

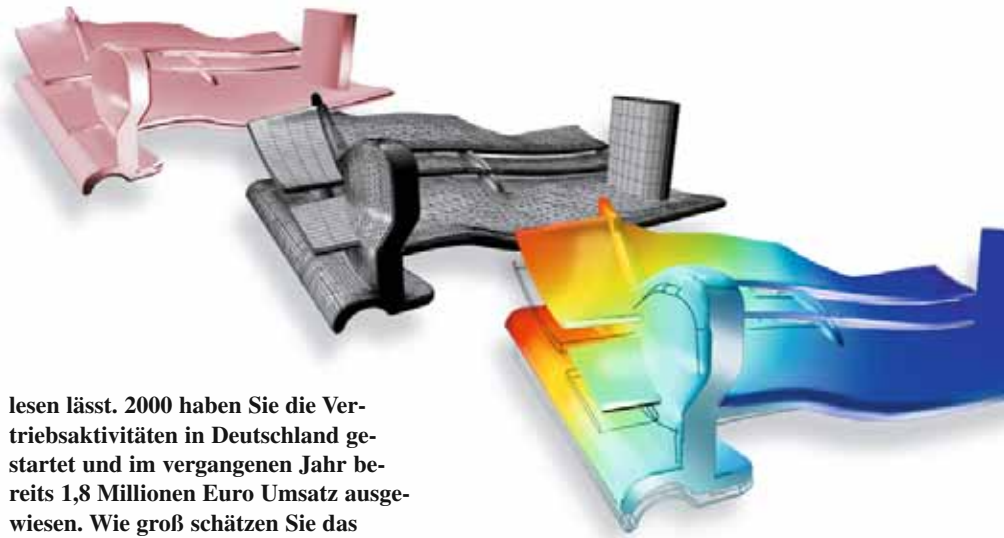
Mit dem Sinn für die Realität zum Erfolg

Anwendungen für Simulation und Berechnung erleben seit vielen Jahren einen anhaltenden Boom. Anteil daran hat das Tool Comsol Multiphysics, das sowohl im akademischen als auch im kommerziellen Umfeld gerne angewendet wird. CAD-plus sprach mit Bernhard Fluche, Geschäftsführer der Femlab GmbH mit Sitz in Göttingen, über die Marktentwicklung und die Einzigartigkeit der Software-Lösung.

Herr Dr. Fluche, was halten Sie von der These „Simulation erreicht als Management-Thema die Führungsetagen“?

Ich stimme ihr zu. In der Tat beobachten auch wir einen Paradigmenwechsel, der mit dem Generationswechsel im Technischen Management einhergeht. Zu Beginn unserer Vertriebsaktivitäten haben wir uns noch schwergetan, in den Führungsetagen mit Themen rund um Simulationsanwendungen Gehör zu finden, weil dort viele sich den traditionellen Vorgehensweisen, also der Funktionsabsicherung durch Prüfstandsversuche, verpflichtet sahen. Doch das zunehmende Verständnis der Leistungsfähigkeit und der Druck aus den eigenen Reihen haben CAE-Techniken eine erhebliche Akzeptanz in den oberen Etagen beschert...

...was sich an der erfreulichen Entwicklung der Unternehmung Comsol ab-



lesen lässt. 2000 haben Sie die Vertriebsaktivitäten in Deutschland gestartet und im vergangenen Jahr bereits 1,8 Millionen Euro Umsatz ausgewiesen. Wie groß schätzen Sie das Marktpotenzial insgesamt für die nächsten Jahre?

Riesig. Für das Heimatland von Comsol, Schweden, hat unser Mutterunternehmen Comsol AB für dieses Jahr einen Umsatz von einer Million Euro geplant. Innerhalb der nächsten zehn Jahren soll er verdoppelt werden. Bedenkt man, dass Schweden etwa zehn Prozent der Bevölkerung von Deutschland aufweist, so müsste nach einer einfachen Hochrechnung für unseren Markt bereits im kommenden Jahrzehnt ein Umsatz von 20 Millionen Euro drin sein.

Offensichtlich kratzten Sie bisher nur an der Oberfläche. Woher kommt dieses immense Potenzial?

Ein Grund hierfür ist sicherlich in der gewachsenen Rechnerleistung und schnelleren effizienten Lösern zu finden. Mit einer einfachen Workstation lassen sich heute Simulationen durchführen, die früher ein ganzes Rechenzentrum in Anspruch genommen hätten. Ein weiterer Grund ist der Kostendruck, der auf den Unternehmen lastet. Man möchte immer

mehr die kostspieligen Labor-Versuche durch vergleichsweise günstige Simulationen ersetzen.

Hat sich das Anwenderverhalten über die Jahre hinweg etwas verändert? Wird zum Beispiel immer mehr deswegen simuliert, weil – im übertragenen Sinne – der Appetit beim Essen kommt?

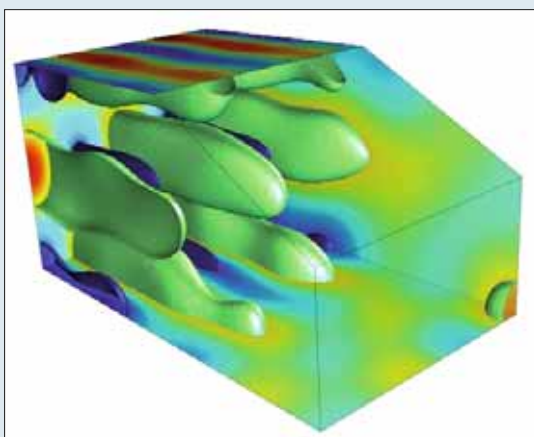
Auf jeden Fall. Hier spielt die leichte Erlernbarkeit unserer Software eine wichtige Rolle. Nehmen wir unseren Kunden Bosch. Begonnen hat man dort 2000 mit einer Einzelplatzlizenz, heute sind sechs Netzwerklizenzen im Einsatz. Was uns auch hilft, ist unsere professionelle Marketing-Arbeit. Wir bieten zum Beispiel Workshops an, teilweise auch direkt in den Firmen, um noch mehr Interessenten an das Programm heranzuführen. Hinzu kommt unserem Engagement im akademischen Markt.

Inwiefern?

Der erste Anwender bei Bosch war im Jahr 2000 noch Doktorand an der Universität Stuttgart. Dort lernte ich ihn kennen und konnte ihn von Comsol überzeugen.

Wie groß ist der Zuspruch zu Ihrem Veranstaltungsprogramm?

Wir haben vor zwei Jahren in Frankfurt (Main) unsere erste deutsche Anwenderkonferenz veranstaltet. Es kamen 140 Teilnehmer, was uns sehr gefreut hat. Im vergangenen Jahr haben wir die Veranstaltung wiederholt und konnten 30 Teilnehmer mehr begrüßen. Aufgrund der Breitenwirkung der dargebotenen Präsentationen, die wir direkt nach diesen Events allen Interessenten auf einer CD angeboten haben, ist es uns gelungen, für



Bilder (6): Comsol

Akustik. In diesem Modell erzeugt eine Punktquelle Schallwellen in einem für Testzwecke erstellten Modell eines Fahrzeuginnenraums. Dargestellt ist die Druckverteilung von zwei Eigenmoden.



Bild: Vahion

Bernhard Fluche, Femlab GmbH

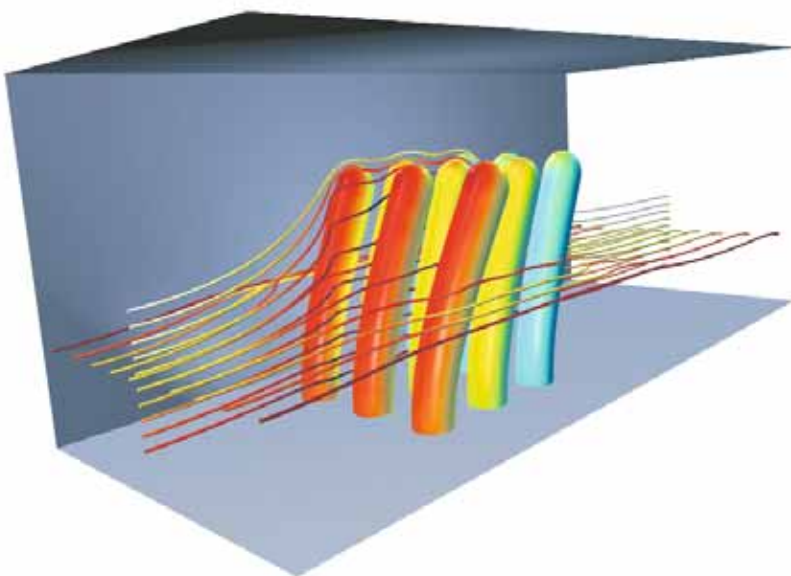
die diesjährige europaweite Konferenz in Grenoble anstatt der ursprünglich geplanten 10 über 30 Papers zu akquirieren.

Wie viele Teilnehmer erwarten Sie am 23. und 24. Oktober in Grenoble?

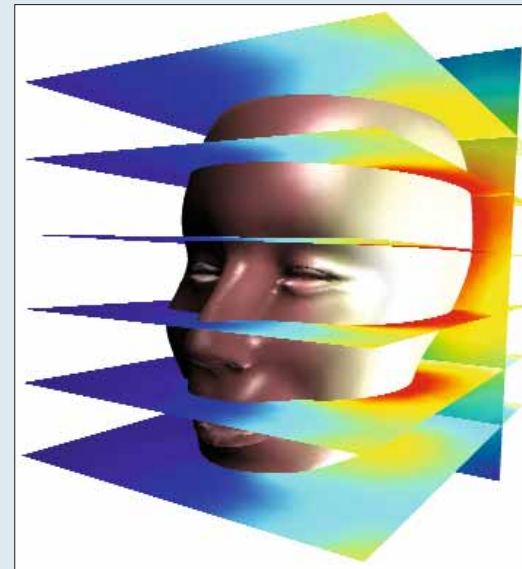
Insgesamt gehen wir von 300 Teilnehmern für unsere europäische Konferenz aus.

Erheblichen Zuspruch erhalten Sie auch für ein Elektromagnetik-Symposium, das am 20. September in Hannover veranstaltet wird. Was hat es mit dieser Veranstaltung auf sich?

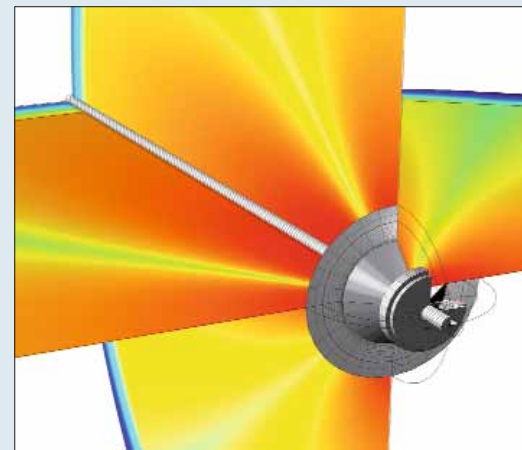
Wir arbeiten bereits seit längerem sehr erfolgreich mit dem Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik der Universität Hannover und dort insbesondere mit Professor Michael Koch zusammen. An Prof. Koch hatten wir den Wunsch herangetragen, als Gastgeber der Veranstaltung aufzutreten, wozu er sich spontan bereit erklärt hatte. Die Elektromagnetik ist für uns sehr attraktiv, weil wir hier zwei sehr leistungsfähige Zusatzmodule anbieten. Eines, das sich mit stationären und quasi-stationären Anwendungen befasst, und ein zweites, das sich mit der Wellenausbreitung bis



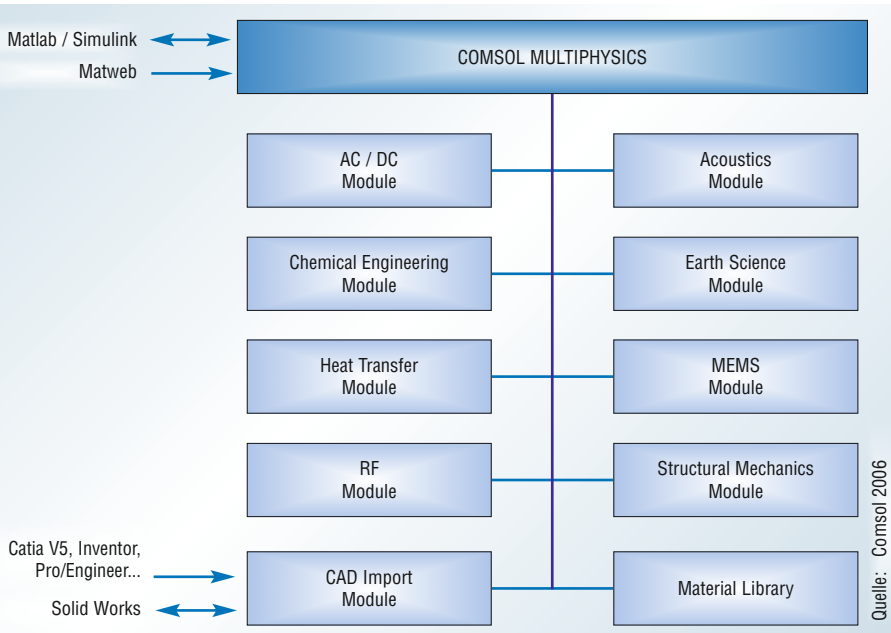
Multiphysik: Strukturmechanik/CFD. In diesem Modell ist die Simulation einer Fluid-Struktur-Wechselwirkung dargestellt. Dabei werden mehrere biegsame Strukturen einem Fluid (flüssig oder gasförmig) ausgesetzt. Durch den Staudruck findet eine Deformation der festen Körper statt, was wiederum Auswirkungen auf das Strömungsfeld hat. Diese Technologie wird beispielsweise in der Sensorik eingesetzt.



Elektromagnetik (RF). Der SAR-Wert ist eine Messgröße für die absorbierte hochfrequente Strahlung im menschlichen Gewebe. Dies ist von besonderer Bedeutung bei der Strahlung von Mobiltelefonen, da sich beim Betrieb die Quelle sehr nahe am menschlichen Gehirn befindet. Das Modell zeigt, wie ein menschlicher Kopf eine ebene Welle absorbiert. Im Originalmodell wurden MRI-Daten verwendet und diesen elektrische Eigenschaften wie Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante zugeordnet.



Multiphysik: Akustik/CFD. Ein Lautsprecher wird aus einer kegelförmigen Membran hergestellt, bei der die Spule um den Scheitel des Kegels gewickelt ist. Wird ein elektrischer Impuls mit einer bestimmten Frequenz auf die Spule gegeben, so beginnen Spule und Kegel zu vibrieren, und es wird ein Schallsignal mit derselben Frequenz erzeugt. In diesem Modell wird die elektrische Impedanz berechnet und damit eine Analyse aus der strukturellen Deformation und der daraus resultierenden Schall-Druck-Verteilung durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine zweiseitige Kopplung, da durch den Druck eine Kraft auf den Kegel ausgeübt wird.



hin zum sichtbaren Licht beschäftigt. Insgesamt gehen wir von 80 Teilnehmern aus.

Auch das Programm selbst verfügt über einige Besonderheiten. Wie ist die Nutzer-Strategie von Comsol Multiphysics ausgelegt?

Unser Programm bietet unterschiedlichen Anwendertypen unterschiedliche Zugänge. Ein Teil unserer Kunden kommt aus dem wissenschaftlichen Umfeld. Sie sind Experten im Umgang mit partiellen Differenzialgleichungen. Ein anderer Anwenderkreis sind praxisnahe Ingenieure, die eine Aufgabenstellung schnell gelöst haben möchten. Auch hierfür gibt es eine sehr intuitive Benutzerführung. Beide Zielgruppen finden sich also schnell zurecht. Die Anwender können fertige Applikationen beispielsweise für Temperatur- oder Potenzialverläufe aufrufen und müssen nur die entsprechenden Randbedingungen und Materialparameter eingeben.

Oder sie können partielle Differenzialgleichungen direkt eingeben und gekoppelte Gleichungssysteme aufstellen. Sie haben jederzeit den Überblick über den Stand der Simulation, können Parameter extrahieren und modifizieren. Mit anderen Worten, sie haben keine Black Box vor sich, sondern ein offenes System.

Stichwort Dunkelkammer: Was unterscheidet Comsol von anderen CAE-Tools?

Die soeben angesprochene Flexibilität ist ein ganz wichtiger Aspekt an unserem Programm. Darüber hinaus zeichnet Comsol Multiphysics die Möglichkeit aus – wie der Name schon sagt –, multiphysikalische Phänomene beliebig frei und in Echtzeit zu berechnen. Der Anwender kann sich so das gesamte gekoppelte System erschließen, wie es so häufig in der realen Welt auftritt. Dadurch, dass die gemeinsame Basis des Programms die Lösung von partiellen Differenzialgleichungen ist, ist es möglich, eine große Anzahl von Phänomenen zu untersuchen, die auf den ersten Blick scheinbar nicht viel miteinander zu tun haben. Bei anderen Systemanbietern sind für jedes dieser Phänomene Spezialprogramme notwendig, bei uns eben nicht.

Welche Anwender konnten Sie bisher überzeugen?

Welche Anwender konnten Sie bisher überzeugen?

Im akademischen Umfeld zählen fast alle deutschen Universitäten und Fachhochschulen zu unserem Kundenkreis. Ob Forschungsrichtungen des Bundes, wie BGR, BFS und BAM, die meisten Max-Planck-Institute, Helmholtz-Großforschungsinstitute, Fraunhofer-Institute oder die Forschungseinrichtungen in Karlsruhe, Jülich und Rossendorf, sie alle nutzen unsere Tools.

Auf welche kommerzielle Referenzkunden können Sie verweisen?

Die großen Global Player Siemens (Elektronikmagnetik), Bosch (alle Anwendungsfelder) und EADS (Strömungs- und Wärmesimulation) gehören seit Beginn unserer Vertriebsaktivitäten hierzulande zu unserer Klientel. Die Firmen Infineon und MTU sind kürzlich dazugestoßen, auch Henkel ist dabei. Sie sehen, wir decken mit unseren Lösungen eine große Zahl an Branchen ab. Die Brennstoffzellen-Entwicklung von Daimler nutzt Comsol Multiphysics ebenso wie Volkswagen. Auch Voest Alpine und Magna Steyr in Österreich, wo wir etwa 10 Prozent unserer Umsätze tätigen, sind Anwender. Von Continental Teves haben wir den bisher größten Einzelauftrag erhalten.

Wie kein anderer Systemanbieter hat sich Comsol den Multiphysik-Anwendungen verschrieben. Was hat Ihr Unternehmen dazu bewegt?

In der realen Welt können viele Phänomene nicht isoliert betrachtet werden. Nehmen wir das einfache Beispiel eines stromdurchflossenen metallischen Leiters. Durch den endlichen Ohm'schen Widerstand des elektrischen Leiters findet gleichzeitig eine Wärmeentwicklung statt. Es entsteht Reibungswärme, die der elektrischen Leitfähigkeit entgegenwirkt. Je höher die Temperatur wird, desto schlechter leitet der Draht. Die dritte Kopplung kommt dadurch zustande, dass aufgrund der thermischen Effekte auch eine mechanische Ausdehnung stattfindet, die zu mechanischen Spannungen und zu Deformationen führt. Das Konzept, die Realität möglichst genau im Programm abzubilden, haben wir von Anfang an verfolgt.

Inzwischen haben sich ja auch andere CAE-Systemanbieter „Multiphysik“ auf die Fahnen geschrieben. Was

Steil nach oben

1986 wurde das Mutterunternehmen Comsol AB von Svante Littmarck and Farhad Saeidi in Stockholm gegründet. Das Geschäftsmodell bestand in den Anfängen im Wesentlichen darin, die integrierte Softwareumgebung für technische Berechnungen, Matlab von MathWorks, in den nordischen Ländern zu vertreiben und weiterzuentwickeln. Eine dieser Erweiterungen war die PDE Toolbox, die 1995 auf den Markt gebracht wurde. Daraus ging im Jahr 1998 die Version Femlab 1.0 hervor, ein auf Matlab basierendes Programm für die Modellierung komplexer Aufgabenstellungen auf der Basis partieller Differenzialgleichungen. Die Vertriebsaktivitäten im deutschsprachigen Raum wurde im Jahr 2000 durch Bernhard Fluche begonnen. Ein Jahr später wurde die Femlab GmbH mit Sitz in Göttingen gegründet, der Fluche seitdem als Geschäftsführer vorsteht. Im Herbst 2005 wurde Femlab in Comsol Multiphysics umbenannt, um dem breiten Anwendungsspektrum der Software für wissenschaftliche Berechnungen besser gerecht zu werden. Im vergangenen Geschäftsjahr 2006 (Ende 31. Dezember) erwirtschaftete die Femlab GmbH einen Umsatz von 1,8 Millionen Euro. Die gesamte Firmengruppe setzte im gleichen Zeitraum weltweit Erlöse in Höhe von 15 Millionen Euro um. www.femlab.de

unterscheidet Ihren Ansatz davon?

Diese Firmen wählen meist einen sequentiellen Ansatz bei der Gleichungslösung. Die Phänomene werden getrennt voneinander nacheinander modelliert. Bei Comsol Multiphysics indes wird ein vollständig gekoppeltes Gleichungssystem simultan gelöst, was direkt invertiert werden kann, sodass die gegenseitigen Wechselwirkungen sofort berücksichtigt sind. Weiterhin sind bei den Produkten anderer Anbieter viele Multiphysikkopplungen schon vordefiniert, sodass es schwierig ist, diese zu modifizieren oder eigene gekoppelte Systeme zu erstellen.

Macht sich dies in der Genauigkeit der Rechnungen bemerkbar?

Auf jeden Fall, denn bei unserer Methode werden die Parameter nicht unabhängig voneinander bestimmt, sondern ihre wechselseitigen Abhängigkeiten ermittelt.

Wie ist Comsol Multiphysics insgesamt aufgebaut?

Das Programm besteht aus einem sehr leistungsfähigen Basispaket. Die flexible Handhabung von Berechnungsprozessen findet der Anwender dort bereits vor. Es stehen ihm verschiedene Vernetzungsalgorithmen, Löser, Visualisierungsmöglichkeiten zur Verfügung und die Möglichkeit, freie Oberflächen zu simulieren. Darüber hinaus gibt es eine ganze Reihe von Spezialmodulen, die nach Fach- und Anwendungsgebieten konzipiert wurden. Für elektromagnetische Anwendungen sind es die Module „AC/DC“ und „RF“ für die statische und quasi-statische Elektromagnetik sowie für die hochfrequente Wellenausbreitung, für den Bereich der Strömungssimulation und generell zur Analyse von Transportphänomenen das „Chemical-Engineering“-Modul, zur Behandlung des allgemeinen Wärmetransports einschließlich Wärmestrahlung und Strahlungsaustausch das „Heat-Transfer“-Modul. Für die Mikrosystemtechnik bieten wir das Modul „MEMS“ an, das ist so etwas wie ein „Best-of“-Modul, in dem die wichtigsten Applikationen der anderen Module zusammengefasst sind, da das Gebiet der Mikrosystemtechnik ein echtes Multiphysic-Gebiet ist. Für den Bereich der Geowissenschaften, meinem früheren Forschungsfeld, bieten wir das „Earth-Science“-Modul an, um beispielsweise das Strömungsverhalten von Grundwasser oder Schadstoffwege im Untergrund zu analysieren. Mit dem Modul „Structural Mechanics“ lassen sich strukturelle Fragestellungen wie Kontaktprobleme oder große Verbiegungen untersuchen. Das relativ neue „Acoustics“-Modul wendet sich an Berechner,



Full House. Die Veranstaltungen von Femlab sind gut besucht. Sie werden auch als wichtiges Marketing-Instrument eingesetzt.

die Schalausbreitung in Fluiden, Festkörpern oder Gasen untersuchen wollen.

Ist die Interoperabilität mit CAD-Systemen gewährleistet?

Ihre Frage zielt auf unser neu hinzugekommenes CAD-Import-Modul. Mit ihm lassen sich Geometrie-Daten aus professionellen CAD-Anwendungen wie Catia V5, Pro/Engineer oder Inventor einlesen. Übrigens existiert auch eine bidirektionale Life-Schnittstelle zu SolidWorks. Die importierten Dateien können auch nachbearbeitet werden, etwa um Lücken in den Patches zu schließen. Das neueste Produkt aus unserem Hause ist eine Materialbibliothek, die dem Anwender bis zu 2500 Materialien zur Verfügung stellt. Dabei wurden auch Abhängigkeiten, etwa von der Spannung oder Temperatur, berücksichtigt.

Auf die Ergebnisse der Berechnung hat es einen großen Einfluss, dass die richtige Vernetzung gewählt wurde. Wie gut ist also Comsols Mesh-Algorithmus?

Ein großer Fortschritt ist jetzt die Möglichkeit, dass Baugruppen getrennt und unabhängig voneinander vernetzt werden können. Früher war es unmöglich, die Bestandteile einzeln zu importieren und zu vernetzen. Nun ist es nicht mehr notwendig, gemeinsame Knotenpunkte zwischen den verschiedenen Berandungen zu definieren. Dies wird intern über eine Kopplung durchgeführt. Es lassen sich unterschiedliche Vernetzungsformen anwenden, sodass es kein softwaretechnisches Problem mehr ist, ein Teil eines

Gebiets mit Quadern und ein anderes mit Tetraedern, Prismen oder Hexaedern zu vernetzen.

Bisher sprachen wir ja im Wesentlichen über Features der aktuellen Version 3.3. Bei all der hier vorgestellten Funktionalität – bleibt da noch etwas übrig für die Version 3.4?

Keine Sorge, es ist noch genügend Raum für Verbesserungen und Erweiterungen. In der Version 3.3 wird die Parallelrechnung nur teilweise unterstützt, was bei Multicore-CPU-Rechnern wichtig ist. In der kommenden Version, die wir für den Herbst erwarten, wird diese Unterstützung auf sämtliche integrierte Solver und Vernetzungsalgorithmen ausgedehnt werden. Weitere Verbesserungen erwarten wir in Hinsicht auf Stabilität, Speicher-Management und Konvergenzverhalten der Löser, sodass diese noch effizienter als bisher arbeiten werden. Längerfristig streben wir eine generelle Erhöhung der Performance und die volle Parallelisierung an, also nicht nur in Hinsicht auf den eigentlichen Rechenprozess, sondern auch bei Pre- und Postprocessing.

Stichwort: Volle Parellellisierung. Bis wann wird sich der Anwender noch gedulden müssen?

Bis zum nächsten Jahr, denn dann werden wir die Version 4.0 auf den Markt bringen.

Vielen Dank für das Gespräch!

INTERVIEW: BERNHARD D. VAL-