



# Von fundierten Simulationen zu treffenden Klimadiagnosen

*Das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) schafft mit IT-seitiger Unterstützung von IBM die Voraussetzung für präzisere Klimaforschung.*

---

## Überblick

### Die Aufgabe

Das DKRZ garantiert erstklassige Klimaforschung durch die Bereitstellung höchster Rechenleistung, ein ausgereiftes Management größter Datenmengen sowie kompetenten Service.

### Die Lösung

HLRE 2 mit dem deutschlandweit größten IBM POWER6 System; Aufbau eines der weltweit größten Datenarchive unter Verwendung von HPSS.

### Warum die Lösung intelligent ist

HLRE 2 verfügt über eine Rechenleistung, die das Vorgängermodell um das 60fache übertrifft und somit erlaubt, detailliertere und kleinräumigere Klimaprognosen zu erstellen als je zuvor. Das speziell auf die Anforderungen des DKRZ zugeschnittene, extrem leistungsfähige und skalierbare HPSS-Archivsystem mit riesiger Bandspeicherkapazität verwaltet Klimasimulationsdaten und macht sie für Erdsystemforscher einfach abrufbar.

### Die Vorteile

Wissenschaftlicher Erkenntniszuwachs für die Erdsystemforschung durch Erstellung und Auswertung komplexerer Modelle des globalen Klimasystems und somit Basis für Präventiv- sowie Interventionsmaßnahmen bezüglich des weltweiten Klimawandels.

---

Die Natur ist unberechenbar? Gemeinsam mit IBM bringt das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) dieses Paradigma ins Wanken. Als zentrale Service-Einrichtung für die wissenschaftliche Klimaforschung geht das DKRZ der Frage nach der künftigen Entwicklung des Erdklimas nach. Indem es modernste IT-Architektur bereitstellt, treibt es den Erkenntnisstand über unsere Umwelt kontinuierlich voran. Unzählige potenzielle Klimaszenarien werden hier über Hochleistungsrechner erstellt und ausgewertet. Dabei sollen die Simulationen dazu beitragen, geeignete Maßnahmen zu entwickeln, um dem Klimawandel adäquat zu begegnen. Mit dem Ziel, erfolgreich intervenieren zu können, untersuchen Wissenschaftler darüber hinaus den Einfluss des Menschen auf unsere sich zunehmend verändernde Umwelt. Auf Grundlage von computergestützten Klimasimulationen, die unter anderem auf den Rechnern des DKRZ durchgeführt werden, entsteht beispielsweise der Sachstandsbericht des IPCC der UN, welcher im Abstand von mehreren Jahren regelmäßig erscheint. Der Bericht fasst den aktuellen Stand der Wissenschaft zur Klimaveränderung zusammen und schafft somit die Voraussetzung für angemessenes Handeln auf politischer Ebene.

## Exorbitantes Datenvolumen und Rechenpower

Ob auf dem Land, im Wasser oder auf Eis: Überall auf der Welt sind Wissenschaftler fieberhaft damit beschäftigt, Klimadaten zu ermitteln. Proben werden entnommen, Erhebungen durchgeführt und die Ergebnisse erfasst. Diese Daten allein sagen jedoch nur wenig aus. Erst der Vergleich mit Klimasimulationen macht Entwicklungen und Tendenzen im globalen Maßstab nachvollziehbar. Für die Klimasimulationen sind die besten und modernsten Großrechner gefordert. Ihre Leistung wirkt sich unmittelbar auf die Genauigkeit der Prognosen für die zukünftige klimatische Entwicklung auf unserem Planeten aus. Als Untersuchungsbasis sind aber nicht nur exorbitante Datenmengen zu verarbeiten, sie müssen auch langfristig speicher- und abrufbar sein. Die Anforderungen des DKRZ an sein Datenarchiv sind wegen seiner Bedeutung als zentrale Ressource für die Erdsystemforschung sehr hoch. Dort hinterlegte Forschungsergebnisse dienen Wissenschaftlern auf der ganzen Welt. So erlaubt die intelligente Vernetzung eine Bündelung globalen Wissens. Parallel zu dem stetig wachsenden Datenvolumen steigen auch die Anforderungen an die Rechenleistung und das Datenarchiv. Mit den modernsten und leistungsstärksten Systemen von IBM stellt sich das DKRZ dieser Herausforderung.





---

*„Die neue Archivierungs-  
lösung versetzt uns über-  
haupt erst in die Lage, die  
enormen Datenmengen,  
die Klimaforscher auf  
immer schnelleren Rech-  
nern gewinnen, zu bewäl-  
tigen. Die gute Skalierbar-  
keit und die hochperfor-  
mante Integration in den  
POWER6 Cluster von  
IBM waren die entschei-  
denden Faktoren bei der  
Auswahl des HPSS-  
Systems.“*

– Ulf Garternicht, Abteilungsleiter Systeme  
beim DKRZ.

[Quelle: PI „Deutsches Klimarechenzentrum  
DKRZ nimmt eines der weltweit größten  
Datenarchive in Betrieb“, Juli 2009]

---

## **Koordination und Umsetzung eines Projekts der Superlative**

Um qualitativ noch hochwertigere und genauere Klimasimulationen erstellen zu können, entschied sich das DKRZ, einen der leistungsstärksten Supercomputer implementieren zu lassen: den HLRE 2 (Hochleistungsrechner für Erdsystemforschung), bestehend aus einem IBM POWER6 Cluster. Für eine optimale Nutzung der Ressourcen und um die Simulationsprogramme des Kunden an die neue IT-Architektur anzupassen, führte IBM vorab Anwendungsbenchmarks durch. So gelang es, mit POWER6 eine Gesamtdurchsatzsteigerung um das 60fache gegenüber dem Vorgängermodell zu erreichen. Die erhöhte Leistung wirkt sich direkt auf die Qualität der Prognosen aus, denn durch sie sind deutlich mehr der Prozesse abbildbar, die sich in unserer Umwelt ereignen. Darüber hinaus sollte das Datenarchiv vergrößert und modernisiert werden. Hierzu wurde von IBM erstmals in Deutschland die Datenspeicherlösung HPSS (High Performance Storage System) eingeführt – eine innovative Technologie, die maßgeblich von IBM mitentwickelt wurde. Innerhalb von nur knapp fünf Monaten konnte das Projekt der Superlative umgesetzt werden. Zeitgleich mit dem Umzug des DKRZ in ein neues Gebäude – praktisch auf einer Baustelle – wurden sowohl das POWER6 System als auch das HPSS errichtet. In nur wenigen Wochen gelang es, das POWER6 System mit über 260 Servern und unzähligen Racks physikalisch aufzubauen. Kilometerlange Verkabelungen mussten vorgenommen und die Basis für die Wasserkühlung des Systems geschaffen werden. Nachdem IBM den Supercomputer installiert hatte, ging es an den Aufbau des HPSS.

Wie POWER6 ist auch beim HPSS die Hardware von IBM. Vorrangig ist die Errichtung des Datenarchivs jedoch eine Dienstleistung, denn Storage-Systeme dieser Größenordnung sind Unikate. Daher ermittelte IBM zunächst in mehreren Workshops die genauen Anforderungen des DKRZ und entwickelte die geeigneten Umsetzungsstrategien. Für eine möglichst schnelle Datenmigration vom alten ins neue System erarbeitete IBM eine spezielle Software, denn es galt, Inhalte von 32.000 Magnetbändern zu überführen, ohne ein Byte kopieren zu müssen. Mithilfe der Software wurde die Migration der Bestandsdaten innerhalb von nur zwei Wochen durchgeführt, was sonst Jahre in Anspruch genommen hätte. Als Grundlage dafür erstellte man im neuen digitalen Archiv ein Verzeichnis der alten Bänder. Über die individuell entwickelte Software können diese gelesen werden. Erst bei Zugriff auf die Daten werden sie in das HPSS-Format umgeschrieben, für den Anwender



---

*„Die Genauigkeit von Klimasimulationen hängt stark von der verfügbaren Rechenleistung ab. Mit dem neuen Computer können wir deutlich mehr Prozesse und kleinräumigere Phänomene erfassen als zuvor.“*

— Dr. Joachim Biercamp, Abteilungsleiter  
Anwendungen beim DKRZ

[Quelle: Video DKRZ]

---

#### **Digitalisiert**

Eine effiziente Verwaltung und ein zuverlässiger Zugriff auf große Datenmengen ermöglichen den Wissenschaftlern neue Einblicke in die Entwicklung des globalen und regionalen Klimas. Darüber hinaus können über den neuen Supercomputer Klimamodelle immer präziser berechnet werden.

#### **Vernetzt**

Das HPSS verwaltet im Wesentlichen Daten, die durch Klimasimulationen erzeugt werden. Das Datenvolumen beläuft sich auf Zehntausende Terabyte, die über Millionen von Dateien verteilt sind. Um Daten schnell genug speichern zu können, ist das Archivsystem in den neuen Supercomputer integriert.

#### **Intelligent**

Die Lösung liefert dem DKRZ den notwendigen Speicherplatz, um die Daten zu verwalten und um komplexe Abläufe innerhalb des Klima- und Erdsystems realistisch zu erfassen. Der HLRE 2 stellt die nötigen IT-Ressourcen zur Verfügung, um detaillierte Simulationen und somit präzisere Prognosen für die Klimaentwicklung zu erstellen.

---

unbemerkt und ohne Verzögerung. Um Synergieeffekte zu nutzen, ist das HPSS in den neuen Supercomputer integriert. Durch die zusätzliche Konfiguration als unabhängiges System kann es aber auch über dessen Lebensdauer hinaus eingesetzt werden. Ulf Garternicht, Abteilungsleiter Systeme beim DKRZ: „Die neue Archivierungslösung versetzt uns überhaupt erst in die Lage, die enormen Datenmengen, die Klimaforscher auf immer schnelleren Rechnern gewinnen, zu bewältigen. Die gute Skalierbarkeit und die hochperformante Integration in den POWER6 Cluster von IBM waren die entscheidenden Faktoren bei der Auswahl des HPSS-Systems.“ IBM betreut die gesamte Lösung vor Ort und steht dem DKRZ im Rahmen eines fünfjährigen Vertrags mit ihrem Know-how zur Seite.

### **Regional, national, global: verbesserte Prognosen für Klimaveränderungen**

Heute verwaltet das DKRZ ein deutlich höheres Datenaufkommen, als es mit dem vorherigen System möglich war. Zudem bietet das HPSS den notwendigen Speicherplatz, um die Prozesse des komplexen Klima- und Erdsystems mit zunehmend realistischen sowie hoch entwickelten Zahlenmodellen zu erfassen. Mit 60facher Leistung gegenüber dem Vorgängermodell eröffnet das POWER6 System dem DKRZ völlig neue Möglichkeiten. Dr. Joachim Biercamp, Abteilungsleiter Anwendungen, DKRZ: „Die Genauigkeit von Klimasimulationen hängt stark von der verfügbaren Rechenleistung ab. Mit dem neuen Computer können wir deutlich mehr Prozesse und kleinräumigere Phänomene erfassen als zuvor.“ Mit einer Spitzenleistung von mehr als 150 TeraFlops, also mehr als 150 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde, gehört der HLRE 2 zu den weltweit größten Supercomputern, die für wissenschaftliche Zwecke eingesetzt werden. Das gesamte System wird über Strom aus erneuerbarer Energie betrieben. Die neue Lösung aus Supercomputer und Datenarchiv erlaubt, sowohl klimatische Gegebenheiten als auch Umweltprozesse besser zu verstehen. Durch die enorme Rechenleistung verfügen die Klimamodelle über eine höhere räumliche Auflösung und beinhalten mehr Prozesse, die zuvor nur ungenau parametrisiert werden konnten. Anhand der archivierten Daten können Entwicklungen leichter nachvollzogen und zukünftige Tendenzen fundierter prognostiziert werden. Mit dem gewonnenen Wissen entwickeln und untermauern die Forscher geeignete Strategien zur Eindämmung des Klimawandels. So trägt die gelungene Symbiose aus wissenschaftlichem Know-how des DKRZ und hochmoderner IBM Technologie dazu bei, die komplexen Prozesse unserer Umwelt besser zu verstehen, diese langfristig zu schützen und als Lebensraum für den Menschen zu erhalten.

## Lösungskomponenten

- HPSS-Software und -Services
- 2 HPSS Core Server IBM System p550, betrieben mit AIX und High Availability Cluster Multiprocessing (HACMP)
- 4 HPSS Data Mover IBM System p575, betrieben mit AIX
- 500 TB Plattencache: IBM System Storage DS5300 und EXP5000, ausgestattet mit 1 TB SATA-Festplatten
- IBM Global Technology Services:
  - Migration der vorhandenen Bestandsdaten
  - Projektmanagement
  - Implementierungsservices
  - Technische Unterstützung vor Ort
- POWER6 Rechenkomplex mit 252 IBM System p575 HPC Knoten
  - AIX-Betriebssystem, IBM HPC Software Stack, Bibliotheken und Tools
  - ca. 150 TFlops Spitzenleistung
  - 8fach DDR InfiniBand Netzwerk
  - Wasserkühlung
- Paralleles SAN-Filesystem mit 12 POWER6 File Servern IBM System p575
  - General Parallel Filesystem Software (GPFS)
  - 6 PB netto RAID6 Festplattenkapazität IBM DS5300 und EXP 5000-5060 mit 1 bzw. 2 TB SATA-Festplatten
  - 30 GB/s I/O Durchsatz
  - ausfallsichere SAN-Infrastruktur
- Tivoli Storage Manager Server (TSM) für Backup
- HPSS-Anbindung über Infiniband zur Datenarchivierung (u.a. GPFS-HPSS Interface)
- IBM Global Technology Services:
  - Systeminstallation
  - System- und Benutzerunterstützung vor Ort
  - Hardware- und Software-Wartung
- Separate Testsystemumgebung für HPC und HPSS

## Geschäftlicher Nutzen

- Mit dem neuen Rechner können deutlich mehr Prozesse und kleinräumigere Phänomene erfasst werden als zuvor
- Die skalierbare Archivierungslösung versetzt das DKRZ in die Lage, das stetig zunehmende Datenvolumen auch langfristig zu bewältigen
- Insgesamt erlaubt die IT-Architektur aus HLRE 2 und HPSS einen verbesserten Einblick in Erdsystemprozesse. Klimaprognosen werden noch fundierter und der komplexe Einfluss des Menschen auf unser Ökosystem ist genauer rekonstruierbar



---

© Copyright IBM Corporation 2010

IBM Deutschland GmbH  
IBM-Allee 1  
71139 Ehningen

Gedruckt in Deutschland  
Juli 2010  
Alle Rechte vorbehalten

IBM, das IBM Logo, [ibm.com](http://ibm.com), Let's Build A Smarter Planet und Smarter Planet sind eingetragene Marken der IBM Corporation. On Demand Business und das On Demand Business Logo 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.



Bitte der Wiederverwertung zuführen

---