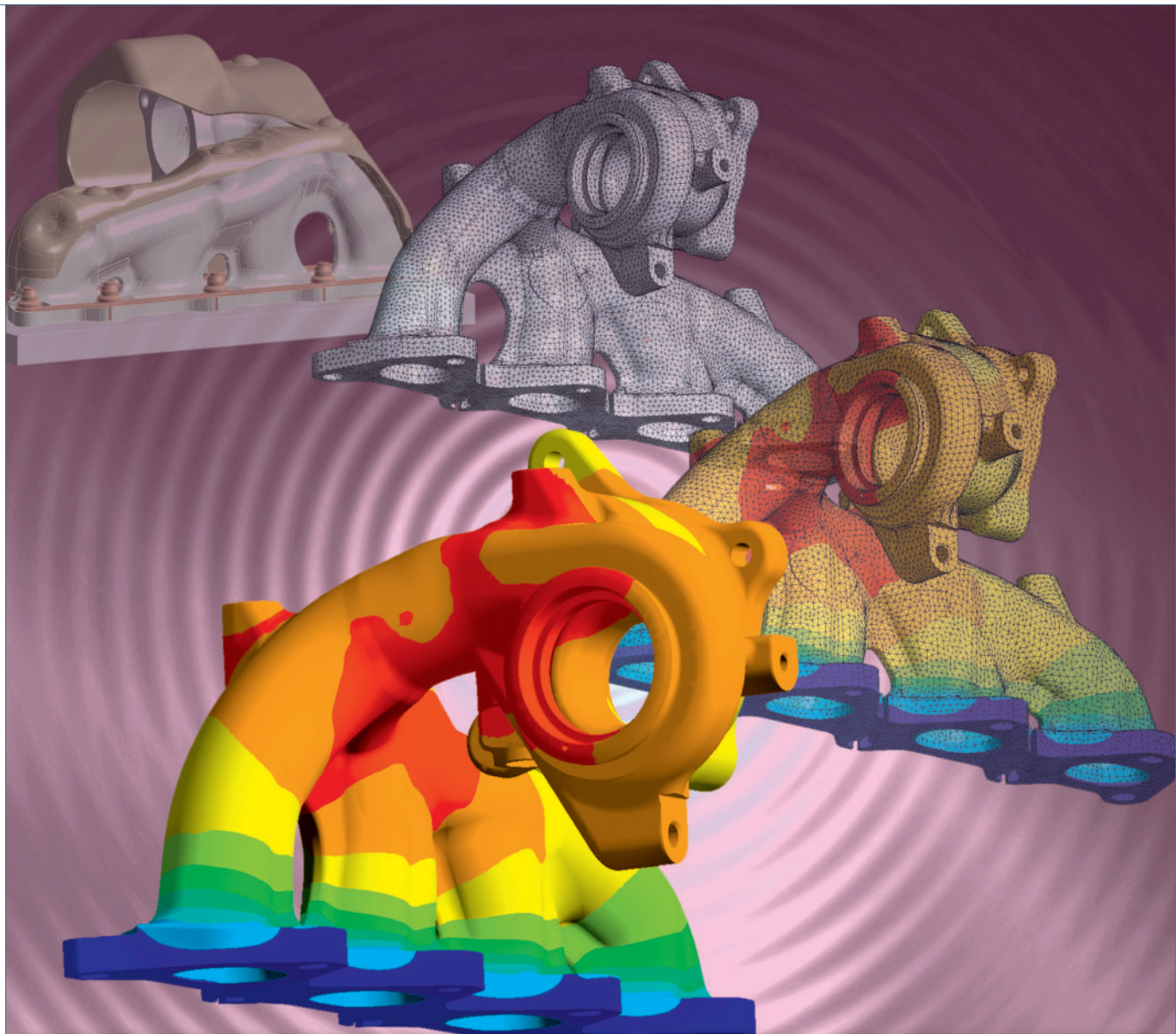


CAD CAM

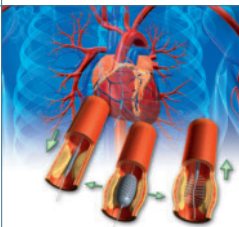
TRENDS - TECHNOLOGIEN - BEST PRACTICE

CAD CAM TRENDS · TECHNOLOGIEN · BEST PRACTICE 5-6 2010



ANSYS High Performance Computing **ANSYS** **CADFEM** **MicroConsult Engineering**

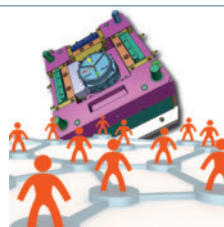
TREND: GREEN ENGINEERING 26 UND 34



CFD-SIMULATION

Damit alles im Fluss bleibt:
Entwicklung von Stents mit SimXpert

29



VISUALISIERUNG

In Bildern sprechen:
Mit SpinFire Professional CAD-Daten auch jenseits der Konstruktion nutzen

12



HPC

Demokratisch:
Microsoft will HPC für alle. Im Gespräch mit Jeff Wierer

46



Ansys HPC – Grundlagen und praktische Erfahrungen

Die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens wird maßgeblich von seiner Innovationskraft, der Funktionalität, Sicherheit, Qualität und Langlebigkeit seiner Produkte und von seiner Fähigkeit, diese schnell zur Marktreife zu bringen, bestimmt. Die Rolle der Simulation wird hier generell immer wichtiger, wobei High-Performance-Computing-(HPC-)Anwendungen in den Fokus rücken.

Gekoppelte Simulation von Strömung und nichtlinearer Strukturmechanik zur Bewertung der temperaturinduzierten Spannungen eines Abgaskrümmers. (Bild: Volkswagen)

Autoren: Dr. Herbert Güttler, MicroConsult, und Gerhard Friederici, Cadfem

GROSSE MODELLE – HOHE ANFORDERUNGEN. Um gegenüber einer Versuchsanordnung mit Prototypen gleichzuziehen, erfordert eine Computersimulation eine detaillierte und realitätsnahe Modellbildung. Da eine sehr feine Vernetzung der zu untersuchenden Struktur zu einem größeren Gleichungssystem führt, das bei der Verarbeitung am Computer höhere Rechenzeiten und Speicheranforderungen beansprucht, können Berechnungen von besonders großen Modellen mehrere Tage dauern.

DANK DER HPC-TECHNOLOGIE KÖNNEN ANWENDER SEHR GROSSE BAUGRUPPEN MIT EINEM HOHEN DETAILIERUNGSGRAD BERECHNEN. ES ENTSTEHT DADURCH KEIN AUFWAND FÜR EINE MODELLVEREINFACHUNG. KOMPROMISSE IN FORM EINES GROBEN BERECHNUNGSMODELLS SIND DAMIT PASSÉ.

HPC kann hier gegensteuern. Der Simulationsspezialist Ansys bietet in dem Kontext seinen Nutzern mit der Lizenzierung von Ansys HPC eine leistungsfähige Lösung an.

Wann HPC sinnvoll ist

Die Schnelligkeit von HPC basiert zunächst auf der parallelen Bearbeitung der Analyse auf mehreren Prozessoren. Auf einer Mehrprozessor-Workstation oder einem Compute Cluster wird die gesamte Berechnungsaufgabe aufgeteilt und von den verfügbaren Prozessorkernen gleichzeitig gelöst.

Die dafür notwendigen Distributed-Memory-Parallel-(DMP-)Solver für strukturelle Anwendungen haben sich in Ansys 12.1 deutlich verbessert. Jetzt steht zum Beispiel für nichtlineare Kontaktprobleme ein neuer Trim-Algorithmus zur Verfü-

gung, mit dem sich die vorhandenen Kontaktbereiche im Finite-Elemente-Modell auf die einzelnen Prozessorkerne (Domain Decomposition) wesentlich effizienter aufteilen lassen. Auf diese Weise senken sich die Latenzzeiten beim parallelen Lösen des Gleichungssystems. Ergebnis ist eine ausgewogene, gleichmäßige Verteilung im Cluster.

Dank der HPC-Technologie können Anwender sehr große Baugruppen mit einem hohen Detaillierungsgrad berechnen. Es entsteht dadurch kein Aufwand für eine Modellvereinfachung. Kompromisse in Form eines groben Berechnungsmodells gehören damit der Vergangenheit an. Stattdessen wird die Struktur nahezu realitätsgetreu abgebildet, was zu Systemen mit rund 20 Mio. Freiheitsgraden führen kann, die mit der HPC-Funktionalität von Ansys 12.1 sehr gut beherrschbar sind.

Neben Schnelligkeit, Modellgröße und Genauigkeit spielt auch

das physikalische Problem eine wichtige Rolle beim HPC-Einsatz. Mit Ansys HPC lassen sich auch Berechnungsaufgaben mit einem extrem hohen Komplexitätsgrad, zum Beispiel im Bereich Multiphysik, in einem darstellbaren Zeitfenster bearbeiten.

Neben Ansys 12.1 setzt HPC ein geeignetes Betriebssystem voraus. Im Windows-Bereich verwendet man Microsoft HPC Server 2008. Dies ist eine Erweiterung von Windows Server 2008 für parallelisierte Applikationen.

Auf jedem Cluster-Knoten wird dieses Betriebssystem installiert. Über die MPI-(Message-Passing-Interface-)Software kommunizieren die einzelnen Cluster-Knoten untereinander beziehungsweise mit dem Head Node. Integrierte Tools (HPC Cluster Manager, HPC Job Manager) sind beim Einrichten des Clusters und beim Verwalten der Rechenjobs hilfreich. Als Alternative für den Clusterbetrieb mit Ansys HPC steht Unix/Linux zur Verfügung.

Wie funktioniert die Abarbeitung eines HPC-Jobs mit Ansys Workbench? Zunächst braucht man einen Ansys-Workbench-Client, quasi als Frontend, der mit dem Cluster verbunden ist. Hier wird auch das Pre- und Postprocessing für die Berechnung durchgeführt. Ist das Modell erstellt, wird der Rechenlauf zum HPC-Cluster geschickt. Ansys hat dafür mit dem RSM (Remote Solve Manager) ein eigenes Tool entwickelt. Der RSM übermittelt die Daten an die Compute Nodes für die Berechnung und holt die Ergebnisse (Result-Files) wieder auf den Workbench Client zurück. Zudem verwaltet RSM auch die Ansys Job Queue (Warteschlange), wo Anwender den Status aller Ansys Jobs einsehen können.

Erfahrungen aus Anwendersicht

Im Folgenden sollen hier nun noch einige praktische Erfahrungen des Unternehmens MicroConsult geschildert werden, das sich in den

letzten zehn Jahren als Berechnungsdienstleister etabliert hat. Derzeit besteht die Hardware bei MicroConsult aus insgesamt 24 Server Nodes mit zusammen 188 CPU-Cores und 1,3 TB Hauptspeicher.

Ein Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit von MicroConsult ist das Durchführen von Lot-Kriech-Berechnungen (Creep) als Methode für Lebensdauerprognosen in der Aufbau- und Verbindungstechnik. Creep-Berechnungen sind numerisch aufwendig, da sie die Berechnung von rund 1000 Iterationen bei Modellen mit 5 bis 10 Mio. Freiheitsgraden erfordern. Als Gleichungslöser setzt MicroConsult daher den Ansys DSparse Solver (Distributed Sparse) ein. Die Modelle bestehen ausschließlich aus Solid-Elementen, wobei keine veränderlichen Kontakte vorhanden sind.

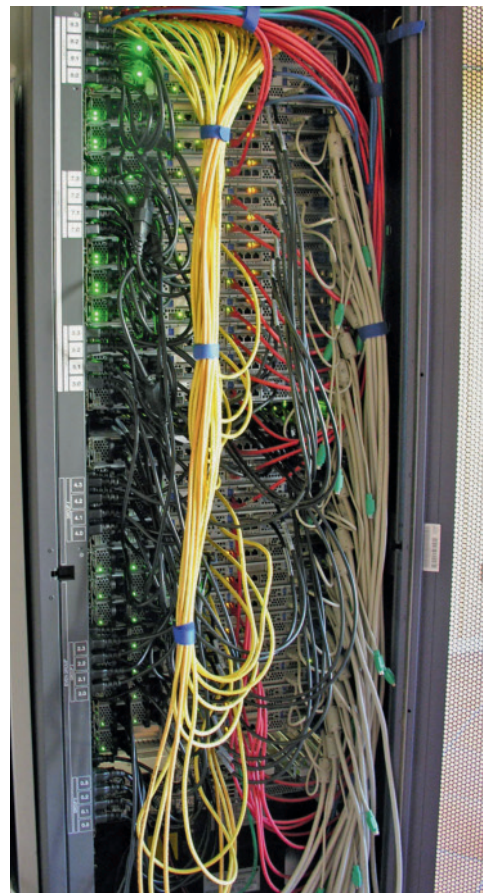
Extrem verkürzte Rechenzeiten

Die Einführung von Ansys 12 in Kombination mit massiver Parallelisierung hat es ermöglicht, die Rechenzeiten um mehr als eine Größenordnung zu reduzieren. So verkürzten sich die Laufzeiten von rund einer Woche auf Berechnungen über Nacht.

Entscheidend dafür waren mehrere Faktoren: Als erster Faktor sind die Änderungen im Code von Ansys Release 12 zu nennen, mit denen man eine fast ideale Skalierung bei der Faktorisierung (dem wesentlichen Zeitfaktor bei der Gleichungslösung) erreicht. Nach den bisherigen Erfahrungen von MicroConsult skaliert ein Problem ohne Kontakte so lange nahezu linear, wie die anderen (Zeit-)Beiträge zur Gesamtlösung zu vernachlässigen sind.

Als zweiter Faktor sind die Speicher-Zugriffszeiten wesentlich. Auch mit der heute verfügbaren Technik wie Solid State Disks liegen die Zugriffszeiten und Datenraten bei Datenspeichern immer noch mehr als eine Größenordnung höher als beim Zugriff auf den Arbeitsspeicher (RAM). Die Kosten für Arbeitsspeicher fielen im Laufe der

letzten zwölf Monate nochmals stark. Arbeitsspeicher von 1000 GB und mehr werden damit möglich beziehungsweise finanzierbar. Die Möglichkeit, mit Ansys Incore – also ohne Auslagerung auf eine Festplatte – zu rechnen, ist eine Voraussetzung für effizientes Rechnen. Für Modelle, die sich nicht für iterative Solver eignen und einen direkten Solver benötigen, ist ausreichender Hauptspeicher eine Grundvoraussetzung. Je nach Modell und

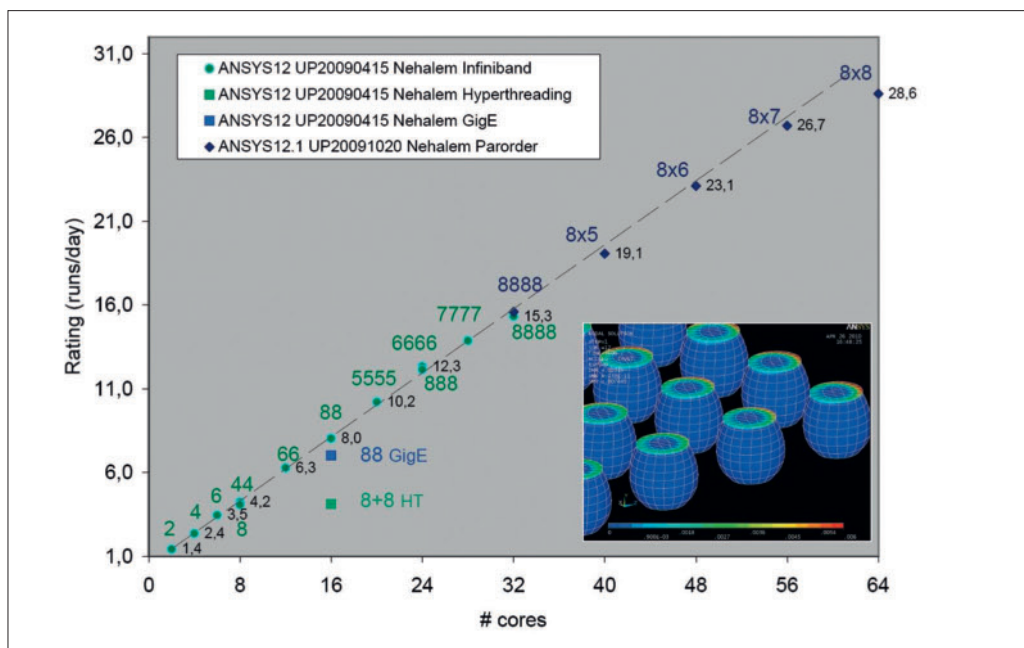


HPC-Serverausstattung bei MicroConsult: Acht Intel-Harpertown-Systeme mit 60 Cores, 432 GB RAM, 16 Intel-Nehalem-Systeme (SUN X4170) mit insgesamt 128 Cores, 912 GB RAM, jeweils mit einem lokalen Raid-0-Disk-Array und Infiniband Interconnect zwischen den Servern. (Bild: MicroConsult)

Anzahl der verwendeten CPU-Cores kann ein Simulationsproblem mit 25 Mio. Freiheitsgraden mit dem Ansys Distributed Sparse Solver einen Speicherbedarf von 500 GB und mehr entwickeln.

Auch mit den heute verfügbaren Größen für Speichermodule ist es nicht möglich, Arbeitsspeicher von

Seit 2007 haben die HPC-Experten von MicroConsult die Performance von Ansys auf unterschiedlicher Hard- und Software für Lot-Kriech-Untersuchungen bestimmt. Die Modellgröße liegt bei 4 Mio. DOFs. Bis heute hat sich die typische Modellgröße verdoppelt. Mit Ansys 12.1, Intel-Nehalem Hardware und Infiniband Interconnect wird bei diesen Creep-Berechnungen ein nahezu lineares Skalierungsverhalten bis 64 Prozessorkernen erreicht. (Bild: MicroConsult)



mehr als 144 GB in einem einzelnen (Dual-Socket-)Server-Gehäuse zu realisieren. Jedoch steht mit Infiniband Interconnect eine Technik zum Koppeln einzelner Server zur Verfügung, die den Zugriff auf entfernten Speicher mit Datenraten und Latenzzeiten ermöglicht, die sich nicht mehr substantiell von denen auf dem lokalen Speicher unterscheiden. Mit der Clusterrung von Server Nodes ist der dritte Faktor genannt, denn dadurch wird es möglich, nahezu beliebige Rechenleistung durch Kombination von Standard-Hardware relativ preisgünstig zu generieren.

Als vierter Faktor kommt die Ausstattung mit Infiniband-Netzwerkarten gemeinsam mit einem Switch ins Spiel. Dies stellt zwar eine zusätzliche Investition dar – die Kosten dafür belaufen sich auf etwa 200 Euro pro Core –, doch fallen sie im Vergleich zu den übrigen Investi-

tionen in Hardware und Software nicht sehr ins Gewicht. Mehr als zwei Server Nodes mit je vier Cores über Gbit Ethernet zur verbinden, ist unter Leistungsgesichtspunkten nicht sinnvoll. Schließlich stellen als fünfter Faktor die aktuellen CPUs von Intel und AMD mit ihren Speichercontrollern genügend Bandbreite bereit, um auch Multicore-CPU's mit vier oder mehr Cores mit Daten zu versorgen.

Nicht nur auf die schnellsten Prozessoren setzen

Eine grundlegende Änderung in der Lizenzpolitik von Ansys muss als sechster Faktor genannt werden, denn ohne sie wäre hochparalleles Rechnen aus Kostengründen nicht wirtschaftlich. Durch die mit Ansys 12.1 eingeführten HPC Packs wurde die bis dahin gültige Lizenzierung pro Core durch ein Stufenmodell abgelöst. Bezüglich der Lizenz-

kosten ist es also unerheblich, ob eine Rechnung auf neun bis 32 beziehungsweise 33 bis 128 CPU-Cores durchgeführt wird.

Damit ist ein Paradigmenwechsel verbunden: War es bisher unter Preis-Leistungs-Gesichtspunkten sinnvoll, die schnellsten Prozessoren zu kaufen, so kann es heute sinnvoll sein, für das gleiche Geld eine größere Anzahl langsamerer CPUs zu wählen, die auch das elektrische und thermische Budget weniger belasten.

Die Verfügbarkeit von Rechenleistung in diesem Umfang öffnet die Tür zu einem weiteren Anwendungsgebiet: Statt ein einzelnes Problem mit maximaler Rechenleistung zu bearbeiten, lassen sich mehrere Varianten eines kleineren Modells parallel berechnen. So ist es möglich, die Stabilität des untersuchten Problems gegen Schwankungen in den Eingangsgrößen im Sinne einer Sensitivitätsanalyse zur Bewertung kritischer Parameter zu analysieren und zur Erzielung eines robusten Designs zu verbessern. Die Varianten generiert rechnergestützt ein Optimierungs-Tool wie etwa optiSLang.

DIE UNTERNEHMEN

MICROCONSULT GMBH UND CADFEM GMBH. Berechnungsdienstleister MicroConsult existiert seit zehn Jahren. Zu den Schwerpunkten gehören Lot-Kriech-Berechnungen (Creep) als Methode für Lebensdauerprognosen in der Aufbau- und Verbindungstechnik. Das Unternehmen verfügt über umfassende Kompetenzen und eine Hard- und Softwareausstattung im Bereich von struktur- und strömungsmechanischen HPC-Anwendungen.

Cadfem bietet mit rund 100 Berechnungsingenieuren auf dem Gebiet der numerischen Simulation seit 25 Jahren ein umfassendes Spektrum an Softwarelösungen, Seminaren und Consultingdienstleistungen. Als Ansys Competence Center FEM mit den Schwerpunktthemen ›Strukturmechanik‹ und ›Multiphysik‹ ist Cadfem Partner von Ansys im deutschsprachigen Raum sowie in Osteuropa.

@ www.cadfem.de/hpc/
www.micro-consult.de
 Diesen Artikel finden Sie auf unserer Homepage
www.cad-cam.de unter der Dokumentennummer CC110132.