www.cadfem.de

Ausgabe 01 | 2013

CADFEM® JOURNAL

Simulation drastisch beschleunigen

Schneller ans Ziel

- **Leichtbau mit Composites:** Optimierung bei KTM Technologies
- **Simultane Berechnungen:** Parameterstudien bei SGL Carbon
- **High Performance Computing:** Große Modelle über Nacht

Aktuelle Informationen zur Simulation in der Produktentwicklung

Auspacken, Einschalten, Rechnen

Warum Sie mit dem CADFEM Workstation Konfigurations- und Installations-Service schneller rechnen?

Weil Sie Ihre HP Workstation schon einsatzbereit geliefert bekommen!

Als Ihr HP Gold Specialist unterstützt Sie das CADFEM Hardware Team nicht nur bei der Auswahl der geeigneten Hardware für Ihre Simulationsanwendungen, sondern richtet sie auf Wunsch auch gleich so ein, dass Sie sie vor dem Rechnen nur noch auspacken und einschalten müssen. Und auch wenn es um den Support zur Hardware geht, bleibt CADFEM Ihr Ansprechpartner.

Simulationssoftware, Hardware & IT-Management mit allen begleitenden Dienstleistungen aus einer Hand

CADFEM Hardware Team
Manfred Bayerl
Tel. +49 (0)8092-7005-39
hardware@cadfem.de
www.cadfem.de/hardware

ist Premium-Sponsor der ANSYS Conference & 31. CADFEM User' Meeting

2013 GOLD Specialist CADFEM

CADFEM® – eine Marke?

Unser Hund Willi, „der war so eine Marke", sagte man. Am Halsband trug er seine Registriernummer. Die brauchte er aber nicht, denn er war unverwechselbar. Er hatte viele gute Eigenschaften, zeigte aber manchmal auch eigenwilliges Verhalten. Er war ein treuer und geselliger Kumpane, der sein Gebiet (sein Grenzland – Mark) deutlich markierte. Kurz: Er hatte Charakter, wer ihm einmal begegnet ist, erinnert sich noch heute an ihn. Aber das gehört eigentlich nicht hierher. Jedoch lässt sich dadurch verdeutlichen, dass zu einer Marke auch Emotionen gehören. Und deshalb wünsche ich mir, dass die Marke CADFEM, die als Bild und Wortmarke seit 2002 registriert ist, bei unseren Kunden Emotionen weckt und uns ein unverwechselbares Image gibt, denn wir wollen mehr als nur ein Software-Anbieter sein. Wir haben uns mal Gedanken gemacht, was denn nach unserer Meinung unsere „Extras" im Dienstleistungsangebot sind und da sind wir auf einige gestoßen, die wir unter Produkte, Service und Wissen auf Seite 7 „markiert" haben.

„Im Zuge der Markenrechtsreform 1995 wurde der Begriff „Marke" eingeführt. Im wörtlichen Sinne „markiert" eine Marke eine Ware oder Dienstleistung und unterscheidet sie so von Angeboten der Wettbewerber […] Jede Marke ist ein Versprechen: In die zuverlässige Herkunft und die gleich bleibende Qualität einer Ware, einer Dienstleistung oder eines Unternehmens. Marken stehen für besondere Eigenschaften […] die Vertrauen aufbauen und dauerhafte Kundenbeziehungen ermöglichen" (auszugsweises Zitat aus Informationsbroschüre Deutsches Patent- und Markenamt).

Erwähnen möchte ich:

- eCADFEM – Software on Demand seit dem Jahr 2000,
- das CADFEM Users' Meeting, das seit 1982 (damals noch unter der Regie von Günter Müller als ANSYS Support Distributor) in verschiedenen Orten in Deutschland und mittlerweile auch in der Schweiz, in Österreich, in Tschechien, in Polen und in Russland jährlich rund 1400 Kunden zusammenführt,
- das CADFEM Journal (früher „Infoplaner"), das seit 1989 zweimal jährlich erscheint,
- unseren IT-Service, der neue Entwicklungen wie HPC und Cloud Computing evaluiert,
- das Experten-Netzwerk TechNet Alliance, das seit 1998 besteht und zu dem ich Sie ermuntern möchte, Mitglied zu werden,
- und CADFEM esocaet, unser berufsbegleitendes Weiterbildungsprogramm, mit unserem Masterstudiengang, mit dem wir Trendsetter waren.

Als Firma sehen wir uns auch der Gesellschaft verpflichtet und unterstützen soziale Projekte (Tadra Waisenhäuser), das Leonardo Projekt der RWTH Aachen und die MINT-Initiative, indem wir mit Gymnasiasten FEM-Projekte durchführen.

Zu den Eigenschaften gehört die Firmenphilosophie, die den Umgang mit Mitarbeitern, Kunden und der Gesellschaft festlegt. Es ist erfreulich, dass sich allgemein ein Trend zu einer humaneren Wirtschaft und Arbeitswelt zeigt. So denkt zum Beispiel eine Bundestags-Enquete-Kommission über einen neuen Index NWI (National Welfare Index) nach, der den simplen und wenig nachhaltigen Wachstumsindikator Bruttosozialprodukt einmal ersetzen könnte. Über die Feiertage habe ich das Buch „Freiheit statt Kapitalismus" von Sahra Wagenknecht gelesen – einfach aus Neugierde. Ihre Vorstellungen von einer humaneren Firmenwelt und Gesellschaft stimmen ganz gut mit unserer Philosophie überein und es ist erstaunlich, dass sie sich oft auf die Prinzipien der Sozialen Marktwirtschaft von Ludwig Erhard (Buch „Wohlstand für alle", 1957, Neuauflage 2009) und Alfred Müller-Armack beruft. Ähnliche Ideen finden sich auch im Buch „Gemeinwohl Ökonomie" von Christian Felber. Er definiert Gemeinwohl-Indikatoren. Dies sind zum Beispiel: humane Arbeitsbedingungen, welche Mitarbeiter intrinsisch motivieren, die Verteilung der Erträge, der Unterschied der Gehälter und der Umgang mit Kunden. Beide Werke gehen in manchen Vorstellungen weit über das derzeit und mittelfristig Machbare hinaus – wir bleiben realistisch und sehen uns dem Artikel 151. (1) der Verfassung des Freistaates Bayern verpflichtet: „Die gesamte wirtschaftliche Tätigkeit dient dem Gemeinwohl, insbesondere der Gewährleistung eines menschenwürdigen Daseins für alle und der allmählichen Erhöhung der Lebenshaltung aller Volksschichten."

Ich hoffe, dass unsere Kunden die Angebote, die über die „Standardprodukte und -dienstleistungen" hinausgehen (die „CADFEM Extras") wahrnehmen und uns unser Versprechen einer dauerhaften Kundenbeziehung abnehmen. „Typisch CADFEM" sagte ein Kunde zu mir, als auf dem Bahnsteig der S-Bahn ein Sonderzug einfuhr, der die Teilnehmer des Users' Meeting 2011 vom Konferenzort zur Abendveranstaltung im Porsche Museum transportierte. Wenn mehr Kunden solche oder ähnliche Emotionen erfahren, kann das ? durch ein ! ersetzt werden.

Günter Müller
Geschäftsführender Gesellschafter
CADFEM International GmbH

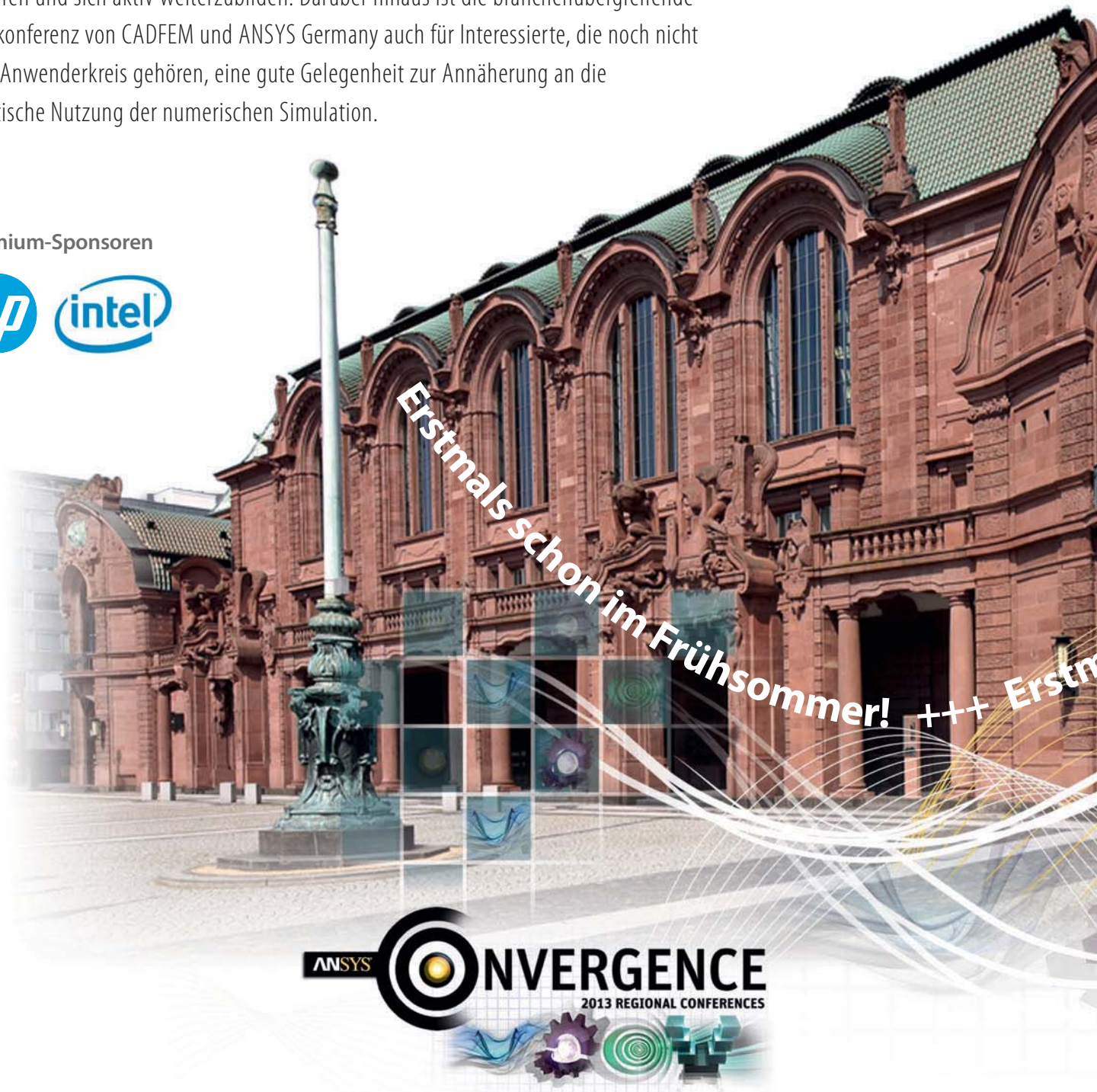
Weiterbildung – Neuheiten – Anwendervorträge – Kompaktseminare

ANSYS Conference & 31.

Die Fachkonferenz zur numerischen Simulation

„Convergence" lautet in diesem Jahr 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.

Premium-Sponsoren



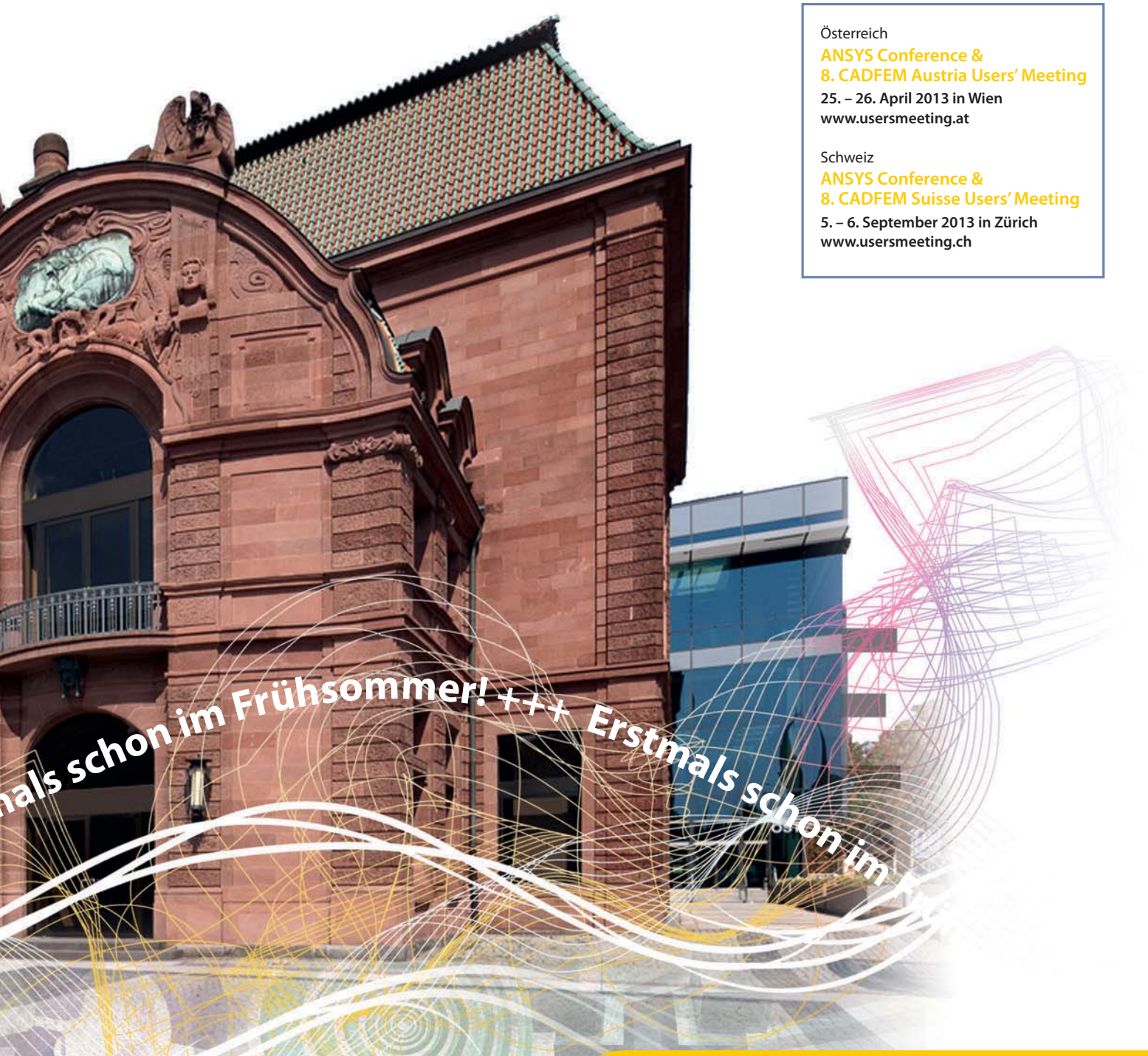
ANSYS CADFEM

CADFEM Users' Meeting

19. – 21. Juni 2013 | Rosengarten Mannheim

Österreich
ANSYS Conference &
8. CADFEM Austria Users' Meeting
25. – 26. April 2013 in Wien
www.usersmeeting.at

Schweiz
ANSYS Conference &
8. CADFEM Suisse Users' Meeting
5. – 6. September 2013 in Zürich
www.usersmeeting.ch



Konferenzprogramm & Anmeldung
www.usersmeeting.com

Schneller ans Ziel!

Mit der richtigen Hardware und IT-Infrastruktur lassen sich Simulationen schneller und detaillierter durchführen. In unserem Themenschwerpunkt „IT / Hardware / HPC“ werden die unterschiedlichsten Aspekte zur Auswahl von optimaler Hardware und IT-Infrastruktur praxisgerecht beleuchtet und aufgezeigt, wie CADFEM Sie diesbezüglich unterstützen kann.

Ab Seite 12

KTM Technologies: Ready to Race

Der KTM X-BOW wurde als radikaler Leichtgewicht-Sportwagen auf Basis der Carbon-Composite-Technologie konzipiert. Zur Optimierung des Monocoque und anderer Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen wird die Simulationssoftware ANSYS Composite PrepPost eingesetzt.

Ab Seite 40

CADFEM

02 ANSYS Conference & 31. CADFEM Users‘ Meeting 2013 in Mannheim

06 CADFEM im Portrait: **CADFEM – Mehr als Software!**

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

Themenschwerpunkt: IT / HARDWARE / HPC

12 Einleitung
Schneller ans Ziel!

14 Enterprise HPC and Cloud Computing
High Performance Cloud

16 Hardware und Software für effiziente Simulation
Sinnvolle Aufgabenverteilung

20 Mit HPC die Rechenzeiten drastisch reduzieren
Wer hat an der Uhr gedreht?

22 High Performance Computing bei CADFEM
200 Kerne, 2 TB Speicher, 30 Anwender

24 CADFEM übernimmt IT-Betreuung für CAE-Cluster bei Krones
Partner fürs Leben

26 SGL Group – The Carbon Company
Schneller zur Realität

28 Sensitivitätsanalyse und Designoptimierung
Mehr Verständnis in der frühen Phase

30 Zuverlässigkeitsgestaltung von Steuergerätekomponenten
Wirkzusammenhänge verstehen

32 Viertor-Hybrid-Koppler für Tracking-Antennen-Systeme
Hochfrequente Simulation

ANSYS bei CADFEM

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

37 Komplementäre CAE-Software zu ANSYS
Stand-alone oder in ANSYS integriert

Mit Industrieerfahrung ins Masterstudium

Oftmals ist es sinnvoll, nach dem Bachelorabschluss zunächst in der Industrie praktische Erfahrungen zu sammeln, um dann ein berufsbegleitendes Masterstudium zu absolvieren, zum Beispiel im Studiengang „Applied Computational Mechanics" von CADFEM esocaet.
Ab Seite 48

38 Die ANSYS Programmfamilie im Überblick

40 KTM Technologies: Einsatz von optimierten Composite-Strukturen
Ready to Race

44 Forschungsvorhaben LOTUSARP – Verbesserte Methoden zur Instandhaltung von Fanschaufeln
Ziel erreicht: Anti-Aging für Fanschaufeln

46 Bauteiloptimierung mit TOSCA Structure – jetzt auch integriert in ANSYS Workbench
Willkommen in Workbench!

Weiterbildung

48 Simulationsfreudige Bachelor:
Mit Industrieerfahrung ins Masterstudium

50 11. CADFEM Forum (20. Juni 2013 in Mannheim)
Prototypenfreie Produktentwicklung durch CAE-Simulation – bald Wirklichkeit?

52 e-Learning: **Lernen wann es Ihnen passt „Klick für Klick"**
www.cae-wiki.com: **Das CAE-Nachschlagewerk**

Rubriken

01 Editorial
CADFEM – eine Marke?

34 CADFEM International: Kohlenstoffdioxid als Energieträger
CO_2-Kreislauf ohne neue Emissionen

Inserentenverzeichnis

U2 HP/CADFEM
11 NAFEMS
19 NVIDIA
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
E-Mail 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:
KTM Technologies,
shutterstock.com/gualtiero boffi

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:
© 2013 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 DesignSpace, 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.

Produkte, Service & Wissen

CADFEM – Mehr als Software!

CAE-Simulation in der Produktentwicklung eröffnet ungeahnte Möglichkeiten: Außer reduzierten Kosten und Entwicklungszeiten ist sie der Schlüssel für wegweisende Innovationen und die spürbare Erhöhung der Qualität neuer Produkte. CADFEM liefert dafür nicht nur die passende Software, sondern alles, was über den Erfolg von CAE-Simulationen entscheidet: Ausgesuchte Produkte bis hin zu kompletten IT-Lösungen. Kompetente Service-Leistungen wie Beratung, Schulung, Support und Engineering. Das neueste Wissen. Alles aus einer Hand.

Mit mehr als 25 Jahren Praxiserfahrung und dem Know-how von über 100 Simulationsingenieuren positioniert sich das mittelständische Familienunternehmen CADFEM als starker Partner von Industrie, Forschung und Lehre für die numerische Simulation in der Produktentwicklung.

In enger Partnerschaft mit der ANSYS Germany GmbH, dem ANSYS Competence Center CFD, unterstützt CADFEM als ANSYS Competence Center FEM in Zentraleuropa den führenden unabhängigen Hersteller von Simulationssoftware, ANSYS, Inc.. Dabei versteht sich CADFEM als Brücke zwischen dem Hersteller ANSYS, Inc. und dem Kunden: CADFEM Kunden erhalten ANSYS Simulationstechnologie so, dass sie sicher und ergebnisorientiert eingesetzt werden kann.

CADFEM ist Systemhaus und Ingenieurdienstleister in einem. Das ist die Basis für eine kompetente Unterstützung der Kunden mit CAE-Produkten, CAE-Services und CAE-Wissen. Aus einer Hand, abgestimmt auf individuelle Anforderungen, und vom Einstieg über den Ausbau der Simulation bis hin zur Umsetzung von Speziallösungen.

CADFEM®

Bild: Shutterstock.com/fotographic1980

InfoAnsprechpartner bei CADFEM

Deutschland | CADFEM GmbH

Software
Dr.-Ing. Volker Bäumer
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-51
vbaeumer@cadfem.de

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

Berechnung im Auftrag
Dr.-Ing. Marold Moosrainer
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-45
mmoosrainer@cadfem.de

IT-Lösungen
Manfred Bayerl
Tel. +49 (0) 80 92-70 05-39
mbayerl@cadfem.de

Software Customization
Stefan Gotthold
Tel. +49 (0)30-475 96 66-24
sgotthold@cadfem.de

Hochschulen und Forschung
Dr.-Ing. Cord Steinbeck-Behrens
Tel. +49 (0) 511-39 06 03-17
csb@cadfem.de

Schweiz | CADFEM (Suisse) AG

Software
Markus Dutly
Tel. +41 (0) 52-3 68 01-02
markus.dutly@cadfem.ch

Seminare
Fabian Bründler
Tel. +41 (0) 32-6 75 80-72
fabian.bruendler@cadfem.ch

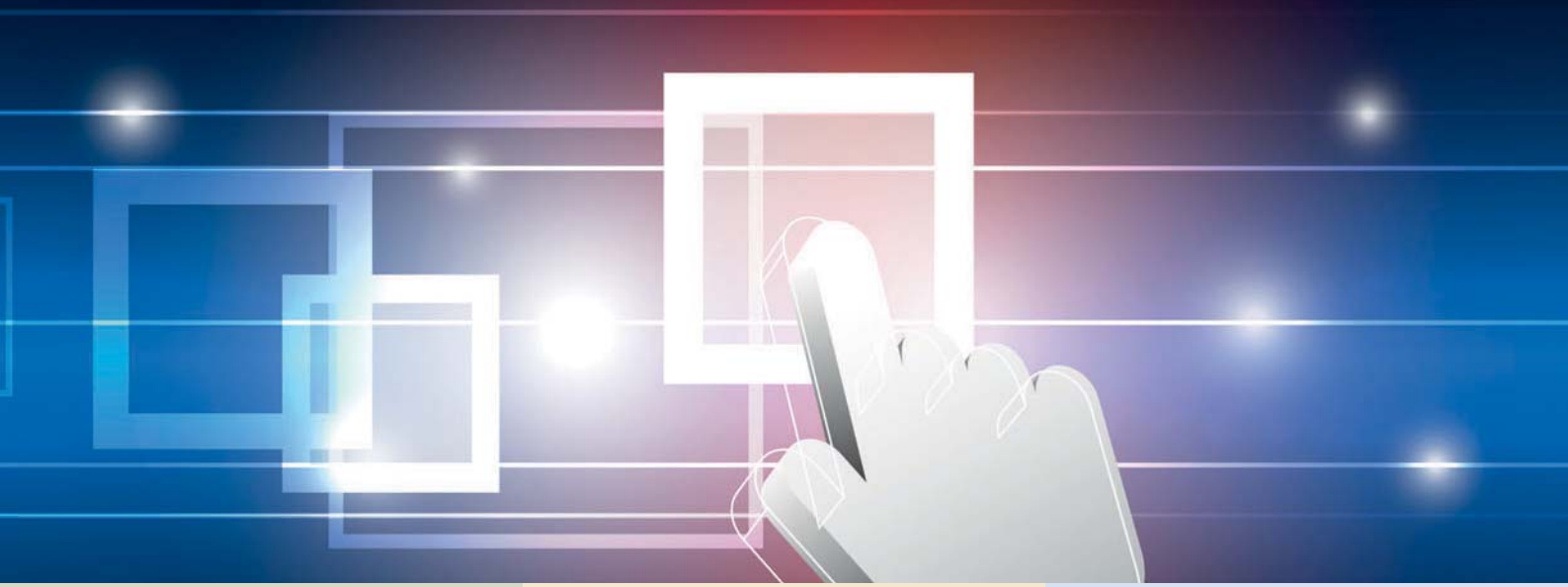
Berechnung im Auftrag
Dr.-Ing. Davide Valtorta
Tel. +41 (0) 52-3 68 01-01
davide.valtorta@cadfem.ch

Österreich | CADFEM (Austria) GmbH

Software
Alexander Dopf
Tel. +43 (0)1-5 87 70 73-14
alexander.dopf@cadfem.at

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

Berechnung im Auftrag
Christoph Schlegel
Tel. +43 (0)1-5 87 70 73-12
christoph.schlegel@cadfem.at



Produkte

Sie erhalten von uns ein komplettes Portfolio von CAE-Software und IT-Lösungen führender Technologieanbieter. Von Einzelkomponenten bis hin zur individuellen, sofort einsetzbaren Komplettlösung.

ANSYS Software

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.
Mehr ab Seite 38
www.cadfem.de/ansys

Komplementäre CAE-Software

Unser Software-Portfolio deckt auch weiterführende Anforderungen ab, z. B. mit Produkten wie LS-DYNA, optiSLang, FTI FormingSuite, AnyBody, Diffpack, ESA-Comp sowie der CADFEM ihf Toolbox aus den CADFEM ANSYS Extensions.
Mehr auf Seite 37
www.cadfem.de/software

eCADFEM – CAE-Software on Demand

Mit eCADFEM nutzen Sie Simulationsprogramme besonders flexibel. Nur wenn Sie sie brauchen und solange Sie wollen. Eine wirtschaftliche Lösung, die schon mehr als 750 Kunden überzeugt hat.
www.ecadfem.com

CAE-Hardware & IT-Lösungen

Auspacken, einschalten, loslegen. Das können Sie mit unseren Hardware-Lösungen. Denn wir haben Ihr System bereits installiert, vorkonfiguriert und getestet. Auf Wunsch erhalten Sie auch umfassende Betreuung im Rahmen eines Service Level Agreements.
Mehr ab Seite 12
www.cadfem.de/hardware

Service

Damit Sie alle Vorteile der CAE-Simulation ausschöpfen können, bieten wir Ihnen umfassende Dienstleistungen. Von der Spezifikation von Simulationsaufgaben über die Auftragsberechnung bis hin zur Automatisierung Ihrer Simulationsprozesse.

Schulungen + Infotage

Mit regelmäßigen Seminaren und Informationstagen (über 8000 Teilnehmertage/Jahr) zu zahlreichen CAE-Themen hält Sie CADFEM auf dem neuesten Stand der Entwicklung. Denn aktuelles Know-how bringt Sie und Ihr Unternehmen weiter.
Mehr auf Seite 9 und 10
www.cadfem.de/seminare
www.cadfem.de/infotage

Auftragssimulation

Gerne unterstützen wir Sie, indem wir komplette Auftragsberechnungen einschließlich Nachweisführung, Ergebnisbewertung und auf Wunsch Know-how-Transfer für Sie durchführen.
Mehr ab Seite 22
www.cadfem.de/consulting

Support

Mehr als 30 CADFEM Ingenieure unterstützen Sie bei Bedarf im Tagesgeschäft. Etwa beim Prüfen und Bewerten Ihrer FEM-Modelle oder Workflows, damit Sie möglichst wenig Zeit verlieren und sich auf Ihre Ergebnisse verlassen können.
www.cadfem.de/support

Prozessautomatisierung + Customization

Wir etablieren unternehmensweite Standard-Workflows, mit denen selbst Nicht-FEM-Experten Routineaufgaben meistern. Ihre Vorteile: Reibungslose Abläufe und verlässliche Ergebnisqualität.
www.cadfem.de/customization

Wissen

Wir pflegen den Dialog mit Wirtschaft und Forschung, haben umfassende Weiterbildungsangebote, unterstützen lebenslanges Lernen und fördern den Erfahrungsaustausch unter Simulationsexperten.

CADFEM Users' Meeting

In Kooperation mit ANSYS richten wir die ANSYS Conference & das CADFEM Users' Meeting aus. Die Fachkonferenz mit jährlich mehr als 800 Teilnehmern vermittelt neuestes Wissen für Simulationsanwender.
Mehr ab Seite 2
www.usersmeeting.com

CADFEM esocaet

esocaet (European School of Computer Aided Engineering Technology) steht für CAE-Weiterbildung vom Seminar bis zum Masterstudium. Eine ideale Basis für die Planung oder den Ausbau von Karrierewünschen im CAE-Bereich.
Mehr ab Seite 48
www.esocaet.com

CADFEM Fachmedien

Das CADFEM Journal (das Sie gerade vor sich haben) ist unsere Kundenzeitschrift, mit der sich auch Simulationsinteressierte außerhalb unseres Kundenkreises über aktuelle Themen informieren. Online hat sich das CAE-Wiki als Nachschlageplattform etabliert.
www.cadfem.de/journal
www.cae-wiki.de

TechNet Alliance

Als Mitglied der TechNet Alliance hat CADFEM Zugang zu rund 1.000 CAE-Experten. Das globale Netzwerk zählt etwa 50 Unternehmen der Simulationsbranche aus mehr als 20 Ländern.
www.technet-alliance.com

Green Building Simulation: **ANSYS Vorlesung unter Palmen**

Schon der Name Kuala Lumpur klingt nach Sonne und tropischem Klima. Und erwartungsgemäß drückt die Hitze in den Straßenschluchten von Malaysias Hauptstadt unerbittlich. Zumindest bis man das erste Einkaufszentrum betritt und sich bei gefühlten 5 Grad die Winterjacke wünscht, die in Deutschland im Schrank hängt. Und genau da liegt die Herausforderung, derer sich die dortigen Ingenieure annehmen wollen: nicht zuletzt durch verschwenderische Klimatisierung steigt der Energiebedarf in wärmeren Ländern unaufhörlich an.

Maßnahmen, die in unseren Breitengraden im Winter die Kälte aussperren, können in den Tropen helfen, Innenräume energieeffizienter zu kühlen. Mit diesem Gedanken haben sich vor drei Jahren die Universiti Kuala Lumpur und die Hochschule Rosenheim unter der Leitung von Prof. Braatz zusammengetan, um einen Masterstudiengang zum Thema „Green Building, Energy and Management" in Malaysia zu etablieren – gefördert vom DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst).

CADFEM stellt für diesen Studiengang in Anlehnung an sein esocaet Programm seit zwei Jahren Gastdozenten für die Blockvorlesung „Green Building Simulation". Nachdem 2012 Lars Krüger Pionierarbeit leistete, flog Steffen Peters im März dieses Jahres nach Kuala Lumpur, um Studierenden zu vermitteln, wie sie mit ANSYS Workbench die Gebäudekomponenten unter energetischen Aspekten untersuchen und optimieren können. Begeistert berechneten und veranschaulichten die Studierenden in ANSYS Mechanical und ANSYS CFD den Ist-Zustand und das Verbesserungspotential – vom Fenster mit Isolierverglasung bis zum Kühlluftstrom aus der Klimaanlage. Neben der etwas ungewohnten Arbeitsweise der Studierenden in Kuala Lumpur war die Klimaanlage eine weitere Herausforderung für den Dozenten (ihm fehlte die Winterjacke). Selbst an der Universität ist der Weg von der Theorie zur Praxis für ein Green Building noch weit. Doch erste Schritte sind unternommen, und CADFEM ist dabei.

Bilder: Steffen Peters

Durch verschwenderische Klimatisierung steigt der Energiebedarf nicht nur in Kuala Lumpur unaufhörlich an.

Steffen Peters (ganz rechts) mit den Studierenden der Universiti Kuala Lumpur.

Weitere Infos:
Steffen Peters, CADFEM GmbH
Tel: +49 (0)711/990745-31
speters@cadfem.de

Umfrage zur **Dichtungstechnik**

Die ISGATEC GmbH ist das einzige Beratungs- und Dienstleistungsunternehmen in Europa mit Spezialisierung auf die Dichtungs-, Elastomer- und Klebetechnik. Im April 2013 startet die jährliche ISGATEC Umfrage „Das bewegt Experten der Dichtungs-, Klebe- und Elastomertechnik". Erste Ergebnisse der Umfrage, Trends und Entwicklungen werden zum Einstieg in das Kompaktseminar „Dichtungen effektiv und praxisnah simulieren mit ANSYS Workbench" am 21.06.2013 auf dem CADFEM Users' Meeting in Mannheim präsentiert. Wenn Sie sich an der Umfrage beteiligen wollen bzw. Impulse und Fragen dazu haben, senden Sie eine E-Mail an Frau Sandra Kiefer.

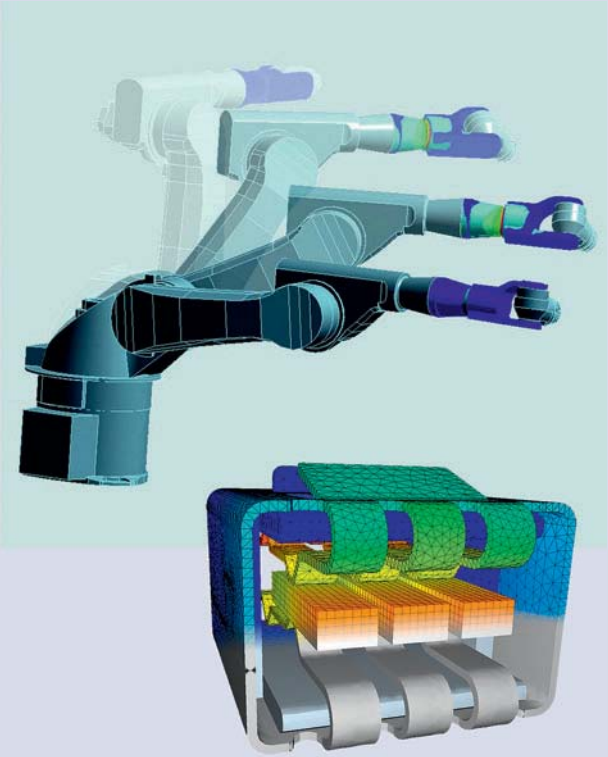
skiefer@isgatec.com
www.isgatec.com

ACT Extension Library im Customer Portal

Die neue ANSYS Customization Suite (ACS) beinhaltet die Möglichkeit, mittels des Application Customization Toolkit (ACT) eigene Funktionalitäten in die Mechanical Simulation zu integrieren.

Diese Möglichkeiten nutzt ANSYS natürlich auch selbst um Funktionalität zu ergänzen. Die so entwickelten Erweiterungen (Extensions) stehen nun jedem Kunden im Customer Portal zur Verfügung. Im Download-Bereich befinden sich Erweiterungen zum Submodelling, für den Akustik-Bereich und andere Anwendungen. Durch die Nutzung dieser Extensions können Sie Ihre bestehende ANSYS Mechanical Installation auf einfache Weise erweitern.
https://support.ansys.com/AnsysCustomerPortal/

Infotage: Strukturmechanik



Für Einsteiger: ANSYS Strukturmechanik
FEM-Simulationen sind in vielen Bereichen der Produktentwicklung erfolgsentscheidend für die Realisierung innovativer Lösungen. Dazu gehört die präzise Abstimmung der Bauteileigenschaften hinsichtlich Steifigkeit, Festigkeit und Schwingungsverhalten. Neben rein mechanischen Fragestellungen wird auch das gut abgestimmte Zusammenspiel mit dem thermischen oder elektrischen Design in einem Gesamtsystem immer wichtiger.
Agenda, Termine, Anmeldeformular:
www.cadfem.de/strukturmechanik

Für Fortgeschrittene: Verstehen Sie Ihr Design!
Eine klassische FEM-Simulation liefert für eine konkrete Geometrie-, Material- und Belastungskonfiguration eine punktuelle Aussage. In der Praxis sind jedoch die meisten Einflussgrößen variabel. Folglich müssen verschiedene Geometrie- oder Materialvarianten, unterschiedliche Lastzustände oder Streuungen in der Simulation berücksichtigt werden, um Produkte und Produktionsprozesse zu verstehen und zu verbessern. An diesem Infotag sehen Sie an struktur-, strömungs- und elektromechanischen Fragestellungen, wie optiSLang for ANSYS verwendet wird, um einen Designraum systematisch zu untersuchen.
Agenda, Termine, Anmeldeformular:
www.cadfem.de/verstehen-sie

Hinweise auf weitere Infotage

Infotag ANSYS Composite PrePost
Composites einfach modellieren und bewerten
(siehe Seite 43)

Bilder: CADFEM, KUKA

Übernahme von Esterel Technologies durch **ANSYS, Inc.**

2012 wurde Esterel Technologies von ANSYS, Inc. für ca. 42 Mio Euro übernommen. Esterel bietet mit SCADE eine führende Lösung für Systemingenieure zur modellbasierten Software-Entwicklung, wie sie in einer stark steigenden Anzahl von Produkten mit Mikrocontrollern („embedded systems“) benötigt wird.

Die Produktfamilie Esterel SCADE zeichnet sich durch eine prozessorientierte, durchgängige Entwicklungsumgebung aus, die nach den Anforderungen höchster Sicherheitsstandards zertifiziert ist und einen entsprechenden Code auf Basis blockorientierter Programmierung garantiert. Vom Anforderungsmanagement, über das Systemdesign, die Prototypenerstellung, Simulation und Test bis hin zur Code-Generierung werden alle Aspekte der Software-Entwicklung durchgängig verknüpft. Führende Unternehmen der Luftfahrt-Industrie wie Airbus und Eurocopter, der Bahntechnik (Alstom Transportation, Siemens Mobility) und weiteren sicherheitsrelevanten Branchen wie Automobiltechnik (PSA, Toyota) oder Industrieequipment (Liebherr, GE Energy) nutzen Esterel Technologie um Standards wie DO-178B Level A, EN 50128 SIL3/4, IEC 61508 SIL3 und ISO 26262 ASIL D im Entwicklungsprozess frühzeitig zu verankern. Zusätzlich kann mit den von Esterel angebotenen Lösungen auch der Zeit- und Kostenaufwand für das Engineering verringert werden.

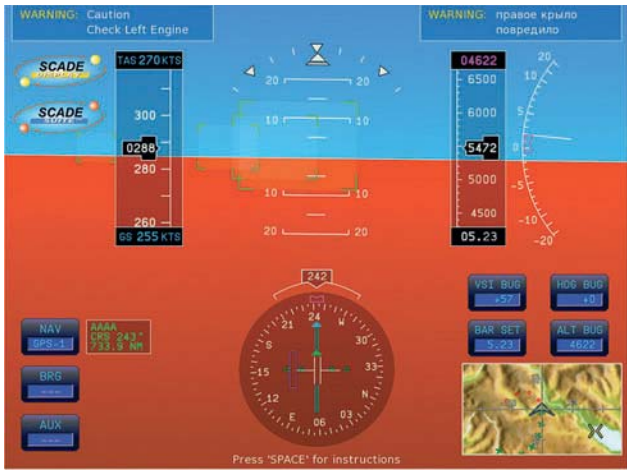


Bild: Esterel Technologies

Eine kombinierte Lösung mit der Software von Esterel und ANSYS kann den Kunden verbesserte Einblicke in das Verhalten der Embedded-Software im Zusammenspiel mit der Hardware liefern.

In Verbindung mit der zertifizierten Software-Entwicklung bietet die Anbindung von Esterel SCADE an die Systemsimulation mit ANSYS Simplorer zusätzliche Vorteile in Bezug auf die Abstimmung von Software und physischen Bauteilen. Die Co-Simulation von physikalischen Komponenten in ANSYS Simplorer und der eingebetteten Software in Esterel ermöglicht eine genaue Abbildung der Interaktion aller Komponenten. Deren Verhalten kann dabei nicht nur über bisher meist analytisch abgeleitete 0D-Modelle, sondern auch über volle oder reduzierte 3D-Feldsimulationen (ANSYS Mechanical, CFD, Maxwell, HFSS) abgebildet werden. Die Anbindung der Software-Entwicklung mit Esterel SCADE an die Konstruktion technischer Bauteile ermöglicht eine skalierbare Auflösung der Systemsimulation in allen Domänen und sichert entsprechend die Entwicklung auch komplexer Systeme ab.
www.esterel-technologies.com

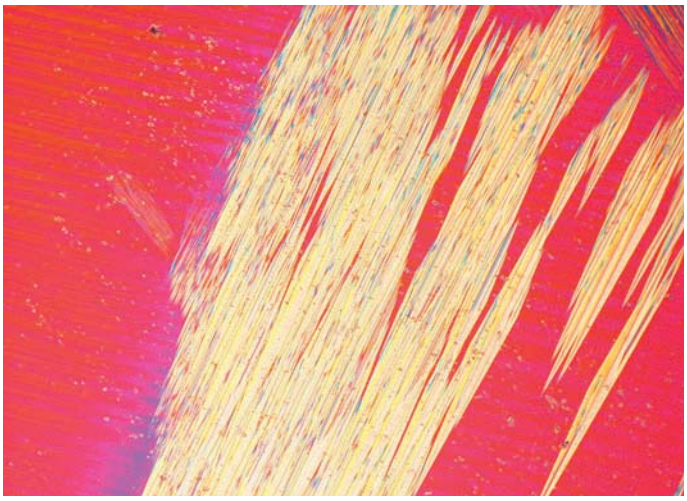


Bild: Fraunhofer IWU

Workshop **Formgedächtnislegierungen**

Formgedächtnislegierungen, kurz FGL, werden oft auch als Memory-Metalle bezeichnet. Sie besitzen die Fähigkeit, sich trotz starker Verformung bei Erwärmung an eine frühere Formgebung »erinnern« zu können. Der erste Workshop des 2010 gegründeten Netzwerkes für Formgedächtnislegierungen wurde mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) organisiert und im Juni 2012 erfolgreich durchgeführt. Den insgesamt 50 Teilnehmern aus Forschung und Industrie konnte von den Partnern des Netzwerkes umfangreiches Wissen zur FGL-Technologie vermittelt werden.

Der zweite Workshop des FGL-Netzwerkes widmet sich dem Schwerpunkt „Entwicklung mechatronischer Systeme mit Formgedächtnislegierungen für industrielle Anwendungen“ und findet am 11. Juni 2013 am Fraunhofer IWU in Dresden statt. Die Teilnehmer werden Wissenswertes über alle Entwicklungsprozesse mit FGL erfahren, wobei CADFEM als Partner des Netzwerkes wieder Ergebnisse von Simulationen präsentieren wird. In der begleitenden Ausstellung werden bereits am Markt erfolgreiche Serienanwendungen zu sehen sein.

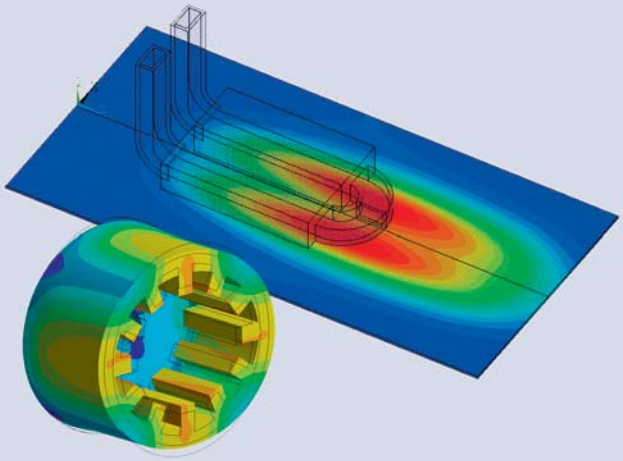
Für Studenten kann die erstmalige Verleihung des Applikationspreises auf dem kommenden Workshop von Interesse sein. Unter dem Motto GEWUSST WIE...! werden die drei besten Ideen eines FGL-Korkenziehers vor einem Fachpublikum aus Industrie und Forschung vorgestellt. Im Wettbewerb „Wer entkorkt die meisten Weinflaschen in drei Minuten?“ soll mithilfe eines FGL-Drahtes ein einfallsreicher Mechanismus, der den Formgedächtniseffekt nutzt, zum Entkorken einer Weinflasche entwickelt und umgesetzt werden.

Das FGL-Netzwerk bündelt die Kompetenzen von dreizehn Firmen und drei Forschungspartnern. Ziel des Netzwerkes ist es, die Vorteile von FGL als »Multifunktionswerkstoff« durch innovative Verfahren, Dienstleistungen und neue Produkte entlang der Wertschöpfungskette in neuen Märkten zu etablieren.

Kontakt
Netzwerkmanagement: Dr.-Ing. Andrea Böhm, Fraunhofer IWU
andrea.boehm@iwu.fraunhofer.de
Ansprechpartner bei CADFEM: Dr.-Ing. Cord Steinbeck-Behrens
csb@cadfem.de

Weitere Informationen
www.fgl-netzwerk.de

Infotage: Elektromagnetik



Simulation in der Elektromagnetik
Die Funktion vieler elektromagnetischer Komponenten basiert auf der gezielten Nutzung von Feldeffekten für Aktuatoren, Sensoren, Signal- und Leistungsübertrager und deren Zusammenspiel im Gesamtsystem beispielsweise durch Bewegung, Erwärmung und Vibration. Verstehen und charakterisieren Sie physikalische Zusammenhänge und Wechselwirkungen (Elektrotechnik, Mechanik, Strömung) durch den Einsatz numerischer Werkzeuge. Visualisieren Sie elektromagnetische Felder im frühen Entwicklungsstadium an virtuellen Prototypen. Dies hilft Ihnen zur kreativen Umsetzung neuer Lösungsansätze und zur Optimierung bestehender.
Agenda, Termine, Anmeldeformular:
www.cadfem.de/elektromagnetik

CADFEM Symposium 2013
CADFEM lädt am 25. April nach Würzburg zum CADFEM Symposium ein, das sich mit ANSYS Simulationslösungen für elektromagnetische Systeme beschäftigt. Hier treffen sich die Experten zum direkten Erfahrungsaustausch, aber auch Neu- und Quereinsteiger der Simulation sind herzlich willkommen und können einen aktiven Beitrag leisten. Folgende „Best-Praxis“-Themen bilden in diesem Jahr den Schwerpunkt der Veranstaltung:

- Vernetzungsstrategien für die Analyse elektrischer Maschinen und allgemeinen Wirbelstromaufgaben,
- Simulation des Geräuschverhaltens elektrischer Maschinen (Schwingungsanregung).

Die physikalischen und mathematischen Zusammenhänge dieser Lösungen werden verständlich vermittelt. Darüber hinaus werden künftige Entwicklungen sowie die Anwendung der vorgestellten Verfahren auf angrenzende Gebiete ausführlich diskutiert.
Agenda, Termine, Anmeldeformular:
www.cadfem.de/symposium

Hinweise auf weitere Infotage

Technologietag: Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
Produktivitätssteigerung – Kostenreduktion – Berechnungseffizienz – Optimierung
(siehe Seite 15)

Bilder: CADFEM

esocaet
european school of computer aided engineering technology

Neue Präsenzseminare

Numerische Stabilität von FE-Berechnungen
Den Fehlermeldungen Ihres FE-Programms liegen oft numerische ungünstige Eingaben zu Grunde. Bei komplexen Systemen gleicht es oft einem Puzzlespiel, die genauen Ursachen zu finden. Deshalb ist es sinnvoll, sich ein wenig näher mit den grundlegenden Methoden der FEM zu beschäftigen. Im Seminar werden wichtige Verfahren anhand von leicht nachvollziehbaren Beispielen näher gebracht. Mit diesem Wissen sind Sie in der Lage, numerische Schwierigkeiten besser zu interpretieren und Ihre Modelle bereits während des Preprocessings entsprechend aufzubereiten.
Der Referent Dr. Wigand Rathmann ist seit 2008 Dozent für Ingenieurmathematik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Davor war er acht Jahre in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Training bei der inuTech GmbH tätig.

Beurteilung der Qualität von FE-Simulationen
Spätestens wenn Unterschiede zwischen dem realen Verhalten eines Systems und den Ergebnissen der FE-Simulation auftreten, wird offensichtlich, dass ein Simulationsmodell nicht automatisch realitätsgetreue Ergebnisse liefert. Und es ist auch nicht selbstverständlich, dass aus den Simulationsergebnissen brauchbare Aussagen abgeleitet werden. Nur wenn das Modell das wesentliche reale Verhalten genügend genau abbildet, hilft es bei der Lösung der anstehenden Probleme und ist damit valide. Das Seminar gibt einen Überblick über die Größen, welche die Validität des Modells und der Ergebnisauswertung bestimmen und vermittelt Vorgehensweisen, mit denen die Validität bewertet und sichergestellt werden kann.
Der Referent des Seminars, Herr Prof. Peter Fritzsche, ist seit 1995 an der Fachhochschule Nordwestschweiz Dozent für Technische Mechanik und Konstruktion. Davor war er 20 Jahre lang in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Konstruktion in der Investitionsgüterindustrie tätig.
www.esocaet.com/seminare

CADFEM beteiligt sich am Girls' Day 2013

Girls' Day – Mädchen-Zukunftstag

Die CADFEM GmbH unterstützt die MINT-Initiative, die mehr Schüler/innen und Jugendliche für die Bereiche Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik begeistern will. Deshalb sind am Girls' Day, dem 25. April 2013, alle Mädchen der 5. bis 10. Klassen herzlich eingeladen, in die spannende Welt der Simulation hineinzuschnuppern und CADFEM näher kennenzulernen.

An diesem Tag werden in Grafing folgende Fragen erlebnisreich behandelt: Was macht eine Simulations- und Berechnungsingenieurin? Was bedeutet Simulation auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM)? Wie erstelle ich eine Simulations-Geometrie?

Spannende Versuche, die sowohl virtuell als auch in der Realität aufgebaut werden, lassen die Herzen der Physik-interessierten und Computer-affinen Mädchen schneller schlagen. Ingenieurinnen werden gerne Rede und Antwort stehen und aus dem erlebnisreichen Berufsalltag berichten. Neben einem kleinen Erinnerungsgeschenk dürfen die von den Schülerinnen erstellten Simulationsergebnisse (Animationen) gerne auf einem mitgebrachten USB-Stick als Andenken mitgenommen werden.

Weitere Informationen
Rosi Jahn, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-81
rjahn@cadfem.de
www.esocaet.com/schule/girls-day-2013
www.girls-day.de

Immer up-to-date: CADFEM Newsletter

Sie wollen nicht bis zum nächsten CADFEM Journal auf Neuigkeiten zur numerischen Simulation aus dem Hause CADFEM warten? Dann abonnieren Sie einfach den CADFEM Newsletter, der Sie alle zwei Monate mit aktuellen Informationen versorgt.
Anmeldung: www.cadfem.de/newsletter
Besuchen Sie uns auch auf Facebook & Twitter

Die internationale Organisation der Anwender numerischer Simulationsmethoden: neutral • unabhängig • übergreifend

NAFEMS

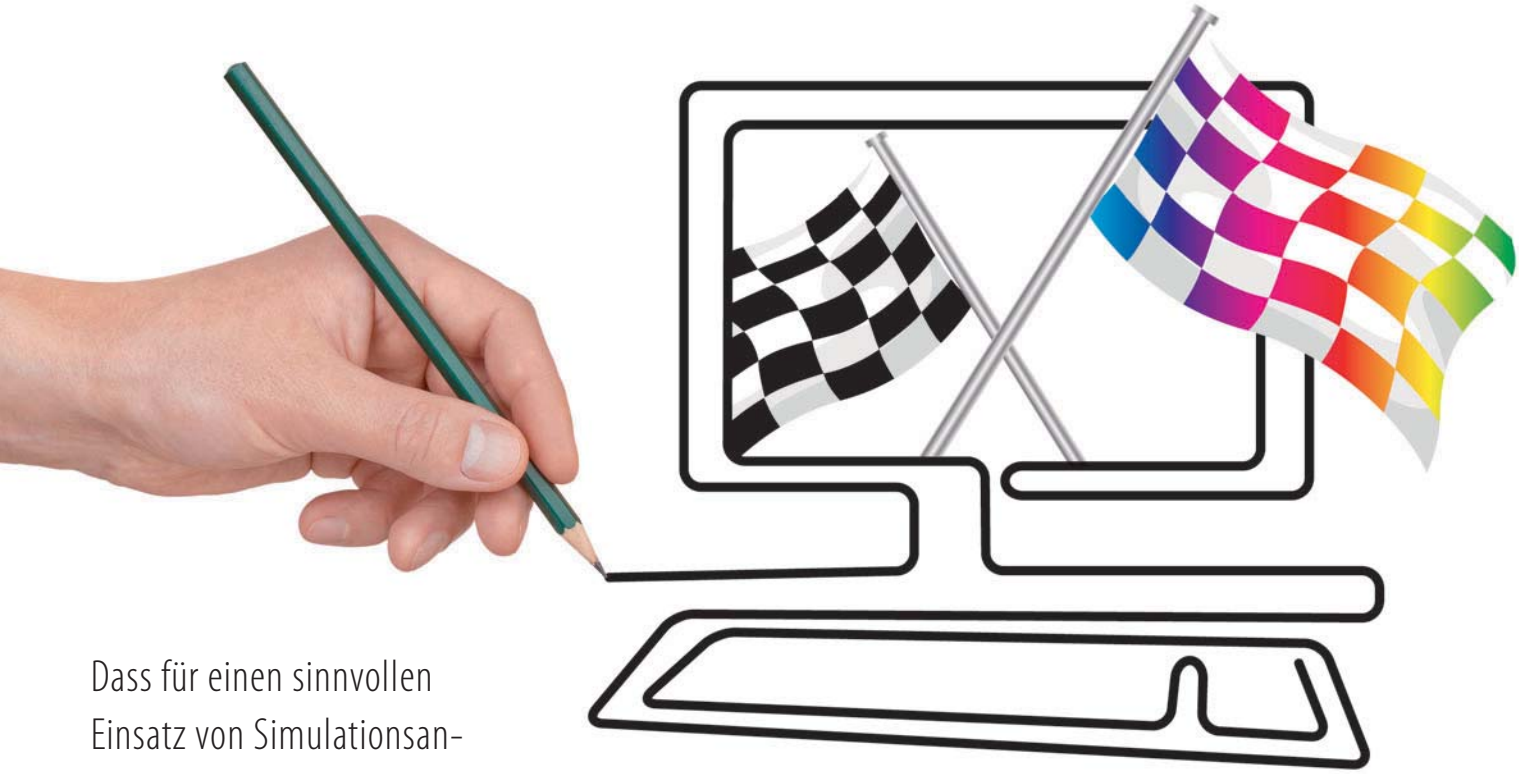
Weltweit über 1.000 Mitgliedsunternehmen und -organisationen – **get involved!**

- CAE-Kongresse und -Tagungen
- CAE-Schulungen und e-learning
- Kompetenzzertifizierung PSE: Professional Simulation Engineer NEU
- Literatur: > 200 Fachpublikationen
- NAFEMS Online-Magazin (kostenlos)
- www.CAE-Stellenmarkt.de
- Networking / Informationsaustausch
- Projekte und Kooperationen

www.nafems.org

Hardware und IT-Infrastruktur für effiziente Simulationen

Schneller ans Ziel!



Dass für einen sinnvollen Einsatz von Simulationsanwendungen eine leistungsfähige und einfach zu bedienende Software notwendig ist, dürfte für jeden augenscheinlich sein. Darüber hinaus spielen bei der Simulation auch die zur Verfügung stehende Hardware-Plattform und die gesamte IT-Infrastruktur sowie das Know-how des Anwenders eine entscheidende Rolle, speziell wenn es um große Modelle, komplexe Berechnungen und High Performance Computing (HPC) geht.

Der Schwerpunkt dieses CADFEM Journals beschäftigt sich deshalb intensiv mit der Hardware-Thematik, HPC-Plattformen und der dazugehörigen IT-Infrastruktur. Dabei werden aber nicht die Leistungsdaten der einzelnen Komponenten in den Vordergrund gerückt, sondern das Zusammenspiel beim IT-, Hardware- und Software-Einsatz. Auf diese Weise wird der Nutzen für den einzelnen Anwender, für die gesamte Produktentwicklung und auch für die IT-Verantwortlichen verdeutlicht. Nur durch die Erschließung des gesamten vorhandenen Nutzenpotentials lässt sich ein anhaltender Erfolg erzielen, der durch die erhöhte Wettbewerbsfähigkeit der eigenen Produkte und optimierte Herstellungsprozesse gesichert wird.

Parallel und simultan

Folglich erläutert der erste Artikel in diesem Schwerpunktbereich wie die ständig steigenden Rechenleistungen beispielsweise für parallele und simultane Simulationen nutzbar sind. Ebenso wird auch auf die Software-Lizenzen eingegangen, die für eine effiziente Nutzung der Hardware-Leistungen erforderlich sind, so dass sich der Ingenieur auf seine kreativen Aufgaben konzentrieren kann. Zukünftig wird immer mehr Rechenleistung aus der sogenannten Cloud verfügbar sein. Wie ANSYS auf diesen Trend reagiert, ist Inhalt eines weiteren Artikels. Am Beispiel von Kriechsimulationen an Lötstellen, die vom Unternehmen MicroConsult durchgeführt wurden, werden die Leistungssteigerungen für Simulationsanwendungen im HPC-Bereich verdeutlicht. Wurden vor fünf Jahren für eine solche Berechnung noch zwei Wochen benötigt, so lässt sich dieses heute mit neuen CPU-Generationen und GPU-Unterstützung in rund zwölf Stunden erledigen. Das bringt enorme Zeitvorteile. Außerdem bieten mehr Berechnungen eine bessere Entscheidungsgrundlage.

Umfassendes HPC-Know-how

Wie CADFEM die HPC-Möglichkeiten selbst in einem Cluster mit elf Servern für diverse Simulationsanwendungen nutzt, wird im Schwerpunktthema ebenfalls verdeutlicht. Das umfassende Know-how, das die CADFEM GmbH beim Einsatz der

Bilder: shutterstock.com/Ilya Akinshin, pichayasri

HPC-Hardware und der entsprechenden Infrastruktur gesammelt hat, stellt sie auch ihren Kunden zur Verfügung, zum Beispiel dem Getränkeanlagenspezialist Krones AG. Dort hat CADFEM die IT-Betreuung für das CAE-Cluster übernommen und gewährleistet über ein Service Level Agreement (SLA) eine hohe Systemverfügbarkeit.

Auch die SGL Group nutzt die Möglichkeiten, die sich durch High Performance Computing ergeben, um diverse Designvarianten berechnen zu können. Wie mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen eine Produktoptimierung unter streuenden Randbedingungen – von Material, Geometrie und Belastung – erfolgen kann, wird ebenfalls innerhalb des Schwerpunktthemas vermittelt. Hier dienen die HPC Parametric Pack Lizenzen dazu, mit optiSLang for ANSYS möglichst schnell zu einem robusten Design zu kommen. Zusätzlich erhält der Ingenieur schon frühzeitig ein tiefergehendes Verständnis von seinem Produkt. Dazu dient auch eine optiSLang-Anwendung im Hochfrequenz-Bereich, bei der ein Koppler, der in eine Antenne integriert ist, optimiert wird, indem seine parametrisierte Geometrie an eine gegebene Frequenz angepasst wird. Das Unternehmen Bosch setzt die optiSLang-Software beispielsweise ein, um bei Leistungsmodulen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Bosch betont, dass die gewählte Methode signifikant zu kürzeren Entwicklungszeiten, weniger Musterrunden und letztlich geringeren Entwicklungskosten beiträgt.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erkenntnisgewinn bei der Beschäftigung mit unserem Schwerpunktthema und natürlich auch beim Lesen der anderen Artikel und Meldungen in diesem CADFEM Journal. >>

Inhalt IT/Hardware/HPC

Enterprise HPC and Cloud Computing
High Performance Cloud . . . . . Seite 14

Hardware und Software für effiziente Simulation
Sinnvolle Aufgabenverteilung . . . . . Seite 16

Mit HPC die Rechenzeiten drastisch reduzieren
Wer hat an der Uhr gedreht? . . . . . Seite 20

High Performance Computing bei CADFEM
200 Kerne, 2 TB Speicher, 30 Anwender . . . . . Seite 22

CADFEM übernimmt IT-Betreuung für CAE-Cluster bei Krones
Partner fürs Leben . . . . . Seite 24

SGL Group – The Carbon Company
Schneller zur Realität . . . . . Seite 26

Sensitivitätsanalyse und Designoptimierung
Mehr Verständnis in der frühen Phase . . . . . Seite 28

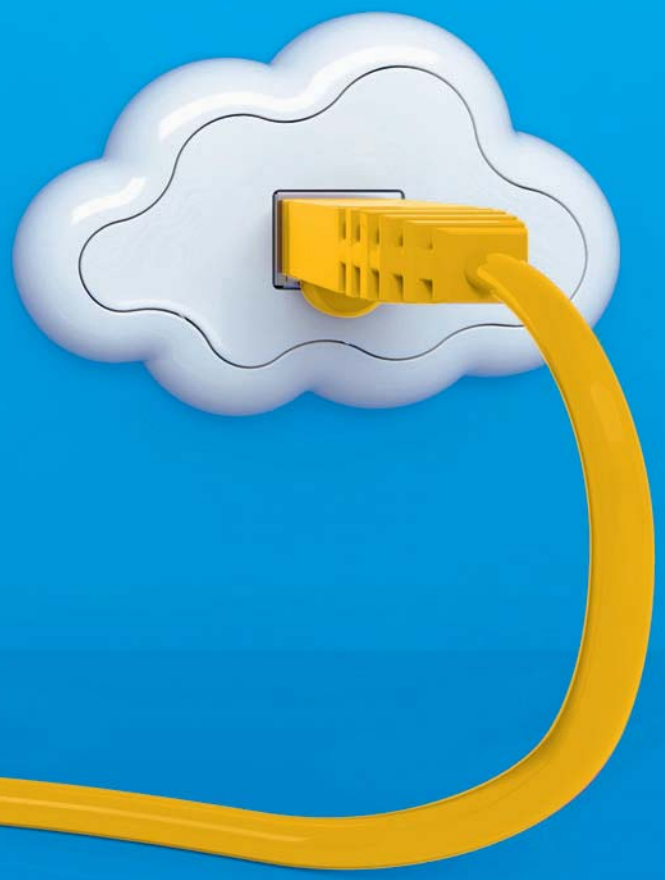
Zuverlässigkeitsgestaltung von Steuergerätekomponenten
Wirkzusammenhänge verstehen . . . . . Seite 30

Viertor-Hybrid-Koppler für Tracking-Antennen-Systeme
Hochfrequente Simulation . . . . . Seite 32

Enterprise HPC and Cloud Computing

High Performance Cloud

Across multiple business processes, today's leading companies are increasingly looking to the IT organization to provide the technology platform that supports innovation and decision making, while controlling cost and delivering high return on investment. These overall trends are clearly visible in the engineering IT organization, where more pervasive use of simulation and a push for high-fidelity robust design methods are driving demand for investments in high-performance computing (HPC) infrastructure and processes.



As the demand for HPC infrastructure to support simulation continues to grow, ANSYS customers are increasingly looking for operational efficiency by consolidating their HPC resources in centralized data centers – either internally ("private cloud") or externally ("hosted cloud"). Compared to de-centralized local servers and clusters, centralization provides an opportunity for greater scale-up, with higher utilization and reduced IT operational cost. Figure 1 presents this trend toward centralization in the context of the evolution of HPC over time. Figure 2 provides a view of the evolution of HPC deployment as organizations adopt increasing centralization and consolidation of resources.

Centralization implies a shift to remote access to the simulation resources, with related IT challenges. In particular, moving simulation data between the end-user location and the centralized data center puts pressure on network capability and network cost. Network constraints are therefore driving data centralization, with the data remaining co-located with the HPC resource, interactive applications running in the data center, and end-users performing all (or most) phases of the simulation process – including 3D graphics and interactive GUI use - via remote access. This paradigm shift is driving ANSYS product development strategy, with an increasing focus on remote access, mobility, and HPC job management, all tied to work-in-progress data management. It is also driving our partnership strategy, with increased focus on partners who are able to help provide HPC solutions closely integrated with ANSYS applications.

Global Integration

The paradigm shift from local computing to remote/mobile access is a challenge, but also an opportunity to enhance global collaboration and improve the management

Bilder: ANSYS, Inc.; shutterstock.com/Tashatuvango

Figure 1: The evolution of HPC, with a pendulum swing from centralized mainframes to distributed clusters and workstations back to centralized systems and cloud.

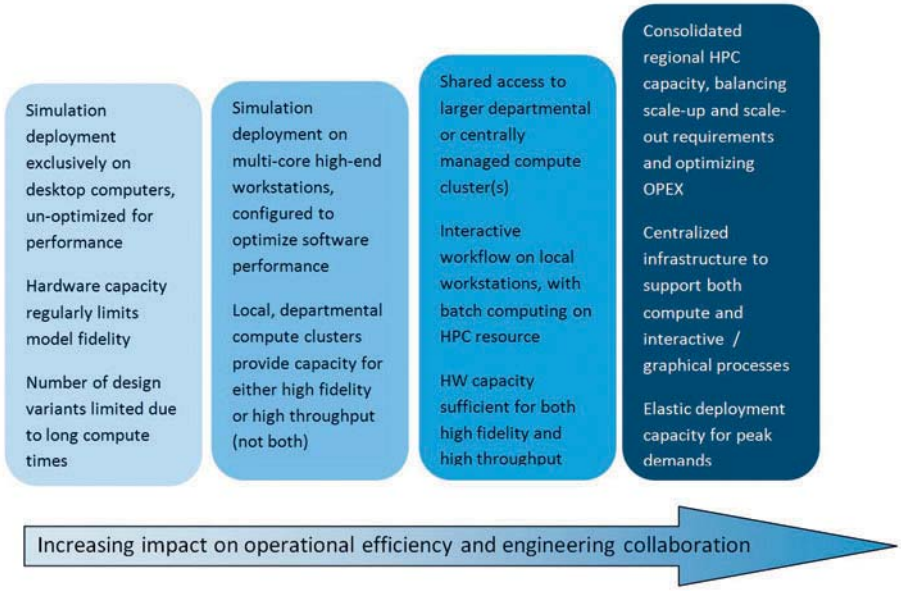


Figure 2: HPC Scale-Up – Practice Evolution.

and protection of the intellectual property (IP) contained in simulation data. Global integration of the product development process is a key initiative for many ANSYS customers, who seek to increase the effectiveness of globally distributed engineering teams that must collaborate on shared product development projects. These customers may also need to leverage global design concepts (data) while enabling local design variants matched to local markets. Distributed but controlled access to simulation data and HPC-connected simulation workflows ensures that the organization's IP assets are both well leveraged and secure. Data management solutions integrated with HPC are thus key, and a cornerstone of ANSYS product strategy.

Today, trends in the engineering IT environment can't be considered without a reference to cloud computing. To more fully understand cloud computing for engineering simulation, it is also important to understand the spectrum of cloud options available to the engineering enterprise:

- **Private Cloud** refers to consolidated resources deployed in an enterprise data center, behind the firewall. They are owned, managed, and controlled by the enterprise (or by a third party, on behalf of the enterprise). To a large degree, these Private Cloud solutions – especially for HPC – may look like traditional shared datacenter resources, with cloud used as a 'buzzword'.
- **Hosted Cloud** refers to resources made available to the enterprise under a business-to-business agreement with a third party hosting provider. He operates the infrastructure on behalf of the enterprise, and resources may be dedicated (Hosted Private Cloud) or shared securely across multiple enterprises (Hosted Shared Cloud, with VPN access). Hosted Cloud is arguably the best fit for enterprise access to HPC, providing dedicated HPC expertise and resources in a secure business-to-business model.
- **Public Cloud** refers to resources made available to individual users or organizations, with access to infrastructure on the public internet in a "Do It Yourself" fashion. Public Cloud infrastructure is generally managed by the account holder, and less tuned for HPC requirements.

Across this spectrum, the basic tenants of cloud computing are On-demand self-serve access, with a 'total solution' available over the internet (or internal network), from "any" location or device, a Usage-based consumption, with a variety of business models ('pay as you go', pre-paid, user-based subscription, job-based, etc.) and a dynamic access to resources, providing elastic capacity depending on demand.

For ANSYS customers, cloud computing is inherently tied to the growing need for HPC resources to support bigger and more demanding simulation workloads, either for steady state requirements or occasional peak capacity. Some customers who need greater access to HPC lack the expertise to specify and manage substantial resources. Cloud may also be an enabler for those with significant internal HPC resources, but urgent unexpected or unplanned projects, arising in response to product performance issues with deployed products (equipment shutdown, product failure, warranty issues). Others may have occasional need for high simulation throughput, to support parametric simulation and/or extreme fidelity models that are part of short term project needs.

ANSYS is actively working with cloud hosting partners to provide seamless 'turnkey' access to ANSYS simulation and HPC resources to meet these requirements. This multi-vendor, open approach provides ANSYS customers with a choice of HPC cloud solutions delivered by ANSYS partners who are experts at enterprise-level HPC, remote hosting, and data security.

InfoAutor

Barbara Hutchings, ANSYS Inc.
Director of Strategic Partnerships
Tel. +1-603-727-5625
barbara.hutchings@ansys.com

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Gerhard Zelder, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-87
gzelder@cadfem.de

TechnologieTag

Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
www.cadfem.de/technologietag-hpc

Hardware und Software für effiziente Simulation

Sinnvolle Aufgabenverteilung

Bereits in den 1980er Jahren hat das IT-Beratungsunternehmen Gartner der simulationsgesteuerten Produktentwicklung große Entwicklungspotentiale vorhergesagt, die sich unter anderem durch die Verfügbarkeit exponentiell ansteigender Rechenleistung erschließen lassen sollten. Werden heutige Computer betrachtet, stellt man fest, dass die Leistung früherer Supercomputer heute schon an normalen Büro-Arbeitsplätzen verfügbar ist.

Außerdem hat sich in den 1980er und 1990er Jahren für Simulationsanwendungen vielfach ein Wandel von zentralisierten Mikrocomputern hin zu Workstations direkt am Arbeitsplatz vollzogen. Aktuelle Trends lassen dagegen eine neue Zentralisierung erwarten.

Workstations

Workstations bieten eine große Leistungsfähigkeit bei sehr gutem Preis/Leistungs-Verhältnis und sind autark und dezentral nutzbar. Große Arbeitsspeicher von bis zu 512 GB und Mehrprozessor-Systeme sorgen für eine hohe Rechenleistung. Festplatten und Solid State Disks lassen sich gemeinsam einsetzen und ermöglichen eine schnelle Datenspeicherung temporärer Berechnungsdaten. Einzelne Anwender können auf einer solchen Workstation sämtliche Arbeitsschritte, die für die Simulation relevant sind, effektiv durchführen. Dazu gehören neben der Lösung des Gleichungssystems auch die Aufbereitung der Aufgabenstellung mit Geometrieerzeugung, Vernetzung und Randbedingungen, sowie die Ergebnisvisualisierung. Eine hohe 3D-Grafikleistung und die lokale Verfügbarkeit aller Daten gewährleisten dabei für den Anwender einen direkten Zugriff und schnelle Verarbeitung.

Compute-Server

Mit der zunehmenden Nutzung von Simulationen steigt der Bedarf nach skalierbarer Rechenleistung. Zentralisierte Compute-Server bieten vielfältige Ausbaumöglichkeiten in Bezug auf Prozessorkerne, Arbeitsspeicher, Plattenkapazität und -geschwindigkeit. Typische Compute-Server für Berechnungsgruppen von fünf bis zehn Personen mit strukturmechanischen Aufgabenstellungen sind heute mit 64 bis 512 Kernen und 512 GB bis 4 TB Arbeitsspeicher ausgestattet. Neben der absolut höheren Rechenleistung spielen vielfach auch die flexible, weil zentral organisierte Leistungsverteilung, die bessere

Bilder: HP, ANSYS, shutterstock.com/Vectomart

Auslastung, höhere Energieeffizienz und zentrale Datenablage eine große Rolle. Da Compute-Server keine 3D-Grafikleistung enthalten, wird das Pre- und Postprozessing oft mit dezentralen Workstations durchgeführt, was jedoch eine leistungsfähige Netzwerkanbindung aufgrund der großen Ergebnisdaten voraussetzt.

Blade-Workstation

Leider ist die Netzwerk-Bandbreite für eine leistungsfähige Anbindung eines dezentralen Pre- und Postprozessings auf Workstations nicht immer gegeben. Folglich werden die Workstations heute oftmals in Form von sogenannten Blade-Workstations zum Compute-Server verlagert. Diese Blades bringen Workstation-Technologie mit 3D-Grafikleistung in kompakter, serverkompatibler und ausfallsicherer Technik zum Compute-Server (Bild 1). Durch die direkte Anbindung der Blade-Workstations an den Compute-Server (10 Gigabit-Ethernet) können die Ergebnisdaten vom Compute-Server mit hoher Geschwindigkeit direkt verarbeitet werden.

Die in der Workstation berechnete 3D-Grafikdarstellung wird über das Netzwerk – auch über Standortgrenzen hinweg – mit geringer Netzwerkbelastung an den Arbeitsplatz des Anwenders übertragen, der keine lokale Rechenleistung mehr benötigt, sondern nur noch ein Terminal (thin client). Das Aufschalten (remote access) eines Anwenders auf eine Blade-Workstation erfolgt exklusiv, so dass die entsprechende 3D-Grafikleistung für diesen Anwender reserviert ist.

Virtuelle Workstations

Für eine höhere Flexibilität bei der Zuordnung von Anwendern zur Hardware hat sich in den letzten Jahren die Virtualisierung etabliert. Desktop-Virtualisierung für übliche Büro-Arbeitsplätze ist ein gängiges Verfahren, um einheitliche Software-Umgebungen, zentrale Datenhaltung und flexible Hardware-Auslastung zu ermöglichen. Diese Art der flexiblen Kopplung von Anwendern mit der für sie erforderlichen Hardware war für 3D-Anwendungen (wie ANSYS) auf Basis des OpenGL-Standards lange Zeit nicht realisierbar. Neue Entwicklungen (z. B. NICE DCV) schließen diese Lücke in der Virtualisierungstechnik, so dass auch für 3D-Anwendungen eine gemeinsame Nutzung von Hardware zu höherer Effizienz, vereinfachter Administration und geringeren Kosten führt. Im Cluster wird dafür neben zentralisierter Rechenleistung auch zentralisierte Grafikleistung zur Verfügung gestellt, die dann gemeinsam optimal genutzt werden kann.

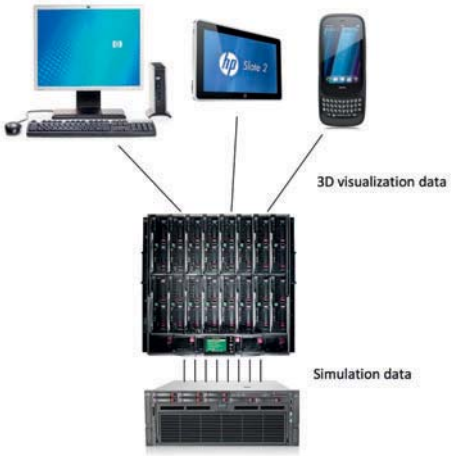


Bild 1: Workstations werden oftmals in Form von sogenannten Blade-Workstations zum Compute-Server verlagert.

(Private) Cloud

Die Kombination von zentral bereitgestellter Rechenleistung für die Lösung anspruchsvoller Simulationsaufgaben und von 3D-Grafikleistung für das Pre- und Postprozessing ermöglicht es, die gesamte erforderliche CAE-Infrastruktur zu zentralisieren. Diese Zentralisierung bietet dem Anwender mehrere Vorteile: erstens einen flexiblen Zugriff von verschiedenen Standorten innerhalb des Unternehmens, zweitens eine hohe Rechen- und Grafikleistung, die bei Bedarf flexibel erweitert werden kann, und drittens eine hohe Verfügbarkeit. Für die IT-Abteilung sind der direkte Zugriff, die einfache Administration, eine hohe Datensicherheit und einfache Erweiterbarkeit wichtige Argumente. Die Wahl des Standortes eines solchen Rechnersystems spielt für den Anwender keine Rolle. Ähnliche Entwicklungen sind im Bereich der Public-Cloud-Lösungen zu beobachten, die bisher vorwiegend im Privatbereich genutzt werden. Bei diesen Lösungen werden die Rechenleistung und Speicherkapazität von unbekannten Computern an unbekannten Orten zur Verfügung gestellt. Unternehmensspezifische Lösungen bieten hier jedoch den Vorteil der eigenen Datenhoheit und gewährleisten Datensicherheit.

Konfiguration und Management

Die Konfiguration der vorgestellten Hardware-Lösungen hängt von vielen Faktoren ab, beispielsweise von der Anzahl der Anwender, der Analyseart (CFD, FEM, implizit, explizit), der Modellgröße, der Anzahl der simultanen Analysen, der Netzwerkanbindung oder dem Datenmanagement. CADFEM berät und unterstützt nicht nur bei der Auswahl und Konfiguration einer kundenspezifischen Hardware-Lösung, sondern auch bei der Inbetriebnahme der passenden IT-Infrastruktur, damit die speziellen Anforderungen der Simulation an Hardware und Software effektiv erfüllt werden können. Darüber hinaus ist CADFEM auch der richtige Partner, um die Systemverfügbarkeit der CAE-Cluster aufrecht zu erhalten und zu gewährleisten (SLA – Service Level Agreement), damit die Entwickler und die IT-Abteilung sich ungestört auf ihre Kernaufgaben konzentrieren

Technologietag: Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie

Produktivitätssteigerung – Kostenreduktion – Berechnungseffizienz – Optimierung

In der heutigen wettbewerbsorientierten Produktentwicklung bietet High Performance Computing (HPC) in Verbindung mit ANSYS einen herausragenden Wert und Return on Investment. Parallel Computing und HPC erhöhen das Verständnis, die Produktivität und die Genauigkeit in der Simulation: schnellerer Durchlauf, Kostenreduktion, systematische Designvariationen und komplexere Modelle.

Dieser technische Informationstag gibt einen Überblick über aktuelle Hardware-Technologien, aktuelle Benchmark-Ergebnisse aus Anwendersicht, sowie neue Möglichkeiten zur Berechnung großer Modelle und umfangreicher Designvariationen. Darüber hinaus werden neben der reinen Leistungsoptimierung auch der zusätzliche Vorteil von kundenspezifischen Hardware- und Software-Konfigurationen und des IT-Betriebes dargestellt.

Wir laden Sie und Ihre Kollegen herzlich zu dieser kostenfreien Veranstaltung ein!

- **16.04.2013 in Dresden**
- **25.09.2013 in Hamburg**
- **11.07.2013 in Nürnberg**
- **05.11.2013 in Böblingen**

www.cadfem.de/technologietag-hpc

können. Diese ganzheitliche Betreuung gewährleistet definierte, kurze Antwortzeiten, klare Zuständigkeiten und kurze Wege zur Lösung eventuell auftretender Probleme.

Wofür so viel Rechenleistung?

Jede Simulation ist ein Abbild der Realität, das Vereinfachungen beinhaltet, die das Ergebnis mehr oder weniger beeinflussen. Eine höhere verfügbare Rechenleistung bedeutet daher, diesen Vereinfachungen weniger Raum zu geben und damit die Genauigkeit der Simulation weiter zu steigern. Dabei ist entscheidend, dass die gewünschten Ergebnisse zeitnah zu erhalten – auch bei anspruchsvollen Simulationen und großen Modellen. Nach wie vor wird die Berechnung über Nacht als typische Grenze deklariert, an der man sich bezüglich des Detail- und damit des Genauigkeitsgrades orientiert. Liegen Berechnungsergebnisse erst nach 30 statt nach 14 Stunden vor, kann die Designbewertung nicht mehr am nächsten, sondern erst am übernächsten Tag erfolgen. In den heutigen, eng gesteckten Projektplänen führt dies zu nicht akzeptablen Verzögerungen.

Neben der Beschleunigung einzelner, großer oder anspruchsvoller Simulationsaufgaben bietet hohe Rechenleistung den Vorteil, die Simulation nicht mehr nur als Werkzeug zum Nachweis bestimmter Produkteigenschaften einzusetzen, sondern vielmehr durch systematische Variation ein besseres Verständnis von Zusammenhängen zu erzielen. Damit wird eine simulationsgesteuerte Produktentwicklung ermöglicht.

Parallele und simultane Simulationen

Um hohe Rechenleistung effektiv und kostengünstig nutzen zu können, wurden von ANSYS, Inc. neue Solver-Technologien und Lizenzoptionen entwickelt. Produkte wie ANSYS HPC und ANSYS HPC Pack für Mechanik und Strömungsmechanik oder Elektromagnetik ermöglichen eine Parallelisierung der Berechnung und damit das Verteilen einer Simulationsaufgabe auf verschiedene Kerne innerhalb eines oder verteilt über verschiedene Rechner. Durch die Kombination von solchen Lizenzen lässt sich eine exponentielle Steigerung der nutzbaren Prozessorkerne (bis 2048!) erreichen. Darüber hinaus bieten GPU's (graphics processing units), die analog einem mathematischen Co-Prozessor nutzbar sind, zusätzliche Leistungssteigerungen um bis zu 50 % (Bild 2).

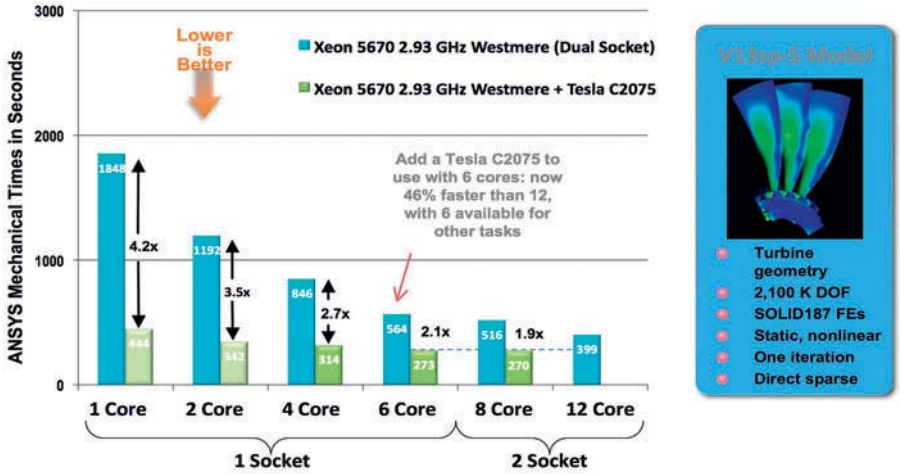


Bild 2: Der Einsatz von GPU's bietet zusätzliche Möglichkeiten zur Leistungssteigerung.

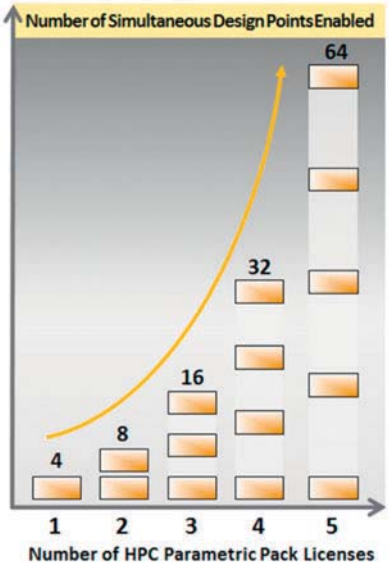


Bild 3: Die HPC Packs werden durch die Verwendung von HPC Parametric Pack für simultane Variationsberechnungen ergänzt.

Bei der systematischen Variation von Analysen anhand eines Versuchsplans (Design of Experiments, DoE) spielen die mit Version 14.5 von ANSYS verfügbaren HPC Parametric Pack Lizenzen ihren Vorteil aus. Sie multiplizieren die Anzahl der möglichen Zugriffe auf eine Solver-Lizenz und unterstützen gleichzeitig die Parallelisierung. Eine ANSYS Mechanical Lizenz mit einem HPC Pack, die normalerweise für eine Analyse auf bis zu 8 Kernen eingesetzt werden kann, ist mit einem zusätzlichen HPC Parametric Pack für bis zu 4 simultane Variationsberechnungen auf 32 Kernen einsetzbar (Bild 3). Weitere HPC Parametric Pack Lizenzen steigern die Zahl der simultanen Berechnungen auf 8, 16, 32 und 64 (mit jeweils 8 Kernen: also auf 64, 128, 256 und 512 Kernen).

Elektronische und menschliche Gehirne

Rechenleistung war und ist auch heute noch ein Schlüsselelement für eine sinnvolle Modellbildung und eine genaue Ergebnisaussage. Während Anfang der 1990er Jahre Modellgrößen mit 10.000 Knoten üblich waren, liegen diese heute bei einigen Millionen, was das „Moor'sche Gesetz" zu einer Verdopplung der Rechenleistung alle 24 Monate ganz gut widerspiegelt. Diesen Gewinn an Rechenleistung können Ingenieure heute nutzen, um größere Strukturen mit mehr Details zu berechnen. Vor allem können sie auf Automatismen, beispielsweise automatische Netzverfeinerungen, zurückgreifen, so dass sie nicht ständig zu einer möglichst „knotensparenden" Modellierung gezwungen sind, sondern den Fokus auf die Bewertung von Simulationsergebnissen, die Interpretation der physikalischen Zusammenhänge und damit den Erkenntnisgewinn legen können. Durch die immense Rechenleistung „elektronischer Gehirne" ist damit der Weg für eine sinnvolle Aufgabenverteilung geebnet, nämlich dass sich menschliche Gehirne auf den eigentlich interessanten Teil der Ingenieurarbeit konzentrieren: Wissen, Kreativität und Innovation.

Info Autor

Christof Gebhardt, CADFEM GmbH
Klaus Fischer, CADFEM GmbH

Info Ansprechpartner

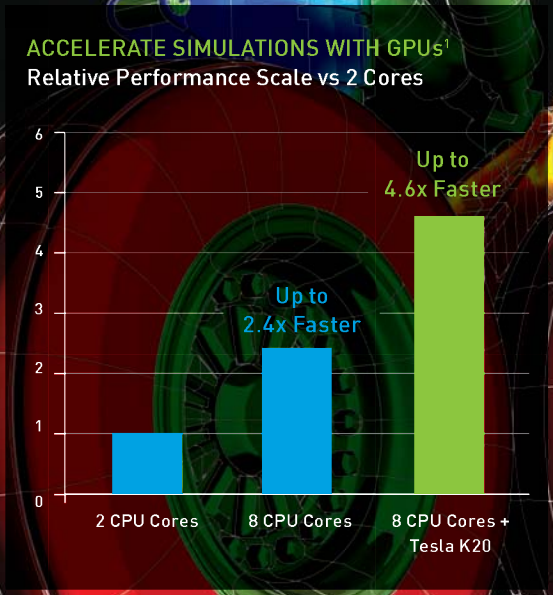
Gerhard Zelder, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-87
gzelder@cadfem.de

Technologie Tag

Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
www.cadfem.de/technologietag-hpc

GPU-POWERED SIMULATION MORE DESIGN VARIATIONS IN LESS TIME

NVIDIA® GPU-powered servers and Maximus-class workstations leverage Quadro® and Tesla® GPUs to meet critical simulation turnaround requirements and remove productivity bottlenecks. Simulations or regulatory tests can be completed days earlier and costly prototypes are a thing of the past. And with Maximus, analysis can be performed while simultaneously running a design application – with no loss in interactivity.



To learn more visit
www.nvidia.de/cadfem/ansys
www.nvidia.de/cadfem/tesla
www.nvidia.de/cadfem/maximus

Ask any GPU computing related question tesla_sales@nvidia.com

1 Benchmark obtained comparing 2 and 8 CPU cores versus 8 CPU Cores + Tesla K20C running ANSYS Mechanical 14.5, V14sp-5 Model-Turbine Geometry, 2.1M DOF, Static Nonlinear, Direct Sparse CPU: 2 x Sandy Bridge Xeon E5-2687W at 3.10 GHz.

© 2013 NVIDIA Corporation. All rights reserved. NVIDIA, the NVIDIA logo, NVIDIA Quadro, Tesla, and CUDA are trademarks and/or registered trademarks of NVIDIA Corporation. All company and product names are trademarks or registered trademarks of the respective owners with which they are associated.

Mit HPC die Rechenzeiten drastisch reduzieren

Wer hat an der Uhr gedreht?

Bilder: shutterstock.com/Kevin Renes

Wenn es um die rekordverdächtige Verkürzung von Rechenzeiten durch sinnvolle Kombinationen von ANSYS Software und Hardware-Ressourcen geht, dann ist man bei MicroConsult Engineering aus Bernstadt auf der Schwäbischen Alb an der richtigen Adresse.

Das Team von MicroConsult um Dr. Herbert Güttler gehört zu den weltweiten Spezialisten für die Erhöhung der Produktivität von ANSYS auf der Basis von High Performance Computing (HPC). Sogar ANSYS, Inc. in Canonsburg greift immer wieder auf die Erfahrungen von MicroConsult zurück.

Komplexe Systeme in hoher Detaillierung in kürzester Zeit untersuchen zu können – das ist der Nutzen von HPC, High Performance Computing, im Bereich der numerischen Simulation. Mit HPC werden außergewöhnlich große Modelle durch die parallele Nutzung von Prozessoren berechenbar, ohne dass Abstriche bei den Details und damit bei der Ergebnisqualität gemacht werden müssen. Auch Anwender ohne extreme Modellgrößen profitieren von HPC: Die massive Beschleunigung von Berechnungsläufen führt dazu, dass Ergebnisse „über Nacht" vorliegen. Eine Lizenz wird so intensiver genutzt und rechenintensive Technologien wie die parametrische oder simultane Simulation von Designvarianten rücken ins Blickfeld.

Der Erfolg von HPC im Berechnungsalltag steht und fällt mit dem optimalen Zusammenspiel der mit HPC-Packs erweiterten ANSYS Software und den Hardware-Ressourcen – allen voran der zur Verfügung stehenden Prozessortechnologie. CADFEM unterstützt seine Kunden dabei und kann als „überzeugter Selbstnutzer" auch eigene Erfahrungswerte weitergeben. Und wenn die CADFEM Experten an Grenzen stoßen, dann kann auf die HPC-Kompetenz von MicroConsult zurückgegriffen werden, einem hochspezialisierten Partner von CADFEM und ANSYS aus dem schwäbischen Bernstadt bei Ulm.

Know-how von MicroConsult

Wahrscheinlich steckten auch die sprichwörtliche Freude der Schwaben am Sparen und ihr nicht weniger kennzeichnender Hang zum Tüfteln dahinter. Der eigentliche Auslöser von MicroConsult, sich intensiv mit ANSYS HPC-Anwendungen auseinanderzusetzen, war eine Anfrage zur Durchführung von Kriechsimulationen an

		ANSYS 11.0	ANSYS 12.0	ANSYS 12.1	ANSYS 13.0 SP02	ANSYS 14 (UP20110901)		ANSYS 14.5	
Thermal (full model) 3 MDOF	Time Cores	4 hours 8	4 hours	4 hours	4 hours	1 hour 8 + 1 GPU	0,8 hour 32		
Thermomechanical Simulation (full model) 7,8 MDOF	Time Iterations Cores	~ 5.5 days 163 8	34.3 hours 164 20	12.5 hours 195 64	9.9 hours 195 64	7.5 hours 195 128		6.4 hours 196 128 E5	6.3 hours 196 96 E5 + 16 GPUs
Interpolation of Boundary Conditions	Time Loadsteps	37 hours 16	37 hours 16	37 hours 16	0.2 hour Improved Algorithm	0.2 hour 16			
Submodel: Creep-Strain Analysis 5.5 MDOF	Time Iterations Cores	~ 5.5 days 492 18	38.5 hours 492 16	8.5 hours 492 76	6.1 hours 488 128	5.9 hours 498 64 + 8 GPUs	4.2 hours 498 256	4 hours 498 128 E5	4.8 hours 498 96 E5 + 16 GPUs
Total Time		**2 weeks**	**5 days**	**2 days**	**1 day**	**0.5 day**		**0.5 day**	

Tabelle 1: Leistungsentwicklung am Beispiel der Lot Kriechsimulation

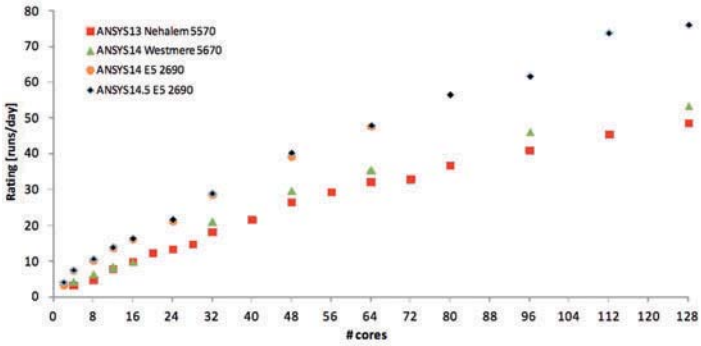


Bild 1: Skalierungsverhalten am Beispiel der Lot Kriechsimulation.

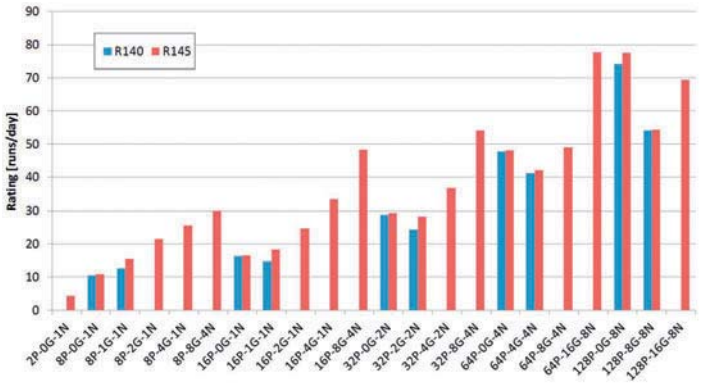


Bild 2: Darstellung der GPU Performance mit Kern-Anzahl P, Anzahl von GPU-Beschleunigern G und Rechenknoten N (Compute Nodes).

Lötstellen. Ziel dieser extrem aufwändigen Simulationen ist, die Mechanismen besser zu verstehen, die zum Ausfall einer Lötstelle führen können.

Aus zwei Wochen …

Dies war im Jahr 2008, als ANSYS 11 gerade aktuell und verteiltes Rechnen neu und noch einigen Beschränkungen unterworfen war. Bis dahin waren vergleichbare Untersuchungen nur am Einzelbauelement oder an einzelnen Lötstellen üblich. Der komplette Analysezyklus besteht aus mehreren Schritten: Der thermischen Simulation auf der Systemebene folgt eine thermomechanische Analyse. Anschließend wird das Ergebnis auf ein Submodell interpoliert und im letzten Schritt die eigentliche Kriechrechnung auf Bauteilebene durchgeführt. Die Berechnung mit ANSYS 11 und Harpertown-Prozessoren von Intel beanspruchte auf 16 Kernen allerdings zwei Wochen.

… werden wenige Tage …

Eine ANSYS Version später und mit zusätzlicher Hardware dauerte dieselbe Berechnung nur noch ein paar Tage. Entscheidend für die Beschleunigung waren die konsequente Weiterentwicklung der HPC-Fähigkeiten, die in ANSYS 12 und 13 auf den Weg gebracht wurden, und die neuen Nehalem-Prozessoren von Intel. Zum Erfolg haben auch die Änderungen am Lizenzmodell beigetragen: Akkumulierbare ANSYS HPC-Packs erlauben die Nutzung von bis zu 8, 32, 128, 512 und mehr Kernen, was es einem kleinen Unternehmen wie MicroConsult erst möglich macht, HPC-Cluster wirtschaftlich zu betreiben.

… schließlich 12 Stunden

Der nächste Leistungsschub kam im Jahr 2012 mit den Sandy-Bridge-Prozessoren von Intel und ANSYS 14.5. Mit ANSYS 14.5 lassen sich auf einem Cluster Simulationen mit mehreren GPU-Beschleunigern pro Server durchführen. Zudem ermöglichen die neuen Prozessoren eine Verdoppelung der Kerne pro Sockel. Tabelle 1 und Bild 1 geben am Beispiel der Lot Kriechsimulation einen Überblick über die Leistungsentwicklung und das Skalierungsverhalten

Optimales Zusammenspiel von CPUs und GPUs

MicroConsult untersuchte darüber hinaus, welche Kombination aus Prozessorkernen und GPUs zur weiteren Beschleunigung die optimale Leistung liefert. Dazu wurde der gleiche Anwendungsfall mit unterschiedlicher Anzahl von Kernen, GPUs und Rechenknoten berechnet. Bild 2 zeigt, dass MicroConsult die Gesamtrechenleistung durch zusätzliche Nutzung von GPUs deutlich steigern konnte. Gegenüber einer Standardrechnung mit 8 Kernen (= 1 HPC-Pack) lässt sich mit einer zusätzlichen GPU eine Leistungssteigerung um 42 % erreichen. Nachdem eine aktuelle Workstation Platz für bis zu 16 Kerne und 2 GPUs bietet, ist mit zwei HPC-Pack-Lizenzen eine Steigerung um 126 % erreichbar. Weitere Erkenntnisse aus Bild 2 sind: Um eine GPU optimal zu nutzen, sind 4 bis 6 Kerne pro GPU empfehlenswert, denn in der Regel sinkt die erreichbare Leistung, wenn 8 Kerne oder mehr pro GPU eingesetzt werden.

Die größten Leistungssteigerungen beim GPU-Einsatz lassen sich bei Anwendungen mit maximal 32 Kernen und bis zu 4 GPUs erzielen. Aus den Ergebnissen mit 128 Kernen wird zweierlei deutlich: der Einsatz von je einer GPU pro Rechenknoten führt auf Grund einer „Konkurrenz um Ressourcen“ zu einem Leistungseinbruch. Zwischen der Rechnung mit 64 Kernen und 16 GPUs und der Rechnung auf der gleichen Hardware aber unter Nutzung aller 128 konventionellen Kernen besteht kein (messbarer) Unterschied – auch beim Lizenzbedarf. Um weitere Leistungssteigerungen zu erreichen, wurden unter anderem von Nvidia neue GPUs entwickelt, die seit Anfang des Jahres 2013 verfügbar sind und nach Herstellerangaben mehr als die doppelte Rechenleistung bisheriger GPUs liefern sollen. Erste Tests von MicroConsult ergaben jedoch geringere Werte, da ANSYS 14.5 noch nicht alle Möglichkeiten der neuen Hardware unterstützt.

Insgesamt wird deutlich, dass mit einem gezielten Einsatz von mehr Prozessorkernen und GPUs gemeinsam mit den erforderlichen ANSYS HPC-Lizenzen ein enormer Leistungsschub vollzogen werden kann. Bei CADFEM und MicroConsult finden Anwender und IT-Verantwortliche Ansprechpartner, die sie dabei unterstützen, das enorme Nutzenpotential von HPC-Anwendungen schnell und vollständig zu erschließen.

InfoAutor | CADFEM

Gerhard Zelder, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-87
gzelder@cadfem.de

InfoAnsprechpartner

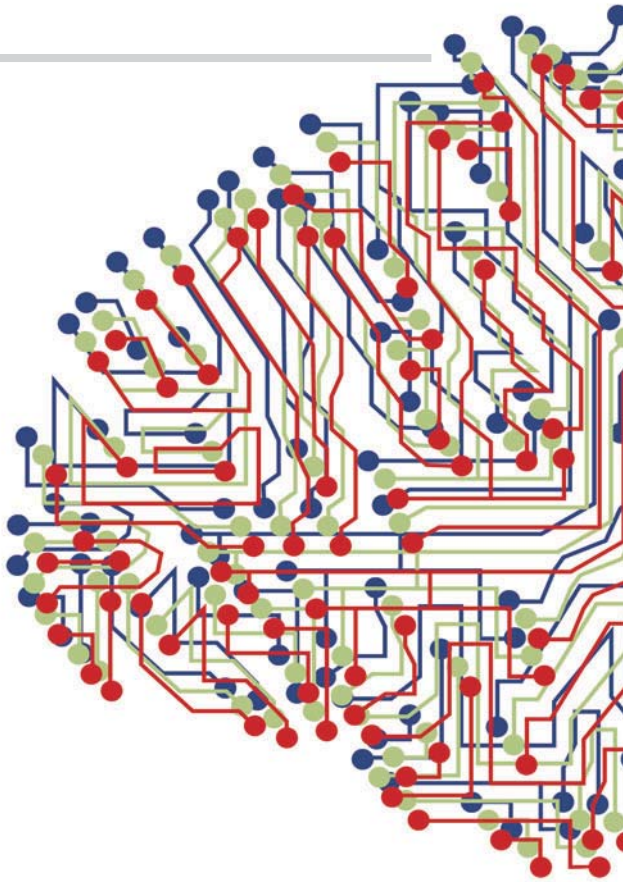
Dr. Herbert Güttler, MicroConsult Engineering GmbH
Tel: +49 (0)7348-9498-950
herbert.guettler@microconsult-engineering.de

TechnologieTag

Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
www.cadfem.de/technologietag-hpc

High Performance Computing bei CADFEM

200 Kerne 2 TB Speicher 30 Anwender



Im Consulting-Bereich der CADFEM GmbH werden nahezu alle zu ANSYS gehörenden Software-Produkte im Rahmen von Kundenprojekten eingesetzt. Um einerseits jedem Mitarbeiter die bestmögliche IT-Infrastruktur zur Verfügung zu stellen, andererseits die vorhandene Hardware aber auch sinnvoll auszulasten, wird seit einigen Jahren die Rechenkapazität bei CADFEM schrittweise zentralisiert. Gleichzeitig lässt sich dadurch die bisher schwer zu überblickende Hardware-Landschaft bezüglich der Wartungsarbeiten erheblich vereinfachen.

Der erste Schritt in Richtung Zentralisierung war es, die bisherige Hardware jedes einzelnen Mitarbeiters, die er an seinem Arbeitsplatz hatte, durch neue Hardware zu ersetzen, die zentral im Serverraum platziert bzw. installiert wurde. Auf den sogenannten „Blade-Servern" werden vom Arbeitsplatz des Mitarbeiters aus mit einer rein grafischen Verbindung hauptsächlich Pre- und Postprocessing durchgeführt und höchstens kleine Berechnungsaufgaben. Da das Lösen der Gleichungssysteme sehr viel Rechnerleistung erfordert, ist ein paralleles Arbeiten mit zufriedenstellender Geschwindigkeit nicht möglich. Folglich wird die Berechnung selbst auf einen separaten, zentralen Compute-Server ausgelagert.

In kleinen Teams wäre es zwar möglich, durch mündliche Absprachen die Auslastung eines solchen zentralen Servers zu verwalten. In größeren, über mehrere Standorte verteilten Gruppen, die mehrere Compute-Server nutzen wollen, wäre das aber sehr aufwändig.

Cluster mit elf Servern

Daraus entsteht der Bedarf für eine IT-Infrastruktur, die es den Anwendern unterschiedlicher Software-Produkte einfach gestattet, ihre Berechnungsaufgaben dem zentralen Rechen-Cluster zu übergeben. Ein Cluster ist eine relativ komplexe Einheit aus diversen Hardware- und Software-Komponenten. Für deren Verwaltung wäre es natürlich günstig, wenn alle Server mit gleicher Hardware und Software ausgestattet wären, was aber grundsätzlich nicht der Fall sein muss. Denkbar ist zum Beispiel, daß ein Teil der Compute-Server eher für Strömungsberechnungen gedacht ist. Das würde bedeuten, dass möglichst viele Prozessorkerne in einem Compute-Server verbaut sein sollten. Strukturmechanische oder thermische Analysen benötigen dagegen eher viel Arbeitsspeicher (RAM) und nicht unbedingt so viele Prozessorkerne. Das bei CADFEM eingesetzte Cluster besteht aus elf baugleichen Servern mit Windows als Betriebssystem. Mehrere Server können mittels Message Passing Interface (MPI) und entsprechendem Interconnect (Infiniband) kommunizieren und dadurch eine Berechnung mit maximal 120 Prozessorkernen gemeinsam durchführen.

Wäre ANSYS Mechanical das einzige eingesetzte Software-Produkt, könnte mit dem ANSYS Remote Solve Manager (RSM) ein relativ einfacher Weg beschritten werden. Dieser hält die Kommunikation und Datenverbindung zum Compute-Server aufrecht und unterstützt eine einfache Art der Warteschlangenverwaltung. Allerdings lassen sich mit ANSYS RSM keine weiteren Software-Produkte verwalten. Außerdem bietet er bislang keine Möglichkeit, mehrere ANSYS Versionen über eine gemeinsame Benutzeroberfläche zu verwalten. Daher mußte ein Software-Produkt gesucht und implementiert werden, das folgende Funktionalitäten bieten soll:

- Unterstützung verschiedener Software-Produkte (ANSYS, CFX, Maxwell) und Programmversionen (13, 14, 14.5),
- einfache Handhabung,
- intelligente Warteschlangenverwaltung,
- dynamische Cluster-Verwaltung,
- erweiterbar hinsichtlich zusätzlicher Software-Produkte und Versionen.

Die Wahl fiel auf das bekannte und im kommerziellen und akademischen Umfeld vielfach eingesetzte Software-Produkt IBM Platform LSF (Load Sharing Facility).

Bereits seit einigen Versionen beinhalten die ANSYS Produkte Skripte und Routinen, die auf ANSYS RSM aufbauen und die Anbindung an einen mit IBM Platform LSF verwalteten Cluster ermöglichen.

Bilder: HP, CADFEM, shutterstock.com/Marchenko Yevhen

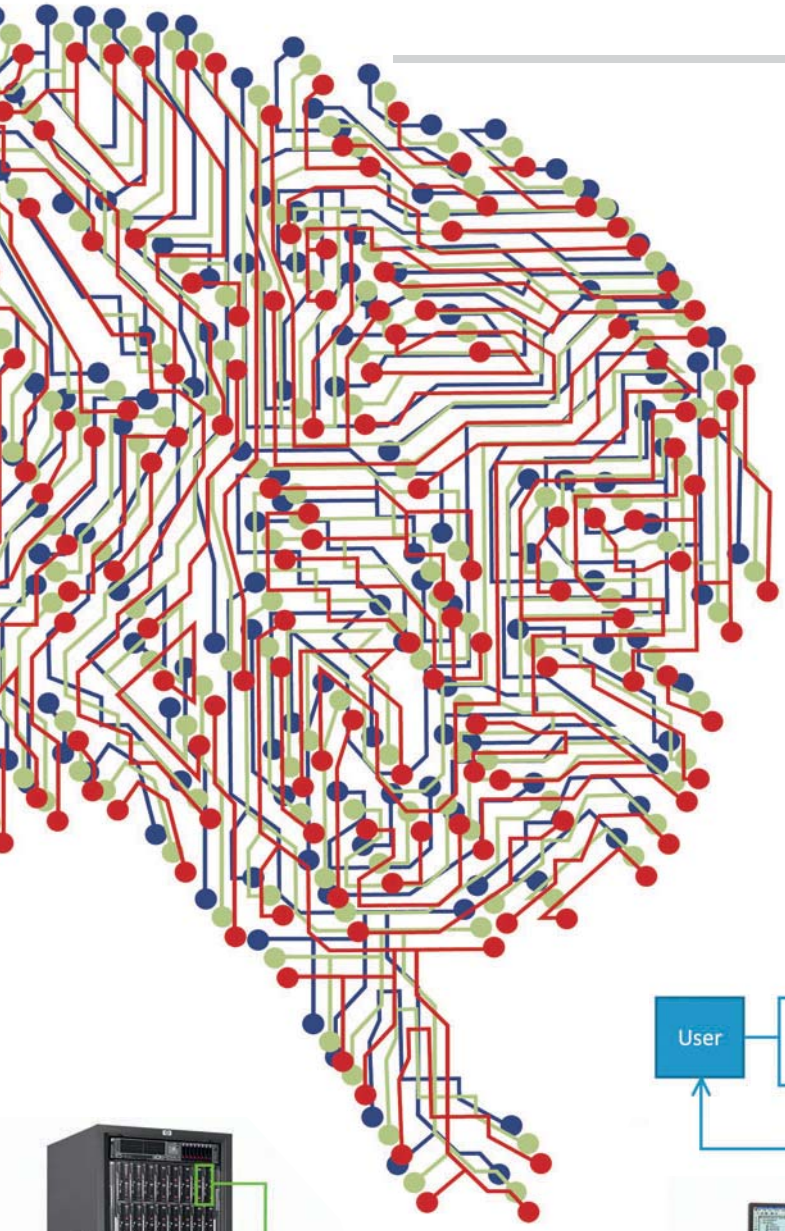
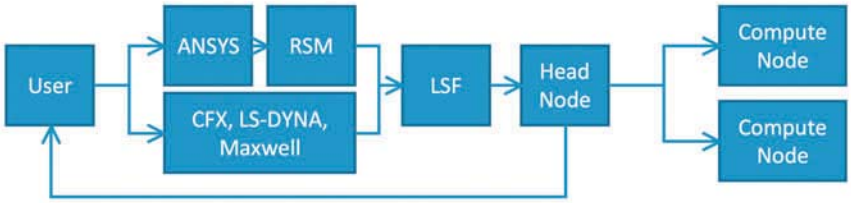


Bild 1: Die IT-Infrastruktur gestattet es den Anwendern unterschiedlicher Software-Produkte, ihre Berechnungsaufgaben dem zentralen Rechen-Cluster einfach zu übergeben.



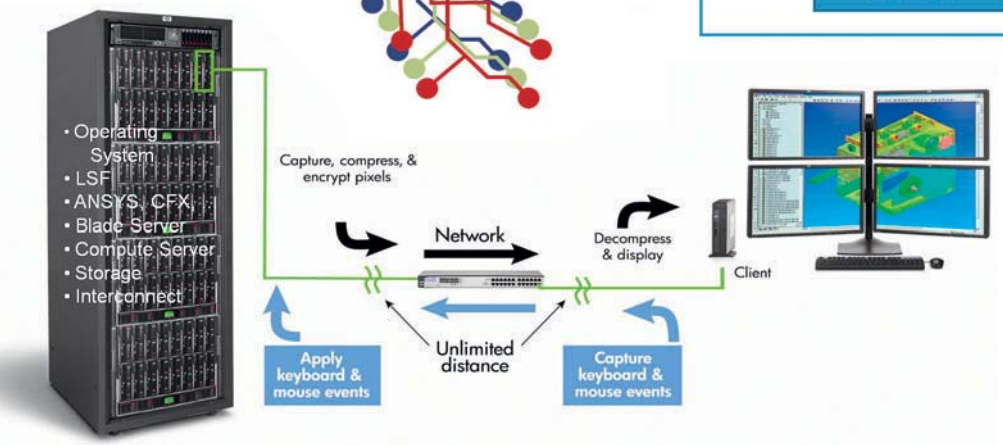


Bild 2: Das bei CADFEM eingesetzte Cluster besteht aus elf baugleichen Servern, so dass eine Berechnung mit maximal 120 Prozessorkernen gemeinsam durchgeführt werden kann.

Dazu sind natürlich einige firmen- und clusterspezifische Anpassungen in den Skripten und Routinen erforderlich, wobei diese mit Hilfe von IBM relativ schnell umgesetzt werden konnten.

Bequeme Handhabung ohne Einarbeitung

Mit diesen Einstellungen können Berechnungsaufgaben direkt aus der Simulationsumgebung der ANSYS Workbench heraus gestartet werden, ohne dass der Anwender direkt mit IBM Platform LSF in Kontakt kommt. Die erforderlichen Einstellungen – welche Warteschlange, wie viele Prozessorkerne, ob SMP (Shared Memory Parallel) oder DMP (Distributed Memory Parallel) verwendet werden soll – werden bequem in den Lösungseinstellungen der Workbench vorgenommen. Dies erfordert für den Mitarbeiter praktisch keinen Einarbeitungsaufwand. Nach Abschluss der Berechnung kann das Herunterladen und Importieren der Ergebnisse bequem aus der Simulationsumgebung heraus gestartet werden, wie es auch bei einer lokal im Hintergrund ablaufenden Berechnung der Fall ist. Für weitere eingesetzte Software-Produkte wie ANSYS CFX, ANSYS Maxwell und LS-DYNA erfolgt das Einstellen einer Berechnung in die Warteschlange mittels eines kurzen Kommandozeilenaufrufs. In ihm werden die Eingabedatei und die Parameter wie Warteschlange und Anzahl der zu verwenden Prozessorkerne festgelegt.

Optimale Nutzung vorhandener Ressourcen

Für alle Software-Produkte werden beim Start einer Berechnung von IBM Platform LSF die Einstellungen ausgelesen und nach verfügbaren Ressourcen für die Berechnung gesucht. Berechnungen, deren Anforderungen aktuell nicht erfüllbar sind, werden einer entsprechenden Warteschlange zugeordnet, wo sie auf verfügbare Ressourcen warten. Sobald IBM Platform LSF erkennt, daß entsprechende Ressourcen vorhanden sind, wird die Berechnung automatisch gestartet, ohne dass der Anwender aktiv werden muss. Zusätzlich erkennt IBM Platform LSF, wenn ein Compute-Server beispielsweise nur zu zwei Drittel ausgelastet ist und ermöglicht dann die Bearbeitung einer vom Anwender als klein eingestuften Berechnung parallel zu einer bereits laufenden Berechnung. Je nach Größe der einzelnen Berechnungsaufgaben kommt es dabei zwar zu einem gewissen Zeitverlust für die einzelne Berechnung, in Summe ist aber dennoch mit einer schnelleren Abarbeitung zu rechnen.

Insgesamt wurden im Jahr 2012 auf dem Cluster von CADFEM circa 12800 Simulationen durchgeführt – Tendenz stark steigend!

InfoAutor | CADFEM

Jochen Häsemeyer, CADFEM GmbH

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Marold Moosrainer, CADFEM GmbH
Leiter des Consulting-Bereiches
Tel. +49 (0)8092-7005-87
mmoosrainer@cadfem.de

TechnologieTag

Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
www.cadfem.de/technologietag-hpc

CADFEM übernimmt IT-Betreuung für CAE-Cluster bei Krones

Partner fürs Leben

Unter dem Slogan „Partner fürs Leben" präsentiert der Getränkeanlagenspezialist Krones AG seinen Kunden ein umfassendes Produkt- und Dienstleistungsangebot, das bis zur Komplettbetreuung der Anlagen reicht. Mit der Überzeugung, dass dieses Konzept der Rundum-Betreuung durch einen zuverlässigen und leistungsfähigen Partner vielfältige Vorteile bietet, nutzt Krones dieses Konzept auch als Kunde: zum Beispiel beim Einsatz von Simulationssoftware durch eine umfassende Unterstützung von CADFEM.

Bild 1: Auf Basis der CAD-Daten wird das Simulationsmodell des Füllers definiert.

„Wir als Berechnungsingenieure wollen die notwendige Hardware und installierte Software möglichst effizient nutzen können, uns aber nicht um eventuell auftretende Systemprobleme kümmern müssen", formuliert Harald Wels, Abteilungsleiter Techn. Berechnung, Forschung & Entwicklung bei Krones, eine wichtige Prämisse innerhalb der Produktentwicklung. Deshalb ist es ihm wichtig, möglichst nur einen Ansprechpartner für das gesamte System zu haben, damit bei auftretenden Problemen keine Interpretationsspielräume für Zuständigkeiten entstehen. Um diesem Ziel näher zu kommen, wurde für die Berechnungsabteilung von Krones im letzten Jahr ein neues Hardware-Konzept mit Blade-Workstations realisiert. Mit der alten Konstellation – Workstations am Arbeitsplatz und einem Berechnungs-Cluster im Rechenzentrum – waren die Simulationsspezialisten von Krones nicht mehr in der Lage, alle großen Modelle (10 Mio. Knoten und mehr) zu berechnen. Das Firmennetzwerk wurde durch die stetig zunehmende Datenmenge stark belastet, so dass die erforderlichen Berechnungen nicht immer in der gewünschten Geschwindigkeit durchgeführt beziehungsweise die Ergebnisdateien schnell bereitgestellt werden konnten.

„Da sowohl die diversen Workstations als auch das Cluster in die Jahre gekommen war, suchten wir nach einer neuen Lösung, mit der die Datenübertragung beschleunigt und die Berechnungszeiten verkürzt werden konnten", berichtet Harald Wels. „Aufgrund der langjährigen und intensiven Geschäftsbeziehungen zu CADFEM informierten wir uns dort über aktuelle Hardware-Plattformen, zunächst auf dem Users' Meeting von CADFEM, anschließend detailliert bei einem Besuch in der Grafinger Firmenzentrale. Letztendlich entschieden haben wir uns dann für HP-Blade-Workstations, die gemeinsam mit dem neuen HP-HPC-Cluster in unserem Rechenzentrum installiert wurden."

Ein Partner mit viel Erfahrung

Da die Blades für die Berechnungsabteilung Neuland waren, fühlten sich die Verantwortlichen von Krones bei CADFEM gut aufgehoben. Denn CADFEM beschränkt sich nicht auf den Verkauf der Blade-Workstations, sondern setzt sie selbst für Simulationsaufgaben ein und hat folglich umfassende praktische Erfahrungen gesammelt. Seit Mitte 2012 stehen jetzt zehn HP-Blade-Workstations direkt neben den Berechnungs-Servern von HP, so dass am Arbeitsplatz des Ingenieurs nur noch die Bildschirmdarstellung der Modelle und Ergebnisse realisiert werden muss. Die Vorteile sind für Harald Wels

Bilder: Krones, shutterstock.com/Lievosihko Kostiantyn

und seine Mitarbeiter eindeutig: „Am wichtigsten für uns ist, dass der Datentransfer mit der Blade-Konfiguration signifikant beschleunigt werden konnte. Außerdem sind die bisher unterschiedlichen Workstation-Modelle standardisiert worden, so dass alle Berechnungsingenieure die gleiche Blade-Workstation haben und auf allen die gleiche Software-Konfiguration vorhanden ist. Dadurch sind die Workstations sehr flexibel nutzbar und einfach zu verwalten, wobei der ANSYS Software- und der Hardware-Support von CADFEM übernommen werden. Das war auch der Wunsch der IT-Abteilung bei Krones, da bei CADFEM viel Know-how vorhanden ist und zum Unternehmen auch das notwendige Vertrauensverhältnis besteht.“ Die leistungsfähigere Hardware-Plattform führt zu mehr Durchsatz, mehr berechneten Varianten, mehr Untersuchungen von grundsätzlichen Fragestellungen im Vorfeld einer Konstruktion sowie zu mehr detaillierten Simulationen von kritischen Bauteilen beziehungsweise Konstruktionsentwürfen. Besonders hervorgehoben wird die effiziente Zusammenarbeit der Spezialisten von CADFEM mit den diversen Mitarbeitern für die IT-Betreuung bei Krones. Aufgrund der guten Vorbereitung und der umfassenden Kommunikation mit allen beteiligten IT-Fachleuten konnte die Hardware-Installation und -Inbetriebnahme innerhalb von nur zwei Tagen abgeschlossen werden.

Zur Betreuung des Gesamtsystems wurde mit CADFEM ein entsprechender Supportvertrag abgeschlossen. Er beinhaltet unter anderem die Qualifizierung eines Support-Calls innerhalb von vier Stunden, den Vorort-Service am nächsten Arbeitstag bei systemkritischen Hardware-Komponenten und innerhalb von drei Arbeitstagen bei weniger kritischen Komponenten wie den Blade-Workstations. Außerdem kann CADFEM über einen Remote-Zugang das System aus der Ferne betreuen und überwachen. „Für uns ist diese neue Art der Betreuung durch CADFEM eine hervorragende Möglichkeit, uns auf unsere eigentlichen Entwicklungsaufgaben zu konzentrieren“, erläutert Harald Wels. „Früher war der Aufwand für den Betrieb des Systems erheblich. Durch die Auslagerung der Betreuung in erfahrene Hände bleibt uns mehr Zeit für das Wesentliche“. Insgesamt betrachtet ist eine moderne leistungsfähige Hardware eine wichtige Grundlage für effiziente Berechnungen. Deshalb wird von den Verantwortlichen bei Krones auch ständig die Entwicklung des Cloud-Angebotes beobachtet. „Um Spitzen bezüglich der Software-Lizenznutzung abzudecken, nutzen wir schon seit längerem das Internet-basierende On-Demand-Angebot eCADFEM. Grundvoraussetzung dafür ist natürlich immer die Gewährleistung der Sicherheit der Daten“, betont Harald Wels.

Bild 2: Strukturmechanische Berechnungen bilden eine Grundlage zur Auslegung und Optimierung des Füllers.

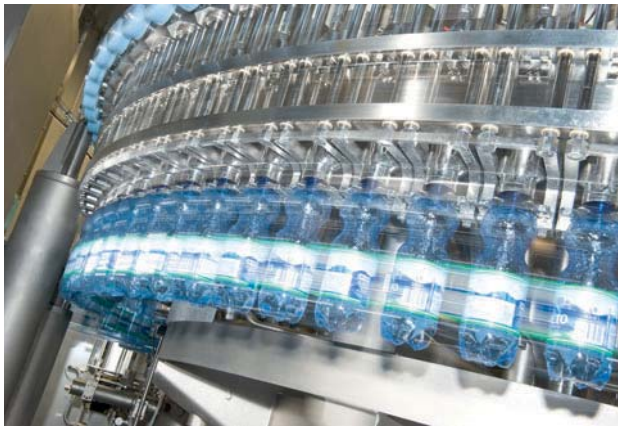


Bild 3: Mit einer robusten Mechanik kann eine schnelle Abfüllung in einem hygienischen Umfeld erfolgen.

Hohe Flexibilität ist gefordert

Insgesamt ist bei Krones eine hohe Flexibilität erforderlich, um auf aktuelle Anforderungen schnell reagieren zu können. Da viel Sondermaschinenbau realisiert wird, kann nicht immer so langfristig geplant werden wie in der Serienfertigung. Deshalb betont Harald Wels: „Wir sind immer öfter gefordert, die gewünschten Berechnungsergebnisse noch schneller bereitzustellen, da die Einhaltung der Liefertermine zum Kunden bei uns höchste Priorität hat. Folglich werden wir den Einsatz von Software und Hardware von CADFEM kontinuierlich weiter ausbauen. Beispielsweise wäre ein Teil der Neuentwicklungen von Krones ohne den Simulationseinsatz nicht in dem Umfang beziehungsweise in der oftmals sehr begrenzten Zeit möglich gewesen.“

In dem Zusammenhang ist CADFEM für Krones ein Partner, mit dem aktuelle und zukünftige Anforderungen diskutiert und anstehende Probleme schnell gelöst werden, damit die Berechnungsingenieure bei Krones die Möglichkeiten der Simulationssoftware noch effizienter nutzen können. „Wir haben CADFEM immer in einer sehr guten partnerschaftlichen Zusammenarbeit erlebt, die nicht nur auf kaufmännische Gesichtspunkte fixiert war“, formuliert Harald Wels zusammenfassend. „Aufgrund der sachorientierten Kommunikationsbasis waren wir immer gut beraten und haben sowohl fachlich als auch menschlich viele positive Erfahrungen mit den CADFEM Mitarbeitern gesammelt. Wir fühlen uns bei CADFEM sehr gut aufgehoben.“

InfoUnternehmen

www.krones.com/de

KRONES

InfoAnsprechpartner | CADFEM

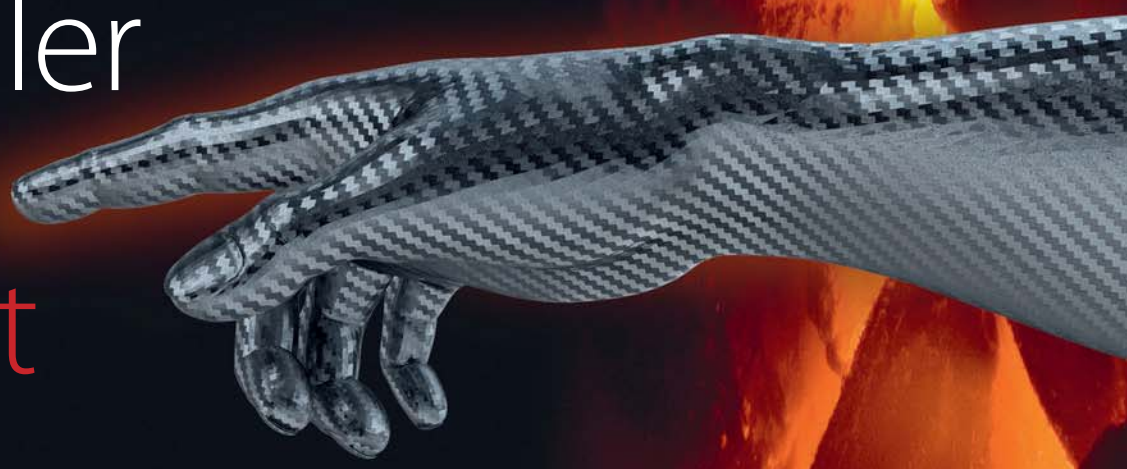
Gerhard Zelder, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-87
gzelder@cadfem.de

TechnologieTag

Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
www.cadfem.de/technologietag-hpc

SGL Group – The Carbon Company

Schneller zur Realität



Die SGL Group ist einer der weltweit führenden Hersteller von Produkten aus Carbon. Das Produktportfolio reicht von Kohlenstoff- und Graphitprodukten bis hin zu Carbonfasern und Verbundwerkstoffen. Zu den Kernkompetenzen der SGL Group gehören ein tiefes Rohstoffverständnis, die Beherrschung der Hochtemperatur-Herstellungsprozesse und langjähriges Anwendungs- und Engineering-Know-How, das durch Simulationsanwendungen ergänzt wird.

Carbonwerkstoffe weisen einzigartige Materialeigenschaften auf, beispielsweise eine hohe Strom- und Wärmeleitfähigkeit, sehr gute Hitze- und Korrosionsbeständigkeit sowie extreme Leichtigkeit bei gleichzeitig hoher Festigkeit. Die Hochleistungsprodukte der SGL Group werden aufgrund der Energie- und Rohstoffknappheit zunehmend in industriellen Bereichen nachgefragt. Aber auch im Lebensalltag halten sie verstärkt Einzug und ersetzen traditionelle Werkstoffe.

Aufgrund des sehr breiten Anwendungsportfolios, das auf dem Konzept „Broad Base – Best Solutions“ basiert, werden bei der SGL Group sowohl elektrische, thermische, mechanische als auch strömungsmechanische Produkteigenschaften durch Simulationen optimiert und den steigenden Kundenanforderungen angepasst.

Anwendungsbeispiel Elektrode

Eine beispielhafte Anwendung ist die Festigkeit von Hochleistungselektroden aus Graphit, die von der SGL Group mit Durchmessern von bis zu 800 Millimetern gefertigt werden und heute ein Industriestandard sind. Diese Graphitelektroden werden zur Erzeugung von Lichtbögen für die Stahlschmelze eingesetzt und müssen hohen Anforderungen hinsichtlich Beständigkeit und Energieverbrauch erfüllen.

Um die Leistungsfähigkeit ihrer Elektroden und damit die Produktivität ihrer Kunden zu steigern, setzt die SGL Group auf FEM-Simulationen mit ANSYS. In thermo-mechanisch gekoppelten Analysen

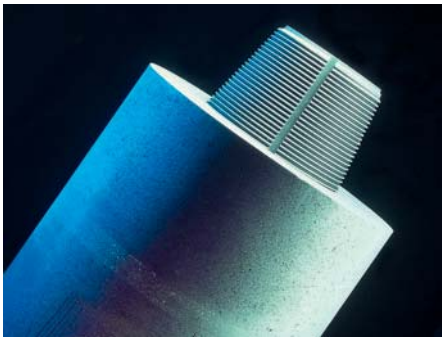
Bilder: shutterstock.com/Gunnar Assmy, Linus Potgieter

werden die thermischen Spannungen in der Elektrode berechnet und zur optimalen Auslastung herangezogen.

Um Entscheidungen über mögliche Leistungssteigerungen mit hoher Sicherheit treffen zu können, werden die relevanten physikalischen Effekte in der FEM- und CFD-Simulation genau abgebildet. Dadurch kann auch komplexes Materialverhalten in Bezug auf die elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften abgebildet werden. Die Vielzahl der Materialparameter, ihre Temperaturabhängigkeit, der große Temperaturbereich und die Bauteilabmessungen machen Messungen an realen Strukturen extrem aufwändig. „Wir sind bei der Simulation oftmals mit Inputparametern konfrontiert, deren Messungen unter realen Prozessparametern nur sehr eingeschränkt möglich ist. Beispielsweise erfordern realitätsnahe Messreihen mit Graphit oder CFC-Bauteilen Temperaturen von über 1000°C, was zu erheblichen Einschränkungen führt", erläutert Dr. Raphael Gutser, der als Projektmanager für Modellierung in der zentralen Forschung und Entwicklung der SGL Group in Meitingen bei Augsburg beschäftigt ist.

Kombination von Versuch und Simulation

Die Ermittlung der Materialeigenschaften erfolgt meist durch eine Kombination von Versuch und Simulation. Die Eigenschaften des Materials werden durch Versuche erfasst und durch eine systematische, automatische Variation der Materialparameter an die Messdaten angenähert, sodass für nachfolgende Analysen ein abgeglichenes Materialmodell zur Verfügung steht. Der kombinierte Einsatz verschiedener ANSYS Software-Pakete zur Optimierung und FEM/CFD Solver Technologie ermöglicht es, dass sehr viele verschiedene Materialdesigns mit einer Fülle von variierenden Materialparametern durch intelligente Versuchsplanung nach der Six-Sigma Methodik effizient berechnet werden. Dadurch ist die SGL Group in der Lage, die verschiedenen Einflussgrößen leichter zu verstehen und die speziellen Anforderungen an ein Material und die besonderen Wünsche der Kunden besser zu erfüllen. „Die Zielfunktion für die Berechnung wird uns durch das Experiment vorgegeben", erklärt Dr. Raphael Gutser ergänzend. „Mit der Simulation besteht dann die Möglichkeit, die Zielfunktion auszuwerten, wobei mathematische Optimierung und Six-Sigma Methodik uns möglichst schnell zu einem



Bilder: © SGL Group 2010

Bild 1: Hochleistungselektrode aus Graphit

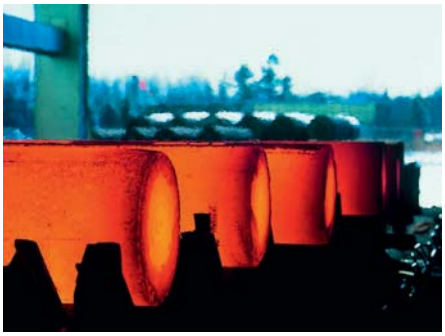


Bild 2: Glühende Graphitelektroden nach der Graphitisierung

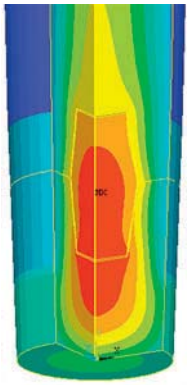


Bild 3: Temperatur in der Elektrodenspitze bei hoher Strombelastung

kalibrierten Simulationsmodell führen. Als Ergebnis erhalten wir dann die typischen thermischen, mechanischen oder elektrischen Eigenschaften des entsprechenden Bauteils beziehungsweise der verwendeten Materialien. Auf der Grundlage des kalibrierten Simulationsmodells kann dann eine effiziente Weiterentwicklung von Bauteilen und Materialien erfolgen."

Die traditionelle Methode funktionierte nach dem Prinzip „trial and error". Dabei erfolgte eine manuelle Variation der Parameter, was einen hohen Zeitbedarf für Berechnung und Auswertung zur Folge hatte. Heute werden bei der SGL Group intelligente Automatismen genutzt, mit denen sich das System autonom mit mathematischen Routinen dem optimalen Ergebnis nähert und die erforderlichen Parameter mit minimalem Aufwand ermittelt.

Vorteile durch simultane Berechnungen

Noch mehr Effizienz lässt sich durch die simultane Berechnung erzielen, indem beispielsweise 8, 16 oder gar 32 Varianten mit verschiedenen Parametersätzen gleichzeitig berechnet werden. Damit lässt sich nicht nur viel Zeit und Geld sparen, sondern es können auch erheblich mehr Varianten berechnet werden, so dass eine noch bessere Produktgestaltung realisierbar ist und ein umfassenderes Know-how über die eigenen Produkte erarbeitet werden kann.

„Für einen Entwickler ist es ein großer Unterschied, ob er seine Aufgabenstellung jeden Tag nur durch ein kleines Fenster betrachten kann, oder ob er in kürzester Zeit den gesamten Parameterraum aufspannen kann und dadurch einen guten Überblick über das entsprechende Verhalten erhält", betont Dr. Raphael Gutser. „Dann kann der Entwickler sicher sein, dass er sich auf sicherem Grund bewegt."

Traditionell erfordert die gleichzeitige Analyse von mehreren Designvarianten eine entsprechende Zahl von Software-Lizenzen, so dass Parameterstudien oft nicht in dem gewünschten Maße durchgeführt werden können. „Mit einer einfachen ANSYS Lizenz kann eine komplexe Berechnung mehrere Wochen oder gar Monate dauern", berichtet Dr. Raphael Gutser. „ANSYS hat sich dieser Herausforderung gestellt und uns – als einem der ersten Anwender – eine im Vergleich zu den Einzellizenzen günstige und gut nutzbare Lizensierungsoption für parametrische Designs angeboten, mit der wir eine solche Berechnung in weniger als einer Woche erledigen. Dies verschafft uns einen Wettbewerbsvorteil, da wir auf die Wünsche unserer Kunden schneller und zielgerichteter reagieren können."

Dieser Artikel ist in der November-Ausgabe 2012 der Zeitschrift IT&Production (TeDo-Verlag) erschienen.

InfoUnternehmen

www.sglgroup.com

SGL GROUP THE CARBON COMPANY

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Christof Gebhardt
Tel. +49 (0)8092-7005-65
cgebhardt@cadfem.de

TechnologieTag

Optimaler Einsatz von HPC & IT-Technologie
www.cadfem.de/technologietag-hpc

Sensitivitätsanalyse und Designoptimierung

Mehr Verständnis in der frühen Phase

„Ich mache mir ständig Gedanken, wie ich mein Produkt unter streuenden Bedingungen verbessern kann". Dabei dient die Simulation als ein nützliches Werkzeug. Aber reicht sie auch aus, um das Produktverhalten ausreichend zu verstehen? Ein erfahrener Ingenieur entwickelt ein gutes Bauchgefühl für sein Produkt, doch erhält er ein noch besseres Gefühl, wenn seine Einschätzung auch mit Zahlen bestätigt wird – sie also belegbar ist.

Die in ANSYS Workbench integrierte Software optiSLang (optiSLang for ANSYS) zur Robust-Design-Optimierung (RDO) ersetzt Vermutungen durch Fakten und führt nicht selten zu Aha-Effekten, die zu weiteren Diskussionen anregen. Damit wird der Weg geebnet, um nach der erfolgreich durchgeführten Simulation den nächsten Schritt zu gehen: Das Design in seinen Zusammenhängen zu verstehen, damit es gezielt verbessert werden kann. Und das unabhängig davon, in welcher Physikdomäne gearbeitet wird oder ob verschiedene Physikdomänen gekoppelt berücksichtigt werden.

Wie lässt sich das konkret realisieren? Kurz gesagt, indem durch automatisch durchgeführte Variantenstudien ausgeklügelte Statistiken erstellt werden. Deren unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten helfen dem Ingenieur, dass er seinen Kollegen oder dem Chef die vermeintlich komplizierten Zusammenhänge anschaulich vermitteln und folgende Fragen beantworten kann:

- Wodurch werden die Produkteigenschaften maßgeblich beeinflusst. Welche Parameter spielen eine untergeordnete oder gar keine Rolle?
- Sind Ausreißer in der Statistik physikalisch oder numerisch bedingt?
- Eingabedaten sind nie exakt: Wie groß ist das Risiko, dass das Produkt in der Realität aufgrund von Streuungen versagen wird?
- Wie groß ist das numerische Rauschen im Modell?

Das sind keine leichten Fragen, die mit manuell durchgeführten Variantenstudien wohl kaum zu beantworten wären. Die Antworten auf diese Fragen sind aber wichtig, weil sie letzten Endes dem eigentlichen Ziel dienen, nämlich Verbesserungsvorschläge zu entwickeln, die statistisch abgesichert sind. Folglich sollte der Einsatz von optiSLang for ANSYS ein fester Bestandteil des Entwicklungsprozesses sein. Das Ziel für die Integration von optiSLang in ANSYS ist:

- eine Bedienung, die so einfach wie möglich ist; nach dem Motto „Jeder kann das",
- der komplette Leistungsumfang der Algorithmen von optiSLang, die über viele Jahre entwickelt wurden, muss gewährleistet sein,
- Automatismen beschleunigen die Definition der Randbedingungen, Zwangsbedingungen, Ziele und Abläufe,
- gleichzeitig muss Flexibilität für den Nutzer gewährleistet sein, zum Beispiel müssen Automatismen auf Wunsch abänderbar sein,
- zeitlich gesehen soll der Anwender den Schwerpunkt auf die Interpretation der Ergebnisse legen können.

Viele Berechnungen in kurzer Zeit

Auf diese Weise ist es möglich, eine Vermutung „mal schnell mit einer Statistik zu bestätigen". Das Berechnen von Varianten (ca. 50 bis 100) zur Erstellung einer glaubwürdigen Statistik wird dadurch begünstigt, dass ANSYS mit Version 14.5 sogenannte „HPC Parametric Pack Lizenzen" eingeführt hat. Diese können über optiSLang for ANSYS angesprochen werden und vervielfältigen den bestehenden ANSYS Lizenz Pool. Dadurch können beispielsweise mit einer Mechanical Lizenz, einer HPC Pack Lizenz (parallelisiertes Rechnen auf 8 Kernen) und drei HPC Parametric Pack Lizenzen gleichzeitig 16 Designs auf insgesamt 128 Kernen berechnet werden. Also muss in diesem Fall für 64 Berechnungen effektiv nur noch die Zeit von vier Rechenläufen abgewartet werden.

Nach dem Verstehen des Designs folgt im zweiten Schritt das „Verbessern", und auch das möglichst auf Knopfdruck. Aufgrund der Charakteristik der Optimierungsaufgabe macht optiSLang Vorschläge für geeignete Algorithmen, die vom Be-

Bild: shutterstock.com/agsandrew

Bild 1: Automatisch generierte Designs dienen als Grundlage für die spätere statistische Auswertung.

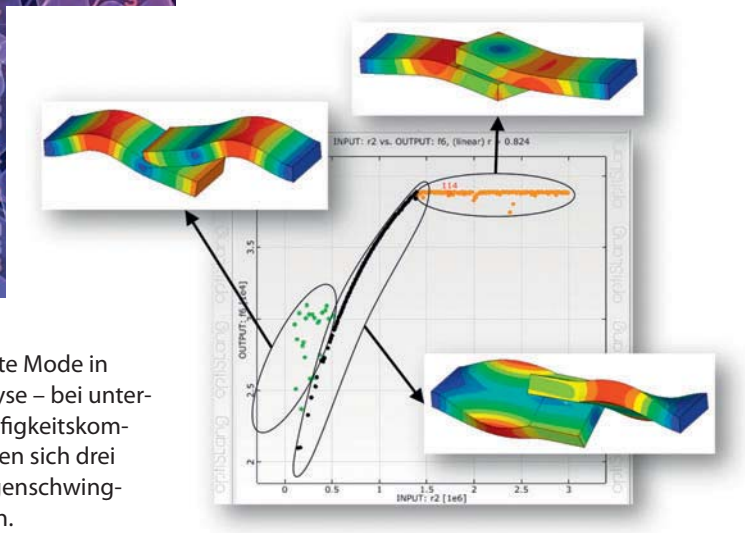


Bild 2: Der sechste Mode in einer Modalanalyse – bei unterschiedlichen Steifigkeitskombinationen können sich drei verschiedene Eigenschwingformen einstellen.

nutzer bestätigt werden können. Den Rest erledigt die Software. Hier stehen zwei Wahlmöglichkeiten zur Verfügung:

- erstens eine sekundenschnelle Optimierung 'on-the-fly' auf Basis der schon gerechneten Varianten und
- zweitens eine Optimierungsmethode, die weitere Rechenläufe benötigt, aber dafür sehr viel genauer ist.

Typischerweise folgt nach der Wahl der ersten Option die Bewertung des Ergebnisses. Besteht dann der Wunsch nach einem noch besseren Design, wird zusätzlich die zweite Option gewählt.

Fundierte Entscheidungsgrundlagen

Die verschiedenen Anforderungen, die ein Produkt erfüllen soll, stehen oftmals in Konflikt zueinander. Deshalb ist es wichtig, diese Konflikte zu visualisieren, um daraus eine Kompromissentscheidung ableiten zu können. Außerdem gibt es oft auch nicht nur die eine optimale Lösung, sondern mehrere gute Wahlmöglichkeiten sind denkbar. Der Ingenieur muss deswegen begründen können, wieso bei mehreren potentiell guten Möglichkeiten, die eine, von ihm gewählte besonders gut und den anderen vorzuziehen ist.

Bewertung von Streuungen

Ein Kriterium kann zum Beispiel die Streubreite eines Parameters sein, durch den das Design grenzwertig wird – etwa die Streubreite einer Spannung aufgrund schwankender Umweltbedingungen wie Materialkennwerte, Imperfektionen oder Lastangriffswinkel. Der Vorteil könnte somit sein, dass bei der gewählten guten Möglichkeit auch noch die Funktionalität mit einer sehr viel höheren Wahrscheinlichkeit gewährleistet werden kann, als das bei den anderen Möglichkeiten der Fall wäre. Die Bewertung von Streuungen ist insgesamt eine wichtige Information, da die Verantwortlichen in der Produktion dadurch mit Tipps versorgt werden können, in welchen Bereichen die Fertigungstoleranzen gelockert beziehungsweise strikt eingehalten werden sollten. Das spart Geld.

Nun steht also das verbesserte und abgesicherte Produkt fest, jedoch müssen Produkte flexibel und auf Kundenwunsch schnell abänderbar sein. Funktioniert beispielsweise die Kontaktübertragung in einer Steckverbindung noch, wenn die Dimensionierung gemäß dem Kundenwunsch angepasst wird? Eine sekundenschnelle Abschätzung kann diesbezüglich mit den in optiSLang for ANSYS erstellten Verhaltensmodellen vollzogen werden. Das ermöglicht bereits im Gespräch mit dem Kunden eine fundierte Einschätzung und verdeutlicht dem Kunden gleichzeitig die eigene Kompetenz auf diesem Gebiet.

InfoAutor | CADFEM

Markus Kellermeyer, CADFEM GmbH

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Christof Gebhardt, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-65
cgebhardt@cadfem.de

InfoVerwendeteSoftware

optiSLang for ANSYS

InfoTag

Verstehen Sie Ihr Design!
www.cadfem.de/verstehen-sie

Zuverlässigkeitsgestaltung von Steuergerätekomponenten

Wirkzusammenhänge verstehen

In der Entwicklung von Steuergeräten für Automobilanwendungen werden zur zuverlässigen Auslegung der elektronischen Komponenten in allen Entwicklungsphasen rechnergestützte Modellbildung und Optimierungstools eingesetzt. Am Beispiel der Leistungsmodule für Hybrid- und Elektrofahrzeuge ((H)EV) wird gezeigt, wie rechnergestützte Zuverlässigkeitsgestaltung durch die Kombination von FE-Rechnung, Lebensdauerbewertung und Optimierung effektiv durchgeführt werden kann.

Diese Methode lässt sich zur Optimierung für verschiedenste Bauteile und Anwendungsgebiete nutzen. Voraussetzung ist, wie sich zeigen wird, dass kritische Belastungen und ein Modell für die feldrelevante Schädigung des Bauteils in Form eines Lebensdauermodells sowie ein parametrisiertes Geometriemodell vorliegen. Leistungsmodule sind Träger einer B6-Brückenschaltung im Inverter zwischen Hochvoltbatterie und Elektromotor bei (H)EVs. In Invertern der Robert Bosch GmbH sind die Leistungsmodule als gemoldete DBC-Substrate (Direct Bonded Copper) ausgeführt. Die darauf gelöteten Halbleiter werden über Aluminiumbonds kontaktiert. Dominante Fehlerbilder dieser Konstruktion sind Bondabheber und -risse. Sie entstehen durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten des DBC-Materials und der Aluminiumbonds.

Im V-Modell in Bild 1 wird anschaulich dargestellt, dass bei einem zuverlässigen Produkt auf allen Ebenen des Vs – vom System (im Beispiel das Fahrzeug) über das Subsystem (Steuergerät) bis zur Komponente (Leistungsmodul) und dem kritischem Designelement (Bond) – während der Lebensdauer die Belastung kleiner als die Belastbarkeit sein muss. Hier wird der linke Ast des V-Modells, d.h. die modellbasierte und simulationsgestützte Belastungsübertragung vom System auf das Designelement, betrachtet. Auf Ebene des Designelements wird durch den Abgleich mit der Belastbarkeit eine Zuverlässigkeitsbewertung durchgeführt. Wann immer dies in kurzer Rechenzeit gelingt, kann eine Kombination der Bewertung mit Optimierungstools erfolgen und eine Optimierung der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) der betrachteten Komponente durch Belastungsreduktion ist möglich.

Temperaturhubbelastung

Mit einer Toolkette aus thermischen FE-Rechnungen, Faltungsintegral und Rainflowzählung [1,2] kann die Temperaturhubbelastung aktiv belasteter Bauteile gemäß realer Fahrprofile für das Beispiel der Leistungsmodule effektiv berechnet werden (Bild 1, links). Dabei wird die Feldbelastung in Form von Fahrzyklen auf den geforderten Phasenstrom des Inverters als Funktion der Zeit übertragen und in Verlustleistungen am Halbleiter umgerechnet. Mit der Simulationssoftware ANSYS Workbench werden Zth-Kurven der einzelnen Halbleiter in den Modulen und ihre Kopplungen berechnet (Bild 2). Eine Zth-Kurve ist die Sprungantwort der Temperatur des betrachteten Halbleiters bei konstantem Verlustleistungseintrag. In der FE-Rechnung wird der vollständige geometrische Aufbau der Leistungsmodule inklusive Anbindung an den Flüssigkeitskühler berücksichtigt. Der Übergang vom Kühlkörper zur Kühlflüssigkeit wird durch Vorgabe eines Konvektionskoeffizienten auf den Kühleroberflächen modelliert. Dieser wird modellbasiert bestimmt [3] und mit Messungen an einem speziell dafür entwickelten Prüfstand abgeglichen.

Die Berechnung des transienten Temperaturverhaltens der Halbleiter für ein gegebenes Verlustleistungsprofil erfolgt durch ein Faltungsintegral von Verlustleistungsprofil und den Zth-Kurven [4,5]. Die Anzahl der Temperaturhübe über die Lebensdauer und ihre Mittentemperatur charakterisieren die Schädigung der Bonds. Dazu wird für die berechneten Temperaturprofile eine Rainflowzählung durchgeführt [6]. Zur Bestimmung der Mittentemperatur jedes Hubs werden die Temperaturprofile mit dem entsprechenden Kühlwasserprofil kombiniert. Damit ergibt sich für gegebene Fahrzyklen die zugehörige Belastung der Leistungsmodule. Über ein Lebensdauermodell [7], das durch End-of-Life-Versuche mit verschiedenen Temperaturhüben und Mittentemperaturen ermittelt wird, können schließlich Belastung und Belastbarkeit korreliert werden.

Die vorgestellte Methode ermöglicht eine schnelle rechnergestützte Lebensdauerbewertung von Leistungsmodulen [8].

Bilder: Bosch, shutterstock.com/Francisco Turnes

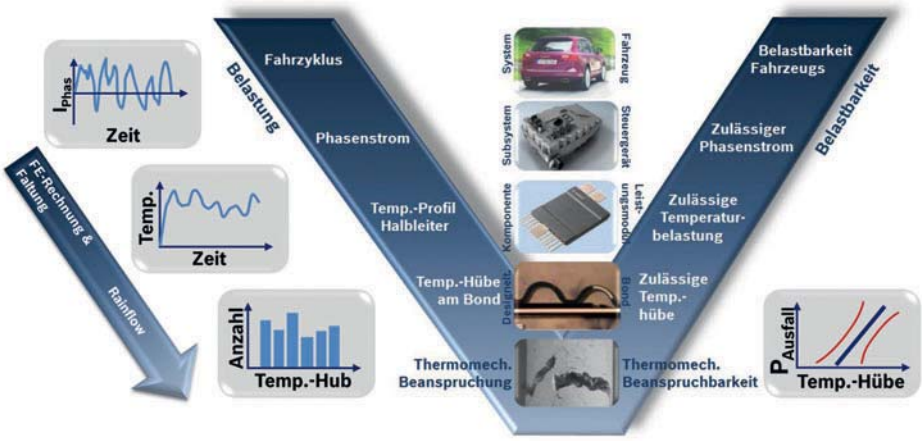


Bild 1: V-Modell zur Zuverlässigkeitsgestaltung.

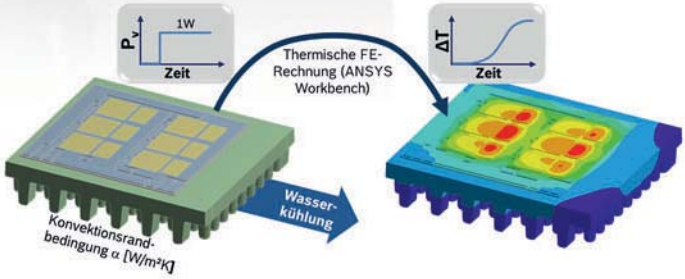


Bild 2: Komplette Leistungsmodulgeometrie inklusive Kühleranbindung zur Berechnung der Zth-Kurven.

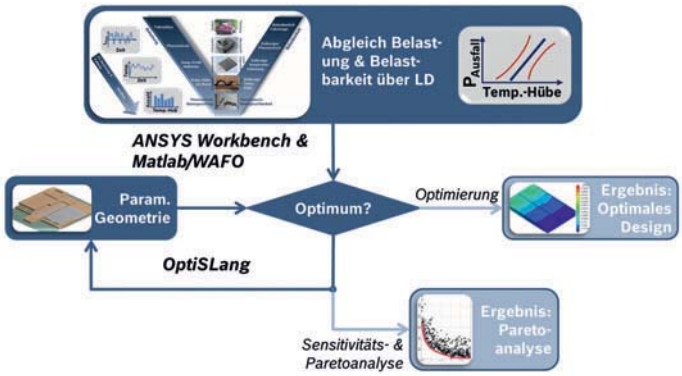


Bild 3: Schematische Darstellung des Ablaufes bei Kombination von Zuverlässigkeitsbewertung und Optimierung.

Zur Weiterentwicklung von Leistungsmodulen wird diese Lebensdauerbewertung zur Geometrieoptimierung unter Zuverlässigkeitsgesichtspunkten an die Optimierungssoftware optiSLang gekoppelt (Bild 3). Für die Bewertung und Optimierung eines gegebenen AVT-Konzepts wird ein parametrisiertes CAD-Modell mit allen variablen Inputparametern (z.B. Materialeigenschaften, Schichtdicken, Modulgröße, Chipgröße, ...) erstellt.

Zuverlässigkeitsbewertung

Bei einem gegebenen Belastungsfall, z.B. ein auslegungsrelevanter Fahrzyklus, wird für verschiedene Kombinationen von Inputparametern mit der oben beschriebenen Methode die lokale Belastung am Bond berechnet. Über einen Abgleich mit der Belastbarkeit lässt sich eine Zuverlässigkeitsbewertung für den jeweiligen Satz von Inputparametern durchführen.

Dieses Vorgehen ermöglicht, mit OptiSLang die optimale konstruktive Umsetzung für die gewählte Belastung identifizieren zu können. Des Weiteren lässt sich eine Sensitivitätsanalyse durchführen, um die Haupteinflussparameter herauszuarbeiten und z.B. eine Robust Design Optimierung zu realisieren. In einer Paretoanalyse können Wirkzusammenhänge zwischen Inputparametern und Zielgrößen dargestellt werden. Die ausgeleiteten Paretofronten sind in Folgeprojekten als Richtlinien für die Auslegung der AVT verwendbar. Dies führt zu besseren Auslegungsvarianten und kürzeren Entwicklungszeiten bei hoher Entwicklungsqualität.

In diesem Artikel wurde eine Methode zur rechnergestützten Geometrieoptimierung von Steuergerätekomponenten unter Zuverlässigkeitsgesichtspunkten am Beispiel von Leistungsmodulen für die Inverter von (H)EV-Steuergeräten vorgestellt. Dadurch wird eine konsistente Bewertung von Geometrievarianten in frühen Projektphasen ermöglicht. Diese Methode trägt signifikant zu kürzeren Entwicklungszeiten, weniger Musterrunden und damit weniger Hardwareeinsatz und letztlich geringeren Entwicklungskosten bei. Durch die Kopplung von thermischen FE-Simulationen an eine Lebensdauerbewertung, lassen sich zum einen Zuverlässigkeitsmängel der betrachteten Komponente und zum anderen ein Overdesign durch das Verständnis der Wirkzusammenhänge in der entsprechenden Komponente vermeiden. Damit werden Herstellkosten reduziert, und gleichzeitig die Qualität des Produkts gesteigert: Die Entwicklungsziele „schneller, besser, preiswerter“ sind damit umsetzbar.

InfoAutor
Dr. Carmen Faust-Ellsässer,
Robert Bosch GmbH,
Reutlingen

BOSCH
Technik fürs Leben

InfoVerwendeteSoftware
ANSYS Workbench, optiSLang

InfoAnsprechpartner | CADFEM
Jens Otto, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-17
jotto@cadfem.de

InfoTag
Verstehen Sie Ihr Design!
www.cadfem.de/verstehen-sie

InfoLiteratur
www.cadfem.de/cadfem-journal

Viertor-Hybrid-Koppler für Tracking-Antennen-Systeme

Hochfrequente Simulation

Um am Anfang gleich die Frage nach dem Unterschied zwischen Hochfrequenz (HF) und Niederfrequenz (NF) zu beantworten, muss klargestellt werden, dass die Maxwell-Gleichungen – die Bewegungsgleichungen der Elektrodynamik – Wellengleichungen sind. Die elektromagnetischen Wellen breiten sich im Vakuum mit Lichtgeschwindigkeit aus, also mit 300.000 km/s. Dies entspricht bei einer Frequenz von 1 GHz einer Wellenlänge von ca. 30 cm.

Hochfrequenter Elektromagnetismus beschäftigt sich mit der Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen. Diese sind jedoch nur dann relevant, wenn Strukturen betrachtet werden, die vergleichbare oder größere Abmessungen als die Wellenlänge bei der gegebenen Frequenz haben. Für Bauteile von einigen Zentimeter Größe ist dies also im oberen MHz oder im GHz Bereich, für eine Stromleitung von Afrika nach Mitteleuropa ist dies einige Hz. Daher wird für eine solche Stromleitung auch Gleichstrom benötigt, da die Leitung sonst als Antenne wirkt und einen erheblichen Teil der zu übertragenden Energie einfach abstrahlen würde.

Im Alltagsleben finden sich viele Anwendungen von HF-Elektromagnetismus: Meist haben diese Anwendungen mit der Übertragung von Signalen und Information zu tun. HF-Elektromagnetismus wird aber auch zur Bildgebung (Kernspintomographie oder Radartechnologie), in der Sensorik (Radarsensoren) oder zum Heizen mit Mikrowellen genutzt.

Freie Wellenausbreitung

Elektromagnetische Wellen können sich entweder frei ausbreiten, z.B. Radio- oder Handysignale, aber auch an Leiter gebunden sein, wie in Koaxialkabeln oder in Leiterbahnen auf Platinen. Die Funktion von Antennen ist es, leitergebundene Wellen dazu zu bringen, dass sie sich vom Leiter lösen und frei ausbreiten oder umgekehrt, dass sie die Wellen wieder einfangen. Dagegen wird beim Leiterplattendesign das Ziel verfolgt, die Wellen davon abzuhalten, sich von dem für sie bestimmten Leiter zu lösen (Abstrahlung, Übersprechen).

Um diese Art von Problemen mit der Simulation in den Griff zu bekommen, hat ANSYS eine Reihe von hochwertigen Lösungen entwickelt. Einerseits sind das leistungsstarke Feldsimulatoren wie HFSS, SIwave oder Q3D Extractor, die auf finiten Elementen, Integralgleichungsmethoden und Hybridmethoden beruhen, um Feldverteilungen, Fernfelder und sich daraus ergebende Schaltkreisparameter (S-Parameter) zu berechnen. Andererseits gehören auch Schaltungssimulatoren und Layout Tools wie DesignerSI und DesignerRF dazu. In diesen Schaltungssimulatoren können sowohl die S-Parameter aus der Feldsimulation als auch aktive Schaltelemente und elektronische Verhaltensmodelle (IBIS: Input/Output Buffer Information Specification) berücksichtigt werden.

Gerichtete Signalübertragung

In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen PIDSO wurde ein 2x2 Antennen Array untersucht (Bild 1), das zur gerichteten Signalübertragung zu bewegten Objekten dient (Tracking). Um den bewegten Objekten folgen zu können, wurde das Antennen Array auf einer kardanischen Aufhängung montiert. In die Antenne ist ein Viertor-Hybrid-Koppler integriert um die vier Ausgangssignale der Antennen in ein Summensignal zur Signalübertragung und Differenzsignale zum Tracking zu verwandeln.

Ein Funksignal, das schräg auf das Antennen Array auftrifft, führt zu phasenverschobenen Signalen an den Patchantennen, wobei der Hybridkoppler konstruktive und destruktive Interferenzen nutzen soll, um die Summen und Differenzsignale zu produzieren. Die Kantenlänge des Hybridkopplers ist ungefähr eine viertel Wellenlänge und die S-Matrix für das Übertragungsverhalten des Kopplers von den Eingangs- zu den Ausgangsports soll durch

$$S_{Out,\,In} \sim \begin{pmatrix} i & 1 & i & 1 \\ 1 & i & 1 & i \\ -i & 1 & i & -1 \\ -1 & i & 1 & -i \end{pmatrix}$$

beschrieben sein.

Bild: shutterstock.com/Mmaxer

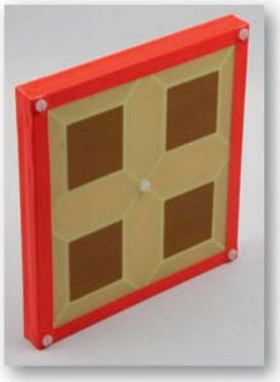


Bild 1: Das Antennen Array dient zur gerichteten Signalübertragung.

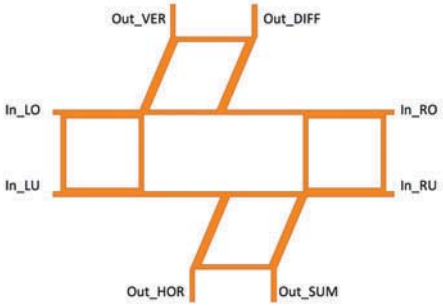
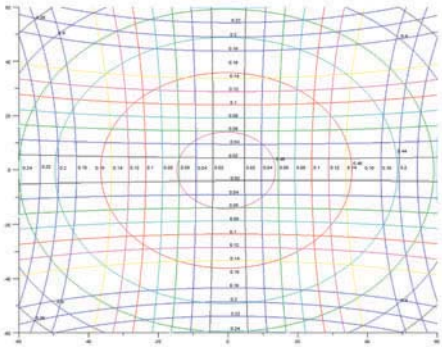


Bild 2: Die Kanten des Hybridkopplers sind ungefähr eine viertel Wellenlänge lang.



Bilder: PIDSO

Bild 3: Der Konturplot veranschaulicht die hohe Qualität der Optimierung.

Zur Anpassung des Kopplers an eine gegebene Frequenz musste die Geometrie parametrisiert werden. Dazu wurden wegen der Symmetrie der Geometrie fünf Kantenlängen, ein Winkel und die Position des Parallelogramms bezüglich der Rechtecke berücksichtigt (Bild 2). Die Feldsimulation der parametrisierten Struktur wurde bei der gegebenen Frequenz mit ANSYS HFSS durchgeführt. Ziel der Optimierung mit optiSLang war es, die mittlere quadratische Abweichung der wahren S-Matrix des Kopplers von der, mit einer entsprechenden multiplikativen (komplexen) Konstante angepassten, idealen S-Matrix zu minimieren. Außerdem soll der Return Loss des Summenports unter -12dB sein. Die Sensitivitätsanalyse mit optiSLang ergab, dass sechs der sieben Parameter einen signifikanten Einfluss auf einen der zwei Zielparameter haben. Eine Optimierung mit einer adaptiven Response-Surface-Methode führte nach einer Rechenzeit über Nacht zu einer sehr guten Geometrie.

Qualität der Optimierung

Wie der Konturplot (Bild 3) der Ausgangssignale am Summenport und den horizontalen und vertikalen Differenzenports über den horizontalen und vertikalen Phasendifferenzen zeigt, ist die Qualität der Optimierung sehr gut: Die Konturen der horizontalen und vertikalen Differenzsignale bilden über einen großen Winkelbereich ein rechtwinkliges Koordinatensystem. Außerdem hängt das Summensignal kaum von den Phasendifferenzen ab. Aus der Darstellung der elektrischen Feldstärke (Bild 4) ist ersichtlich, dass bei senkrecht auf die Antennen Patches einfallenden Wellen kaum etwas an den Differenzenports des Hybridkopplers ankommt.

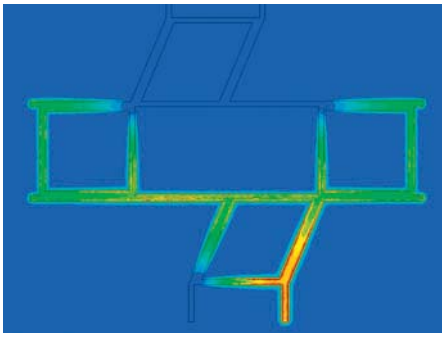


Bild 4: Die von den Antennen Patches ausgesendeten Signale kommen an den Differenzenports kaum an.

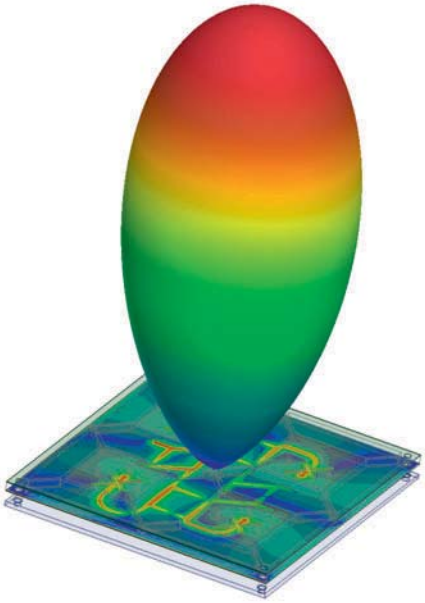


Bild 5: Feldsimulation für die gesamte zusammengebaute Antenne.

Ein weiterer Schritt beim Design der gesamten Antenne umfasst den Anschluss des Hybridkopplers an das Antennen Array über eine Microstrip Line. Dazu wird zunächst eine Schaltungssimulation mit dem ANSYS Designer durchgeführt. Hierbei lassen sich z.B. die Längendifferenz der Microstrip Lines und eine Kapazität zur Anpassung am Feed der Patch Antennen als Parameter verwenden. Anschließend kann über den dynamischen Link zwischen ANSYS Designer und HFSS der Gain der Antenne in senkrechter Richtung gegen diese Parameter aufgetragen und optimiert werden.

Letztendlich muss dann aber die gesamte Antenne wieder zusammengebaut und eine Feldsimulation durchgeführt werden (Bild 5). Die Geometrie dafür lässt sich aus dem Ergebnis der Schaltungssimulation ableiten. Durch diese Vorgehensweise kann der Designprozess signifikant beschleunigt werden. In weiteren Schritten erlaubt es die ANSYS Umgebung auch, die Robustheit eines Designs gegenüber anderen physikalischen Einflüssen zu Untersuchen: Da die Antenne bewegt wird, können z.B. Vibrationen zu einem veränderten Abstrahlverhalten führen. In einer gekoppelten Analyse lassen sich solche Fragestellungen effizient untersuchen.

InfoUnternehmen

PIDSO GmbH
Phorusgasse 8, A-1040 Wien
Tel. +43 (0) 1 25 24 189
www.pidso.com

PIDSO
Propagation Ideas & Solutions

InfoAutor | CADFEM

Christian Römelsberger, CADFEM GmbH

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Jens Otto, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-17
jotto@cadfem.de

InfoVerwendeteSoftware

ANSYS HFSS, ANSYS Designer, optiSLang

InfoTag

Elektromagnetik
www.cadfem.de/elektromagnetik

Kohlenstoffdioxid als Energieträger

CO_2-Kreislauf ohne neue

Das prinzipielle Verfahren ist schon länger bekannt, aber mit der effizienten Umsetzung haperte es bisher noch: Das klimaschädliche Kohlenstoffdioxid wird aus der Luft entnommen, um es sinnvoll zu verwenden, beispielsweise für synthetischen Treibstoff oder für die Photosynthese bei Pflanzen.

Die Ende 2009 von Jan Wurzbacher und Christoph Gebald gegründete Climeworks AG, ein Spin-off der ETH Zürich, ist angetreten, CO_2 aus der Luft zu filtern und es für die weitere Nutzung bereitzustellen. Die Besonderheit beim Climeworks-Ansatz zeigt sich in der geringen notwendigen Energie von unter 100 Grad, die zum Beispiel durch industrielle Abwärme bzw. Solarwärme erzeugt werden kann. Das angestrebte Ziel liegt im großtechnischen Einsatz. Dafür ist jedoch noch einiges an Entwicklungsarbeiten notwendig und folglich sind Investoren erforderlich, die Climeworks unterstützen – unter anderem die Züricher Kantonalbank und CADFEM International.

Die Vision von der Treibstoffherstellung im Rahmen eines geschlossenen Kohlenstoffkreislaufes wird durch Climeworks zu einer realisierbaren Alternative. Damit dient der Kohlenstoff als Energieträger und Neu-Emissionen von CO_2 werden minimiert. Perspektivisch soll in industriellen Verfahren aus CO_2 und Wasser ein Gemisch aus Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff – das sogenannte Synthesegas – entstehen, die Grundlage für klimaneutrale synthetische Treibstoffe (Kerosin, Benzin, Diesel, Erdgas). Der Bedarf ist groß und wird stetig steigen, denn gemäß EU-Auflagen müssen bis 2020 zehn Prozent des gesamten Kraftstoffverbrauchs aus erneuerbaren Quellen stammen. Dies betrifft vor allem die Fluggesellschaften in großem Stil. Abnehmer von Climeworks' CO_2 könnte beispielsweise die SunFire GmbH sein, ein deutsches Unternehmen, das eine Technologie kommerzialisiert, um aus H_2O, CO_2 und Strom aus erneuerbaren Quellen flüssige Treibstoffe, z.B. Kerosin, herzustellen.

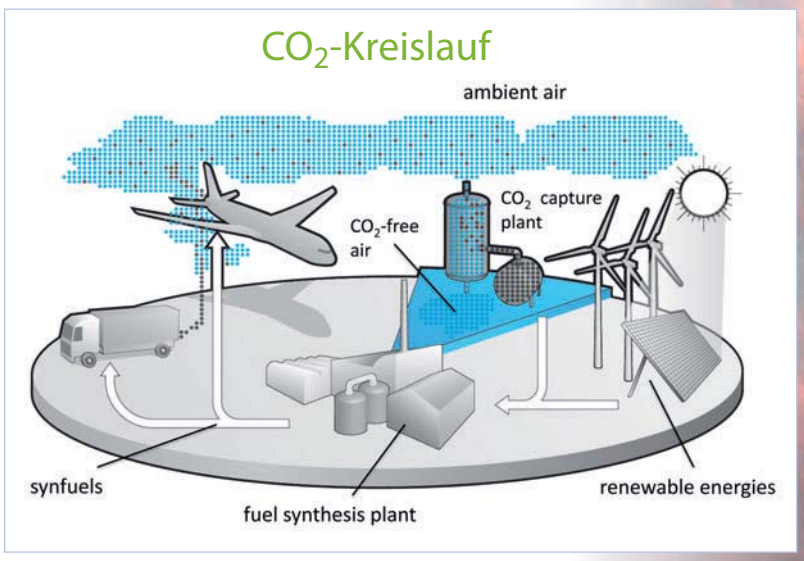
Zunächst hat Climeworks jedoch klein angefangen, mit einem Raumluft-Reinigungsgerät für Büros, Klassenzimmer oder Sitzungsräume. Als nächstes sind größere Anlagen für die Versorgung von Gewächshäusern mit CO_2 geplant. Bisher wird das dafür benötigte Kohlenstoffdioxid teilweise durch Erdgasverbrennung erzeugt. CO_2 ist ein wichtiger Grundstoff unseres Ökosystems, der von den Pflanzen für die Photosynthese benötigt wird und das Wachstum der Früchte fördert. Jedoch wurde das früher bestehende Gleichgewicht in den letzten 150 Jahren durch die Industrialisierung und die damit verbundene Verbrennung von Öl, Gas und Kohle massiv gestört.

Um dem entgegen zu wirken, ist es am effizientesten, das in der Atmosphäre vorhandene Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von regenerativen Energien direkt dort aus der Luft zu filtern, wo es gebraucht wird. Das Filtermaterial, eine gemeinsame Entwicklung mit den Werkstofftechnikern der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA sowie der ETH Zürich, hat sich Climeworks patentieren lassen. Durch die Gefriertrocknung einer wässrigen Mischung von Zellulose und einer Amin-Ethyl-Verbindung entsteht ein Granulat, das eine große Menge an CO_2 chemisch bindet, aber auch einfach wieder abgeben kann, um es wiederzuverwenden. Damit ist die Grundlage vorhanden, mit der eine Vision durch eine vielfach verwendbare Technologie mit hohem Nutzenpotential umgesetzt werden kann.

www.climeworks.com

CLIMEWORKS

Bild: shutterstock.com/Sergey Nivens

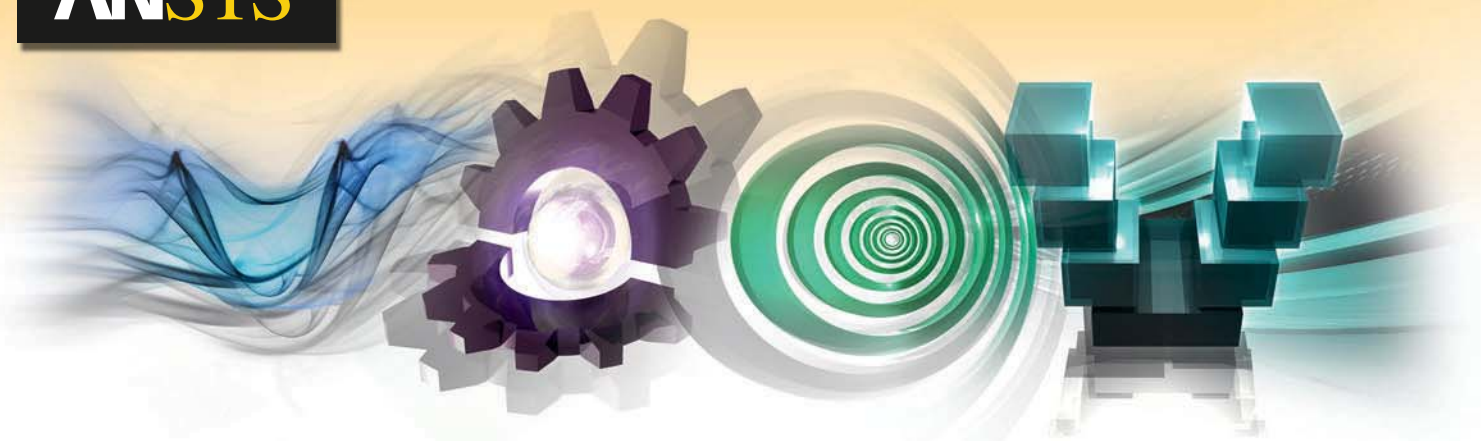


Zusatzinfos:

Christoph Gebald hat während seiner Gymnasialzeit am Gymnasium Fränkische Schweiz 2002 seine Facharbeit über die FEM geschrieben und wurde dafür von CADFEM mit dem damals neu geschaffenen CADFEM Schülerpreis ausgezeichnet.

Climeworks und die ETH Zürich gehören zu den elf Finalisten des Klimawettbewerbs „Virgin Earth Challenge".

Emissionen



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-

CADFEM – Ihr ANSYS Competence Center FEM

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
Alexander Dopf
Tel. +43 (0)1-5 87 70 73-14
alexander.dopf@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 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 die relevanten Werte aus dem Umformprozess direkt in der Festigkeitsberechnung verwendet werden können.

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/Robustheit: **optiSLang bzw. optiSLang for ANSYS** ist eine Software für die parametrische Sensitivitätsanalyse, multidisziplinäre Optimierung, Zuverlässigkeits- und Robustheitsbewertung sowie für die Robust Design Optimierung.

www.dynardo.de

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 Method) oder gekoppelte Analysen mit xDEM (extended Discrete Element Method), die finite und diskrete Elemente in einer Struktur-,Temperatur- oder Magnetfeldanalyse erlaubt.

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.

- **ANSYS CFD**

ANSYS Strukturmechanik

Konstruktionsbegleitende, CAD-nahe Berechnung
ANSYS stellt auch speziell auf die Anforderungen von Anwendern aus der CAD-Konstruktion zugeschnittene Simulationswerkzeuge zur Verfügung. Die wesentlichen Unterschiede zu den Tools, die von CAD-Anbietern selbst angeboten werden, sind die ingenieurgerechte Definition, z. B. von Randbedingungen, Kontakten und Schraubverbindungen sowie die Auswertung nach anerkannten Standards (z. B. FKM). Darüber hinaus bieten die konstruktionsnahen ANSYS Lösungen dem Kunden Investitionssicherheit, denn der Übergang zum erweiterten ANSYS Simulationsspektrum ist nahtlos. Ein weiteres Argument vieler Anwender ist zudem der gesicherte und professionelle Support durch CADFEM.

- **ANSYS DesignSpace**
- **ANSYS Professional NLS**

Strukturmechanik linear/nichtlinear, statisch/dynamisch, implizit/explizit
ANSYS deckt die ganze Bandbreite der anspruchsvollen strukturmechanischen FEM-Simulation ab, um so zum Beispiel die Möglichkeiten neuer Werkstoffe auszureizen oder Bauteileigenschaften, auch bei dynamischer oder nichtlinearer Belastung im Detail zu analysieren. Darüber hinaus können Effekte aus der Akustik, der Thermodynamik sowie thermisch-elektrische Wechselwirkungen in die Simulation einbezogen werden.

- **ANSYS Structural**
- **ANSYS Mechanical**
- **ANSYS Explicit STR**
- **ANSYS LS-DYNA**
- **ANSYS Rigid Dynamics** (Mehrkörpersimulation)

InfoCADFEM Seminarprogramm 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 Firmenseminar vor Ort beim Kunden. Die Inhalte der Firmenseminare können in Abstimmung mit dem Kunden an dessen individuelle Anforderungen angepasst werden.

Ansprechpartner Seminare
Thomas Nelson, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-47
tnelson@cadfem.de

ANSYS Elektromagnetik

Elektromagnetik

Zur numerischen Simulation elektromagnetischer Feldaufgaben bietet ANSYS umfassende Lösungen sowohl niederfrequenter (NF) als auch hochfrequenter (HF) Anwendungen. Die praxiserprobten Werkzeuge im NF-Bereich sind besonders etabliert für Anwendungen im Bereich der elektrischen Antriebstechnik (Auslegung von Aktoren), der Energie- und Signalübertragung (z. B. Transformatoren, Sensoren) und der Prozesssimulation produktionstechnischer Anlagen und Verfahren (z. B. induktives Härten).

Zur Auslegung elektronischer Komponenten bietet ANSYS mit dem Simplorer und PExprt effiziente Simulationslösungen auf Schaltungs- und Bauteilebene. Für Fragestellung der EMV und der Signalintegrität stehen den Designern zudem hochspezialisierte Werkzeuge zur Beschreibung von Wellenausbreitungsvorgängen zur Verfügung.

- **ANSYS Maxwell**
- **ANSYS RMxprt**
- **ANSYS Mechanical/EMAG**
- **ANSYS Simplorer**
- **ANSYS PExprt**
- **ANSYS Q3D Extractor**
- **ANSYS HFSS**
- **ANSYS DesignerRF/DesignerSI**
- **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 klassische Systemsimulationen auf mathematischen Modellen mit starkem Idealisierungsgrad basieren, liefert die Integration der 3D-Feldsimulation für Mechanik, Temperatur, Magnetfeld oder Strömung die Chance, die Komponenten genauer zu beschreiben, vorhandenes Wissen weiterzuverwenden, die Parametrisierung früher zu realisieren und komplexe, auch nichtlineare Phänomene abzubilden.

Die Integration von ANSYS Simplorer in ANSYS Workbench erweitert die Anwendung in der Leistungelektronik und bei geregelten Systemen um zusätzliche interdisziplinäre Kopplungen der Struktur-Magnetik-Fluidik-Thermodynamik.

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**
- **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 diesem einen Programm und unter einer einheitlichen Oberfläche können mechanische, thermische, strömungsmechanische, akustische und elektromagnetische Effekte miteinander kombiniert werden.

- **ANSYS Multiphysics**
- **ANSYS Mechanical + ANSYS CFD**

Thermisches Management

ANSYS verfügt über effiziente Speziallösungen 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**

InfoCADFEM Ansprechpartner für ANSYS

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

Strukturmechanik
Christof Gebhardt, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-65
cgebhardt@cadfem.de

Elektromagnetik, Systeme & Multiphysik
Jens Otto, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-17
jotto@cadfem.de

ANSYS Anwendersupport bei CADFEM
Tel. +49 (0)8092-7005-55
support@cadfem.de

KTM Technologies: Einsatz von optimierten Composite-Strukturen

Ready to Race

Der KTM X-BOW wurde als radikaler Leichtgewicht-Sportwagen auf Basis der Carbon-Composite-Technologie konzipiert. Dazu wurde der für den Straßenverkehr zugelassene Mittelmotor-Sportwagen mit reinrassiger Rennsport-Technologie ausgestattet.

Nach den ersten Tests auf der Rennstrecke im Februar 2008 folgten im März die offizielle Präsentation und der auf Anhieb bestandene FIA-Crashtest. Im April bestritt KTM mit dem X-BOW die ersten Rennen im Rahmen der GT4 Serie in Silverstone und konnte im Saisonverlauf die Gesamtwertung in der Supersport-Klasse gewinnen. Mit der erfolgreichen Markteinführung des X-BOW wurde parallel die KTM Technologies gegründet um das gewonnene Leichtbau- und CFK-Know-how in einem eigenen Unternehmen zu bündeln. Als einer der Vorreiter auf diesem Gebiet, mit Know-how der gesamten Prozesskette in Theorie und Praxis, konnte sich die KTM Technologies mittlerweile als Entwicklungspartner von verschiedenen Automobilherstellern und namhaften Unternehmen etablieren.

KTM greift für sein erstes Auto auf hochwertige Werkstoffe, Spitzentechnologie und spezielles Know-how zurück. Dazu gehören beispielsweise ein avantgardistisches Monocoque aus Kohlenstofffaser, das beispielsweise in der Formel 1 wegen des Gewichts- und Sicherheitsvorteils zum Standard wurde, sowie doppelte Dreiecksquerlenker und Pushrod-Federelemente. Zur Optimierung des Monocoque und anderer Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen wird die von CADFEM angebotene Simulationssoftware ANSYS Composite PrepPost eingesetzt. „Damit können wir eine simulationsunterstützte Produktentwicklung realisieren, bei der die Simulation schon in der frühen Konzeptphase, in der wir eine schnelle Entscheidungsunterstützung benötigen, wertvolle Ergebnisse liefert“, erläutert Florian Huber, Leiter der Forschung und Entwicklung bei KTM Technologies.

Zur allgemeinen Firmenphilosophie von KTM Technologies erklärt Geschäftsführer Peter Martin: „Wir verfolgen bei der Produktentwicklung einen ganzheitlichen Ansatz. Im Gegensatz zu der traditionellen, seriellen Herangehensweise arbeiten wir von Beginn an mit allen Fachbereichen – vom Design über die Entwicklung und Simulation bis hin zur Fertigung – sehr eng und verzahnt zusammen. Die Vorteile für den Kunden liegen auf der Hand: höchst

Bilder: KTM Technologies, shutterstock.com/Natykach Natalia

Bild 2: Die Lagen des Monocoques können einzeln auf unterschiedliche Versagensmöglichkeiten analysiert werden.

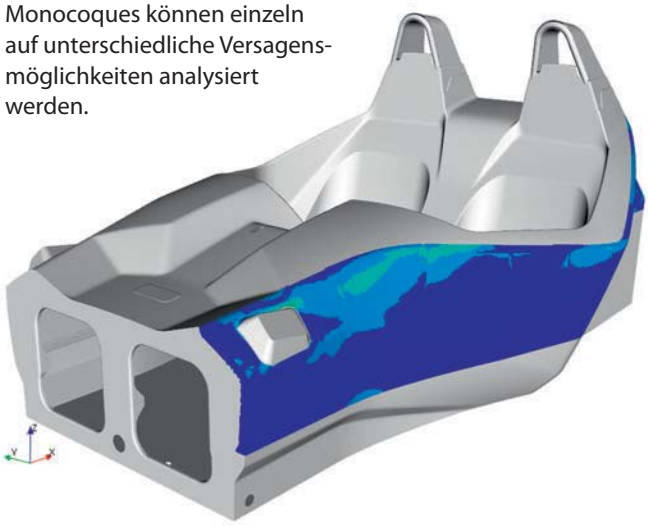


Bild 1: Einzelne Lagen im Simulationsmodell des Composite Monocoques. Insgesamt besteht das Monocoque aus mehr als 300 Lagen.

funktionelle, optisch ansprechende Lösungen, die technisch machbar und wirtschaftlich herstellbar sind, sowie ein schneller und effizienter Entwicklungs- beziehungsweise Produktenstehungsprozess."

Simulation in frühen Entwicklungsphasen

Bereits in der Frühphase des Produktentstehungsprozesses berücksichtigt ANSYS Composite PrepPost (ACP) die Richtungsabhängigkeit der Materialeigenschaften durch Drapiersimulation, aber auch Fertigungsaspekte können bereits untersucht werden. Zusätzlich können die Mitarbeiter von KTM Technologies schon vor der Validierung eines Produktes mit der Simulationslösung die relevanten Details genau analysieren, um somit sicherzustellen, dass die notwendigen Anforderungen erfüllt werden. Als weiterer Vorteil wird die hohe Flexibilität von ACP hervorgehoben. „Wir haben jetzt beispielsweise bei einem Kundenprojekt in der Konzeptphase zunächst drei unterschiedliche Varianten bezüglich ihrer Verwendbarkeit untersucht", berichtet Florian Huber. „Dabei mussten wir nicht in die Tiefe gehen und konnten uns innerhalb eines halben Tages ein Urteil bilden, welche Variante die Anforderungen am besten erfüllt."

Beim X-BOW ist das Monocoque als Hauptstrukturbauteil hochintegrativ, denn alle wichtigen Komponenten werden dort angebunden, zum Beispiel das vordere und hintere Fahrwerk sowie die Sitze. Folglich sind sehr viele Lastfälle zu berücksichtigen, sowohl sämtliche statische Lasten als auch die dynamischen. Die Querlenker wurden unter anderem so ausgelegt, dass das Monocoque nicht beschädigt wird, sondern der jeweilige Querlenker bei zu hoher Belastung bricht.

In der Frühphase der Entwicklung greifen die Entwickler von KTM Technologies auf Erfahrungswerte bezüglich der Lasten zurück. Wenn dann der erste Prototyp zur Verfügung steht, werden diese Daten durch Messwerte ersetzt, die während Testfahrten nach verschiedenen Streckenprofilen, unter anderem auf Rennstrecken, ermittelt wurden. Die während der Fahrt resultierenden Kräfte basieren auf dem 2,0 Liter TFSI-Vierzylindermotor von Audi, der mit seinen 300 PS den 790 Kilogramm leichten X-BOW in 3,9 Sekunden auf 100 km/h beschleunigt. In Verbindung mit besonders hohen Abtriebswerten von maximal circa 200 kg kann der X-BOW sehr hohe Kurvengeschwindigkeiten mit bis zu 2,0 g Querbeschleunigung erreichen.

Was passiert in den einzelnen Lagen?

„Um diese extremen Belastungen zu beherrschen, benötigen wir eine Simulationslösung, die sehr zuverlässig arbeitet und mit der wir auch die unterschiedlichsten Einflüsse auf die verwendeten Werkstoffe erkennen können", erklärt Florian Huber. „ACP ist dabei sehr hilfreich, da wir sehen, was in den einzelnen Lagen passiert und

Bild 3: Das Composite Monocoque des KTM X-BOW vereint Sicherheit und Leichtbau.

wir zuverlässige und genaue Aussagen erhalten. Ein erst spät entdeckter Problembereich könnte uns um Monate zurückwerfen und damit das gesamte Projekt gefährden."

Am Beispiel des X-BOW erläutert Geschäftsführer Peter Martin: „Wir haben ACP nun seit mehreren Jahren im Einsatz, aber bei der Entwicklung des X-BOW nicht von Anfang an. Deshalb haben wir das Monocoque mit ACP noch einmal komplett berechnet, um Optimierungspotentiale zu überprüfen. Schließlich konnte der Materialeinsatz und daraus resultierend das Gewicht um fast 20 Prozent reduziert werden."

Ein weiteres Beispiel sind die extremen Kräfte, die über die Motoraufhängungspunkte auf den Aluminium-Heckrahmen treffen und dort absorbiert werden müssen. Zur Versteifung der Heckeinheit wird die Drehmomentstütze neuerdings nicht mehr am Heckrahmen angeschlossen, sondern stützt sich direkt am Carbon-Monocoque ab. Dadurch wurde die Verwindungssteifigkeit entscheidend erhöht und besonders beim Herausbeschleunigen aus Kurven liegt der neue X-BOW noch ruhiger auf der Straße.

Als besondere Stärken von ACP hebt Dr.-Ing. Martin Perterer, der bei KTM-Technologies die Berechnungsabteilung leitet, das Arbeiten mit komplexen Geometrien wie Freiformflächen hervor, die nicht großflächig mit Material belegt werden. Mit ACP lässt sich ein komplexer Lagenaufbau sehr effizient definieren, beispielsweise mit diversen lokalen Verstärkungen. „Entsprechende Simulationsmodelle können schnell aufgebaut und jederzeit beliebig modifiziert werden", erläutert Dr. Perterer. „Der jeweilige Lagenaufbau mit der gewünschten Ausrichtung in genau definierten Grenzen lässt sich über sogenannte Rules einfach

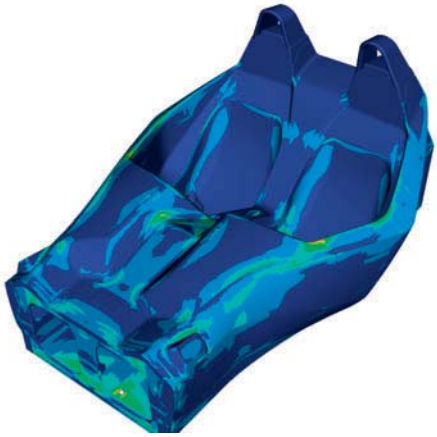


Bild 4: Auswertung der Versagenskriterien für alle Lagen des Monocoques in einer Ansicht.

festlegen, was per Hand ein enormer Aufwand wäre. Dabei wird das verwendete Geometrie- beziehungsweise Simulationsmodell anhand des Strukturbaumes sehr gut dokumentiert."

Die Benutzeroberfläche überzeugt

Florian Huber ergänzt: „Auch vom visuellen Erscheinungsbild ist ACP sehr gut realisiert, denn es wird immer sehr anschaulich dargestellt, was definiert wurde und zu welchen Ergebnissen die entsprechende Berechnung geführt hat. Das ist speziell für Neulinge, beispielsweise Hochschulabsolventen, sehr vorteilhaft, da die Einarbeitung relativ schnell erfolgen kann." Die benutzerfreundliche Oberfläche, die auf dem Standard von ANSYS Workbench aufsetzt, führt zu klar strukturierten Eingaben, die einfach nachvollzogen werden können. Dabei sind die einzelnen Prozessschritte entsprechend dem Workbench-Konzept aufgebaut, so dass der Anwender gut geführt wird und jeder Schritt klar verständlich ist. „Außerdem hat die Qualität des ANSYS Solvers in Industrie und Forschung eine breite Anerkennung. Das war ein weiterer Grund dafür, dass wir uns für die ACP-Software entschieden haben", betont der Entwicklungsleiter.

Mit der Version 14.5 von ANSYS lassen sich Varianten noch schneller erstellen, da die Parameter jetzt direkt im ACP definierbar sind, beispielsweise der Lagenwinkel. Ebenso können unterschiedliche Materialien betrachtet werden, um sie dann gezielt innerhalb einer Parameterstudie zu variieren. „Dieses ist besonders hilfreich, wenn mit einem Anfangsdesign gestartet wurde und man wissen will, wie sensitiv zum Beispiel der Lagenwinkel in

„Mit ANSYS Composite PrepPost können wir eine Simulations-unterstützte Produktentwicklung realisieren, bei der die Simulation schon in der frühen Konzeptphase, in der wir eine schnelle Entscheidungsunterstützung benötigen, wertvolle Ergebnisse liefert".

Florian Huber, Leiter der Forschung und Entwicklung bei KTM Technologies.

der dritten Lage für einen bestimmten Geometriebereich ist", formuliert Dr. Perterer. „Damit ist ein sehr effizientes Arbeiten möglich, speziell bei der Verwendung einer Optimierungsfunktionalität wie Design Exploration von ANSYS. Zwar haben wir keine zusätzlichen Optimierungstools im Einsatz, aber wir führen gezielt Parameterstudien durch, indem wir uns die einzelnen Einflussfaktoren sehr genau anschauen und sie variieren, um die Sensitivitäten herauszufinden. Darauf basierend erfolgt dann unsere Optimierung des Modells. Bei diesem Ansatz haben die bisher gesammelten Erfahrungen beziehungsweise die Erfahrungswerte natürlich einen großen Einfluss auf die Auslegung, so dass wir mit unseren Anfangsdesigns teilweise schon nahe am Optimum liegen."

Infotag: ANSYS Composite PrePost

Composites einfach modellieren und bewerten

Faserverbundstrukturen – Composites gehören die Zukunft. Die Möglichkeit Materialauswahl und Materialdesign der Belastung anzupassen, führt zu hohen Festigkeiten bei gleichzeitig geringen Gewichten. Leichtbau und Energieeffizienz lassen sich durch Composite-Werkstoffe besonders gut erreichen, setzen jedoch innovative und praxisorientierte Methoden zur Auslegung und Verifikation von Composite-Strukturen voraus.

An diesem Infotag erhalten Sie einen Überblick über das gesamte Spektrum der Lösung ANSYS Composite PrepPost und viele Tipps und Tricks, wie die Simulation besonders effizient gestaltet werden kann. Lernen Sie mehr über die Modellierung komplexer Lagenaufbauten, zur Berücksichtigung des Drapierens, der Simulation von Composites mit Volumenelementen, sowie über die in ANSYS Composite PrepPost verfügbaren Versagenskriterien.

Die nächsten Termine (jeweils von 13 bis 17 Uhr):

- **25.04.2013 in Liederbach bei Frankfurt**
- **16.05.2013 in Berlin**
- **04.06.2013 in Dortmund**
- **25.06.2013 in Grafing bei München**

www.cadfem.de/infotag-acp

Welche Versagenskriterien sind relevant?

Bei der Simulation von Faserverbundwerkstoffen spielen Versagenskriterien eine tragende Rolle. Jedoch gibt es leider kein Kriterium, das alle Beanspruchungen abdeckt. Folglich muss sich der Software-Anwender jeweils fragen: Welches Versagenskriterium ist für welchen Teilbereich relevant? „Deshalb entwickelt jeder Anwender seine eigene Strategie beim Einsatz der Versagenskriterien und benutzt meist eine Kombination von verschiedenen Kriterien", erläutert Dr. Perterer. „Wir haben uns für eine zweistufige Bewertung entschieden, um charakteristische Aussagen über mögliche Schäden in den zu untersuchenden Strukturen zu erhalten. So können wir genau analysieren, welche Lage des Materials nach welchem Kriterium bei welchem Lastfall versagen wird. Das wurde mit ACP einzigartig realisiert." Insgesamt betrachtet ist die Validierung ein wesentlicher Bestandteil der Simulation, genauso wie die Bestimmung der Materialkennwerte. Werden diese Bereiche nicht ausreichend berücksichtigt, ist die Aussagekraft der Simulation nicht wirklich belastbar. Dabei kann die Validierung über einzelne Substrukturen oder aber auch über das gesamte Endprodukt erfolgen, je nach Anwendungsfall.

Bezüglich der ANSYS Software für Faserverbundwerkstoffe hebt Florian Huber hervor: „Wir sind nicht nur mit der von CADFEM gelieferten Software sowie der ACP-Weiterentwicklung durch die Schweizer EVEN AG sehr zufrieden, sondern auch mit den entsprechenden Schulungen und dem Support, den wir durch CADFEM erhalten. Denn teilweise treten bei der Anwendung spezielle Problemstellungen auf, die dann mit CADFEM – manchmal auch mit EVEN gemeinsam – gelöst werden. Die Fachleute aus beiden Unternehmen haben immer ein offenes Ohr für uns. Falls Probleme nicht sofort gelöst werden können, wird gemeinsam ein alternativer Weg gefunden und anschließend das Problem dann innerhalb der ACP-Weiterentwicklung grundsätzlich angegangen. Folglich ist die Zusammenarbeit für uns sehr ergebnisorientiert und fruchtbar."

Vielfältige Anforderungen werden berücksichtigt

Die Erfolgskriterien für KTM-Technologies im Zusammenhang mit dem Einsatz der Simulationssoftware sind sehr vielfältig. Neben der Belastbarkeit der Strukturen soll natürlich möglichst kein überflüssiges Material verwendet werden und die Fertigung möglichst einfach erfolgen. Außerdem sollte natürlich auch der Designanspruch erfüllt werden und der Zusammenbau der einzelnen Komponenten zum Gesamtfahrzeug problemlos realisierbar sein. Folglich müssen Bauräume beachtet und Wandstärken eingehalten werden. Und das alles wird zusätzlich unter dem Kostengesichtspunkt betrachtet, so dass die Suche nach Kompromissen ebenfalls immer wieder auf der Tagesordnung steht.

„Eine erste Optimierung lässt sich über Modifikationen der Geometrie von der konstruktiven Seite realisieren, beispielsweise über das Platzieren von Sicken, Rippen oder Verstärkungen in problematischen Bereichen", weiß Florian Huber zu berichten. „Anschließend kann mit der Wahl des Lagenaufbaus eine weitere Optimierung und später auch das Feintuning erfolgen." Hier zeigt sich wieder beispielhaft, wie ausschlaggebend die kontinuierliche Zusammenarbeit ist, die möglichst frühzeitig gestartet werden sollte. Hand in Hand können die Fachleute aus den unterschiedlichen Bereichen gemeinsam entscheiden, an welchen Stellschrauben gedreht werden soll: an der Geometrie, der Materialauswahl, dem Lagenaufbau oder dem Fertigungsverfahren.

„Mit unserer Entwicklungsmethodik konnten wir uns in den letzten Jahren eine sehr gute Position im Markt für die Konzeption und Entwicklung anspruchsvoller Faserverbundstrukturen erarbeiten", erklärt Geschäftsführer Peter Martin. „Vom Design über Konstruktion und Simulation bis zur Überleitung in die Fertigung – alles aus einer Hand und in höchster Qualität – das können nicht viele bieten."

InfoUnternehmen

www.ktm-technologies.com

KTM TECHNOLOGIES

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Alexander Dopf, CADFEM (Austria) GmbH
Tel. +43 (0)1-587 70 73-14
alexander.dopf@cadfem.at

Timo Frambach, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)6196-670 71-21
tframbach@cadfem.de

InfoTag

ANSYS Composite PrePost
www.cadfem.de/infotag-acp

Forschungsvorhaben LOTUSARP – Verbesserte Methoden zur Instandhaltung von Fanschaufeln

Ziel erreicht: Anti-Aging für Fanschaufeln

Die Schaufeln der Fanstufe in Turbofan-Triebwerken sind enormen Belastungen ausgesetzt und von hohem Verschleiß betroffen. Während des Betriebs nutzen sich die sogenannten Eintrittskanten durch starke Erosion ab, die Sehnenlängen der Schaufeln verkürzen sich und die Spalte zwischen den Endkanten der Schaufeln und dem Fangehäuse vergrößern sich.

Bild: shutterstock.com/Steve Mann

Dieser Verschleiß führt unweigerlich zum Schubverlust und Leistungsabfall der Triebwerke und somit zu höherem Kerosinverbrauch und steigender CO_2-Emission. Dies zu vermeiden, bedarf umfangreicher Kenntnisse über die Wechselwirkungen im Triebwerk und angemessener Reparaturverfahren.

Offene Diskussion ist wichtige Voraussetzung für Erfolg

LOTUSARP ist ein von Januar 2009 bis Dezember 2011 gelaufenes Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines genauen Verständnisses der wesentlichen Einflussvariablen auf das Fan-Modul eines Triebwerks und deren Zusammenhänge. Die Lufthansa Technik hat das zu 50 Prozent vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte Vorhaben zusammen mit vier Kooperations- und Verbundpartnern – ANSYS Germany, CADFEM, DLR (Institut für Antriebstechnik) und RWTH Aachen (Institut für Strahlantriebe und Turboarbeitsmaschinen) – durchgeführt.

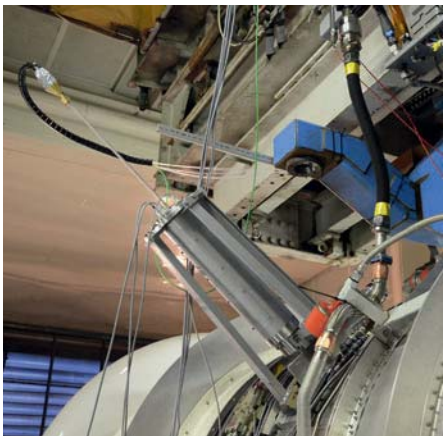
„Mit LOTUSARP haben wir einen großen Sprung in unserer eigenen Fähigkeit gemacht, Triebwerke durch den Einsatz numerischer Simulationsverfahren besser zu verstehen“, ist sich Dr.-Ing. Christian Werner-Spatz, Projektleiter und Systemingenieur bei Propulsion System Engineering Services im Triebwerksbereich (HAM WT31) sicher. In der numerischen Strömungssimulation wird die Strömung um die Schaufeln in einem digitalen Modell nachgebildet.

Sowohl durch die typischen Verschleißerscheinungen im Betrieb als auch durch übliche Reparaturen kommt es an den Fanschaufeln unter anderem zu den eingangs beschriebenen Geometrieänderungen. Mit der Simulation konnten die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Geometrien genau untersucht werden.

Zusätzlich zu den reinen Strömungsanalysen wurden auch Strömungs- mit Strukturmechanik-Simulationen verknüpft (Fluid-Structure-Interaction), um die Verformungen im Betrieb und damit die reale An- und Umströmung der Fanschaufeln berücksichtigen zu können.

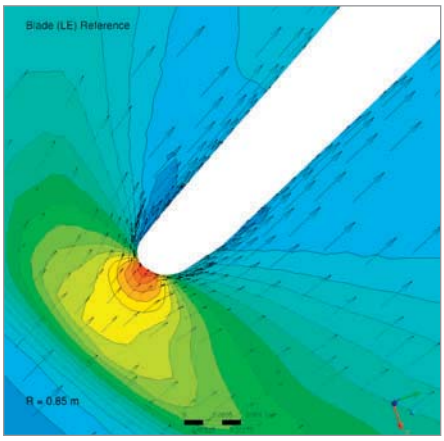
In weiterführenden Analysen ließen sich außerdem die Wechselwirkungen untersuchen, die beim Aufbau einer Fanstufe aus Schaufeln mit verschiedenen Geometrien entstehen. Schließlich wurde auch ermittelt, wie die Vorderkante einer Schaufel aussehen muss, um möglichst wenig Verluste in der Strömung zu verursachen.

Fotos: Dr. Christian Werner-Spatz



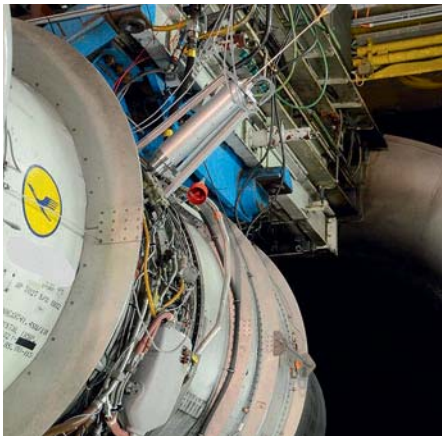
Prüfstandversuch: Für den Einbau der Messtechnik musste ein Ort am Triebwerk gefunden werden, an dem kein Konflikt mit vorhandenen Geräten, Leitungen oder Kabeln bestand.

Die Projektpartner Frank Schubert und Dr. Herwart Hönen (im Hintergrund) von der RWTH Aachen installierten die Messtechnik.

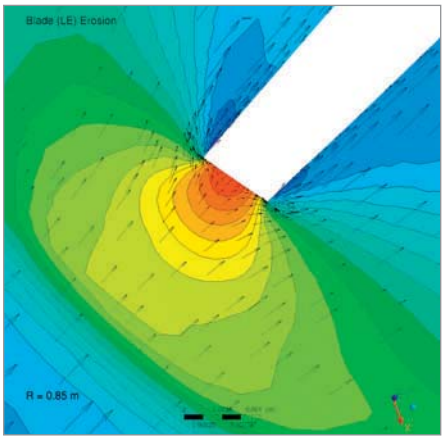


Strömungssimulation für die Referenzschaufel mit der Druckverteilung im Vorderkantenbereich auf einer Isofläche. Die kleinen Geschwindigkeitsvektoren visualisieren die Umströmung der Profilvorderkante.

Mit der Messsonde (hier in mittlerer Position) konnte das Strömungsfeld hinter dem Leitschaufelgitter des Fans vermessen werden.



Triebwerk am Prüfstand mit installierter Messsonde und Verstellvorrichtung.



Erodierte Profilvorderkante mit stärkerem Verdichtungsstoß (Flächen in rot und gelb). Durch die scharfe Vorderkante wird die Strömung stärker umgelenkt.

„So konnten wir eine Methodik entwickeln, die es uns ermöglicht, die bei der Reparatur aufgebrachte Vorderkantenkontur an ausgewählten Profilschnitten zu verbessern“, erklärt Dr. Werner-Spatz.

Ein besonderer Schwerpunkt bestand in der experimentellen Validierung, das heißt der Beweisführung, dass die Ergebnisse der Simulation realistisch sind. Zu diesem Zweck wurden in einem Windkanal umfangreiche Analysen an ausgewählten Schaufelprofilen durchgeführt. Außerdem wurden am Hamburger Triebwerksprüfstand mit einer speziell entwickelten Messsonde Strömungsmessungen am Fanaustritt eines Triebwerks vorgenommen. „Vor allem die Möglichkeit, numerische Ergebnisse umfassend in Versuchen zu validieren, ist sehr wertvoll. Nur so können wir das notwendige Vertrauen in die Simulationsverfahren entwickeln, um letztlich die Ergebnisse auch in der praktischen Reparatur umzusetzen“, resümiert Dr. Werner-Spatz.

Patent für Deutschland und Europa angemeldet

Für den Prozess der Reparatursteuerung durch numerische Simulation wurde bereits ein Patent für Deutschland und Europa angemeldet. Die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt LOTUSARP fließen zukünftig in die Bewertung und Weiterentwicklung bestehender Instandhaltungsmaßnahmen an Verdichterschaufeln in Triebwerken ein. So können verbesserte Verfahren zur Reparatur von Schaufelprofilen, respektive der Vorderkantenkontur (Rekonturierung) sowohl zur Verlängerung der Lebensdauer der Fanschaufeln als auch zu einer Reduktion des Kerosinverbrauchs und der CO_2-Emission beitragen. Darüber hinaus dienen die neuen Erkenntnisse als Grundlage für die Bestimmung des optimalen Zeitpunkts für die Wartung der Fanschaufeln.

Dieser Artikel ist in der Mitarbeiterzeitung Lufthansa Technik News (Mai 2012) erschienen. Wir bedanken uns bei der Lufthansa Technik AG für die Möglichkeit, ihn ebenfalls veröffentlichen zu können.

InfoAutor
Susi Debus

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Sebastian Hoffmann, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)30-4759 666-26
shoffmann@cadfem.de

InfoVerwendeteSoftware

ANSYS CFD, ANSYS Mechanical

Bauteiloptimierung mit TOSCA Structure – jetzt auch integriert in ANSYS Workbench

Willkommen in Workbench!

TOSCA Structure ist eine Software der FE-DESIGN GmbH, mit der eine breite Palette von Aufgabenstellungen aus der Topologieoptimierung, Gestaltoptimierung und Optimierung von Sicken bei Blechteilen gelöst werden kann. Über die ANSYS Customization Suite (ACS) hat FE-DESIGN das Programm jetzt als integrierte Optimierungslösung in ANSYS Workbench eingebunden, was für Anwender beider Produkte erhebliche Vorteile bringt.

Bild: shutterstock.com/3d_kot

Mit strukturmechanischen Berechnungen in ANSYS Workbench erreicht der Entwicklungsingenieur gewünschte Zielkriterien hinsichtlich Gewicht, Steifigkeit oder Spannungen. Weiteres Potenzial zur Senkung der Entwicklungs- und Herstellungskosten bieten die Methoden der Strukturoptimierung, die im Programm TOSCA Structure sogar in automatisierter Form zur Verfügung gestellt werden.

Durch den modularen Aufbau kann mit TOSCA Structure eine breite Palette von Aufgabenstellungen aus der Topologieoptimierung, Gestaltoptimierung und Optimierung von Sicken bei Blechteilen gelöst werden. Zur Durchführung einer Topologieoptimierung wird zunächst der verfügbare Bauraum für das zu optimierende Bauteil festgelegt und die Lastbedingungen und geometrischen Randbedingungen definiert. Zusätzlich lassen sich Bereiche, die unverändert bleiben sollen, „einfrieren". Nach dem eigentlichen Optimierungslauf mit dem entsprechenden Simulationsprogramm kann noch eine Glättung und Validierung der Ergebnisse der Topologieoptimierung erfolgen, bevor die optimierte Geometrie wieder an das CAD-System übergeben wird.

Einheitliche Softwareplattform

ANSYS hat mit der ANSYS Workbench eine einheitliche Softwareplattform geschaffen, unter der alle ANSYS Programme verfügbar sind und bei der mit einem gemeinsamen Simulationsmodell für unterschiedliche Anwendungen gear-

Fotos: Dr. Christian Werner-Spatz

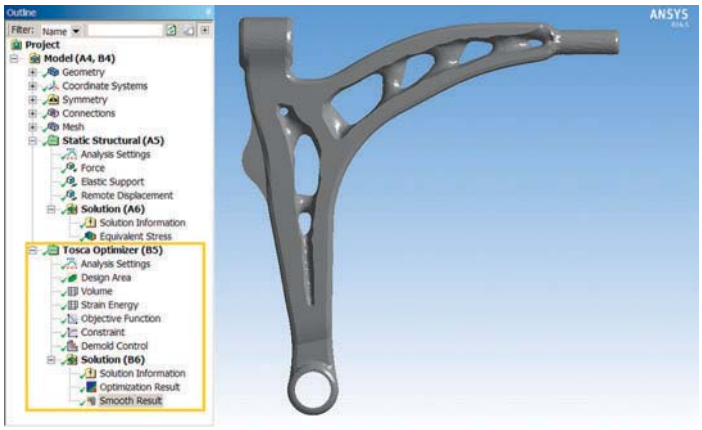


Bild 1: Darstellung eines optimierten Querlenkers in der ANSYS Workbench.

Bild 2: Hier wird der Workflow der TOSCA Extension for ANSYS Workbench verdeutlicht.

beitet wird. Die Umsetzung multi-disziplinärer Entwicklungsaufgaben wird so signifikant erleichtert und beschleunigt, da unter anderem Datenkonvertierungen überflüssig, Synergieeffekte genutzt und Übertragungsfehler vermieden werden. Für den Benutzer ist eine einheitliche und vertraute Arbeitsumgebung die Basis für eine beständige Produktivitätssteigerung.

War die Interoperabilität in der ANSYS Workbench anfangs auf Programme der ANSYS Produktpalette begrenzt, so besteht seit der Version 14.5 von ANSYS Mechanical die Möglichkeit, mit dem ANSYS Customization Suite (ACS) auch „Third Party"-Produkte oder selbst erstellte Programme vollständig in ANSYS Workbench zu integrieren beziehungsweise an ANSYS Mechanical anzubinden.

FE-DESIGN ist einer der ersten Anbieter, der eine solche Einbindung realisiert hat. Den Anwendern von ANSYS Workbench steht jetzt mit TOSCA Structure.topology der volle Umfang der Topologieoptimierung in vertrauter Umgebung zur Verfügung. Die Vorteile einer solchen nahtlosen Integration sind offensichtlich: Anwender können direkt in der Workbench-Umgebung ihre Optimierungsstrategien umsetzen, so dass die vorhandene Hardware- und Software-Infrastruktur optimal genutzt werden kann.

Deutlich verkürzter Designprozess

Die dazu notwendige und mit ACT entwickelte TOSCA Extension for ANSYS Workbench ist einfach zu installieren und dann direkt einsetzbar. Die Anwender, die TOSCA Structure in der Workbench integriert nutzen möchten, benötigen selbst keine ACS Lizenz. Die TOSCA Workbench Extension ist für TOSCA Structure Kunden kostenlos und unterstützt derzeit die komplette TOSCA Topologieoptimierung.

Für das Management sind es vor allem die betriebswirtschaftlichen Gründe, die den Einsatz von TOSCA Structure innerhalb der ANSYS Workbench attraktiv machen. Beispielsweise hat der deutlich verkürzte Designprozess direkte Auswirkungen auf eine schnellere Markteinführung von neuen Produkten und den daraus resultierenden beschleunigten „Return of Investment". Die optimierte Materialnutzung kann darüber hinaus zu Einspareffekten bis in die Fertigung führen, während die Systembetreuung von der optimalen Ausnutzung der IT-Ressourcen profitiert.

Info: ANSYS Customization Suite (ACS)

Die Möglichkeiten von ACS beschränken sich nicht nur auf die Integration von Fremdprogrammen in die Umgebung von ANSYS. Hervorzuheben sind dabei unter anderem:

- Weiterverwendung vorhandener Mechanical APDL-Makros
- Erzeugung nicht in ANSYS Mechanical vorhandener Features
- Automatisierung existierender oder neuer Features
- neue Preprozessor-Funktionalitäten (z. B. zur Definition kundenspezifischer Belastungen und Randbedingungen)
- neue Postprozessor-Funktionalitäten (z.B. Ergebnisauswertung nach kunden- oder anwendungsspezifischen Erfordernissen)

Großer Wert wurde bei ACS auf eine praxisgerechte Anwendbarkeit gelegt, wobei die Voraussetzungen auf dem Niveau eines Anwendungsingenieurs mit Programmierkenntnissen liegen. Derzeit sind mit ACT aus der Customization Suite Anwendungen im Umfeld von ANSYS Mechanical möglich, zukünftig lassen sich weitere ANSYS Produkte wie Fluent oder CFX ansprechen.

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Stefan Gotthold, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)30-4759 666-24
sgotthold@cadfem.de

InfoUnternehmen
www.fe-design.com

the optimization company

Simulationsfreudige Bachelor:

Mit Industrieerfahrung ins Masterstudium

Wie geht es nach dem Bachelor weiter? Das fragen sich viele Studierende, wenn sich ihr Bachelorstudium dem Ende entgegen neigt und sie dann ihren ersten berufsqualifizierenden Abschluss in der Tasche haben werden. Die meisten Bachelorabsolventen sehen nur einen Karriereweg und der erfordert es, direkt weiter zu studieren, um einen Masterabschluss abzulegen. Jedoch gibt es dazu eine interessante Alternative: Oftmals ist es sinnvoll, nach dem Bachelorabschluss zunächst in der Industrie praktische Erfahrungen zu sammeln, denn viele angehende Bachelorabsolventen sind sich unsicher, ob ihre bisher erlangten Fähigkeiten mit den Anforderungen in den Unternehmen übereinstimmen.

Zwar wurden die Bachelorstudiengänge unter anderem deshalb eingeführt, um durch ein kürzeres Studium den Hochschulabsolventen einen zeitigeren Berufsstart zu ermöglichen; aber das ist nur die eine Seite der Medaille. Auf der anderen Seite steht neben der fachlichen Qualifizierung auch die „Berufstauglichkeit“. Das heißt zum Beispiel sowohl im Team bestehen zu können als auch selbständig kreative Lösungen zu entwickeln. Dazu sind neben theoretischen Kenntnissen praktische Erfahrungen notwendig, die gemeinsam zur Herausbildung von Handlungskompetenz dienen.

Dem Bachelor stehen viele Türen offen

Durch den Bologna-Prozess, der der Schaffung eines einheitlichen europäischen Hochschulraumes diente, wurde zum Jahrtausendwechsel bewusst eine neue zweistufige Studienstruktur mit gewolltem Bruch zwischen Bachelor- und Masterstudium festgelegt. Dies schafft die Möglichkeit, nach dem ersten berufsqualifizierenden Bachelorabschluss in der Industrie praktische Erfahrungen zu sammeln, denn mit dem theoretischen Studium allein lässt sich nicht erklären, wie „die Welt tickt“.

Auf diese Weise kann die fehlende Praxiserfahrung, die auch viele Bachelorabsolventen selbst empfinden, nach dem Studium nachgeholt werden. Durch eine Tätigkeit in der Industrie erhält der Bachelorabsolvent eine bessere Orientierung für seine berufliche Perspektive und fördert seine Persönlichkeitsentwicklung.

Vernetzung von Theorie und Praxis

Die stärkere Vernetzung von Theorie und Praxis, die umfassende Erweiterung seines fachlichen Wissens sowie die Vertiefung in speziellen Themenbereichen können anschließend in einem Masterstudium erfolgen. Der Bachelorabsolvent mit Berufserfahrungen kann „gereift“ ins Masterstudium gehen, denn während seiner Berufstätigkeit hat er nicht nur wertvolle praktische Erfahrungen gesammelt, sondern auch sich selbst besser kennengelernt, speziell sein Verhalten und seinen Agieren in einem Industriebetrieb. Er konnte fundierte praktische Erfahrungen sammeln, Verantwortung übernehmen, und hat nicht nur ein kurzes Praktikum absolviert.

Eine interessante Alternative zum Vollzeitstudium ist für den Berufserfahrenen ein berufsbegleitender Masterstudiengang, zum Beispiel der zweijährige Studiengang

Bild: shutterstock.com/f9photos

„Applied Computational Mechanics“ von CADFEM esocaet (European School of Computer Aided Engineering Technology), der mit dem „Master of Engineering“ abgeschlossen wird. Während des berufsbegleitenden Masterstudiums können die bisherigen praktischen Erfahrungen weiter ausgebaut werden. Außerdem ist ein berufserfahrener Studierender im Gegensatz zu einem praktisch weitgehend unerfahrenen in der Lage, das Lernangebot des Masterstudiums gezielter zu nutzen und mehr aus dem Studium „rauszuholen“.

Gute Karrierechancen durch Weiterbildung

Mit hochkarätigen Dozenten aus verschiedenen Hochschulen und Universitäten sowie anerkannten CAE-Spezialisten aus unterschiedlichen Industriebranchen wird im Studiengang „Applied Computational Mechanics“ eine qualifizierte praxisorientierte Ausbildung in kleinen Gruppen mit maximal 20 Studierenden angeboten, die aus Vorlesungen, praktischen Übungen und Laboreinheiten besteht. Das englischsprachige, modular aufgebaute CAE-Studium umfasst die verschiedenen Anwendungsbereiche der Simulation innerhalb der virtuellen Produktentwicklung und vermittelt die dazu notwendigen theoretischen Grundlagen, industrieorientierte praktische Anwendungen sowie eine entsprechende Methodenkompetenz. Ferner können die Studenten eigene Problemstellungen aus ihrem Berufsalltag in das Studium einbringen und mit Experten diskutieren. Dies zahlt sich nicht nur für die Studierenden aus, sondern auch für die Unternehmen, die von einem erhöhten firmeninternen Know-how profitieren.

Das Geld für den Master ist gut angelegt

Da alle berufsbegleitenden Studiengänge grundsätzlich über Gebühren finanziert werden müssen, ist dies bei dem Masterstudiengang „Applied Computational Mechanics“ natürlich genauso. Auf den ersten Blick mögen die Gebühren von 5.000 Euro pro Semester vielleicht relativ hoch erscheinen. Beim genaueren Hinsehen ist jedoch schnell erkennbar, dass die Summe wirtschaftlich sinnvoll investiert wird. Mit dem Einstiegsgehalt eines Ingenieurs während des berufsbegleitenden Studiums (beim konsekutiven Studium steht kein Verdienst zur Verfügung) und der Tatsache, dass Aufwendungen für die Weiterbildung zum großen Teil steuerlich absetzbar sind, relativiert sich die Belastung. Außerdem übernimmt in der Regel der Arbeitgeber einen Teil der Kosten für das Masterstudium, da das Unternehmen von der zusätzlichen Qualifikation des Mitarbeiters erheblich profitiert. Folglich werden sich die Investitionen in das berufsbegleitende Masterstudium auf Grund der besseren Karrierechancen schon relativ bald in barer Münze niederschlagen.

Info

Die wichtigsten Vorteile des Masterstudiums „Applied Computational Mechanics“:

- praxisgerechtes Curriculum,
- qualifizierte Dozenten aus verschieden Hochschulen und aus der Industrie,
- kleine Gruppen von Studierenden,
- direkte Verbindung von Studium und betrieblicher Praxis,
- international ausgerichtetes, englischsprachiges Studium.

Trainee-Programm für Bachelorabsolventen

Unternehmen, die Bachelorabsolventen erste Berufspraxis vermitteln – zum Beispiel durch ein Trainee-Programm – und sie anschließend bei dem berufsbegleitenden Masterstudium unterstützen, können viele Vorteile daraus ziehen. Das Unternehmen bezahlt zunächst „nur“ einen Bachelor und bildet diesen parallel zum praktischen Einsatz zielgerichtet weiter. Folglich können so die besten Leute früh an ein Unternehmen gebunden und längerfristig gehalten werden, beispielsweise auch geeignete Mitarbeiter von ausländischen Niederlassungen (Osteuropa, Asien usw.). Mit dem Masterabschluss sind die Absolventen dann bestens ausgebildet, um Positionen als qualifizierte CAE-Spezialisten, Projektmanager, Konstruktions- oder Entwicklungsleiter zu übernehmen.

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Anja Vogel
Tel. +49 (0)8092-7005-52
avogel@cadfem.de
www.esocaet.com/masterstudium

InfoVeranstaltungshinweise

Infotag: Berufsbegleitend zum Master – Applied Computational Mechanics
Am 19. April 2013,
von 17:00 bis 19:30 Uhr
in Ingolstadt

CADFEM Forum

Das seit dem Jahr 2007 stattfindende CADFEM Forum (ehemals CAE Forum) bietet eine informative Plattform für Simulationsverantwortliche und -interessierte aus den verschiedensten Industriebranchen. Dabei werden aktuelle Trends und zukünftige Entwicklungen von CAE-Anwendungen aufgegriffen und über deren wirtschaftliche Nutzung im kleinen Kreis diskutiert. Moderiert werden die Themen durch erfahrene Experten aus Industrie und Hochschule, wobei Impulsvorträge den Erfahrungs- und Meinungsaustausch anregen.

Prototypenfreie Produktentwicklung durch CAE-Simulation – bald Wirklichkeit?

Wird eine prototypenfreie Produktentwicklung durch CAE-Simulation bald zur Wirklichkeit? Digitale Prototypen bieten die Möglichkeit, das komplette Produkt virtuell zu testen und zu beurteilen, bevor es gebaut wird. Auf diese Weise lassen sich Konstruktionen während des gesamten Produktentstehungsprozesses – das heißt vom Entwurf bis zur Herstellung – visualisieren, überprüfen, optimieren und verwalten. Speziell in der Automobilindustrie, wo der Verzicht auf physikalische Prototypen besonders viel Zeit und auch Geld einspart, werden bereits seit einigen Jahren Fahrzeugderivate und Subsysteme virtuell abgesichert. Dabei werden verschiedenste Strategien verfolgt, um die Anzahl der Prototypen zu reduzieren. In diesem Zusammenhang ist für viele Firmen auch die Abstimmung der Simulation mit dem realen Versuch eine große Herausforderung.

Das 11. CADFEM Forum unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack wird sich mit dem aktuellen Status und der Zukunft der virtuellen Absicherung befassen. Es wird am **20. Juni 2013 in Mannheim im Rahmen der jährlichen ANSYS Conference & dem 31. CADFEM Users' Meeting** stattfinden. Die Teilnehmer werden zu einem regen Gedankenaustausch über prototypenfreie Produktentwicklung eingeladen. Impulsvorträge auf Basis von Praxisberichten aus verschiedenen Industriebranchen leiten die Diskussionen ein. Sollten Sie Interesse haben einen Impulsvortrag zu halten, dann melden Sie sich bitte bei uns.

Die Moderatoren

Prof. Dr.-Ing.
Sandro Wartzack
Universität
Erlangen

Dieter Hummel
Astrium Space
Transportation

InfoHomepage
www.esocaet.com/cadfem-forum

InfoAnsprechpartner
Anja Höller
Tel. +49 (0)8092-7005-74
ahoeller@cadfem.de

Bild: schutterstock.com/Orla

CADFEM®

Für Bachelor-Absolventen
Jetzt bewerben!

Job oder Masterstudium? Am besten beides!

Kommen Sie ins Simulations-Team - als
CAE-Trainee bei der CADFEM GmbH

- Zur Ergänzung unseres Teams suchen wir zukünftige **Vertriebs- und Berechnungsingenieure (w/m)** für unser neu konzipiertes CAE-Trainee-Programm. Dieses wendet sich an Bachelor-Absolventen, die den Schwerpunkt ihrer zukünftigen Berufstätigkeit im Bereich der Simulationsanwendungen sehen und berufsbegleitend das Masterstudium Applied Computational Mechanics (M.Eng.) absolvieren wollen.
- CADFEM bietet für die numerische Simulation ein umfassendes Spektrum an führenden Softwarelösungen inklusive aller produktbegleitenden Services, insbesondere Seminare und Support sowie Consulting-Dienstleistungen.

Falls Sie als Führungskraft in einem Unternehmen auch Interesse haben, ein ähnliches CAE-Trainee-Programm anzubieten, nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf, um über ein gemeinsames Vorgehen zu reden.

esocaet
european school of
computer aided engineering
technology

CADFEM GmbH
Christine Bundlechner
Marktplatz 2
85576 Grafing b. München
Tel. +49 - (0)80 92 - 7005 – 97
cbundlechner@cadfem.de

Weitere Informationen unter
www.esocaet.com/studium/
karriere-und-master/
cadfem-gmbh

Gestaltung: diepikografen.de | Foto: linous - Fotolia

Lernen wann es Ihnen passt

Längst hat e-Learning seinen Platz in der Weiterbildung gefunden – schließlich sind Informationen im Internet nur wenige Mausklicks entfernt. Aber wo finden Sie Angebote, die sich konkret mit Fragestellungen aus dem Bereich der Simulation beschäftigen?

Schließlich ist es doch angenehm, neues Wissen möglichst fachlich fundiert und auf den eigenen Berufsalltag anwendbar vorzufinden. Anhand dieser Kriterien werden die Online-Angebote der CADFEM European School of CAE Technology entwickelt. Neue Inhalte werden bedarfsgerecht, teilweise auch in Kooperation mit Unternehmen erstellt. So entstanden Lernpakete zur thermisch-elektrischen Kopplung zum Beispiel in Zusammenarbeit mit TE Connectivity. Mit dieser Konzeption stellt e-Learning weit über Produktinformationen hinaus eine wichtige Möglichkeit dar, konventionelle Weiterbildung zu ergänzen: zu jeder Zeit und an fast jedem Ort!

e-Learning „Klick für Klick“

In diesen interaktiven Lerneinheiten können Sie verschiedene theoretische Fragestellungen der Simulation und Anwendungsbeispiele in ANSYS durcharbeiten. Die Themen reichen derzeit vom Einstieg in ANSYS Workbench über Modellbildung bis hin zur thermisch-elektrischen Kopplung. Alle Übungen (teilweise aus dem „Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench“) können Sie dabei auch ohne eigene ANSYS Installation durchführen.

Die Lerneinheiten haben jeweils eine Bearbeitungsdauer zwischen einer und sechs Stunden. Sie können somit nicht den umfangreichen Inhalt der von CADFEM angebotenen Seminare wiedergeben, ermöglichen aber einen zeitnahen und unkomplizierten Einstieg in neue Themengebiete.

Über einen personalisierten Zugang für unsere Lernplattform, der auf sechs Monate begrenzt ist, können Sie die Lerneinheiten nutzen. Für Anmeldung bis zum 30.6.2013 kostet ein Zugang EUR 100,– zzgl. MwSt. Nach dieser Einführungsphase beträgt der Preis EUR 200,– zzgl. MwSt.

Weitere Informationen

www.esocaet.com/elearning
Anja Höller, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-74
ahoeller@cadfem.de

www.cae-wiki.com

Das CAE-Wiki versteht sich als Nachschlagewerk für Begriffe rund um das Thema Computer Aided Engineering.

Es soll allgemeinere Webressourcen sinnvoll ergänzen und so zum beständig verfügbaren Informationswerkzeug von Berechnungsingenieuren werden. Die Inhalte des CAE-Wiki umfassen dabei sowohl grundlegende Begriffe für FEM-Einsteiger (Level 1) als auch theoretische Hintergründe für versierte Simulationsanwender. Abgerundet mit einer gehörigen Prise Tipps & Tricks steht es jedem Berechnungsingenieur zur Verfügung – unabhängig davon mit welcher Software er arbeitet.

Auch wenn Sie sich mit der Simulation „nur“ insoweit befassen müssen, dass es darum geht, Ergebnisse von Zulieferern zu bewerten oder den finanziellen Mehrwert einer CAE-Einführung ins Unternehmen zu beurteilen, werden Sie im CAE-Wiki fündig werden. Ebenso wird der praktische Einsatz, unter anderem in den Bereichen Elektronik oder Nutzfahrzeuge, über Fallbeispiele und Anwendungshinweise näher beleuchtet.

Weitere Informationen

www.cae-wiki.com
Clemens Groth, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)511-390603-12
cgroth@cadfem.de

Jetzt auch als E-Book verfügbar!

Christof Gebhardt

Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench

Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik

Auf Basis der simulationsgesteuerten Produktentwicklung werden neue Produkte schneller, zu geringeren Kosten und mit höherer Qualität auf den Markt gebracht. ANSYS Workbench ist eine der meistverbreiteten Softwarelösungen für strukturmechanische Simulationen und ermöglicht bereits während der Entwicklung die Verbesserung des mechanischen Verhaltens, noch bevor der erste Prototyp gebaut ist.

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.

Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench
Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik
Erschienen im Hanser-Verlag
372 Seiten, Flexibler Einband, Pappband
Print: ISBN 978-3-446-42517-0
E-Book ISBN 978-3-446-43566-7

Einzelpreis EUR 49,90 (inkl. MwSt.; zzgl. Versand und Verpackung)

www.cadfem.de/shop

ADRESSEN CADFEM UND PARTNER

Deutschland

CADFEM GmbH
Zentrale Grafing
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

Geschäftsstelle Berlin
Breite Straße 2a
13187 Berlin
Tel. +49 (0) 30-4 75 96 66-0
Fax +49 (0) 30-4 75 96 66-21

Geschäftsstelle Chemnitz
Cervantesstraße 89
09127 Chemnitz
Tel. +49 (0) 371-33 42 62-0
Fax +49 (0) 371-33 42 62-99

Geschäftsstelle Dortmund
Carlo-Schmid-Allee 3
PHOENIX-West Park
44263 Dortmund
Tel. +49 (0) 231-4 77 30-71 46
Fax +49 (0) 231-4 77 30-71 44

Geschäftsstelle Frankfurt
c/o Ingenieurbüro Huß & Feickert
Im Kohlruß 1–3
65835 Liederbach
Tel. +49 (0) 61 96-670 71-20
Fax +49 (0) 61 96-670 71-28

Geschäftsstelle Hannover
Pelikanstr. 13
30177 Hannover
Tel. +49 (0) 511-39 06 03-0
Fax +49 (0) 511-39 06 03-25

Geschäftsstelle Stuttgart
Leinfelder Str. 60
70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. +49 (0) 711-99 07 45-0
Fax +49 (0) 711-99 07 45-99

International

Schweiz
CADFEM (Suisse) AG
Zentrale Aadorf
Wittenwilerstrasse 25
8355 Aadorf
Tel. +41 (0) 52-368-01-01
Fax +41 (0) 52-368-01-09
info@cadfem.ch
www.cadfem.ch

Geschäftsstelle Mittelland
Privatstrasse 8
4563 Gerlafingen
Tel. +41 (0) 32-675-80-70
Fax +41 (0) 32-675-80-74

Bureau Lausanne
Avenue de la Poste 3
1020 Renens
Tel. +41 (0) 21-6 14 80-40
Fax +41 (0) 21-6 14 80-49

Österreich
CADFEM (Austria) GmbH
Wagenseilgasse 14
1120 Wien
Tel. +43 (0)1-5 87 70 73
Fax +43 (0)1-5 87 70 73-19
info@cadfem.at
www.cadfem.at

Geschäftsstelle Innsbruck
Grabenweg 68 (Soho 2.0)
6020 Innsbruck
Tel. +43 (0)512-31 90 56

Tschechien/Slowakei
SVS FEM s.r.o. (CADFEM CZ)
Skrochova 42
61500 Brno
Tel. +42 (0) 543-254 554
Fax +42 (0) 543-254 556
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
Fax +48 (0) 3 27 68 36-35
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

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.
CU-ICAR Partnership Office
Greenville, SC
matthias.alberts@cadfem-us.com
www.cadfem-us.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