



news

High Performance Computing

Rechenzentrum erhält höchstdotierten IBM-Forschungspreis

Dreifache Leistung, innovative Architektur

Karlsruher IBM-Parallelrechner wird erweitert

Forschungskooperation zwischen
Uni Karlsruhe und IBM

Multilevel Parallelization for the POWER4

Referenzrechnung an der Karlsruher SP

Numerische Simulation dichtegetriebener Strömung

wissenschafts-
rat

linux cluster

imacs 2000

mpi /open mp



Parallelrechner IBM RS/6000 SP
mit POWER4 Multi Chip Module

INHALT

High Performance Computing
**Rechenzentrum erhält höchstdotierten
IBM-Forschungspreis**

..... 3

**Karlsruher Parallelrechner IBM RS/6000 SP
wird erweitert**

Hohe Betriebsstabilität, dreifache Leistung,
innovative Architektur 4
WinterHawk-2 thin nodes 5
NightHawk-2 high nodes. 5
POWER3-Prozessoren 5

Forschungskooperation zwischen der
Universität Karlsruhe und IBM
Multilevel Parallelization for the POWER4

..... 6

Die Simulation großer Probleme - eine
Herausforderung an die Kooperation zwischen
Rechenzentrum und Fachwissenschaftlern

..... 8

Referenzrechnung an der Karlsruher SP
**Numerische Simulation dichtegetriebener
Strömung in porösen Medien**

Benchmark-Probleme 8
Programm-Paket d^3f 9
128 SP-Prozessoren drei Wochen lang verfügbar 9
Lösung von Gleichungen für mehr als 35 Millionen
Unbekannte. 10
Numerische Resultate 10
Lösung nur auf Höchstleistungsrechner möglich 10

**Wissenschaftsrat: Höchstleistungsrechner sind
für die Spitzenforschung unverzichtbar**

Neu einzurichtender nationaler Koordinierungsausschuss
soll abgestimmte Investitionsstrategien erarbeiten. . . . 11

Erfahrungsaustausch Linux Cluster

Nächstes Treffen am 26. 10. 2000. 12

Veranstaltungsreihe
Parallele Programmierung mit MPI und OpenMP

..... 12

In memoriam Rüdiger Weiß -
das Minisymposium über iterative
Gleichungslöser im Rahmen der
IMACS 2000

..... 13

**Vorträge, Kurse, Workshops
auf einen Blick**

..... 14, 15

**Erste Ansprechpartner
auf einen Blick**

..... 16

IMPRESSUM

Herausgeber:
Prof. Dr. Wilfried Juling
Redaktion: Ursula Scheller,
Klaus Hardardt
Tel.: 0721/608-4865

Universität Karlsruhe (TH)
Rechenzentrum
D-76128 Karlsruhe
<http://www.uni-karlsruhe.de/~RZ-News/>
Nummer 2000/9, 10
ISSN 1432-7015

High Performance Computing Rechenzentrum erhält höchstdotierten IBM-Forschungspreis

(red)

Die IBM hat einen "SUR-Forschungspreis" an das Rechenzentrum der Universität Karlsruhe vergeben. Mit diesem Shared University Research (SUR)-Preis zeichnet die IBM weltweit universitäre Forschergruppen aus, die neue Einsatzgebiete für Produkte und Lösungen im Bereich der Informationstechnologie erschließen.

Den SUR-Preis in Höhe von 850 000 Mark wird Prof. Dr. Wilfried Juling, Leiter des Rechenzentrums, am 4. Oktober 2000 für die hervorragende Forschungsarbeit auf dem Gebiet des Höchstleistungsrechnens entgegennehmen. Es handelt sich um die bisher höchste außerhalb der USA von IBM vergebene Auszeichnung an eine Universität. Der Preis besteht aus einer Erweiterung des Karlsruher Parallelrechners IBM RS/6000 SP.

IBM würdigt mit dieser Auszeichnung die weltweit anerkannte Kompetenz der Wissenschaftler der Universität Karlsruhe im Bereich des Höchstleistungsrechnens. Die Preisverleihung ist bisheriger Höhepunkt einer langjährigen Zusammenarbeit mit den IBM-Forschungslabors.

"Die Universität Karlsruhe war und ist uns immer ein willkommener Forschungspartner" kommentiert Erwin Staudt, Chef der IBM Deutschland GmbH, die enge Zusammenarbeit zwischen seiner Firma und der Universität. "Gerade die Karlsruher Rechnerkompetenz ist seit Jahren hoch angesehen in unseren amerikanischen Forschungslabors."

Verbunden mit dem SUR Grant ist eine Forschungskooperation, an der neben dem Rechenzentrum und dem IBM T. J. Watson Research Center in New York auch andere Institute der Universität Karlsruhe sowie namhafte Softwarefirmen beteiligt sind.

Das Ziel der Zusammenarbeit ist die Weiterentwicklung bestehender Programmiertechniken und Anwendungsprogramme. Dabei soll mit Hilfe von Simulationen auf den heute schnellsten Computern das Verhalten von Anwendungen auf der Folgegeneration von Mikroprozessoren studiert und optimiert werden.

Auch der Rektor der Universität, Prof. Dr. Sigmar Wittig, freut sich: "Wir fühlen uns als Universität natürlich geehrt, aber auch herausgefordert. Erst mit Hilfe dieser neuen Rechnergeneration wird es uns gelingen, wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der Energieforschung und bei der Modellbildung in den Lebenswissenschaften und der Biotechnologie machen zu können."

Für den Leiter des Rechenzentrums, Prof. Dr. Wilfried Juling, liegen die Vorzüge der Kooperation auf der Hand: "Statt mit der Anpassung der Anwendungen erst dann beginnen zu können, wenn die neuen Prozessoren verfügbar sind, können sich die Partner bereits heute darauf vorbereiten und damit frühzeitig den Weg in die Nutzung modernster Power4-Prozessortechnologie gehen."

Der derzeit in der Entwicklung befindliche, auch als "Gigaprozessor" bekannte IBM Power4 Chip wird mit einer Taktfrequenz von über einem Gigahertz arbeiten. Acht solche Prozessoren bilden eine Einheit, die auf einem Bauteil von 11 x 11 Zentimeter Größe eine Leistung von über 32 Gigaflops (32 Milliarden Gleitkomma-Operationen pro Sekunde) vereinigen.

Die effiziente Nutzung dieser neuen, enorm leistungsfähigen Prozessoren erfordert ein umfangreiches Know-how im Bereich der Anwendung von Höchstleistungsrechnern und der Entwicklung technisch-wissenschaftlicher Anwendungssoftware. Dies ist an der Universität Karlsruhe in besonderem Maße gegeben. Die im Rahmen der Forschungskooperation gewonnenen Erkenntnisse werden nicht nur der Firma IBM und den direkten Kooperationspartnern, sondern auch allen anderen Nutzern des Karlsruher Rechenzentrums zugute kommen.

Das gemeinsame Forschungsengagement in Karlsruhe soll nur ein erster Schritt in die Zukunft sein. Die Vision von Erwin Teufel, des Ministerpräsidenten des Bundeslandes Baden-Württemberg, ist es, in den nächsten zwei Jahren durch die Installation des europaweit größten und leistungsstärksten Supercomputers die Basis für Spitzenforschung auf besonders wichtigen Gebieten zu schaffen.

Zusätzlich zur Erweiterung durch den SUR Grant wird die Kapazität der Karlsruher IBM SP-Rechenanlage nach dem Hochschulbauförderungsgesetz quantitativ auf die dreifache Leistung und qualitativ in Form von innovativen Architektur Erweiterungen in

modernster Ausprägung erhöht. Damit steht den Nutzern aus Wissenschaft und Wirtschaft in ganz Deutschland einer der größten und leistungsfähigsten Komplexe von SP-Maschinen zur Verfügung.

Karlsruher Parallelrechner IBM RS/6000 SP wird erweitert

Nikolaus Geers

Hohe Betriebsstabilität, dreifache Leistung, innovative Architektur

Der Zuspruch zu dem bislang aus 256 Knoten bestehenden Parallelrechner IBM RS/6000 SP ist in den vergangenen drei Jahren stetig gestiegen. Dies ist insbesondere auch auf die seit mehr als zwei Jahren ununterbrochen extrem hohe Betriebsstabilität und Zuverlässigkeit, die diese Maschine auszeichnet, zurückzuführen. Das Betriebskonzept und die damit verbundenen gezielten Scheduling-Maßnahmen fördern große, aber nicht zu lange Batchjobs, die durch kleine parallele sowie serielle, leicht auslagerbare Hintergrundjobs ergänzt werden. Damit werden regelmäßig monatliche Systemauslastungswerte von über 90 Prozent erreicht, bei einer Verfügbarkeit von typischerweise 100 Prozent. Die Wartezeiten für Jobs in der Warteschlange wurden jedoch zunehmend größer. Damit zeichnete sich seit Monaten eine Übersättigung der Anlage ab, die eine Erweiterung der Karlsruher SP dringend erforderlich machte.

Diese Erweiterung wird nun Ende September 2000 realisiert. Dadurch wird nicht nur ein quantitativer Leistungszuwachs von fast 200 Prozent, sondern auch eine qualitative Verbesserung erzielt. Bei den neuen Knoten handelt es sich um SMP-Systeme (Symmetric Multiprocessing Systeme), d. h. sie enthalten mehrere Prozessoren, die auf einen gemeinsamen Hauptspeicher zugreifen. Hierdurch ergibt sich neben der bisherigen Distributed Memory-Parallelisierung über Knotengrenzen hinweg die Möglichkeit, innerhalb eines Knotens über das Shared Memory-Parallelisierungskonzept eine weitere Parallelisierungstechnik auf der SP einzusetzen. Insbesondere für Anwendungen, die

bislang noch nicht parallelisiert sind, bietet sich diese Technik an, da sie im Vergleich zur Parallelisierung mit MPI schon mit wesentlich geringerem Programmieraufwand eingesetzt werden kann. Die Parallelisierung des Programms erfolgt über Direktiven und es ist keine Verteilung der Daten notwendig. Mit OpenMP existiert mittlerweile ein Standard für diese Form der Programmierung, der auch von den IBM-Compilern unterstützt wird.

Mit der Erweiterung der IBM SP verfolgt das Rechenzentrum mehrere Ziele:

- deutliche Erhöhung der Rechenkapazität
- Plattform für SMP-parallelierte Programme
- Plattform für Programme mit hohem Speicherbedarf
- Plattform für die Kombination von OpenMP und MPI
- Nutzung von SMP-Systemen mit vielen Knoten in einer parallelen Produktionsumgebung (Anwendungen und Administration)

Die Erweiterung der IBM SP besteht aus

- 48 Winterhawk-2 thin nodes mit jeweils zwei POWER3-Prozessoren und insgesamt 96 GB Hauptspeicher sowie 1,7 TeraByte lokalem Plattenplatz
- insgesamt 870 GB externem Plattenspeicher in vier SSA-Subsystemen für das parallele High-Performance Filesystem GPFS sowie das globale DFS

Im Rahmen einer Kooperation mit IBM und insbesondere mit dessen Advanced Computing Technology Center am T. J. Watson Research Center in den USA (s. Seite 6) wird zusätzlich noch ein weiterer Frame mit

- vier NightHawk-2 high nodes mit je 8 POWER3-Prozessoren und je 8 GB Hauptspeicher

	Prozessortyp	Anzahl Proz.	Peak Performance pro Knoten	Level-1 Cache pro Prozessor	Level-2 Cache pro Prozessor	Hauptspeicher
48 Thin nodes	POWER 3-II, 375 MHz	2	3 GFlops	32 kB Instr. 64 kB Daten	8 MB Daten	2 GB
4 High nodes	POWER 3-II, 375 MHz	8	12 GFlops	32 kB Instr. 64 kB Daten	8 MB Daten	8 GB

Tabelle 1

beigestellt, auf denen insbesondere die intensive Erprobung neuer Programmier-techniken ermöglicht wird.

Dadurch erhöht sich die aggregierte Systemleistung der SMP-Erweiterung auf 192 GF, der zugehörige Hauptspeicher auf 128 GB.

Die zusätzlichen 52 SP-Knoten werden als separate Maschine installiert. Dies ist vor allem durch den schon erreichten Ausbau des SP-Switch der bestehenden Maschine begründet (256 Knoten). Eine Integration weiterer Knoten würde eine zusätzliche Switch-Stufe erfordern, was mit sehr hohen Kosten verbunden wäre. Beide Maschinen werden aber in eine einheitliche Betriebsumgebung integriert, so dass ein nahtloser Übergang von einem System zum anderen ermöglicht wird. Durch die Verwendung des Batchsystems *Load-Leveler* können Jobs wahlweise von einem SP-System zum anderen abgeschickt werden.

Die Integration beider Systeme in die Rechnerumgebung des Rechenzentrums ist in Abbildung 1, die wesentlichen Kenndaten der neuen SP-Knoten sind in Tabelle 1 dargestellt.

WinterHawk-2 thin nodes

Diese Knoten werden im Wesentlichen genutzt, um mit MPI parallelisierte Applikationen auszuführen, die bislang das Anwendungsprofil der IBM SP dominieren. Zusätzlich werden einzelne dieser Knoten als Server (z. B. für Login, Fileserver etc.) innerhalb der neuen SP genutzt.

Die Winterhawk-2 thin nodes sind SMP-Systeme mit 2 Prozessoren, so dass i.a. zwei Tasks einer parallelen MPI-Anwendung auf einem Knoten laufen können. Die Kommunikation innerhalb des Knotens erfolgt über ein Shared Memory-Segment, während die Kommunikation mit Tasks, die auf anderen Knoten laufen, über den SP-Switch erfolgt. Der SP-Switch wird über den neuen MX-2 Switchadapter angesprochen, der zu einer Leistungssteigerung von ca. 50 Pro-

zent gegenüber dem bisherigen SP-Switch führt.

NightHawk-2 high nodes

Die Architektur der NightHawk-2 high nodes zeichnet sich dadurch aus, dass nicht über einen gemeinsamen Bus sondern über einen internen Switch auf den Hauptspeicher eines Knotens zugegriffen wird. Dadurch hat jede Prozessorkarte mit 2 Prozessoren einen von den anderen Prozessoren unabhängigen Pfad für die Datenübertragung vom bzw. zum Hauptspeicher. Durch diese Architektur werden SMP-Systeme mit hohen Prozessorzahlen ermöglicht. Die High Nodes der Karlsruher SP sind mit jeweils 8 Prozessoren ausgestattet. Sie sollen für verschiedene Anwendungen genutzt werden:

- Serielle Anwendungen mit hohem Speicherbedarf (z. B. mehr als 2 GB)
- SMP-parallelisierte Anwendungen, die bis zu 8 Prozessoren eines Knotens nutzen
- Anwendungen, die mehrere Parallelisierungsmethoden verwenden: Shared Memory-Parallelisierung innerhalb eines Knotens und Distributed Memory-Parallelisierung über Knotengrenzen hinweg.

POWER3-Prozessoren

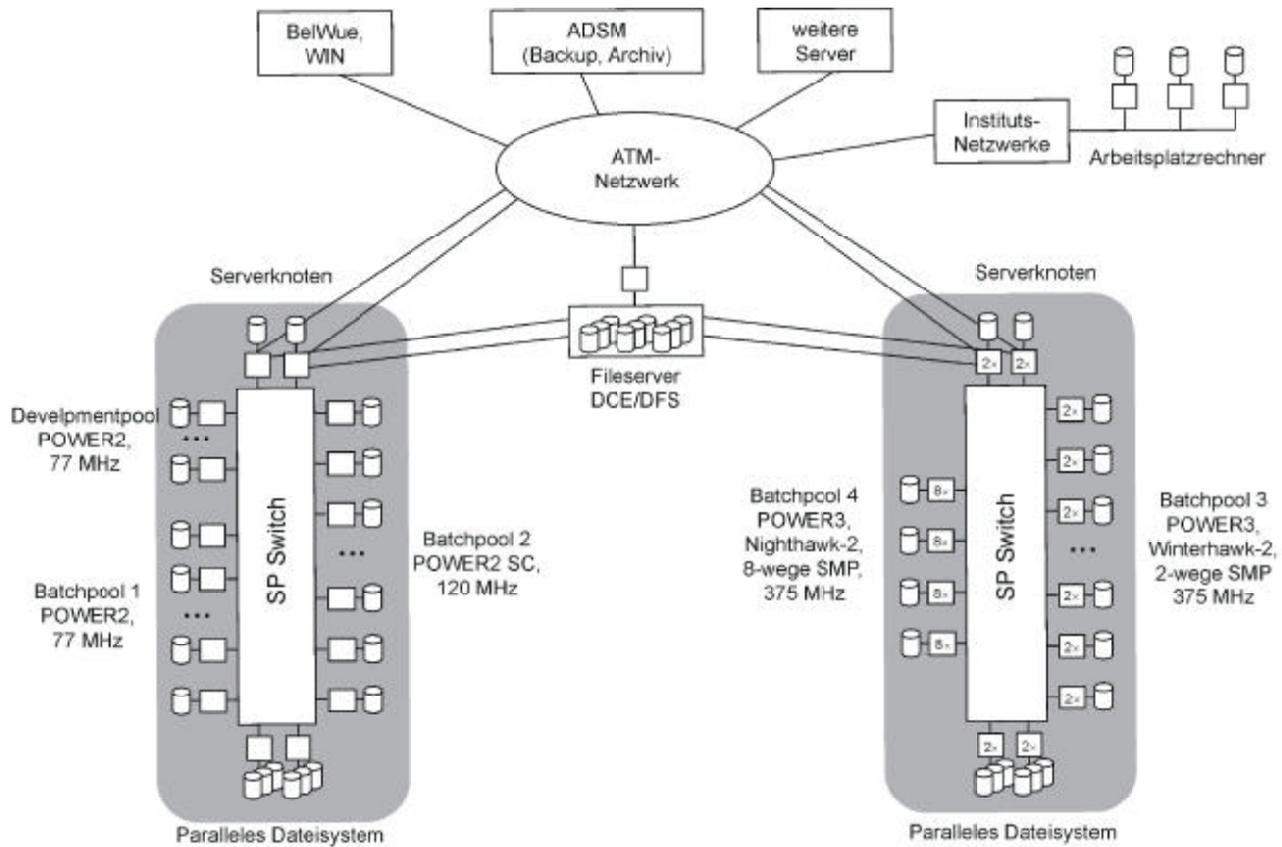
Die POWER3-Prozessoren sind eine Weiterentwicklung der POWER 2 und POWER PC-Architekturen. Im Vergleich zu den POWER2-Prozessoren der bisherigen SP bieten sie eine 64-bit Adressierung und verfügen über zusätzliche Integer- und Load/Store-Funktionseinheiten sowie über einen Level-2 Cache von 8 MB Größe. Durch die zwei Floating-Point-Einheiten, die jeweils eine Addition, Multiplikation oder eine verkettete Operation Multiplikation & Addition ausführen können, ergibt sich bei einer Taktrate von 375 MHz eine Peak Performance von 1,5 GFlops pro Prozessor, d. h. 3 Gflops pro Thin Node und 12 Gflop/s

pro High Node.

Durch die Installation der neuen SP ergeben sich für die Nutzer des Rechenzentrums vielfältige, neue Möglichkeiten im Bereich des Höchstleistungsrechnens. Dies gilt sowohl für die Entwicklung neuer Algorithmen

und Programmier Techniken als auch für die Durchsatzsteigerung.

Nikolaus Geers, Tel. -3755,
E-Mail geers@rz.uni-karlsruhe.de.



IBM RS/6000 SP: 52 Knoten, 128 CPU's, 192 GFlops, 128 GB IBM RS/6000 SP: 256 Knoten, 105 GFlops, 120 GB

Abbildung 1

Forschungsk Kooperation zwischen der Universität Karlsruhe und IBM

Multilevel Parallelization for the POWER4

Nikolaus Geers

Unter dem Titel "Multilevel Parallelization for the POWER4" werden das Rechenzentrum der Universität Karlsruhe und das Advanced Computing Technology Center (ACTC) am IBM T. J. Watson Research Center in einem gemeinsamen Forschungsvorhaben Programmier Techniken für zukünftige Rechnerarchitekturen weiterentwickeln.

Neben der IBM und dem Rechenzentrum sind weitere Institute der Universität (Fachgebiet Strömungsmaschinen und Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau) sowie namhafte Softwarefirmen beteiligt, deren Interesse in der frühzeitigen Nutzung neuer Technologien liegt, um so die eigene Software rechtzeitig anpassen zu können.

IBM wird für dieses Vorhaben zusätzlich zu der benötigten Hardware in Form von 4 Nighthawk-2 Knoten mit jeweils 8 Prozessoren Simulationssoftware bereitstellen, die es ermöglicht, auf heutigen Rechnern das Verhalten von Programmen auf den zukünftigen POWER4-Systemen zu simulieren. Die Universität Karlsruhe wird ihr umfangreiches Know-how im Bereich der Nutzung von Höchstleistungsrechnern und der Entwicklung technisch-wissenschaftlicher Anwendungssoftware einbringen.

Neue Prozessorgenerationen zeichnen sich neben der Steigerung der Taktfrequenz durch eine immer stärkere Parallelität aus. So wird der derzeit in der Entwicklung befindliche, auch als "Gigaprozessor" bekannt IBM POWER4 Chip, mit einer Taktfrequenz von über 1 GHz (GigaHertz) arbeiten und auf einem Chip zwei Prozessorkerne vereinigen. Vier dieser Chips werden in einem Modul integriert, der Baustein eines Rechenknotens zukünftiger Parallelrechner ist.

Während die Geschwindigkeit der RISC-Prozessoren in den vergangenen Jahren kontinuierlich sehr stark angestiegen ist, war die Geschwindigkeitssteigerung bei den Speicherchips deutlich geringer. Der hinreichend schnelle Zugriff auf Daten im Hauptspeicher stellt deshalb eine große Herausforderung für Prozessorentwickler, Rechnerarchitekten und Anwendungsprogrammierer dar. Auf der Ebene der Prozessor- und Rechnerarchitektur hat sich in den vergangenen Jahren die Nutzung von sehr schnellen Zwischenspeichern (Daten-Caches) bewährt. Mit dem POWER4-Prozessor wird dieses Konzept weiterentwickelt. Jeder Prozessor besitzt seinen eigenen Level-1 Cache. Die nächsten Stufen in der Speicherhierarchie, Level-2 Cache bzw. Level-3 Cache, werden von mehreren Prozessoren gemeinsam genutzt. Somit ergibt sich neben der Speicherhierarchie auch eine Kommunikationshierarchie. Daten in gemeinsam genutzten Level-2 bzw. Level-3 Caches können wesentlich schneller von einem Prozessor zu einem anderen übertragen werden als Da-

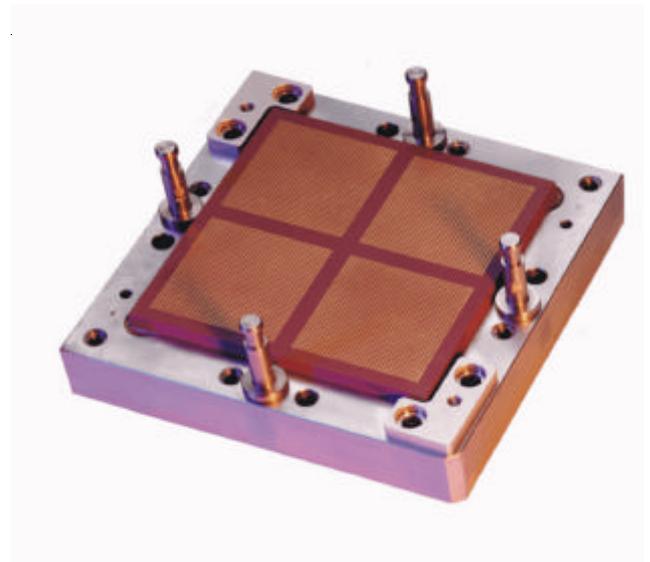
ten, die im Hauptspeicher liegen. Andererseits besteht die Gefahr, dass sich Prozessoren gegenseitig blockieren, wenn sie konkurrierend auf gleiche Daten zugreifen.

Die Untersuchung und Bewertung von Programmieretechniken und die Anpassung von Programmen an diese neuen Rechnerstrukturen sind wesentlicher Inhalt des Forschungsvorhabens. Statt mit der Anpassung erst dann zu beginnen, wenn die POWER4-Prozessoren verfügbar sind, können die Partner sich bereits heute darauf vorbereiten und damit frühzeitig den Weg in die Nutzung modernster IBM POWER4-Technologie gehen.

Im Bereich der Spitzenforschung wie auch für die beteiligten Softwarefirmen bedeutet dies letztlich einen deutlichen Wettbewerbsvorteil. Im Hinblick auf die Übertragbarkeit auf andere Kunden sind für IBM die im Rahmen der Kooperation gewonnenen Erkenntnisse ebenfalls sehr wertvoll.

Nikolaus Geers, Tel. -3755

E-Mail: geers@rz.uni-karlsruhe.de



"Power4 Multi Chip Module", 8 Prozessoren mit jeweils mehr als 4 GFlops

Die Simulation großer Probleme - eine Herausforderung an die Kooperation zwischen Rechenzentrum und Fachwissenschaftlern

Gabriel Wittum / Universität Heidelberg

Für die Simulation großer Probleme ist die interdisziplinäre Kooperation von entscheidender Bedeutung. Modellierung, Numerik und Hochleistungsrechnen müssen eng zusammenarbeiten. Dem Hochleistungsrechnen kommt dabei ein nicht zu unterschätzender Anteil zu, da es große Rechnungen erst ermöglicht.

Die Simulation großer Probleme gliedert sich in eine Entwicklungs- und eine Produktionsphase. In der Entwicklungsphase ist die direkte Verfügbarkeit kleiner bis mittlerer paralleler Rechnerressourcen wesentlich.

In der Produktionsphase muss ein möglichst großer Parallelrechner für die auszuführende Berechnung durchgehend verfügbar sein. Bei dem großen Speicherbedarf einer solchen Rechnung (oft ~100 GB)

kommt ein Aufspalten und Wiederaufsetzen nicht in Frage, da allein das Herausschreiben und Wiedereinlesen der Daten erhebliche Zeit in Anspruch nimmt.

Zur Berechnung großer Probleme ist ein Parallelrechner mit entsprechender Rechenleistung und Speicherausbaufähigkeit erforderlich, wie etwa die IBM RS/6000 SP des Karlsruher Rechenzentrums. Das RZ-Team hat es ermöglicht, 128 Prozessoren der Maschine für volle drei Wochen der auf dieser Seite beschriebenen Simulation zur Verfügung zu stellen, ohne den laufenden Betrieb zu beeinträchtigen. Diese außerordentliche Leistung zeigt Potential und Bedeutung eines großen wissenschaftlichen Rechenzentrums. Ohne die enge Kooperation zwischen Rechenzentrum und Fachwissenschaftlern wäre eine solche Rechnung unmöglich gewesen. Diese Kooperation muss künftig weiter gestärkt und ausgebaut werden.

Referenzrechnung an der Karlsruher SP Numerische Simulation dichtegetriebener Strömung in porösen Medien

K. Johannsen, Technische Simulation, Universität Heidelberg / H. Gernert, W. Juling, RZ/SSC Universität Karlsruhe (TH) / G. Wittum, Technische Simulation, Universität Heidelberg

Dichtegetriebene Grundwasserströmungen spielen eine wesentliche Rolle bei Problemen der Wasserversorgung und der Einlagerung von Abfällen im Boden. So sind Strömungsvorgänge in küstennahen Grundwasserleitern, in der Nähe von Salzformationen (Salzstöcken) wie auch in Bereichen starker geothermaler Wärmeproduktion Problemstellungen von großer praktischer Bedeutung. Je nach Situation wird Transport und Strömung durch dispersive und/oder advective Prozesse be-

stimmt. Für die numerische Simulation dieser Vorgänge sind daher die unterschiedlichsten Probleme zu bewältigen.

Die Erstellung eines hydrogeologischen Modells erfordert eine eingehende Beschäftigung mit dem zu modellierenden Gebiet. Da in der Regel nur wenige Daten zur Verfügung stehen (Messungen an Bohrlöchern, seismische Untersuchungen, Tracer-Experimente usw.) werden hohe Anforderungen an die Expertise der Modellierer gestellt. Die Modellierung der physikalischen Prozesse im Bereich von nicht-Darcy'scher Strömung, nichtlinearen Adsorptions- und Resorptionsprozessen u. a. sind zentraler Gegenstand aktueller Forschung.

Die mathematische Modellierung dieser physikali-

3#3	3#3	3#3
0	1	8
1	8	27
2	64	125
3	512	729
4	4096	4913
5	32768	35937
6	262144	274625
7	2097152	2146689
8	16777216	16974593

Tabelle 1: Die Gitterhierarchie

schen Prozesse führt auf Systeme gekoppelter, nichtlinearer partieller Differentialgleichungen. Die Wahl adäquater Diskretisierungsschemata wie auch die Entwicklung effizienter Lösungsverfahren sind nach wie vor Herausforderungen an die mathematische Forschung.

Vereinfachungen der untersuchten Fragestellung können zu signifikanter Reduktion der Komplexität des Problems führen. Sie müssen allerdings hinsichtlich ihrer Effekte genau untersucht werden. So dürfen Dichteeffekte in vielen Fällen nicht vernachlässigt werden und die numerische Simulation erfordert die simultane Lösung des voll gekoppelten Strömungs-Transport-Problems. Numerische Simulationen/Experimente können in den angesprochenen Bereichen zu tieferen Einsichten führen und sind daher von großem Interesse. Die Nutzung massiv paralleler Computer ist sowohl aufgrund der Rechnerleistung wie auch hinsichtlich ihrer Speicherkapazität von eminenter Bedeutung.

Benchmark-Probleme

Um eine systematische Untersuchung der im Grundwasserbereich auftretenden Phänomene zu ermöglichen, wurden verschiedene Benchmark-Probleme definiert. Hier ist zwischen physikalischen und mathematischen Problemen zu unterscheiden. Die physikalischen Benchmarks bestehen in präzise vermessenen Laborexperimenten, die mathematischen in wohldefinierten mathematischen Problemstellungen. Die Abweichungen der Ergebnisse einer numerischen Si-

mulation von denen eines Laborexperiments haben vielfältige Ursachen. Das mathematische Modell ist immer nur Approximation der Physik, die aus Komplexitätsgründen möglichst einfach angelegt sein muss. Das zu behandelnde mathematische Problem wird danach diskretisiert und gelöst (Diskretisierungsfehler), wodurch weitere Fehler auftreten. Bei einem mathematischen Benchmark-Problem tritt ein Fehler aufgrund einer physikalischen Modellierung nicht auf und der Vergleich findet statt mit der exakten Lösung des mathematischen Problems. Da diese in der Regel nicht in analytischer Form angegeben werden können, sind Referenzlösungen dieser Benchmarks mit zuverlässigen Fehlerschranken von großem Interesse.

Bei dem hier zu besprechenden Problem handelt es sich um eine mathematische Aufgabenstellung, die aus einem physikalischen Experiment abgeleitet wurde, welches am IHW, ETH Zürich (Prof. W. Kinzelbach) durchgeführt wurde. Das mathematische Benchmark-Problem modelliert das durchgeführte Experiment. Es handelt sich um einen mit einem porösen Medium gefüllten würfelförmigen Kasten, welcher von Salzwasser mit hoher Konzentration (maximal 10%) durchströmt wird. Trotz der einfachen Geometrie des Problems waren hochauflösende Rechnungen erforderlich, um eine akzeptable Genauigkeit zu erzielen.

Programm-Paket d^3f

Die Simulationen wurden mit Hilfe des Programm-Pakets d^3f durchgeführt, welches in einem BMBF Forschungs- und Entwicklungs-Projekt unter Leitung der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) entwickelt wurde. Die technische Entwicklung stand unter der Leitung des erst genannten Autors. d^3f basiert auf der Software-Toolbox *UG*, einem Software-Paket zur Diskretisierung und Lösung partieller Differentialgleichungen auf massiv parallelen Computern, welches am Lehrstuhl von Prof. Witum (ICA Stuttgart, Technische Simulation Universität Heidelberg) während der letzten 10 Jahre entwickelt wurde. Es macht hocheffiziente Algorithmen auf massiv parallelen Rechnerarchitekturen für komplexe Systeme partieller Differentialgleichungen verfügbar. Das Programm verwaltet hybride, unstrukturierte Gitter (2D: Dreiecke/Vierecke, 3D: Tetraeder/Pyramiden/Prismen/Hexaeder) und unterstützt lokale Gitterverfeinerung und dynamische Lastverteilung.

128 SP-Prozessoren drei Wochen verfügbar

Mit d^3f ist die Berechnung großer Probleme prinzipiell möglich. Herkömmliche Programme scheitern bisher an der mangelnden Parallelisierung. Zur Berechnung großer Probleme mit d^3f ist ein großer Parallelrechner mit entsprechender Rechenleistung und Speicherkapazitäten erforderlich. Für die unten beschriebene Rechnung erwies sich die IBM RS/6000 SP am Karlsruher Rechenzentrum mit ihrem hohen Speicherausbau und großer Prozessorzahl und -leistung als ideal.

Allerdings muss der Rechner für eine große Rechnung auch genügend lange zur Verfügung stehen. Das SSC-Team des Rechenzentrums der Universität Karlsruhe hat es ermöglicht, 128 Prozessoren der Maschine für volle drei Wochen für diese große Rechnung bereit zu stellen, ohne den laufenden Betrieb zu beeinträchtigen. Diese fantastische Leistung zeigt Potential und Bedeutung eines zentralen wissenschaftlichen Rechenzentrums. Ohne die enge Kooperation zwischen dem Team des Rechenzentrums und den Fachwissenschaftlern wäre eine solche Rechnung nicht möglich gewesen.

Lösung von Gleichungen für mehr als 35 Millionen Unbekannte

Die Benutzung von d^3f an der IBM RS/6000 SP des RZ ermöglichte es erstmals, die Gleichungen der dichtgetriebenen Grundwasserströmung für mehr als 35 Millionen Unbekannte zu lösen, bisher war man über

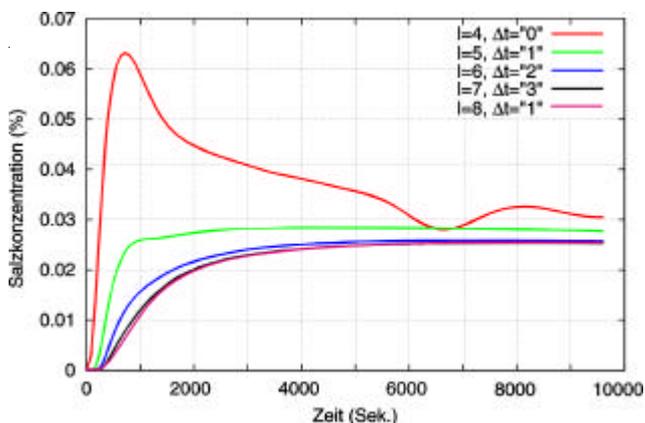


Abbildung 2: Gitterkonvergenz der Durchbruchkurve

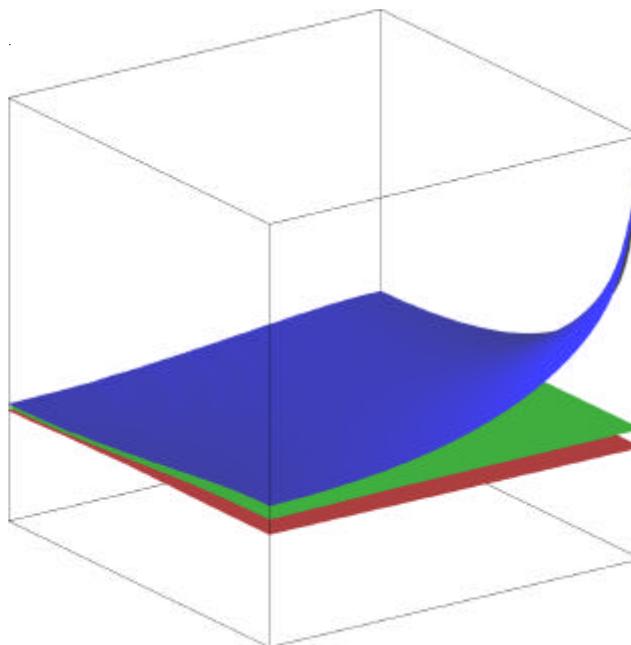


Abbildung 1: Die numerische Lösung des Benchmark-Problems, Grafik: GRAPE

eine zehntausend nicht hinausgekommen. Zur Diskretisierung der transienten Gleichungen wurde ein diagonal-implizites Runge-Kutta Verfahren zweiter Ordnung in der Zeit und ein lokal massenerhaltendes finite Volumen Verfahren zweiter Ordnung im Raum verwendet. Das voll gekoppelte, diskrete, nichtlineare algebraische System wurde mit Hilfe eines Newtonverfahrens gelöst. Die sich ergebenden linearen Subprobleme wurden durch ein lineares Mehrgitterverfahren mit Krylovraumbeschleuniger invertiert. Einige Parameter der verwendeten Gitterhierarchie sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Die Referenzlösung auf Gitterlevel 8 wurde auf der IBM RS/6000 SP des Rechenzentrums der Universität Karlsruhe unter Benutzung von 128 Prozessoren bestimmt. Während der ca. 28 Tage dauernden Simulation wurden mehr als 4 Milliarden Konzentrations-/Druck-Paare berechnet. Insgesamt bedeutet das etwa zehn Jahre reine CPU-Zeit! Die ganze Zeit über wurden ca. 100 GB RAM-Speicher benötigt.

Numerische Resultate

Die Lösung am Ende der durchgeführten Simulation ist in Abbildung 1 dargestellt. Es sind die Iso-Flächen der Salzkonzentration für 1%, 5% und 9% dargestellt (Grafik.: GRAPE, IAM, Universität Bonn, Prof. M. Rumpf). Die Aufweitung der Vermischungszone ist

deutlich zu erkennen. Sie wird induziert durch die nichtlinearen gravitativen und die transversal dispersiven Effekte. Von besonderem Interesse war der Nachweis der Gitterkonvergenz der Durchbruchkurve. Es handelt sich hierbei um die Salzkonzentration als Funktion der Zeit im Ausflussbereich. In Abbildung 2 ist die Lösung auf Gittern von 4096 (level 4) bis 16,7 Millionen Gitterpunkten (level 8) dargestellt. Die Gitterkonvergenz der Lösung ist deutlich zu erkennen. Nur auf den beiden feinsten Gittern (level 7, 8) ist die Lösung frei von Artefakten und erst auf dem feinsten Gitter ist der Diskretisierungsfehler auf ein akzeptables Maß reduziert (relativer Fehler der Durchbruchkurve: 1,7% in der L_2 norm).

Lösung nur auf Höchstleistungsrechner möglich

Im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit unabdingbar. In dem hier diskutierten Zusammenhang war die Kooperation von Grundwasseringenieuren, Physikern, Mathematikern und Informatikern von herausragender Bedeutung für einen weiteren Fortschritt im Bereich der Simulation von Grundwassertransportvorgängen. Ein

nicht zu unterschätzender Anteil daran kommt dem High Performance Computing zu, das solche umfangreiche Rechnungen, wie sie hier benötigt wurden, erst ermöglicht. Gerade hier ist die enge Zusammenarbeit von Rechenzentrum und Fachwissenschaftlern entscheidend. Ohne diese ist ein solches Projekt, das die vorhandenen Ressourcen der größten Rechner für einen längeren Zeitraum vollständig in Anspruch nimmt, nicht möglich. Dies zeigt die Bedeutung einer engen Verknüpfung von methodischen und anwendungsbezogenen Fachwissenschaftlern und dem Rechenbetrieb.

Es ist zu betonen, dass es sich bei der hier durchgeführten Untersuchung trotz ihrer Größe immer noch um eine Modellsituation handelt. Eine Behandlung realistischer Problemstellungen stellt in der Regel gleiche oder höhere Anforderungen an die Rechnerleistung. Die in diesen Fällen zu behandelnden Modelle sind von höherer Komplexität (Geometrie, Anisotropien, usw.). Die Anforderungen an die Diskretisierungsgenauigkeit sind dagegen geringer aufgrund ohnehin vorhandener Unsicherheiten bezüglich der Geometrie, physikalischen Parameter sowie der Anfangsbedingungen.

Wissenschaftsrat: Höchstleistungsrechner sind für die Spitzenforschung unverzichtbar

(red)

Neu einzurichtender nationaler Koordinierungsausschuss soll abgestimmte Investitionsstrategien erarbeiten

Mit Hilfe von Höchstleistungsrechnern wurden in den zurückliegenden Jahren in zahlreichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen wissenschaftliche Durchbrüche erzielt, die auf Rechnern niedrigerer Leistungsklassen nicht möglich gewesen wären. Dies betrifft beispielsweise Simulationen in der Elementarteilchen- und Vielteilchenphysik, in der Materialforschung, Strömungsdynamik, Strukturmechanik, Chemie, Geo- und Astrophysik und Klima- und Umweltforschung. Die Ver-

fügbare von Höchstleistungsrechnern hat sich zu einem entscheidenden Standortfaktor im internationalen Wettbewerb entwickelt. Der Wissenschaftsrat spricht sich aus diesem Grunde dafür aus, einen bundesweiten Zugang unabhängig von geographischen Voraussetzungen und institutioneller Zugehörigkeit der Nutzer zu gewährleisten.

Der Bedarf einzelner Fachgebiete nach Rechenkapazität ist wegen der ständig fortschreitenden Verfeinerung mathematischer Modelle und der zunehmenden Komplexität von Simulationen tendenziell unbegrenzt. Es kann von einer Bedarfssteigerung um etwa den Faktor zehn in den nächsten zwei bis drei Jahren ausgegangen werden, die mit einem exponentiellen Leistungsanstieg der überwiegend von amerikanischen und japanischen Herstellern angebotenen Spitzenrechner einhergeht. Um die wissenschaftliche

Wettbewerbsfähigkeit auch in Zukunft zu sichern, hält der Wissenschaftsrat deshalb investive Anstrengungen zum fortlaufenden qualitativen und quantitativen Ausbau der Rechnerversorgung und einer leistungsstarken Vernetzung für unverzichtbar. Dieser Ausbau sollte auch die bislang heterogene Ausstattung der Hochschulen mit Rechenleistung der unteren und mittleren Ebene einbeziehen.

Der Wissenschaftsrat sieht es als erforderlich an, für eine optimierte Nutzung eine abgestimmte, institutionenübergreifende Beschaffung von Höchstleistungsrechnern zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang sollten bereits bestehende Mechanismen zur Förderung der Kostentransparenz weiterentwickelt werden.

Der Wissenschaftsrat spricht sich angesichts der rapiden Entwicklungsdynamik im Bereich des Höchstleistungsrechnens und seiner Bedeutung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit für eine strategische Abstimmung der Versorgung mit Höchstleistungsrechenkapazität im nationalen Rahmen aus. Aufbau und Betrieb von Höchstleistungsrechnern müssen in eine

bundesweite, institutionenübergreifende Investitionsstrategie eingebettet werden. Diese Aufgabe sollte einem neu einzurichtenden nationalen Koordinierungsausschuß übertragen werden, in dem Nutzer und Betreiber von Höchstleistungsrechnern gleichermaßen vertreten sein sollen.

Der Wissenschaftsrat ist zudem der Auffassung, dass die Arbeit mit Höchstleistungsrechnern in den entsprechenden Studiengängen wie beispielsweise der Informatik oder den Ingenieurwissenschaften bislang nur unzureichend integriert ist. Die studentische Ausbildung darf sich nicht auf die Nutzung von PCs und Workstations beschränken, sondern sollte auch die Nutzung von Höchstleistungsrechnern einschließen, da die jetzige Spitzenleistung in Zukunft zunehmend auch in der industriellen Entwicklung verfügbar sein wird. Deshalb bedarf es neben einer gezielten Initiative zur Förderung des wissenschaftlichen Rechnens in Universitäten und Fachhochschulen auch geeigneter Weiterbildungsangebote.

Erfahrungsaustausch Linux Cluster

Nikolaus Geers

Nächstes Treffen am 26.10.2000

Von mehreren Instituten der Universität Karlsruhe werden mittlerweile Linux Cluster betrieben und zum Teil auch als Parallelrechner genutzt. Am 20. Juli 2000 fand ein erstes Treffen von Administratoren und Nutzern dieser Cluster statt, auf dem die verschiedenen Cluster, ihre Nutzungsschwerpunkte und Betriebskonzepte vorgestellt wurden.

Daran schloss sich eine Diskussion über unterschiedliche Problemkreise wie Ressourcenverwaltung, Compiler und Parallelisierungstools an.

Es wurde vereinbart, diesen Informations- und Erfahrungsaustausch fortzusetzen, um unnötige Doppelarbeit zu vermeiden und von Erfahrungen zu profitie-

ren, die an anderer Stelle innerhalb der Universität bereits gesammelt wurden. Deshalb sollen regelmäßige Treffen jeweils zu Beginn und Ende eines Semesters stattfinden. Das nächste Treffen ist für Donnerstag, den 26. Oktober 2000, von 14.00 Uhr bis 16.00 Uhr im Rechenzentrum, Seminarraum 217, vorgesehen. Weitere Interessenten sind zu diesem Treffen herzlich eingeladen.

Vorschläge für Diskussionspunkte senden Sie bitte an geers@rz.uni-karlsruhe.de oder an die E-Mail Diskussionsliste dieses Arbeitskreises (cluster-l@uni-karlsruhe.de).

Um an dieser Liste teilnehmen zu können, melden Sie sich bitte unter <http://mailhost.rz.uni-karlsruhe.de/warc/cluster-l.html> an.

Nikolaus Geers, Tel. -3755,

E-Mail: geers@rz.uni-karlsruhe.de

Veranstaltungsreihe

Parallele Programmierung mit MPI und OpenMP

Nikolaus Geers / Hartmut Häfner

Nicht nur auf Höchstleistungsrechnern, sondern auch beim Einsatz von Workstation- und PC-Clustern oder einzelnen Arbeitsplatzrechnern mit mehreren Prozessoren tritt die Parallelisierung von Anwendungsprogrammen immer stärker in den Vordergrund. Die wichtigsten Konzepte hierfür sind der explizite Datenaustausch über Message Passing-Bibliotheken, wobei das Message Passing Interface MPI einen De-facto-Standard darstellt.

Für die Programmierung von Mehrprozessorsystemen, bei denen mehrere Prozessoren auf einen gemeinsamen Hauptspeicher zugreifen, bietet sich oft eine Parallelisierung über Compilerdirektiven an, die im OpenMP-Standard spezifiziert sind. Mittlerweile wird OpenMP von vielen Compilern unterstützt.

In einer Veranstaltungsreihe im kommenden Wintersemester wird das RZ die unterschiedlichen Konzepte von MPI und OpenMP vorstellen und anhand von Beispielen erläutern. Außerdem werden der Ein-

satz von Programmierhilfsmitteln wie Debugger und Analysetools zum Auffinden von Kommunikationsengpässen besprochen, sowie Programmierkonzepte zur effektiven Parallelisierung diskutiert.

Die Veranstaltung richtet sich an Studierende aller Fakultäten und wissenschaftliche Mitarbeiter, die im Rahmen ihrer Tätigkeit Programme für Parallelrechner oder andere Mehrprozessorsysteme entwickeln.

Termin: jeweils Mittwoch 14.00 Uhr bis 15.30 Uhr
Ort: Rechenzentrum, Raum 217, 2. OG
Beginn: 8.11.2000

Weitere Informationen finden Sie im Web unter http://www.uni-karlsruhe.de/~MPI/ws_00_01.html.

Nikolaus Geers, Tel. -3755,
E-Mail: geers@rz.uni-karlsruhe.de
Hartmut Häfner, Tel. -4869,
E-Mail: haefner@rz.uni-karlsruhe.de.

In memoriam Rüdiger Weiß - das Minisymposium über iterative Gleichungslöser im Rahmen der IMACS 2000

Hartmut Häfner

Mehr als 700 Wissenschaftler trafen sich in diesem Sommer für eine Woche an der EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne), um sich über die neuesten Entwicklungen im Bereich der numerischen Simulation auszutauschen. Im Rahmen des IMACS-Kongresses fand ein Minisymposium mit dem Titel "Developments and Trends in Iterative Methods for Large Systems of Equations. IN MEMORIAM RÜDIGER WEISS" statt.

Das Symposium, das sich mit Entwicklung und

Trends iterativer Löser beschäftigte, war noch von Herrn Priv. Doz. Dr. Rüdiger Weiß zusammen mit Herrn Prof. Dr. Willi Schönauer vorbereitet worden. Nach dem tragischen Tod von Herrn Weiß hatte sich Prof. Martin Gutknecht von der ETH Zürich bereit erklärt, die organisatorische Arbeit von Herrn Weiß zu übernehmen.

In dreizehn interessanten Vorträgen wurde versucht, neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Lösung von großen linearen Gleichungssystemen aufzuzeigen. An dieser Stelle möchte ich namentlich zwei Vortragende erwähnen, die in besonderer Weise mit Herrn Weiß

verbunden waren. Herr Dr. Claus Koschinski, der letzte Doktorand von Herrn Weiß, trug über seine Promotion, in der er neue Projektionsmethoden als Präkonditionierer von Gleichungssystemen untersuchte, vor. Herr Prof. Seiji Fujino, ein guter Freund von Herrn Weiß aus Japan, berichtete über ein neues iteratives Verfahren, das er gemeinsam mit Herrn Weiß bei seinem letzten Japan-Aufenthalt entwickelt hatte. Ich

glaube - auch im Namen der anderen Vortragenden - sagen zu dürfen, dass die Tage am Genfer See sehr spannend waren und es ein guter Ort war, um sich an Herrn Dr. Weiß zu erinnern. Die Vorträge dieses Minisymposiums werden in einer Rüdiger Weiß gewidmeten Sondernummer von "Applied Numerical Mathematics" erscheinen.

Vorträge, Workshops und Kurse *auf einen Blick*

ORACLE-Datenbankadministration

Dr. Klaus Hanauer

Datum: 2.10.2000 bis 9.10.2000

Zeit: 9 - 17 Uhr

Ort: RZ, Raum 217, 2.OG

Bezeichnung des Kurses: DBA

Anmeldung nur unter E-Mail mit Angabe der Kursbezeichnung an: hanauer@rz.uni-karlsruhe.de

ORACLE Backup und Recovery

Dr. Klaus Hanauer

Datum: 10.10.2000 bis 13.10.2000

Zeit: 9 - 17 Uhr

Ort: RZ, Raum 217, 2. OG

Bezeichnung des Kurses: REC

Anmeldung nur unter E-Mail mit Angabe der Kursbezeichnung an: hanauer@rz.uni-karlsruhe.de

Die Teilnehmerzahl ist beschränkt.

Abgewiesene Teilnehmer der ORACLE-Kurse im Frühjahr 2000 werden zuerst angenommen. Für die Teilnahme an den Kursen DBA und REC ist der Besuch des SQL-Kurses erforderlich.

Erfahrungsaustausch Linux Cluster

Nikolaus Geers

Datum: Donnerstag, 26.10.2000

Zeit: 14.00 Uhr - 16.00 Uhr

Ort: RZ, Raum 217, 2. OG

Parallele Programmierung mit MPI und OpenMP

Nikolaus Geers/Hartmut Häfner

Datum: 1.11.2000 bis 10.1.2001

Zeit: jeweils mittwochs

14.00 Uhr bis 15.30 Uhr

Ort: RZ, Raum 217, 2. OG

Vorträge, Workshops und Kurse *auf einen Blick*

Java-Veranstaltungen

Harald Meyer

Alle Veranstaltungen finden im RZ-Gebäude (20.21) im Raum 217 (2.OG) statt.

- **Semesterbegleitende Einführung in die Programmiersprache Java und das Java Development Kit**
Datum: Beginn: Mittwoch, 25. Okt. 2000
14.00 Uhr - 15.30 Uhr
Zeit: folgende Termine donnerstags,
14.00 Uhr - 15.30 Uhr
Ort: RZ, Raum 217, 2. OG
- **Datenbankanbindung in Java mit dem Paket "Java Database Connectivity" (JDBC)**
 - Teil 1
Datum: Mittwoch, 15. Nov. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
 - Teil 2
Datum: Mittwoch, 22. Nov. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
- **Einführung in Swing / Java Foundation Classes**
 - Teil 1
Datum: Mittwoch, 29. Nov. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
 - Teil 2
Datum: Mittwoch, 6. Dez. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
- **Dynamische Webseitenerstellung mit dem Element Construction Set aus dem Apache-Projekt**
Datum: Mittwoch, 20. Dez. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
- **Einführung in das Java Servlet Development Kit (mit Apache JServ)**
Datum: Donnerstag, 11. Jan. 2001
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
Datum: Donnerstag, 18. Jan. 2001
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr

- **Einführung in das Java-Test-Framework JUNIT**

Datum: Donnerstag, 25. Jan. 2001
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr

Allgemeine UNIX-Tools

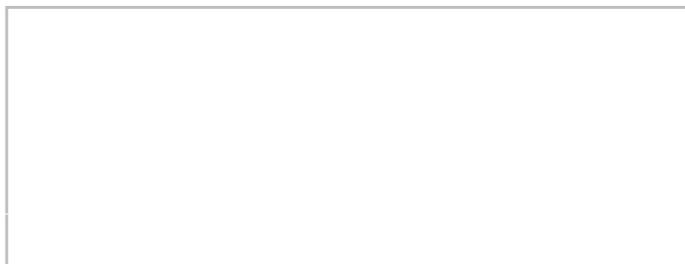
Harald Meyer

- **Übersetzen und Binden von Programmen unter UNIX**
Datum: Donnerstag, 2. Nov. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
- **Kompressions- und Archivierungswerkzeuge unter UNIX**
Datentransfer mit der Windows-95/NT-Welt
Datum: Donnerstag, 16. Nov. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
- **Einführung in Make**
Datum: Donnerstag, 23. Nov. 2000
Zeit: 14.00 Uhr - 15.30 Uhr
- **Einführung in Perl**
 - Teil 1
Datum: Donnerstag, 30. Nov. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
 - Teil 2
Datum: Donnerstag, 7. Dez. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr
- **Einführung in das Revision Control System (RCS)**
Datum: Donnerstag, 14. Dez. 2000
Zeit: 16.00 Uhr - 17.30 Uhr

Weitere Infos:

<http://www.rz.uni-karlsruhe.de/~Harald.Meyer/veranstaltungen.html>

Erste Ansprechpartner *auf einen Blick*



So erreichen Sie uns

Telefonvorwahl: +49 721/608-
Fax: +49 721/32550
E-Mail: Vorname.Nachname@rz.uni-karlsruhe.de

BIT8000 (Help Desk)	Tel. -8000, E-Mail: BIT8000@rz.uni-karlsruhe.de
Sekretariat	Tel. -3754, E-Mail: rz@uni-karlsruhe.de
Information	Tel. -4865, E-Mail: info@rz.uni-karlsruhe.de
MicroBIT-Hotline	Tel. -2997, E-Mail: microbit@rz.uni-karlsruhe.de
Scientific Supercomputing Center (SSC) Karlsruhe	Tel. -8011, E-Mail: hotline@ssc.uni-karlsruhe.de
Anwendungen	Tel. -4031/4035, E-Mail: anwendung@rz.uni-karlsruhe.de
Netze	Tel. -2068/4030, E-Mail: netze@rz.uni-karlsruhe.de
UNIX	Tel. -4038/4039, E-Mail: unix@rz.uni-karlsruhe.de
Virus-Zentrum	Tel. 0721/9620122, E-Mail: virus@rz.uni-karlsruhe.de
Mailing-Liste für Internetmissbrauch	abuse@uni-karlsruhe.de
ASKnet AG (SW-Lizenzen)	Tel. 0721/964580, E-Mail: info@asknet.de
Zertifizierungsstelle (CA)	Tel. -7705, E-Mail: ca@uni-karlsruhe.de
PGP-Fingerprint	pub 1024/A70087D1 1999/01/21 CA Universität Karlsruhe 7A 27 96 52 D9 A8 C4 D4 36 B7 32 32 46 59 F5 BE

Öffentliche Rechnerzugänge

World Wide Web:

<http://www.rz.uni-karlsruhe.de/> (Informationssystem des Rechenzentrums der Universität Karlsruhe)
<http://www.uni-karlsruhe.de/Uni/CA/> (Zertifizierungsstelle am Rechenzentrum der Universität Karlsruhe)
<http://www.ask.uni-karlsruhe.de> (Informationssystem der Akademischen Software Kooperation ASK)

Ftp:

ftp.rz.uni-karlsruhe.de; Benutzernummer: ftp (anonymer Ftp-Server des Rechenzentrums)
ftp.ask.uni-karlsruhe.de; Benutzernummer: ftp (anonymer Ftp-Server der ASK)