



Der Wettlauf zur Weltspitze

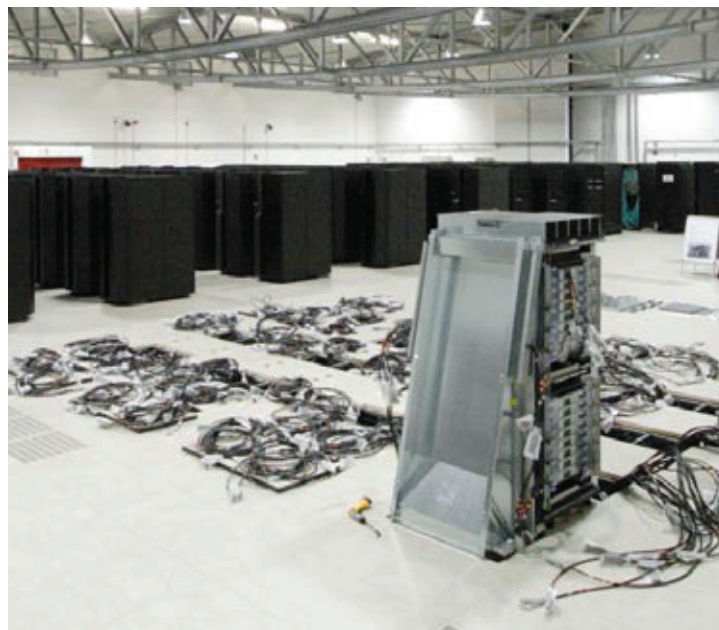
Einen Computer kaufen ist das eine – ihn in Betrieb nehmen, etwas anderes. Was schon viele leidgeprüfte PC-Besitzer erfahren haben, gilt in ungleich stärkerem Maße, wenn der Computer die Vorsilbe „Super“ trägt und im Rennen der schnellsten Rechner der Welt in die Medaillenränge vorstoßen soll.

September 2008: Ein Ingenieur des Herstellers überreicht Hartmut Peters vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) das offizielle Installationshandbuch des Supercomputers „Blue Gene/P“. Auf 73 Seiten finden sich darin die Details darüber, wie die telefonzellengroßen Schränke des Computers, den sogenannten Racks, mitsamt ihren 65 536 Prozessoren verkabelt sowie mit Luft und Strom versorgt werden müssen. Eine kaum erwähnenswerte Begebenheit? Doch – wegen des Zeitpunktes: Der

Jülicher Blue Gene/P, kurz JUGENE genannt, war bereits seit über einem halben Jahr in Betrieb. „Wir waren die weltweit Ersten, die einen Rechner dieser Bauart und Größe installierten – da waren Teile der Anleitungen noch nicht geschrieben, andere waren fehlerhaft“, sagt Peters. Gemeinsam haben dann die Experten des Forschungszentrums Jülich und des Computerherstellers IBM dem Supercomputer JUGENE den letzten Schliff gegeben. Ihre Erfahrungen flossen in die offizielle Version des Installationshandbuchs ein.

„Kein Hersteller kann es sich heute leisten, einen Computer dieser Größenordnung zunächst bei sich selbst aufzubauen, als Referenz zu betreiben und erst dann baugleiche Exemplare an die

Kunden auszuliefern“, erläutert Administratorin Jutta Docter vom JSC. Somit spielen die Experten an den ersten Standorten einer neuen Supercomputer-Generation eine besonders wichtige Rolle. Hinzu kommt, dass ein Supercomputer mit Datenspeichern und einer Vielzahl von anderen Rechnern zusammenarbeiten muss – und in Jülich sogar mit anderen Supercomputern und europäischen Rechenzentren. Manche Probleme aber treten erst in einer solchen Umgebung auf und sind von den Herstellerfirmen in ihren Entwicklungslabors nicht vorhersehbar. „Wir finden dann gemeinsam mit den Unternehmen heraus, wie man diese Probleme löst“, sagt Olaf Mextorf, Netzwerk-Experte des JSC.



Blick in die große Rechnerhalle des Forschungszentrums Jülich. Die Bildserie auf dieser und der nächsten Doppelseite dokumentiert den Aufbau des Supercomputers JUGENE im Oktober 2007.

TRUMPF IM WETTBEWERB

Da die Computertechnik sich rasant fortentwickelt, ist die Installation eines Supercomputers ein Wettlauf mit der Zeit. Das Ziel: Die Nutzer – in Jülich also die Wissenschaftler – sollen ihre Computersimulationen mit der aktuell maximalen Rechenleistung durchführen können. Somit erzielen sie früher als konkurrierende Forscherteams Ergebnisse, die sie beispielsweise in angesehenen Fachzeitschriften als Erste veröffentlichen. Schnelle Supercomputer bedeuten hier einen klaren Wettbewerbsvorteil. Noch auf andere Weise ist der wissenschaftliche Fortschritt eng mit der Supercomputerkapazität verknüpft: „Mehr Rechenleistung bedeutet immer auch einen Qualitätssprung: Die Ergebnisse der Simulationen werden genauer und sicherer“, sagt Prof. Thomas Lippert. Der Leiter des JSC weiter: „Manchmal werden sogar ganz neue Effekte erkennbar.“ Der Supercomputer erschließt dann neue For-

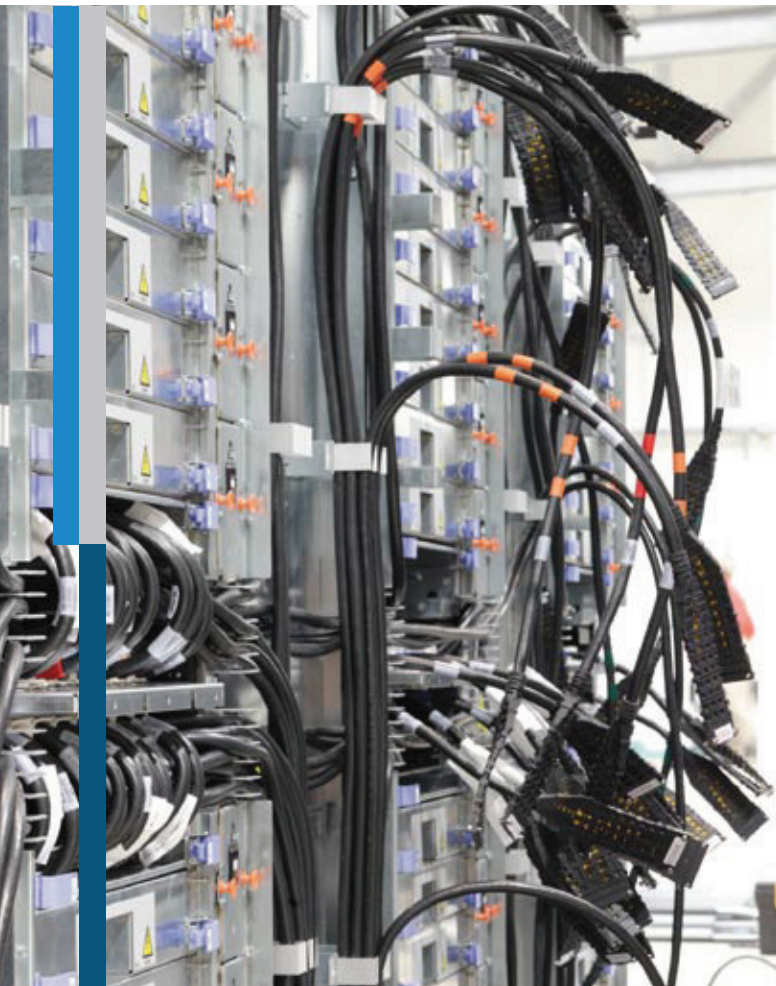
schungsfelder. Weil die weltweit führenden Wissenschaftler ihre Simulationen an den weltweit schnellsten Rechnern durchführen wollen, ziehen Supercomputer der höchsten Leistungsklasse die besten Forscher nach Jülich.

Bei der Rechenleistung haben Fachwelt, Geldgeber und Journalisten stets die TOP500-Liste der weltweit schnellsten Computer im Blick. Sie wird halbjährlich neu zusammengestellt und jeweils im Juni und November veröffentlicht. Die Liste beeinflusst die Planung der Supercomputer-Hersteller und ihre Entwicklungspartner und erzeugt einen zusätzlichen Zeitdruck. Denn es ist ähnlich wie bei einem Weltklasse-Athleten: Dem nützt es wenig, wenn er bei den Olympischen Spielen nicht auf den Punkt fit ist, er daher schon früh ausscheidet und nicht um die Medaillen kämpft. Und trotzdem ist der Sportler verglichen mit dem Computerhersteller in einer entspannten Situation: Er hat immerhin die Chance, bei den

nächsten Olympischen Spielen zu siegen. Ein Supercomputer dagegen wird aufgrund des technologischen Fortschritts in der nächsten TOP500-Liste immer einige Plätze schlechter abschneiden als in der vorherigen.

RUND UM DIE UHR

Im September 2007 meldeten JSC und IBM den Herausgebern der TOP500-Liste ihre Pläne zum Aufbau des Jülicher Supercomputers JUGENE. Am 1. Oktober trafen dann die ersten Computerracks in Jülich ein. Um noch in die TOP500-Liste aufgenommen zu werden, musste JUGENE innerhalb von vier Wochen fertig installiert sein und seine Rechenkraft nachgewiesen haben. Bis zu sechs Techniker arbeiteten daher Tag und Nacht. Schon elf Tage später hatten sie die Racks aufgebaut und verkabelt. Die ersten Tests liefen an. Währenddessen verfeinerten Experten in Jülich und den USA im Dreischichtbetrieb noch die Betriebssoftware



Verstaut in 16 Racks, machten über 65 000 Prozessoren JUGENE bei Inbetriebnahme zum schnellsten zivilen Supercomputer der Welt.

und schrieben zusätzliche Diagnoseprogramme. Schließlich versuchten sie, die für die TOP500-Liste entscheidende Linpack-Prüfung zu starten, aus der die Rechnerleistung hervorgeht.

„Natürlich waren wir hier im JSC genau so heiß darauf, in die Liste zu kommen, wie die IBM-Mitarbeiter“, erinnert sich Jutta Docter. Ihr Büro liegt gegenüber dem Arbeitszimmer, das die IBM-Techniker damals nutzten. „Somit spürte ich nicht nur meine eigene Aufregung, sondern hörte auch sozusagen deren Pulsschlag.“ Nach mehreren Versuchen erzielten die Experten noch gerade rechtzeitig das erste vorzeigbare Ergebnis: JUGENE schnitt beim Linpack-Test mit einer Leistung von über 167 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde oder 167 Teraflop/s ab. Ein schwer vorstellbares Ergebnis: Wenn jeder Mensch pro Sekunde eine Addition oder Multiplikation ausführen könnte, würde die gesamte Menschheit mit vereinten Geisteskräften immer noch fast 30 000-mal langsamer rechnen.

Im Laufe des Jahres 2008 wurde die Leistung sogar noch auf 180 Teraflop/s gesteigert.

SCHNELLSTER RECHNER EUROPAS

Aufgrund des ermittelten Wertes konnte JUGENE ein halbes Jahr lang als „schnellster ziviler Supercomputer der Welt“ bezeichnet werden. Erwartungsgemäß veraltet Rechenpower in der schnelllebigen Computerbranche rasch, dennoch konnte JUGENE auch in der nächsten TOP500-Liste im Juli 2008 einen guten Rang 6 halten und blieb weiterhin der schnellste Rechner Europas.

Ein knapper Monat – wenn auch fieberhafter – Aktivität für den Aufbau eines Supercomputers dieses Formats scheint wenig. Doch tatsächlich war diese rekordverdächtige Installation nur möglich, weil die Jülicher Computerfachleute sie schon lange akribisch vorbereitet hatten. Streng genommen beginnt die Geschichte schon fünf Jahre zuvor. Damals weihte IBM den Jülicher Leiter der Abteilung „High-Per-

formance-Systeme“, Klaus Wolkersdorfer, in Pläne für einen Supercomputer neuen Typs ein. „Das war damals so geheim, dass ich darüber zunächst nicht mit meinen Kollegen sprechen durfte“, erinnert sich Wolkersdorfer. Statt weiter auf relativ wenige, extrem leistungsfähige Prozessoren zu setzen, hatte IBM vor, extrem viele, aber relativ langsame Prozessoren einzubauen. Diese sollten dabei – von allen verzichtbaren Funktionen befreit – in der Lage sein, schnell miteinander zu kommunizieren und rasch auf ihren Arbeitsspeicher zuzugreifen. „Während dieses Konzept noch 2004 von vielen deutschen Fachleuten, etwa auch im Supercomputer-Ausschuss des Wissenschaftsrates, skeptisch beurteilt wurde, traf es bei uns auf großes Interesse“, erinnert sich Thomas Lippert. Der JSC-Leiter weiter: „Uns war klar, dass es die Chance bot, die Grenzen der herkömmlichen Herangehensweise in Hinsicht auf Stromverbrauch, Stellfläche und Kosten zu überwinden.“



Sie schalteten JUGENE offiziell für die Nutzer frei (v.l.n.r): Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich, NRW-Ministerpräsident Jürgen Rüttgers, Thomas Rachel, Staatssekretär im Bundesforschungsministerium und Martin Jetter, Vorsitzender der Geschäftsführung der IBM Deutschland GmbH.

Die JSC-Experten testeten daher im Sommer 2005 ein Rack neuer Bauart mit 2 048 Prozessoren. „Das Ding schlug ein“, so Wolkersdorfer knapp. Denn die Jülicher fanden heraus, dass sich ein Teil der Simulationen tatsächlich sehr gut skalieren ließ, wie es im Fachjargon heißt: Die Berechnungen wurden umso schneller fertig, je mehr Prozessoren die Wissenschaftler darauf ansetzten, ohne dass der zusätzliche Datenverkehr die Leistung beeinträchtigte. Das Forschungszentrum bestellte daraufhin sieben zusätzliche Racks, die ab Anfang 2006 gemeinsam mit dem vorhandenen den Supercomputer JUBL (Jülicher Blue Gene/L) bildeten.

SIEBENFACHE ÜBERBUCHUNG

Schon wenige Monate später wurde deutlich, dass auch JUBL nicht ausreichte, um die Nachfrage der Wissenschaftler nach Rechenzeit zu befriedigen. „Wir hatten eine siebenfache Überbuchung“, berichtet Docter. Hinzu kam die Information, dass IBM an einer neuen Blue Gene-

Generation arbeitete. Mitte 2006 begannen Thomas Lippert und sein Team daher mit den Finanzplanungen für JUGENE. Die konkreten Vorbereitungen für dessen Installation im Oktober starteten im Frühjahr 2007: So wurden zur Stromversorgung neue Kabeltrassen benötigt, die vom externen Trafohäuschen zur Rechnerhalle führen. „Außerdem mussten wir die Stellfläche für die Racks festlegen, die entstehende Gewichtsbelastung des 80 Zentimeter hohen Doppelbodens berechnen, diesen an verschiedenen Stellen unter anderem für die Luftzufuhr ausschneiden sowie zwölf Kilometer Netzkabel im Boden verlegen“, so Hartmut Peters.

Als JUGENE dann Ende Oktober den Linpack-Test erfolgreich absolviert hatte, hieß das aber noch nicht, dass er für die Simulationswissenschaftler betriebsbereit war. „Der Supercomputer kommunizierte beispielsweise noch nicht mit den Serverrechnern, die für die Datenspeicherung oder für den Zugriff der verschiedenen Forscherteams benötigt

werden“, sagt Olaf Mextorf. Darüber hinaus hatte sich schon bei den ersten Tests und den Linpack-Probeläufen gezeigt, dass nicht alle der mehr als 65 000 Prozessoren wie gewünscht funktionierten. Nun erst konnten die JSC-Experten die aufgetretenen Fehler gründlich analysieren und beheben. Telefon- und Videokonferenzen mit US-amerikanischen Technikern und Managern gehörten zur täglichen Routine. Manche Ersatzteile wurden nachts vom Flughafen per Taxi nach Jülich gebracht, um keine Zeit zu verlieren. Denn Forscher aus Jülich, Deutschland und Europa drängten bereits darauf, den frisch gekürten Computer-Champion mit ihren wissenschaftlichen Fragestellungen zu füttern. Im Februar 2008 war es dann so weit: Jürgen Rüttgers, Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen, und Thomas Rachel, Staatssekretär im Bundesforschungsministerium, schalteten JUGENE offiziell für die Nutzer frei.

Frank Frick