

## SUPERCOMPUTER

# Höchstleistungsrechnen in Deutschland

Die Möglichkeit, an immer realitätsnäheren Simulationen und Modellen zu arbeiten, führt zu wissenschaftlichen Durchbrüchen

**Im Jahre 2000 wurde der erste Rechner Europas, der mehr als ein TFlop/s Rechenleistung erbringen kann, am Leibniz-Rechenzentrum in München installiert. Seine damalige Spitzenleistung betrug 1,3 TFlop/s (gesprochen „Tera Flops“, Tera Floating Point Operations per Second), das sind 1.300.000.000.000 Gleitkommaoperationen in jeder Sekunde. Der Rechner wurde im Jahr 2002 auf 2 TFlop/s erweitert.**

Der kürzlich in Betrieb genommene IBM-Rechner des Forschungszentrums Jülich bietet eine Spitzenrechenleistung von 8,9 TFlop/s. Beide Höchstleistungsrechner nutzen über 1.300 Prozessoren (siehe Tabelle). Der für das Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart geplante Rechner wird sogar 12,7 TeraFlop/s Spitzenrechenleistung erreichen.

## Wie mäht man einen Fußballplatz in 30 Sekunden?

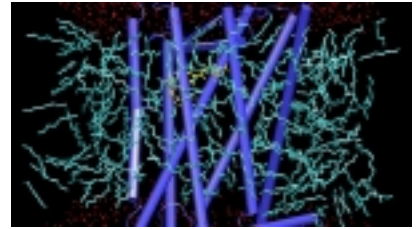
Die Herausforderung im Höchstleistungsrechnen besteht unter anderem darin, hunderte Prozessoren gleichzeitig an derselben Aufgabe rechnen zu lassen, ohne dass sie sich dabei gegenseitig stören. Dazu braucht es äußerst leistungsfähige interne Netze zwischen den Prozessoren und ausgeklügelte Betriebssysteme und Programme.

Man kann dies mit der Aufgabe vergleichen, einen Fußballrasen in möglichst kurzer Zeit zu mähen. Wenn ein Einzelner dazu vielleicht einen Arbeitstag braucht, bräuchten zwei Personen nur einen halben Tag, vier einen viertel Tag, und tausend bräuchten theoretisch nur noch 30 Sekunden. Aber während sich die Aufgabe unter vier Mähern noch recht gut aufteilen lässt, wird es bei vielen Mähern recht bald unübersichtlich. Hunderte Mäher auf einem Feld würden sich gegenseitig stören. Anders sieht es aus, wenn die vielen Mäher auf viele Fußballplätze verteilt würden, die Problemstellung also mit der Anzahl der Arbeiter wächst. Ähnliche Probleme treten bei der gleichzeitigen

Nutzung vieler Prozessoren auf. Deshalb werden Höchstleistungsrechner zur Lösung von wirklich großen Problemstellungen, so genannten Grand Challenges, eingesetzt.

## Höchstleistungsrechner sind für die Spitzenforschung unverzichtbar

Mit Hilfe von Höchstleistungsrechnern wurden in den zurückliegenden Jahren in zahlreichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen wissenschaftliche Durchbrüche erzielt, die mit Rechnern niedrigerer Leistungsklassen überhaupt nicht möglich gewesen wären. Astrophysiker simulieren die Entstehung von Galaxien, Elementarteilchenphysiker versuchen zu erkennen, was Quarks, die Bausteine der Atomkerne, verbindet, und Ingenieure berechnen turbulente Strömungen und Verbrennungsvorgänge. Die Modelle werden immer realistischer und komplexer. Ohne Höchstleistungsrechner ist kein Fortschritt mehr möglich, die Simulationen ergänzen Experiment und Theorie. Immer mehr Forschungsgebiete nutzen die neuen Möglichkeiten: Katalysatoren, wie sie heute in jedem Personwagen arbeiten, werden optimiert, Wetter- und Klimamodelle werden verfeinert, Erdbeben simuliert, Materialeigenschaften berechnet und die Faltung von Proteinen erforscht. Die Verfügbarkeit von Höchstleistungsrechnern ist ein entscheidender Standortvorteil im internationalen Wettbewerb.



**Simulation von Rhodopsin, einem beim Sehprozess wichtigen Molekül.**

Die deutschen Höchstleistungsrechner sind über das Deutsche Forschungsnetz von jeder Forschungseinrichtung aus gut erreichbar. Die Höchstleistungsrechenzentren gehören zu den Pionieren auf dem Gebiet des Grid Computings und der e-Science. So ermöglichen sie den Zugang zu ihren Rechnern über Globus und UNICORE, die beiden wichtigsten Projekte zur nahtlosen Nutzung der Kapazität von Höchstleistungsrechnern. Globus und UNICORE ermöglichen es, Höchstleistungsrechner in die gewohnte Arbeitsumgebung eines Wissenschaftlers einzubinden, von dort aus Rechenaufträge zu verschicken und Aufgaben wie Computational Steering, das heißt, die Steuerung und Visualisierung von Rechnungen auf Höchstleistungsrechnern von der eigenen Grafikworkstation aus vorzunehmen.

Viele dieser neuen Möglichkeiten sind noch nicht so einfach zu nutzen wie das Internet. Die Umsetzung der Vision, bei Bedarf Höchstleistungsrechenkapazität, Speicher- und Archivierungsplatz quasi wie Strom aus der Steckdose beziehen zu können, wird jedoch völlig neue Arbeitsformen in Wissenschaft und Industrie ermöglichen.

**Matthias Brehm**

**Ludger Palm**

**Leibniz-Rechenzentrum München**

Rechnertyp	Rechenzentrum	Zahl der Prozessoren	Hauptspeicher in GBytes	Spitzenrechenleistung in TFlop/s	Webseite	Jahr der Inbetriebnahme bzw. letzter Upgrade
Cray T3E	HLRS	512	64	0,461	www.hlrs.de	1996
NEC SX-5	HLRS	32	80	0,128	www.hlrs.de	1999
Hitachi SR8000	HLRS	128	128	0,128	www.hlrs.de	2001
Hitachi SR8000-F1	LRZ	1.344	1.376	2,0	www.lrz.de	2000/2002
NEC SX-6	DKRZ	192	1.500	1,5	www.dkrz.de	2002/2003
IBM p690 Regatta	RZ Garching	812	2.000	4,2	www.rzg.mpg.de	2003
IBM p690 Regatta	NIC	1.312	5.200	8,9	www.fz-juelich.de/nic	2004
NEC SX-6	HLRS	576	9.800	12,7	www.hlrs.de	geplant 2004/2005

**Übersicht über die zurzeit bundesweit nutzbaren Höchstleistungsrechner**  
(1 TFlop/s = 1000 GigaFlop/s = 1000 Milliarden Gleitkommaoperationen pro Sekunde)