

Automobilbau: Linux-Cluster sorgt für schnellere Entwicklung

Mit dem Cabrio im virtuellen Windkanal

Der Osnabrücker Karosseriebauer Wilhelm Karmann GmbH nutzt für die Strömungs- und Crash-Simulationen einen Linux-Cluster aus IBM xSeries Servern. Die leistungsstarke Plattform überzeugt durch ein herausragendes Preis-Leistungs-Verhältnis und reduziert die Rechenzeiten deutlich, so dass Karmann seinen Kunden wesentlich schnellere Entwicklungszyklen bieten kann.

Die Zeit der kernigen Cabrios ist vorbei. So beflügelnd das ursprüngliche Gefühl der Freiheit im reißenden Fahrtwind für manche auch sein mag, die Käufer bevorzugen heute offene Wagen, mit denen die Frisur auch bei Tempo 100 und mehr unbeschadet bleibt und eine Frühlingsausfahrt nicht gleich zu Schnupfen, Halsstarre und tränenden Augen führt.

Das weiß man auch bei der Osnabrücker Wilhelm Karmann GmbH. Der traditionsreiche Karosseriebauer, dessen Name noch heute mit dem legendären Karmann Ghia verbunden wird, gilt als Spezialist für das Design, die Entwicklung und die Serienproduktion von Nischenfahrzeugen wie Cabriolets und Coupés. Hier laufen unter anderem das Mercedes-Benz CLK Cabrio, das Audi A4 Cabriolet und das Chrysler Crossfire Cabrio und Coupé vom Band, für die Karmann auch bei der Entwicklung Pate stand.

Virtuelle Simulation statt Windkanal

Gerade bei den Cabriolets sind ein strömungsgünstiges Design und Hilfsmittel wie Windschotts gefragt, die dafür sorgen, dass der Innenraum möglichst windstill bleibt. Hierfür waren bislang Windkanalversuche unersetzlich, doch aus Zeit- und Kostengründen werden diese Untersuchungen zunehmend in den Rechner verlagert.

Bei Karmann erfolgen die Strömungsberechnungen mit dem Simulationsprogramm Powerflow. Dabei werden die das Auto umgebenden Strömungsschichten im Rechner in bis zu 25 Millionen virtuelle Raumsegmente – sogenannte Voxel – zerlegt, die untereinander in Beziehung stehen. Für jedes Segment wird in

der Simulation ein Strömungsvektor berechnet, so dass für jeden Punkt am Auto Windrichtung und -stärke bekannt werden.

Altes System überfordert

Die aerodynamischen Simulationen dienen als wichtiges Kontrollinstrument für die Entwicklung neuer Fahrzeuge, beispielsweise bei der Positionierung eines Windschotts. Sie stellen besonders die Hardware vor große Herausforderungen und brachten die vorhandene Infrastruktur – immerhin ein nur knapp vier Jahre alter Parallelrechner IBM RS/6000 SP mit 8 Knoten unter AIX – an die Belastungsgrenze.

"Die Strömungsberechnungen sind in den letzten Jahren wesentlich umfangreicher und detaillierter geworden", berichtet Norbert Schulte-Frankenfeld, der als Leiter "Virtuelle Funktionsauslegung" in der Technischen Entwicklung von Karmann für die Gesamtfahrzeugsimulationen verantwortlich ist. "Als Ergebnis wird ein Datensatz von bis zu zwei Gigabyte ausgegeben – so eine Berechnung dauerte auf der alten Umgebung länger als eine Woche."

Schnelligkeit ist gefragt

Auch die Performance der Crash-Simulationen, die mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) durchgeführt werden, blieb zuletzt unbefriedigend. "Bei Einführung der RS/6000 dauerte die Berechnung einer derartigen Unfallsimulation knapp einen Tag", erinnert sich Schulte-Frankenfeld. "Inzwischen waren die Anforderungen an die Modelle so gewachsen, dass die Ergebnisse erst nach zwei oder drei Tagen vorlagen."

Doch die immer kürzeren Modellzyklen in der Automobilindustrie erfordern immer schnellere Entwicklungszeiten für neue Fahrzeuge. "Da zählt jeder Tag", so Diplomingenieur Schulte-Frankenfeld. "Wir mussten die Rechnerzeiten deutlich reduzieren, um besser im Wettbewerb bestehen zu können."

Überzeugendes Preis-Performance-Verhältnis

In einer Ausschreibung Anfang 2003 sollte deshalb eine neue Plattform für das High Performance Computing (HPC) bei Karmann gefunden werden. IBM bot in Zusammenarbeit mit dem Kerpener Lösungspartner RZnet AG die Einrichtung eines Linux-Clusters auf der Basis von Servern des Typs IBM xSeries

335 und 345 an. Die Lösung konnte sich schließlich gegen renommierte Wettbewerber durchsetzen. "Insbesondere das Preis-Leistungs-Verhältnis der Kombination aus Hardware und Betriebssystem hat uns überzeugt", berichtet Stefan Kruthaup, Leiter IT-Infrastruktur bei Karmann. "Kein anderes Angebot – Unix-Derivate auf vergleichbarer Hardware – konnte die vorgegebene Performance zu so günstigen Preisen erreichen." Darüber hinaus war die HPC-Kompetenz der IBM und der Lösungspartner ausschlaggebend für die Entscheidung der IT-Experten von Karmann.

Der Schritt unter die Top-500

Nachdem im April des Jahres der Zuschlag erteilt war, ging alles sehr schnell. Die insgesamt 117 Server mit je zwei Prozessoren mit 2,8 GHz und 2 bis 4 GB DDR-RAM wurden bis Anfang Juni bei RZnet in den Racks installiert. Dort erfolgte auch die Installation des Betriebssystems Linux, für das zwei U3 SCSI-Laufwerke mit je 73 GB zur Verfügung stehen. Als temporärer Speicher für die Daten- und Ergebnisfiles der Simulationsberechnungen dienen drei IBM xSeries EXP 300 mit 2,5 TB. Weitere Server werden für Administration, Jobverteilung und Lizenzverwaltung genutzt.

Für das Loadbalancing, also die Verteilung der Rechenjobs auf die einzelnen Knoten und die optimale Auslastung des Clusters, kommt die Software LSF-Multicluster des kanadischen Herstellers Platform Computing zum Einsatz. Sie wurde – ebenso wie das Tool Venus für die Cluster-Administration – vom Tübinger Softwarehaus science +computing ag (s+c) geliefert und installiert. Die Experten für HPC und Linux-Cluster übernahmen auch das Feintuning und den Test des Systems. Mit Erfolg: "Beim Benchmarktest wurden die Vorgabewerte um fünf Prozent übertroffen", schildert IBM-Projektleiter Ralf Ahlers. "Damit befand sich die Installation zum damaligen Zeitpunkt auf Platz 256 der Top-500-Liste der schnellsten Rechner der Welt." Schließlich wurde das komplette System abgebaut, zum Kunden transportiert und dort wieder aufgebaut. "Anfang Juli konnten wir den Cluster betriebsbereit an Karmann übergeben", so Ahlers.

Schnelles Feedback auf Entwurfsvarianten

Seitdem bewährt sich die Plattform im harten Alltagsbetrieb.

Und die Performance ist um ein Mehrfaches gestiegen. Die Strömungsberechnungen mit Powerflow werden in zwei bis drei Tagen statt über einer Woche erledigt und können erstmals sinnvoll in den Entwicklungsprozess einfließen. Die Dauer der Crashsimulationen verkürzte sich von drei Tagen auf zehn Stunden. "So können wir im Tagesrhythmus wichtige Entwicklungsschritte vollziehen", erläutert Simulationsexperte Schulte-Frankenfeld. "Tagsüber wird eine neue Variante diskutiert, nachts läuft die Crashsimulation, und am nächsten Morgen liegen die Ergebnisse vor." Die Konstruktionsabteilung erhält so ein schnelleres und besseres Feedback und kann die Entwicklungszeiten weiter verkürzen.

Mehr Leistung bei weniger Kosten

Der Hochleistungsrechner konnte bereits zum Erfolg aktueller Projekte beitragen. Schulte-Frankenfeld: "Der Chrysler Crossfire wurde in nur 18 Monaten entwickelt – das wäre ohne die virtuellen Strömungs- und Crashsimulationen nicht möglich gewesen."

Stefan Kruthaup freut sich vor allem über den reibungslosen Ablauf des Projekts. "Sowohl IBM als auch die Dienstleister RZnet und s+c haben einen guten Job abgeliefert", bestätigt der Leiter IT-Infrastruktur. Besonders eindrucksvoll sind für ihn die überraschend niedrigen Kosten der Installation: "Unter dem Strich ist sie sogar günstiger als das alte System."

Anforderungen wachsen weiter

Nach dem Spiel ist vor dem Spiel. Bereits jetzt machen sich die Ingenieure bei Karmann Gedanken über die nächste Rechnergeneration. "Die Simulationen werden immer umfangreicher, der Zeitdruck im internationalen Wettbewerb wächst," so Norbert Schulte-Frankenfeld. "Was zählt, ist die Geschwindigkeit".

Einen Lösungsansatz zeigt IBM-Mann Ahlers auf: "Grid-Computing wird derzeit für HPC-Anwendungen heiß diskutiert." Bei diesem Konzept – Grid bedeutet Netz oder Gitter – wird auf vernetzte Rechner gesetzt, die durchaus an unterschiedlichen Standorten weltweit stehen können. Aufwändige Berechnungen, die auf einzelnen oder wenigen Servern Tage dauern, könnten so auf viele leistungsstarke Rechner verteilt und in deutlich kürzerer Zeit erledigt werden. "Denkbar wäre

zum Beispiel, dass die vielen Server, die bei Karmann an mehreren Standorten tagsüber genutzt werden, nachts über ein virtuelles Cluster für die Simulationen verwendet werden", erläutert Ralf Ahlers. "Ähnliche Modelle werden schon jetzt von Forschungseinrichtungen und großen Automobilherstellern genutzt."

Zukunftsmodell Grid Computing

Ein anderes Konzept der IBM sieht vor, dass zeitweise benötigte Rechenkapazität einfach über das Internet oder andere Netzwerke von externen Ressourcen angefordert wird. Für diese Zwecke hat IBM vor kurzem ein HPC-Zentrum in Montpellier eingerichtet, bei dem für aufwändige Berechnungen stundenweise Rechnerkapazität gemietet werden kann.

Die Experten von Karmann sind derzeit noch skeptisch. "Die Bandbreite für die Datenübertragung muss für unsere Anwendungen enorm sein", sagt Norbert Schulte-Frankenfeld. "Und es entstehen ganz neue Sicherheitsanforderungen, die bislang nicht gewährleistet sind", ergänzt Stefan Kruthaup, Leiter IT-Infrastruktur. "Ein weitere Barriere sind für alle potenziellen Anwender die hohen Lizenzkosten: Die Softwarehersteller wollen bislang für jeden Prozessor kassieren, auf dem eine Anwendung läuft. Und das können in einem Grid tausende sein."

Ludwig Mertens

Kunde:

Die im Jahr 1901 gegründete Wilhelm Karmann GmbH ist als Full-Service Supplier in den Bereichen technische Entwicklung, Betriebsmittelbau, Dachsysteme und Fahrzeugbau für namhafte Hersteller wie Daimler-Chrysler, Volkswagen, Renault, Audi, MAN und Scania tätig. Der Osnabrücker Konzern erwirtschaftete mit rund 9.000 Mitarbeitern und Beteiligungsunternehmen in Europa, Nord- und Südamerika im Jahr 2002 einen Umsatz von über zwei Milliarden Euro.

Hardware:

Linux-Cluster aus 117 Servern IBM xSeries 335 und 345 mit jeweils 2 x 2,8 GHz Pentium IV Xeon-Prozessoren, 2 bis 4 GB DDR-RAM

2 x 73 GB U3 SCSI Disk (für Betriebssystem)

3 x IBM xSeries EXP 300 mit 2,5 TB temporärem Speicher (für Scratch-Files)

Netzinfrastruktur:

4 x IBM 3548-G12 Fast Ethernet Switch

1 x IBM 3549-T12 Gigabit Ethernet Switch

Software:

Betriebssystem RedHat-Linux V8

Loadbalancingsoftware LSF-Multicluster

Cluster-Administrationstool Venus

Simulationssoftware PAM-CRASH, Powerflow, Abaqus, Permas

Problemstellung

Für die immer schnellere Entwicklung von neuen Modellen in der Automobilindustrie sind komplexe Strömungs- und Crash-Simulationen erforderlich, die enorme Rechnerkapazitäten benötigen. Um den Kunden einen noch schnelleren und besseren Service in der Fahrzeugentwicklung bieten zu können, sollten bei Karmann die Rechnerverweilzeiten deutlich reduziert werden.

Lösung

Der eingesetzte Linux-Cluster bietet mit 117 Knoten mit je zwei Prozessoren die benötigte Kapazität, um komplexe Simulationsberechnungen gleichzeitig und deutlich schneller

durchführen zu können.

Vorteile

Die Rechnerverweilzeiten wurden im Schnitt auf ein Drittel reduziert. Die Ergebnisse der Crash-Simulationen liegen jetzt im Tagesrhythmus vor, so dass Entwurfsvarianten wesentlich schneller beurteilt und entsprechend modifiziert werden können.

*Ludwig Mertens ist Werbetexter und Fachautor in Hamburg.
Der gelernte Diplomingenieur arbeitet vor allem für
Unternehmen der IT- und Investitionsgüterindustrie und schreibt
für diverse Fachzeitschriften.*