

Die Spitze der Leistungspyramide bilden parallele Systeme wie das Blue Gene/P, das im Forschungszentrum Jülich steht. Zehntausende von Prozessoren werden hier über proprietäre Verbindungen superschnell zusammengeführt.



IM GESPRÄCH MIT MANOUSOS MARKOUTSAKIS, IBM

## »CAE ist raus aus der Exotenecke«

WEG MIT DEN PHYSIKALISCHEN VERSUCHEN – SIMULATIONS-LÄUFE SPAREN GELD

Ein Trend im High Performance Computing (HPC) sind die Entwicklung und Nutzung von Multi-physics-Simulationen. Die neuen Methoden erfordern verlässliche Algorithmen von den Softwareherstellern sowie Rechner, die mit den Applikationen umgehen können. Im Gespräch mit Manousos Markoutsakis erfahren wir, in welche Richtung sich HPC in Zeiten der Wirtschaftskrise und der immer stärker werdenden Rechner entwickelt.

**CAD CAM:** Wie wichtig ist HPC im Zeichen der Krise, die ja gerade im Automobilbereich negative Auswirkungen hat? Sparen die Autohersteller nicht vielmehr an großen und teuren Rechnern?

**Markoutsakis:** Nein, die Computergestützte Simulation (CAE) hat sich neben dem physikalischen Versuch als zweite Säule etabliert. CAE ist aus der Exotenecke heraus in den strategischen Fokus gerückt.

Gerade jetzt wollen die Hersteller (OEMs) durch das Ersetzen physikalischer Versuche Geld sparen. In den letzten vier bis fünf Jahren ist die installierte Rechenleistung geradezu explodiert. Parallel dazu ha-

ben sich die Algorithmen und die Software im CAE-Bereich immer weiter verbessert, sodass es inzwischen möglich ist, aufwendige physikalische Versuche durch Simulationsläufe zu ersetzen.

**CAD CAM:** Welche Art von Versuche betrifft das?

**Markoutsakis:** Alle Sparten von der Aerodynamik der Außenhaut über Kühlluftführung im Motorraum, Verbrennungs- oder Einspritzvorgänge im Zylinder bis hin zur Komfortluftverteilung im Innenraum sowie zu akustischen und Festigkeitsanalysen oder Crashtests und Fußgängerschutz.

Dabei haben die Simulationsspezialisten die Pflicht, mit ihren Berechnungen Voraussagen mit einer Ungenauigkeit von weniger als zehn Prozent zu erreichen. Das entspricht den Streuungen, die auch im Experiment auftreten. Die Qualität der Simulation ist also mit der des Experiments vergleichbar. Hierfür müssen die Netze der FEM-Modelle fein gewählt sein. Das wiederum setzt eine entsprechende Rechenleistung voraus, wenn man sinnvolle Antwortzeiten erhalten will.

**CAD CAM:** Welche Trends zeichnen sich derzeit im HPC ab?

**Markoutsakis:** Erstens rücken das effiziente Nutzen und Speichern von Simulationsdaten stärker in den Fokus. Die Unternehmen haben erkannt, dass die CAD- und CAE-Datensätze der wichtigste Wert im Produktentstehungsprozess sind. Mit PLM-Systemen haben sie eine Infrastruktur geschaffen, um die Daten über den ganzen Produktlebenszyklus hinweg nutzbar zu machen.

Ein ähnlicher Schritt steht jetzt bezüglich der CAE-Simulationsdaten an. Ein Autohersteller hat in einer internen Studie festgestellt,

dass eine intelligente Datenhaltung, die einen raschen Zugriff und ein reibungsloses Arbeiten mit diesen Informationen ermöglicht, hilft, rund 30 Prozent der täglich benötigten Zeit zu sparen.

Es stellt sich deshalb nicht mehr die Frage, ob Berechnung eingesetzt wird, sondern wie. Also, wie komme ich schnell an die richtigen Daten, wie gewährleiste ich den Zugriff auch nach Jahren, und wie lässt sich das gesammelte Wissen nutzbar machen? Seit einiger Zeit scheinen sich OEMs verstärkt für Simulationsdatenmanagement zu interessieren. Es fällt auf, dass es häufig nicht etwa die großen, sondern die kleinen und mittelständischen Firmen sind, die heute schon CAD- und CAE-Daten effizient nutzen. Dies gilt auch insgesamt für die Integration von CAD und CAE. In der Regel haben KMU keine separate Berechnungsabteilung, sondern nutzen verstärkt externe Dienstleister oder die Berechnungen werden gleich am Arbeitsplatz des Konstrukteurs absolviert.

Der zweite Trend ist die Entwicklung und Nutzung von Multiphysics-Simulationen. Moderne CAE-Modelle sind bereits sehr genau und die dazu notwendigen Supercomputer verfügbar. Um realistischere Simulationsergebnisse zu erzielen, reicht es nicht mehr aus, CAE-Modelle zu verfeinern. Vielmehr muss man die verschiedenen Simulationen aneinander koppeln, siehe zum Beispiel die Fluid-Strukturanalyse- oder die

Crash-Strukturanalyse-Kopplung. Diese neuen Methoden erfordern verlässliche Algorithmen von den Softwareherstellern sowie HPC-Rechner, die robust mit Applikationen umgehen können und Prozessoren, Hauptspeicher und E/A zu nutzen wissen.

**CAD CAM:** Sehen Sie einen Stillstand bei der Nutzung der Supercomputer, oder würden Sie sogar behaupten, dass der Bedarf an ihnen sinkt?

**Markoutsakis:** Im Gegenteil, die Rechenanforderungen an die Supercomputer werden ständig höher. Wir haben es noch nie erlebt, dass eine neue Maschine nicht nach zwei oder drei Monaten am Anschlag lief. Während Mail- oder Fileserver eine durchschnittliche Auslastung von 15 Prozent erreichen, arbeiten Berechnungsserver in der Regel rund um die Uhr bei rund 90 Prozent, das bedeutet Vollauslastung.

Allein durch die Anforderung, dass die Simulation so realitätsgetreu wie möglich sein soll, werden die FEM-Netze immer feiner und die Berechnungen immer aufwendiger. Hinzu kommt, dass immer häufiger multidisziplinäre Berechnungen durchgeführt werden.

Veranschaulichen lässt sich das zum Beispiel anhand der Heckflügel von Formel-1-Autos. In Kurven wünscht man sich möglichst steile Flügelstellungen, um Abtrieb zu erzeugen. Auf der Geraden hingegen soll der Flügel so flach wie

möglich sein und geringen Luftwiderstand erzielen. Die inzwischen wieder verbotene Lösung war ein Flügel, der durch den Winddruck bei höheren Geschwindigkeiten flach gepresst wurde. Um so etwas genau definiert zu konstruieren, muss man die aerodynamischen Kräfte präzise ermitteln und als Eingangswert in die Festigkeitsberechnung des Flügels einfließen lassen. Dies bei verschiedenen Geschwindigkeiten zu berechnen, erfordert einen massiven Einsatz von Hochleistungsrechnern.

Eine weitere rechenintensive Methode ist die automatische Optimierung, und hier vor allem die multidisziplinäre Optimierung. Dabei werden der Software ein Ausgangsmodell sowie eine Reihe von Anforderungen übergeben. Die Berechnungssoftware optimiert die Form und alle anderen physikalischen Größen so lange, bis die gewünschten Eigenschaften bei geringst möglichem Aufwand erreicht werden.

Wie wichtig den OEMs und Zulieferern das Hochleistungsrechnen ist, unterstreicht die Gründung des Automotive Simulation Center Stuttgart e.V., zu dessen Mitgliedern etwa Daimler, Porsche oder Opel, Soft- und Hardwarehersteller sowie das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart zählen. Ziel ist es, mithilfe von Simulationsforschung die Weiterentwicklung von Simulationstools für die Bedürfnisse der Automobilindustrie zu beschleunigen. Auch wir sind Mitglied.

**CAD CAM:** Was tut sich auf der Hardwareseite, um mit den wachsenden Anforderungen Schritt zu halten?

**Markoutsakis:** Im CAE-Umfeld werden zu rund 90 Prozent Cluster auf Basis von x86-Prozessoren von

»DIE UNTERNEHMEN HABEN ERKANNT, DASS DIE CAD- UND CAE-DATENSÄTZE DER WICHTIGSTE WERT IM PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESS SIND.«

(M. MARKOUTSAKIS, SALES, IBM)



Intel oder AMD eingesetzt, da sich die FEM-Simulationen gut auf viele Prozessoren aufteilen lassen. Übrigens gewinnen Windows-Cluster gegenüber den bisher fast ausschließlich eingesetzten Linux-Clustern an Bedeutung.

Die Schwachstelle bei Clustern ist oft die Anbindung der einzelnen Rechnerknoten an externe Festplattenspeicher. Wenn hohe E/A-Leistung erforderlich ist, kommen in der Regel SMP-Systeme unter Unix zum Einsatz, beispielsweise mit IBM-Power6-Prozessoren. Die Spitze der Leistungspyramide bilden parallele Systeme wie das Blue Gene/P im Forschungszentrum Jülich, die Zehntausende von Prozessoren über proprietäre, superschnelle Verbindungen zusammenführen.

Wir arbeiten beständig an der Weiterentwicklung aller drei Klassen von HPC-Rechnern. Für eine Anbindung an externe Speichersysteme über Standard- oder HPC-

Netzwerke setzen wir auf parallele Filesysteme wie GPFS oder SofS, die den gleichzeitigen und ausfallsicheren Zugriff vieler Rechner mit unterschiedlichen Betriebssystemen ermöglichen.

Neu ist das IBM-iDataPlex-System, in dem Standard-Intel-Server zu einem Cluster zusammengefasst werden. Da die Rechner nur halb so tief wie sonst üblich sind, lassen sie sich besser kühlen. Eine optionale Kühltür senkt die Temperatur der angesaugten Luft, um so die Effizienz der Kühlung weiter zu steigern. Schließlich sorgen Netzteile mit einem Wirkungsgrad von über 95 Prozent für eine möglichst optimale Energienutzung. Insgesamt kann man bis zu 30 Prozent an Strom einsparen. JRü, RSt



[www.ibm.com](http://www.ibm.com)

Diesen Artikel finden Sie auf unserer Homepage [www.cad-cam.de](http://www.cad-cam.de) unter der Dokumentennummer CC110033.

