

# UNIVERSUM AUF 288 PROZESSOREN

Die Astrophysiker Ben Moore und Joachim Stadel von der Universität Zürich haben den schnellsten Supercomputer der Schweiz gebaut. Nun wollen die Physiker eine Spinoff-Firma gründen. Von Felix Würsten

Es ist nicht gerade alltäglich, dass Physiker, die sich mit der Entstehung des Universums beschäftigen, eine Spinoff-Firma gründen. Schon gar nicht in einer Geschäftssparte, in der man es mit scheinbar so übermächtigen Konkurrenten wie IBM zu tun hat. Doch Ben Moore und Joachim Stadel vom Institut für Theoretische Physik der Universität Zürich haben genau dies vor. Die beiden Wissenschaftler haben mit Hilfe der Werkstatt Physik einen Supercomputer entwickelt, der in verschiedener Hinsicht beeindruckt. Sie möchten die Konstruktion nun auf dem Markt etablieren.

Moore ist bei seiner täglichen Forschungsarbeit auf grosse Rechenkapazitäten angewiesen: «Es gibt zahlreiche interessante astronomische Fragestellungen, die man heute mit Hilfe von Modellsimulationen untersucht.» Dazu gehört etwa die Entwicklung des Universums kurz nach dem Urknall, die Verteilung der dunklen Materie sowie die Bildung von einzelnen Sternen und Planetensystemen bis hin zur Formation ganzer Galaxien. «Viele dieser Probleme werden heute erst ansatzweise verstanden», meint der Physiker. «Häufig handelt es sich um grundsätzlich ähnliche Fragestellungen, die sich jedoch auf verschiedenen Skalen abspielen.» Da Computermodelle, die Antworten auf solche Fragen geben, naturgemäss sehr komplex sind, brauchen die Wissenschaftler entsprechend leistungsfähige Rechner.

Die nötige Rechenkapazität für diese Art von Forschung ist allerdings nicht ohne weiteres erhältlich, da der Andrang auf die bestehenden Hochleistungsrechner gross ist. «Einen eigenen Supercomputer quasi ab Stange zu kaufen, kam für uns aus Kostengründen nicht in Frage», erzählt Moore. Rund 10 Millionen Franken kostet eine Maschine, wie sie beispielsweise

am Swiss Center for Scientific Computing der ETH in Manno steht – das hätte das Budget, das die Universität Zürich der Gruppe zugesteht, gesprengt. Aus der finanziellen Not haben Moore und Stadel nun eine Tugend gemacht. Kurzerhand entschlossen sie sich, einen eigenen Supercomputer zu bauen.

## BAUPLAN AUF A4-BLATT

Moderne Supercomputer verdanken ihre Kraft nicht mehr hoch spezialisierten Prozessoren wie noch vor wenigen Jahren. Vielmehr werden bei ihnen zahlreiche Prozessoren, die man im Prinzip auch in handelsüblichen PC findet, auf kluge Weise miteinander kombiniert. Die Chips in den alltäglichen Computern sind nämlich inzwischen derart schnell und günstig, dass sich die Herstellung von «Superprozessoren» nicht mehr lohnen würde. Moore vergleicht Supercomputer zur Veranschaulichung denn auch gern mit dem menschlichen Gehirn. «Wir Menschen sind nicht intelligenter als die Tiere, weil unsere Gehirnzellen mehr leisten, sondern weil bei uns ganz einfach mehr Zellen miteinander verbunden sind als bei andern Lebewesen.»

Das Rezept, nach dem die Physiker ihre Maschine «zBox» anfertigten, tönt im Grundsatz denn auch sehr simpel: man nehme 144 Hauptplatinen mit jeweils 2 Prozessoren, wie man sie in den besten PC findet, verbinde diese über Netzwerkkarten miteinander – und schon hat man einen Supercomputer. Die Sache scheint tatsächlich keine allzu grosse Hexerei zu sein, diene als Bauplan doch gerade mal ein von Hand beschriebenes A4-Blatt, wie Moore erzählt. Konkret mussten dann natürlich schon ein paar Hindernisse überwunden werden, damit die Sache wirklich funktioniert. Da ist einmal die



*Klug vernetzt: Der Supercomputer am Institut für*



*Theoretische Physik besteht aus 144 Hauptplatinen mit jeweils zwei Prozessoren, wie man sie in den besten PC findet.*

Verbindung zum Server. Viele Prozessoren miteinander zu verbinden, ist schön und gut, doch damit der schnelle Rechner auch wirklich auf Touren kommen kann, müssen die Daten möglichst rasch vom Server gelesen und auch wieder dorthin geschrieben werden können. Da jeder Prozessor eine Speicherkapazität von 500 MByte hat, müssen demnach bis zu 144 GByte Daten möglichst schnell übermittelt werden. Damit dieser Transfer nicht allzu lange dauert, ist der Rechner über eine Parallelschaltung mit dem Server verbunden. Alle Prozessoren können also gleichzeitig Daten lesen und schreiben. Alleine das Aufstarten des Supercomputers würde sonst Stunden in Anspruch nehmen.

Die grösste Herausforderung bestand jedoch darin, die Platinen so zusammenzubauen, dass der Computer möglichst wenig Platz beansprucht, aber dennoch ausreichend gekühlt werden kann. Gemeinsam produzieren die Prozessoren nämlich eine Wärmeleistung von beachtlichen 45000 Watt – ohne effiziente Kühlung würde der Computer bald einmal schmelzen. Stadel und Moore haben nun eine Struktur entworfen, mit der die beiden Ziele erreicht wer-

den. «Die «zBox» weist die weltweit dichteste Anordnung von Prozessoren auf», erklären die Physiker mit sichtlichem Stolz.

#### KONSTRUKTION NOCH GEHEIM

Wie der Rechner genau konstruiert ist, möchte Moore nicht sagen, weil das Patentverfahren noch nicht abgeschlossen ist. Immerhin verrät er, dass die «zBox» eine würfelförmige Anlage ist, die eine Kantenlänge von nur etwa 1,5 Metern aufweist. Damit ist der Rechner kleiner als das dazugehörige Kühlaggregat und hat ohne weiteres in einem kleinen Nebenraum Platz. Wie beachtlich diese Leistung ist, zeigt der Vergleich mit dem neuen Supercomputer, den die Firma IBM Ende letzten Jahres in ihrem eigenen Forschungslabor in Zürich installierte. Dieser Rechner besteht aus acht massiven mannshohen Türmen, die je ein Gewicht von 1,2 Tonnen auf die Waage bringen.

Mit seinen 288 Prozessoren ist der Supercomputer auf der Irchel heute der schnellste Rechner in der Schweiz. «Unsere Maschine gehört zur Kategorie der Teraflop-Computer», meint Moore, «sie macht also über

eine Billion (10 hoch 12) Fließkomma-Operationen pro Sekunde.» Auf der weltweiten Liste der 500 leistungsfähigsten Supercomputer ([www.top500.org](http://www.top500.org)) schafft es der Uni-Rechner immerhin unter die ersten 150. Da die «zBox» 288 Prozessoren hat, der IBM-SE4 in Manno jedoch nur 256, vermag er die Konkurrenz der ETH im Tessin leistungsmässig zu übertrumpfen. Und auch den Vergleich mit dem IBM-Rechner in Zürich müssen die Physiker der Universität nicht scheuen, verfügt dieser doch «nur» über 260 Prozessoren.

#### BESSER ALS DIE ETH

Dass ein simpler Vergleich der Anzahl Prozessoren nicht einfach eine wenig aussagekräftige Milchbüchleinrechnung ist, bestätigte ein konkreter Vergleich. Als eine Gruppe von Biochemikern wegen Kapazitätsengpässen ihr Simulationsmodell auf der «zBox» laufen liess, zeigte sich, dass der Rechner tatsächlich eine bessere Performance hat als derjenige in Manno. Die Physiker haben nicht nur eine leistungsfähige und platz sparende Konstruktion geschaffen, sondern vor allem auch eine güns-



*Auf grosse Rechnerkapazität angewiesen: Ben Moore (links) und sein Team am Institut für Theoretische Physik erforschen mit Hilfe von Modellsimu-*

tige. «Die Ausgaben für das Material belaufen sich gerade mal auf 500 000 Franken», rechnet Moore vor. «Dazu kommen noch die Personalkosten, weil der Rechner in den Werkstätten der Universität zusammengebaut wurde. Insgesamt kommt die Eigenkonstruktion aber nur auf einen Bruchteil von vergleichbaren kommerziellen Produkten zu stehen.»

Und wie steht es denn mit der Software? «Als Betriebssystem benutzen wir eine abgepeckte Linux-Version», erklärt Moore. «Die eigentlichen Berechnungen werden dann mit speziellen Programmen ausgeführt, die auf die Architektur der Maschine ausgerichtet sind. Wir müssen das Universum sozusagen auf die 288 Prozessoren verteilen.» Stadel hat dazu ein Programm entwickelt, das die Aufteilung der Rechenarbeit bewerkstelligt und sicherstellt, dass die Leistungsfähigkeit des Rechners optimal genutzt werden kann. Gute Algorithmen zu entwickeln erfordert ein spezielles Programmier-Know-how. Gerade in diesem Bereich scheint die Schweiz jedoch in der letzten Zeit etwas den Anschluss verloren zu haben, glaubt Moore. «Es fehlt nicht nur an Rechenkapazität,

sondern auch an geeigneten Fachleuten.» Dabei sind die Astronomen längst nicht die einzigen, die ihre Probleme mit Hilfe von solchen Maschinen lösen wollen. Auch in anderen Disziplinen ist der Bedarf an leistungsfähigen Rechnern gross. Ihren Supercomputer werden Moore und Stadel aber kaum anderen Forschergruppen zur Verfügung stellen können. «Wir sind bereits jetzt überbucht, und unsere Doktoranden beklagen sich, es stünde ihnen zu wenig Rechenzeit zur Verfügung.» Angesichts dieser Begehrlichkeiten ist es verständlich, dass die Physiker eine Spinoff-Firma gründen wollen, um die neuartige Konstruktion zu vermarkten. «Im Moment sind wir daran, einen Businessplan zu erstellen. Unsere Idee ist, kompakte und günstige Supercomputer zu bauen und später auch zu unterhalten», erklärt Moore. Inzwischen laufen bereits konkrete Verhandlungen mit möglichen Investoren.

#### TOP 20 ALS ZIEL

Die würfelförmige Architektur des Computers sei ohne weiteres ausbaufähig, glaubt der angehende Unternehmer Moore: «Wir könnten

auch grössere Rechner bauen.» Und über eine bessere Platzierung auf der Top-500-Liste würden sich Moore und Stadel durchaus freuen. Ganz an die Spitze, dorthin also, wo der Rechner des japanischen Earth Simulation Center und die Computer des US-amerikanischen Los Alamos National Laboratory sind, werden es die beiden Physiker zwar kaum schaffen. «Doch es wäre schön, wenn wir eine Platzierung unter den ersten zwanzig erreichen könnten.»

In unerreichbaren Sphären bewegt sich die natürliche Konkurrenz. «Die zBox erbringt etwa ein Prozent der Leistung eines menschlichen Gehirns», rückt Moore die Relationen zurecht. «Dieses ist zudem viel kompakter und leichter und mit einer Verlustleistung von wenigen Watt um mehrere Potenzen effizienter als unsere Maschine!»

KONTAKT Prof. Ben Moore und Dr. Joachim Stadel, Institut für Theoretische Physik der Universität Zürich, moore@physik.unizh.ch, stadel@physik.unizh.ch

FINANZIERUNG Universität Zürich



Relationen die Entwicklung des Universums.