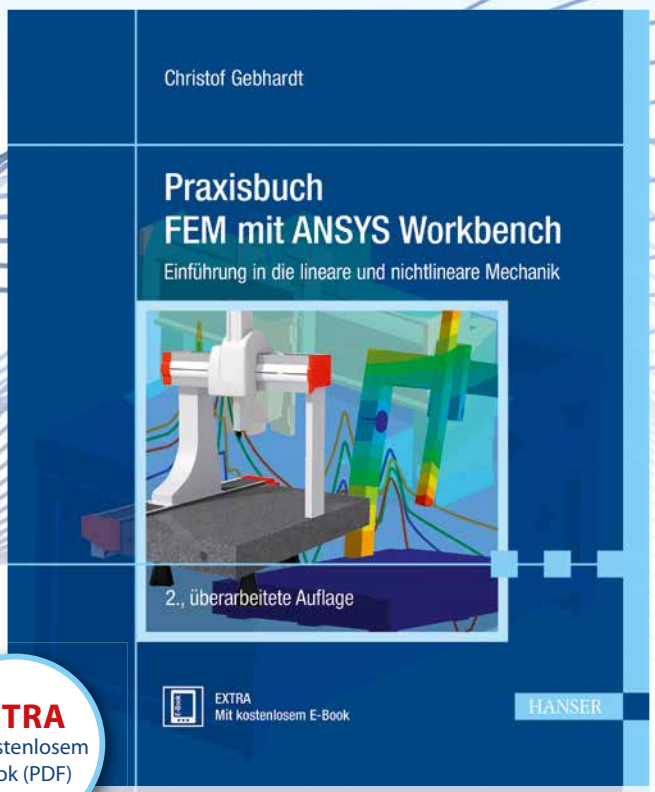
Wir laden Sie ein, am 5. Juni 2014 in Nürnberg beim 13. CADFEM-Forum, das im Rahmen der Veranstaltung „ANSYS Conference & 32. CADFEM Users' Meeting“ stattfindet, Ihre Ideen, Fragen und Lösungsansätze mit uns zu diskutieren.

**InfoHomepage**
www.esocaet.com/cadfem-forum

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM
Anja Höller
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-74
ahoeller@cadfem.de

# JETZT NEU:

# Zweite und überarbeitete Auflage!




**EXTRA**
Mit kostenlosem E-Book (PDF)

Christof Gebhardt

## Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench

### Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik

Dieses Buch richtet sich an Ingenieure und technisch Verantwortliche aus der Entwicklung. Auf leicht verständliche Weise werden die Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM) vermittelt und die Anwendungsgebiete lineare und nichtlineare Statik sowie lineare und nichtlineare Dynamik erläutert.

In der zweiten Auflage wurden die Arbeitsabläufe an den aktuellen Stand der Software angepasst und folgende Übungsbeispiele ergänzt:

- Ermüdungsfestigkeitsnachweis nach FKM
- Transiente Dynamik auf Basis modaler Superposition
- Linearisierung nichtlinearer Strukturen
- Schallabstrahlung und Akustik
- Reduzierte FEM-Modelle für die Systemsimulation
- Systematische Designvariation mit optiSLang

**Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench**
**Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik**
Erschienen im Hanser-Verlag
420 Seiten, Flexibler Einband, Pappband
Print: ISBN 978-3-446-43919-1
E-Book: ISBN 978-3-446-43956-6

**Einzelpreis EUR 49,99** (inkl. MwSt.)

**Im Buchhandel kaufen oder bei CADFEM per E-Mail shop@cadfem.de bestellen**

# ADRESSEN CADFEM UND PARTNER

## Deutschland

**CADFEM GmbH**
**Zentrale Grafing**
Marktplatz 2
85567 Grafing b. München
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-0
info@cadfem.de
www.cadfem.de

**Geschäftsstelle Berlin**
Breite Straße 2a
13187 Berlin
Tel. +49 (0) 30-4 75 96 66-0

**Geschäftsstelle Chemnitz**
Cervantesstraße 89
09127 Chemnitz
Tel. +49 (0) 3 71-33 42 62-0

**Geschäftsstelle Dortmund**
Carlo-Schmid-Allee 3
PHOENIX-West Park
44263 Dortmund
Tel. +49 (0) 2 31-99 32 55-50

**Geschäftsstelle Frankfurt**
Im Kohlruß 5-7
65835 Liederbach am Taunus
Tel. +49 (0) 61 96-7 67 08-0

**Geschäftsstelle Hannover**
Pelikanstr. 13
30177 Hannover
Tel. +49 (0) 5 11-39 06 03-0

**Geschäftsstelle Stuttgart**
Leinfelder Str. 60
70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. +49 (0) 7 11-99 07 45-0

## International

**Schweiz**
**CADFEM (Suisse) AG**
**Zentrale Aadorf**
Wittenwilerstrasse 25
8355 Aadorf
Tel. +41 (0) 52-3 68 01-01
info@cadfem.ch
www.cadfem.ch

**Geschäftsstelle Mittelland**
Privatstrasse 8
4563 Gerlafingen
Tel. +41 (0) 32-6 75 80-70

**Bureau Lausanne**
Avenue de la Poste 3
1020 Renens
Tel. +41 (0) 21-6 14 80-40

**Österreich**
**CADFEM (Austria) GmbH**
Wagenseilgasse 14
1120 Wien
Tel. +43 (0) 1-5 87 70 73
info@cadfem.at
www.cadfem.at

**Geschäftsstelle Innsbruck**
Grabenweg 68 (Soho 2.0)
6020 Innsbruck
Tel. +43 (0) 5 12-31 90 56

**Irland**
**CADFEM Ireland Ltd**
18 Windsor Place
Lower Pembroke St
Dublin 2
Tel. +353 (0) 1-6 76 37 65
dsweeney@cadfemireland.com
www.cadfemireland.com

**Tschechien/Slowakei**
**SVS FEM s.r.o. (CADFEM CZ)**
Skrochova 42
61500 Brno
Tel. +42 (0) 5 43-25 45 54
info@svsfem.cz
www.svsfem.cz

**Polen**
**MESco (CADFEM PL)**
ul.Górnicza 20A
42-600 Tarnowskie Gory
Tel. +48 (0) 3 27 68 36-36
info@mesco.com.pl
www.mesco.com.pl

**Russland/Ukraine**
**CADFEM CIS**
Moscow, St. Petersburg, Samara, Yekaterinburg, Novosibirsk (Russland);
Kiew (Ukraine)
info@cadfem-cis.ru
www.cadfem-cis.ru

**Nordafrika**
**CADFEM AN s.a.r.l.**
Sousse (Tunesien)
info@cadfem-an.com
www.cadfem-an.com

**Indien**
**CADFEM Engineering Services India PVT Ltd.**
Hyderabad
info@cadfem.in
www.cadfem.in

**CADFEM Technology India PVT Ltd.**
Pune
info-cft@cadfem.in
www.cadfem.in

**USA**
**CADFEM US, Inc.**
Greenville, SC
info@cadfem-us.com
www.cadfem-us.com

**CADFEM Americas, Inc.**
Detroit, MI
massood.omrani@cadfem-americas.com
www.cadfem-americas.com

**Ozen Engineering, Inc.**
Sunnyvale, CA
info@ozeninc.com
www.ozeninc.com

**China**
**Anshizhongde Consultation (Beijing) Ltd. (Pera-CADFEM)**
Beijing
gangqiang.bao@peraglobal.com
www.peraglobal.com

## Partner Deutschland

**DYNARDO GmbH**
Weimar
kontakt@dynardo.de
www.dynardo.de

**inuTech GmbH**
Nürnberg
info@inutech.de
www.inutech.de

**virtualcitySYSTEMS GmbH**
Berlin
info@virtualcitysystems.de
www.virtualcitysystems.de

Member of
TechNetAlliance
Worldwide Partners
www.technet-alliance.com