

# PIK erforscht Phänomene wie Extremwetter mit extrem leistungsfähigem IBM Supercomputer



Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

## Überblick

### ■ Die Aufgabe

*Um das Auftreten von Extremwettern bei der Erforschung von Klimafolgen besser berechnen zu können, benötigt das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung einen neuen Hochleistungsrechner.*

### ■ Die Lösung

*iDataPlex – eine Gemeinschaftsentwicklung von IBM und Intel, Voltaire InfiniBand, DS5300, TSM/ HSM und GPFS erreicht die 30-fache Leistung des bisherigen Rechners und bewältigt die komplexe Berechnung von Extremwettern.*

### ■ Die Vorteile

*Optimale Energieeffizienz und Kühlung, skalierbare Rechnerdichte, einfache Wartung und Verwaltung, Integration in bestehende IT-Infrastruktur, Gesamtpaket Umsetzung und Betrieb, signifikante Einsparungen im Stromverbrauch.*

Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) untersucht wissenschaftlich und gesellschaftlich relevante Fragen der Bereiche Globaler Wandel, Klimawirkung und Nachhaltige Entwicklung. Natur- und Sozialwissenschaftler erarbeiten interdisziplinär Einsichten, die eine solide Grundlage für Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft sind. Die wichtigsten methodischen Ansätze am PIK sind System- und Szenarienanalyse, quantitative und qualitative Modellierung, Computersimulation und Datenintegration.

Das 1992 gegründete PIK gilt als Pionier auf dem Gebiet der interdisziplinären Klimaforschung. In den historischen Gebäuden auf dem Potsdamer Telegraphenberg arbeiten Natur- und Sozialwissenschaftler zusammen, um den globalen Klimawandel und seine ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen zu untersuchen. Sie erforschen die Belastbarkeit des Erdsystems und ent-

werfen Strategien für eine zukunftsfähige Entwicklung von Mensch und Natur. Die Forschungsprojekte am PIK sind fachübergreifend organisiert und besetzt mit Mitarbeitern aus den vier Forschungsbereichen des Instituts: Erdsystemanalyse, Klimawirkung und Vulnerabilität, nachhaltige Lösungsstrategien sowie transdisziplinäre Konzepte und Methoden. Durch Datenanalysen, Computersimulationen und lösungsorientierte Modelle stellt das PIK der Gesellschaft Informationen und Werkzeuge für eine nachhaltige Entwicklung bereit. Neben der Veröffentlichung von Ergebnissen in Fachmagazinen und Berichten berät das Institut nationale und regionale Behörden und zunehmend auch globale Organisationen wie etwa die Weltbank. Der Direktor des PIK, Prof. Dr. Hans Joachim Schellnhuber ist zudem Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.

### Mitglied im globalen Netzwerk zu Fragen globaler Umweltveränderungen

Die Funktion des Systems Erde zu verstehen ist eine anspruchsvolle komplexe Aufgabe, die kein Institut oder Land alleine lösen kann. Das PIK ist Teil eines globalen Netzwerks zu Fragen der globalen Umweltveränderungen. Es steht in engem Kontakt mit internationalen Institutionen und entwickelt gemeinsam mit dem britischen Tyndall Centre for Climate Change Research eine europäische Perspektive der Nachhaltigkeitsforschung. Eine

aktive Rolle spielt das PIK etwa im Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), beim Internationalen Geosphären-Biosphären-Programm (IGBP) oder dem Millennium Ecosystem Assessment (MA). Über das European Climate Forum (ECF) steht das Institut in direktem Gedankenaustausch mit Entscheidungsträgern aus Wirtschaft, Politik und Öffentlichkeit.

### **Beispiel für länderübergreifende Forschungsprojekte**

High Performance Computing (HPC) ist für die ca. 240 Mitarbeiter/innen des PIK unverzichtbar: Simulation im Computer ist neben Theorie und Experiment zur dritten Säule der Wissenschaft geworden. So hat das PIK zum Beispiel gemeinsam mit Wissenschaftlern aus Großbritannien und der Schweiz in einem dreijährigen Forschungsprojekt erstmals berechnet, welche Menge Treibhausgas von heute bis zum Jahr 2050 in die Atmosphäre entlassen werden könnte, ohne das Risiko einer Erwärmung von mehr als zwei Grad Celsius über den vorindustriellen Wert zu stark zu erhöhen. Das Ergebnis: Weniger als ein Viertel der nachgewiesenen Vorkommen fossiler Brennstoffe dürfte bis zum Jahr 2050 noch verbrannt werden, um die globale Erwärmung zu begrenzen (1). Für die Simulation wurde ein Computermodell eingesetzt, das die Wirksamkeit sämtlicher Treibhausgase, Luftschwebstoffe und gasförmiger Luftverschmutzung berücksichtigt. Das Modell kann die gesamte Bandbreite möglicher Reaktionen des Kohlenstoffkreislaufs und des Klimasystems der Erde abbilden. Dabei wurden rund 1000 zeitliche Verläufe zur Reduktion der Emissionen berechnet.

### **Extremwetter auch für IT schwer berechenbar**

Eine besondere Herausforderung für die Modellierung des Klimas besteht darin, Aussagen über möglichst kleinräumige Veränderungen und kurze Zeiträume zu treffen. Stürme etwa sind Wetterphänomene, die nur rund zwei Wochen anhalten. Dürreperioden können beispielsweise ein bis zwei Monate andauern. Diese Zeiträume sind für Modelle zu kurz, die üblicherweise Entwicklungen über Jahrzehnte berechnen. In einem neuen Projekt zur Extremwetter-Simulation am PIK werden solche Einzelereignisse nun in sogenannten Ensemble-Simulationen untersucht. Dabei wird das Auftreten eines Extremereignisses 20 bis 50 Mal mit nur leicht veränderten Eingangswerten simuliert. Diese umfangreichen Berechnungen lassen Rückschlüsse darauf zu, wann und wo Extremereignisse auftreten und wie sie sich auswirken könnten. Diese Berechnungen stellen sehr hohe Anforderungen an die IT und brachten den bestehenden Hochleistungsrechner an seine Grenzen. In Folge dessen entschied sich das PIK für die Ausschreibung eines neuen High Performance Clusters. Die Anbieter mussten in Benchmarks nachweisen, dass ihre Lösungen den hohen Anforderungen des Instituts gerecht werden.

Die Ausschreibung entschieden IBM und Intel für sich: Der neue IBM Supercomputer erreicht die 30-fache Rechengeschwindigkeit des abgelösten IBM POWER4-Systems. Gleichzeitig trägt das Institut mit dem neuen Hochleistungsrechner seinen Teil zur Steigerung der Energieeffizienz bei: In der Green 500-Liste der weltweit energiesparendsten Supercomputer vom Juli 2009 nimmt der neue Rechner Platz 29 bei x86-Clustern ein. In der TOP 500-Liste der weltweit leistungsstärksten Supercomputer vom Juni 2009 ist es Rang 244.

### **IBM Global Services erbringt Gesamtleistung**

Eine Herausforderung ist die Installation des Clusters hinsichtlich der verfügbaren Fläche und der Möglichkeiten zur Klimatisierung. Die Planung und Umsetzung aller Maßnahmen erfolgt durch IBM Global Services. Dazu gehört zum Beispiel die Durchführung im baulichen, elektro- und klimatechnischen Bereich sowie die Lieferung und Installation von Wärmetauschern inklusive der Infrastruktur. Komplettiert wird die Lösung durch umfangreiche Leistungen in den Bereichen Wartung und Unterstützung: Planung und Durchführung notwendiger Microcode Updates, Beratung bei betriebs- und anwendungsbezogenen Fragestellungen sowie Schulung der Mitarbeiter.

*„Die Simulation eines Modells auf unserem Supercomputer muss schneller Ergebnisse liefern, als sich das durch das Modell abgebildete natürliche System tatsächlich verändert. Mit IBM setzen wir die Messlatte in puncto Leistung und Energieeffizienz jedes Mal höher. Nur so macht Klimafolgenforschung Sinn.“*

*Karsten Kramer, Leiter Gruppe IT-Infrastruktur und Dienste am PIK*



**POTSDAM-INSTITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG**

## **iDataPlex-Technologie außerordentlich leistungsstark**

Die Basis für die hohe Energieeffizienz bildet die IBM iDataPlex-Technologie, eine gemeinsame Entwicklung von IBM und Intel. Durch ihre innovative Architektur integriert diese Lösung die Intel-basierte Datenverarbeitung in Serverknoten, Racks und Rechenzentren und ermöglicht so eine effizientere Stromversorgung und Kühlung sowie die erforderliche Rechendichte. Die Kühlung sämtlicher Prozessoren erfolgt dabei über wassergekühlte Schranktürren. Auch die Netzteile der iDataPlex-Knoten tragen mit einem Wirkungsgrad von über 90 Prozent erheblich zur Energieeinsparung bei. Bedingt durch die im Vergleich zu Standard-19-Zoll-Schränken deutlich geringere Tiefe der iDataPlex-Schränke, wird zur Kühlung der Knoten ein erheblich geringerer Luftstrom benötigt. Die Lüfter laufen deshalb mit wesentlich niedrigerer Drehzahl, was den Stromverbrauch ebenfalls senkt. Dasselbe gilt für den Energiebedarf: iDataPlex benötigt bis zu 40 Prozent weniger Energie als vergleichbare x86 Systeme und steigert dabei die Rechenleistung im Rechenzentrum um das Fünffache. Infolgedessen sinkt auch der Kühlbedarf pro Megaflop Rechenleistung. Karsten Kramer: „Mit dem neuen IBM Supercomputer konnten wir den Stromverbrauch im Vergleich zu einer konventionellen Lösung um 25 Prozent senken.“ Parallel wird die benötigte Stellfläche auf die Hälfte reduziert. Die wassergekühlten IBM Rear Door Heat exChanger ermöglichen sogar, die Racks bei deutlich mehr als Zimmertemperatur zu betreiben. Mit nur wenigen Anpassungen lässt sich mithilfe des Features für die Wasserkühlung selbst die Umgebungsluft klimatisieren.

Die Frontverkabelung und der Frontzugriff der modular gestalteten Lösung halten zudem die Service- und Wartezeiten niedrig. In Kombination mit

der neuen Architektur bietet die Technologie ideale Voraussetzungen, um eine größere Dichte in der horizontal skalierbaren Umgebung des Rechenzentrums zu ermöglichen. Standardkomponenten wie z. B. Open-Source-Software werden von iDataPlex voll unterstützt und tragen zur Senkung der Kosten bei. Das PIK setzt als Betriebssystem Suse Linux Enterprise Server (SLES) 10 ein.

## **Halogenfreie und leistungsstarke Intel-Prozessoren**

Der neue Supercomputer besteht aus 320 Rechenmodulen mit je zwei Intel Xeon Prozessoren E5472 à drei GHz sowie 32 GB Hauptspeichern. Stephan Gillich, Direktor HPC, EMEA Enterprise Marketing der Intel GmbH: „Anwender, die die Xeon 5400-er Prozessoren einsetzen, profitieren nicht nur von höherer Leistung und Energieeffizienz auf bestehenden Plattformen, sondern auch von der halogenfreien Fertigungstechnologie. Halogen ist eines der sogenannten Treibhausgase, die das Erdklima negativ beeinflussen. Damit sind die Systeme gut gerüstet, um komplexe Herausforderungen wie die der Klimafolgenforschung zu meistern.“

## **Hochgeschwindigkeitsnetzwerk ohne Wartezeiten**

Für die Berechnungen des Klimamodells werden umfangreiche Datensätze eingelesen, sehr große temporäre Dateien angelegt und die Ergebnisse in gleichfalls umfangreichen Dateien abgelegt. „Entscheidend ist hier die schnelle Sicherung der Ergebnisse auf den Festplatten, damit die Rechenleistung nicht durch unnötige Wartezeiten beschränkt wird“, erklärt Karsten Kramer. Um die Ressourcen optimal zu nutzen, setzt das PIK hier auf den IBM Tivoli Workload Schedule LoadLeveler. Damit können Benutzer mehr Jobs in kürzerer Zeit ausführen. Die Kommuni-

kation im Hochgeschwindigkeitsnetzwerk erfolgt über 384 Ports der beiden Voltaire InfiniBand Switches. Diese bewältigen den hohen Datenaustausch für die parallelen Anwendungen auf zwei Subsystemen.

## **200 TB großes SAN mit General Parallel File System**

Mit dem Supercomputer verbunden ist ein Speichernetzwerk mit vier IBM DS5300 Storage Systemen. Das skalierbare und leistungsfähige parallele Dateisystem IBM General Parallel File System (GPFS) stellt dem PIK 200 TB nutzbaren Datenspeicher zur Verfügung. Mit 4,8 GB/s Lese- und 5,3 GB/s Schreibgeschwindigkeit bietet die neueste Generation der IBM Speichersysteme eine schnelle und ausgewogene Leistung und sorgt für eine erhöhte Anwendungsperformance. Bei gemeinsamer Plattennutzung erhält jeder Clusterknoten parallel Schreib-/Lesezugriff auf die Dateien, gleichzeitig verteilt GPFS die Daten auf verschiedene Festplatten und gewährleistet somit den außerordentlich hohen Datendurchsatz.

## **Datensicherung und Backup via TSM und HSM**

Die Sicherung der Daten erfolgt in einem zweiten Subsystem. Tivoli Storage Manager (TSM) und HSM Client steuern das Backup sowie die hierarchische Datenverwaltung. Als Plattform sind drei IBM System p unter AIX mit POWER6-Prozessoren im Einsatz. Über ein eigenes Storage Area Network (SAN) sind TSM, Backup und HSM mit einem robotergesteuerten Bandarchiv mit acht Laufwerken verbunden. Investitionsschutz wird durch Ausbau des bestehenden Bandarchivs IBM 3494 mit den neuesten Laufwerken IBM TS1130 gewährleistet. Backup und HSM greifen im SAN-Modus direkt auf das GPFS zu, ohne die Performance des Supercomputers zu beeinträchtigen.

Der neue Supercomputer ist als IBM System Cluster e1350 implementiert. Damit reduzieren sich die Risiken sowie die Komplexität der Lösung und es beschleunigt sich die Inbetriebnahme des High Performance Clusters. Die integrierte, hoch skalierbare sowie flexible Lösung wird über zwei IBM System x3650 unter xCAT administriert. Das Extreme Cluster Administration Toolkit (xCAT) ist ideal, um eine hohe Anzahl der Knoten einfach und effizient zu verwalten.

### PIK geht mit gutem Beispiel voran

Stephanie Kühndorf, Vertriebsleiterin Deep Computing bei der IBM Deutschland, betont die Signalwirkung des Supercomputers: „Die Intel-basierte Lösung ermöglicht es dem PIK Untersuchungen mit einer bis dato unerreichten Präzision durchzuführen, ohne dass dies mehr Stellfläche erfordert oder zu zusätzlichen Strom- und Kühlbedarf führt. Das PIK setzt sich damit gleich doppelt zum Schutz der Erde ein: durch seine Forschungsarbeit und die herausragende Energieeffizienz seines Supercomputers. Ein Beispiel, das Schule machen sollte.“

### Quelle

(1) <http://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/auf-dem-weg-zum-einstellen-der-emissionen-2b0c-ziel-erfordert-mehr-als-50-prozent-reduzierung-bis-2050>

### Smarter Solution für die Wissenschaft

*„Die Systeme zur Klimamodellierung werden immer effektiver und effizienter. Ein Grund dafür sind die Innovationen der IBM.“*

Karsten Kramer, Leiter Gruppe IT-Infrastruktur und Dienste am PIK

Diese Systeme ermöglichen auch im High Performance Computing die Berechnung hochkomplexer Simulationen mit neuesten wissenschaftlichen Modellen. Dabei fließen aktuelle Wetterdaten sowie Ergebnisse internationaler Forschungsarbeiten in die Untersuchungen mit ein. Auf dieser Basis können Wissenschaftler genauere Aussagen über Extremwetter treffen sowie kleinräumige Veränderungen und kürzere Zeiträume berücksichtigen. Die Auswirkungen einzelner Parameter werden leichter erkannt und bestimmt sowie Aussagen über das Klima und die Wege zu dessen Beeinflussung genauer. Mit der verbesserten Erforschung sinken die Risiken für Mensch und Umwelt.

### Komponenten der Lösung

Software:

IBM AIX

IBM Extreme Cluster Administration Toolkit

IBM General Parallel File System

IBM System Cluster e1350

IBM System x iDataPlex

IBM Tivoli Storage Manager

IBM Tivoli Storage Manager Hierarchical Storage Management for Windows

IBM Tivoli Workload Scheduler

LoadLeveler

Suse Linux Enterprise Server 10

Hardware:

IBM Power 550 Express

IBM Power 520 Express

IBM System Storage DS5300

IBM System Storage SAN64B

IBM System x3650

IBM System x iDataPlex dx360

Voltaire InfiniBand 2012

Services:

IBM Global Services Consulting

IBM Global Services Maintenance

IBM Global Services Microcode Support

IBM Global Services Site Services

IBM Global Services Support

### Kontakt

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Karsten Kramer

Leiter Gruppe IT-Infrastruktur und Dienste

Telegraphenberg

14473 Potsdam

Telefon: +49 331 288-2605

Telefax: +49 331 288-2600

E-Mail: [kramer@pik-potsdam.de](mailto:kramer@pik-potsdam.de)

IBM Deutschland GmbH

Klaus Dieter Hassels

Industries Deep Computing Sale

Gottlieb-Daimler-Str. 12

68165 Mannheim

Mobil: +49 171 5543411

E-Mail: [hassels@de.ibm.com](mailto:hassels@de.ibm.com)



IBM Deutschland GmbH

IBM-Allee 1

71139 Ehningen

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

IBM Österreich

Obere Donaustraße 95

1020 Wien

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

IBM Schweiz

Vulkanstrasse 106

8010 Zürich

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

Die IBM Homepage finden Sie unter:

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

IBM, das IBM Logo und [ibm.com](http://ibm.com) sind eingetragene Marken der IBM Corporation.

AIX, POWER5, POWER6, Power Systems und System p sind Marken der IBM Corporation in den USA und/oder anderen Ländern.

Weitere Unternehmens-, Produkt- oder Servicennamen können Marken anderer Hersteller sein.

Diese Erfolgsgeschichte verdeutlicht, wie ein bestimmter IBM Kunde Technologien/Services von IBM und/oder einem IBM Business Partner einsetzt. Die hier beschriebenen Resultate und Vorteile wurden von zahlreichen Faktoren beeinflusst. IBM übernimmt keine Gewährleistung dafür, dass in anderen Kundensituationen ein vergleichbares Ergebnis erreicht werden kann. Alle hierin enthaltenen Informationen wurden vom jeweiligen Kunden und/oder IBM Business Partner bereitgestellt. IBM übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit dieser Informationen.

Gedruckt in Deutschland.

© Copyright IBM Corporation 2009  
Alle Rechte vorbehalten.

IBM Form POY-03029-DEDE-00