

KEPLER TRIBUNE

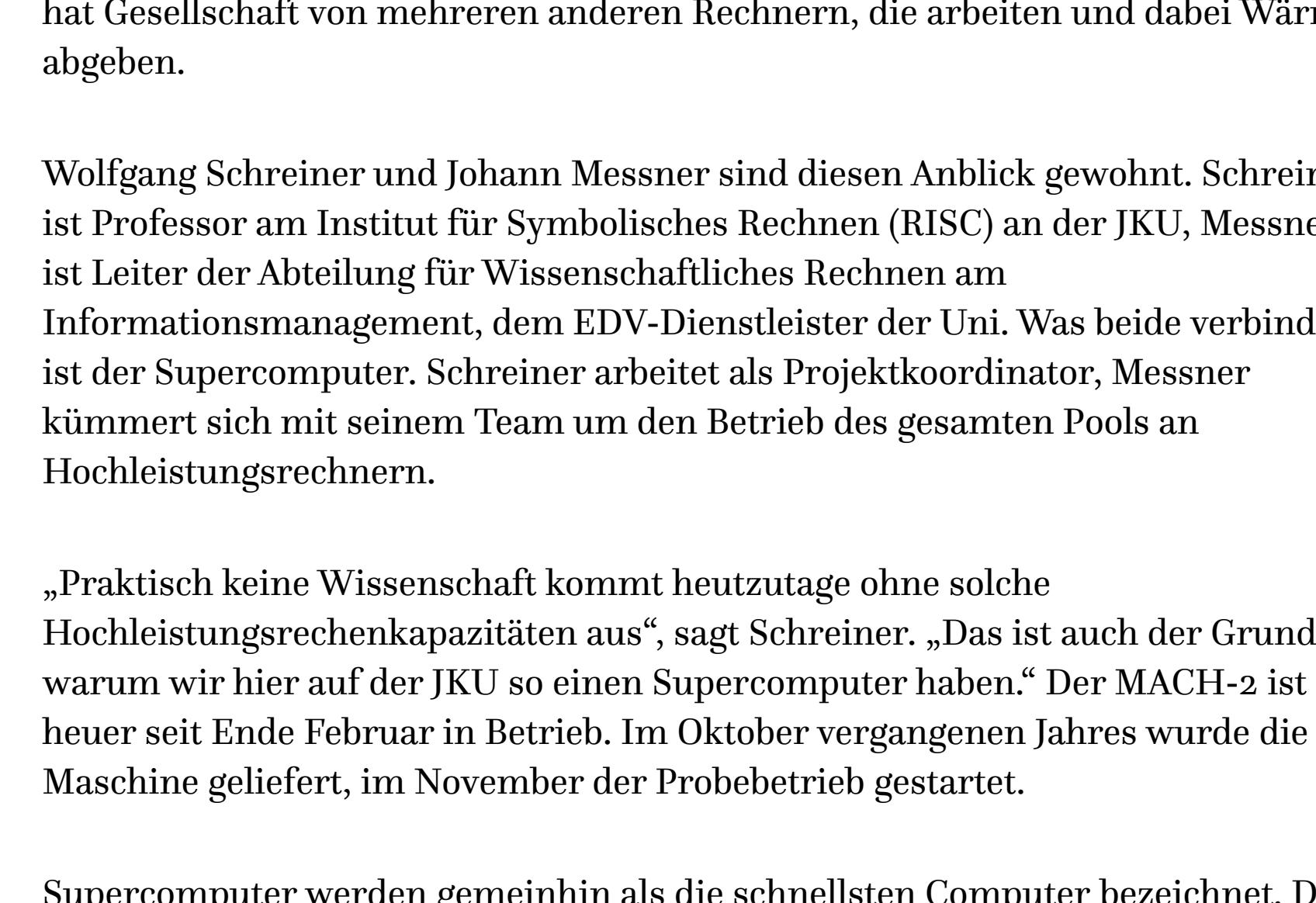
Wissen in Gesellschaft

JKU / Kepler Tribune / Wie ein Laptop, nur mal 5000

Wie ein Laptop, nur mal 5000

Die Welt der Forschung ist komplex und voller Probleme. An der Linzer JKU versuchen Wissenschaftler Lösungen zu finden – mithilfe eines Supercomputers.

VON MARTIN ROITHNER



Es gibt Orte, die erst auf den zweiten Blick Charme versprühen. Die Kabine eines Fußballvereins im Unterhaus zählt dazu, der Warteraum beim Zahnarzt ebenso und vermutlich auch der Operationssaal in einem Krankenhaus.

Auch die Linzer Johannes Kepler Universität hat so einen Ort – allerdings kennen ihn die wenigsten. In unmittelbarer Nähe des Unitiecks gelegen befindet sich das Juridicum, eines der ältesten Universitätsgebäude am Campus. Es beherbergt Büros für Institute der Rechtswissenschaftlichen Fakultät, eine Fachbibliothek und das Informationsmanagement der Universität. Was kaum jemand weiß: Im hintersten Raum des Juridicums, den Gang entlang und hinter einer abgesperrten Tür verborgen, ist auch der teuerste Gegenstand der JKU untergebracht: der Supercomputer MACH-2.

Drei raumhohe, ohrenbetäubend laut brummende Kästen, aus denen grellgrün Lichten blitzten, und dutzende Kabel, die graue Kästchen miteinander verbinden: So wirkt der Stolz der JKU auf Aufmerksamkeit. Viele hätten sich die erste Begegnung wohl anders vorgestellt. Im Raum ist es laut und heiß. Der MACH-2 hat Gesellschaft von mehreren anderen Rechnern, die arbeiten und dabei Wärme abgeben.

Wolfgang Schreiner und Johann Messner sind diesen Anblick gewohnt. Schreiner ist Professor am Institut für Symbolisches Rechnen (RISC) an der JKU, Messner ist Leiter der Abteilung für Wissenschaftliches Rechnen am Informationsmanagement, dem EDV-Dienstleister der Uni. Was beide verbindet, ist der Supercomputer. Schreiner arbeitet als Projektkoordinator, Messner kümmert sich mit seinem Team um den Betrieb des gesamten Pools an Hochleistungsschaltern.

„Praktisch keine Wissenschaft kommt heutzutage ohne solche Hochleistungsschrechnkapazitäten aus“, sagt Schreiner. „Das ist auch der Grund, warum wir hier auf der JKU so einen Supercomputer haben.“ Der MACH-2 ist heuer seit Ende Februar in Betrieb. Im Oktober vergangenen Jahres wurde die Maschine geliefert, im November der Probebetrieb gestartet.

Supercomputer werden gemeinhin als die schnellsten Computer bezeichnet. Dies deshalb, weil sie sehr viele Rechnungen in sehr kurzer Zeit schaffen. Der Rechner in Linz des US-amerikanischen Herstellers Hewlett Packard Enterprise kann bis zu 77 Billionen Rechenoperationen durchführen – pro Sekunde. Eine Zahl, die die menschliche Vorstellungskraft mühselig übersteigt. „Man könnte sagen, unser Rechner ist ungefähr so leistungsfähig wie 5000 handelsübliche PCs.“ Aber es geht noch mehr: Die weitesten Rechner in den USA oder in Asien kommen auf rund 100 Billionen Rechnungen in der Sekunde.

Was Supercomputer abseits ihrer enormen Rechenleistung noch kennzeichnet, ist, dass sie nicht unbedingt billig sind. 1,6 Millionen Euro kostete es, dass der MACH-2 den Weg nach Linz fand. Allerdings musste der JKU das Geld nicht selbst in die Hand nehmen. Die Kosten steuerte das Wissenschaftsministerium aus Mitteln für den Bereich Forschung bei. Linz dient als Zentrale eines Kooperationsprojekts, dem sich auch die Universitäten Innsbruck und Salzburg, das Johann-Radon-Institut und die Technische Universität Wien angeschlossen haben. Erklärtes Ziel: eine gemeinsame Infrastruktur, um Berechnungen in den unterschiedlichsten Wissenschaftsdisziplinen durchführen zu können. Dazu zählen Mathematik, Informatik, Mechatronik, Physik, Chemie, Biologie, Pharmazie, aber auch Volkswirtschaftslehre.

Die Anwendungsbereiche sind dabei ebenso vielfältig wie praxisnah: Es geht um 3-D-Modellberechnungen in der Archäologie, um Klima- und Wettermodelle, Berechnungen zur Vorhersage der Wechselwirkung biologischer Wirkstoffe, Wirkstoffe für die Entwicklung neuer Medikamente, um Prognosen für die Entwicklung von Börsenkursen oder Analysen über das individuelle Anbieter- und Nachfrageverhalten im Onlinehandel. Was all diese Berechnungen eint: Sie erfordern besonders viel Speicher.

Im Prinzip befassen sich alle Modelle damit, Prozesse zu simulieren. Je mehr sich eine Simulation komplexer Zusammenhänge der Realität nähert, desto mehr Rechenleistung wird benötigt. Viele Supercomputer haben den Vorteil, durch ihre Kapazitäten mehrere Abhängigkeiten zu berücksichtigen und zu einem aussagekräftigeren Damit können Wissenschaftler etwa auch Vorhersagen zu Erdbeben oder Vulkanaustrüchen treffen oder die möglichen Auswirkungen neuer Medizinprodukte auf den Menschen abschätzen – der Supercomputer als Unterstützung für „Wissensvorsprung“.

An der JKU wollen die Forscherinnen und Forscher diesen Vorsprung auch in Zählbares ummünzen. Viele Projekte sind freilich noch in der Entwicklungsphase.

Bis es konkrete Ergebnisse gibt, wird es noch dauern, sind sich Schreiner und Messner einig. Der Start stimmt die Verantwortlichen aber positiv. Zwischen 6000 und 7000 Personen sind berechtigt, mit dem Supercomputer zu arbeiten. Täglich seien zwischen 85 und 90 eingeloggt, sagt Messner. 68% Benutzer kommen aus dem Linzer Raum. Der Rest verteilt sich auf die übrigen Projektpartner. „Wir haben ein Fair-Use-Prinzip“, sagt Messner. Das bedeutet, dass die Rechenleistung der finanziellen Beteiligung an den Betriebskosten entspricht. 40 Prozent entfallen auf die JKU, weitere 40 auf die Universität Innsbruck, 20 auf das Johann-Radon-Institut, die Technische Universität Wien und die Universität Salzburg. Die Kostenfrage spielt eine entscheidende Rolle. „Einer allein kann sich das nicht leisten, keine Institution, keine Universität, auch Privateinrichtungen können das immer seltener.“

Dabei ist der Ort, an dem der Supercomputer steht, eigentlich nebenständlich. Da es sich bei dem Rechner physisch „nur“ um drei Kästen handelt, kann jeder Berechtigte „von außen“ darauf zugreifen. Ein normaler Laptop mit einem Zugangscode genügt, um den Supercomputer nutzen zu können. „Das ist kein os/15-PC, auf dem man seine E-Mails checkt oder im Internet surft, sondern ein Sondermaschine, ein Großrechnergerät“, sagt Messner. „Und darum sollte jeder Forscher darauf zugreifen können.“

Warum die Wahl des Standortes trotzdem auf Linz gefallen ist, erklärt ein Blick in die Geschichtsbücher. In den 1980er-Jahren steckten Supercomputer in Österreich noch in den Kinderschuhen, Initiativen wie das ACPC (Austrian Center for Parallel Computing) begannen sich zu formieren. Schon damals war Linz federführend dabei, erinnert sich Schreiner. Es wurde probiert, geforscht und entwickelt. Zu Beginn gab es eine Maschine, bei der 20 Prozessoren zusammengehalten waren, heute ist es das Hunderfache. Im Lauf der Jahre etablierte sich die Linzer JKU als zentraler Punkt. Und das, obwohl es im Osten Österreichs starke Konkurrenz gab und nach wie vor gibt. In Wien steht Österreichs leistungsfähigster Supercomputer, der Vienna Scientific Cluster. Pro Sekunde gelingen ihm rund 600 Billionen Rechenoperationen, also etwa das Zehnfache der Linzer Installation.

Allerdings handelt es sich bei den beiden Geräten um unterschiedliche Arten von Supercomputern. Während der Wiener Rechner ein Clustercomputer ist, ist der Linzer Rechner vom Typ eines Shared-Memory-Supercomputers. Unter Clustercomputern verstehen Wissenschaftler Zusammenschlüsse vieler einzelner kleiner Computer. Jedes einzelne Modul besteht aus einem Prozessor und einem Speicher. „Die Schwierigkeit, diesen Rechner zu betreiben, ist, seine Aufgabe in so viele kleine Teile zerlegen zu müssen“, erklärt Schreiner. Das sei bei dem in Linz angewandten Prinzip nicht der Fall. Zwar gebe es ebenfalls eine große Anzahl an Prozessoren, aber nur einen gemeinsamen Speicher. „Damit kann man ganz andere Probleme lösen, und zwar viel einfacher“, sagt der Projektkoordinator. Viele Anwender würden nicht so viele Prozessoren, aber sehr viel Speicher benötigen. „Und das ist das, was wir Ihnen zur Verfügung stellen.“

Um seine Erklärung zu vereinfachen, bemüht Schreiner einen Vergleich mit dem Motorsport. Ein Clustercomputer sei vergleichbar mit einem Formel-1-Rennwagen; ein Slagcharter auf gerader Strecke. „Aber die Rallye Paris-Dakar werden Sie mit so einem Gerät nicht gewinnen. In Linz haben wir einen Offroad-Geländewagen, mit dem man auch schwierige Hindernisse umfahren kann.“ Das führt auch dazu, dass der Rechner leicht von fachfremden Wissenschaftlern verwendet werden könnte. „Viele, die mit Supercomputern nichts am Hut haben, erkennen, dass sie mit dem Wissen, das sie schon haben, den Rechner bedienen können.“

Auch deshalb sei der Supercomputer in Linz besonders. Benannt ist der MACH-2 nach dem österreichischen Physiker Ernst Mach, der auch Namensgeber der Mach-Zahl ist, die Geschwindigkeit im Verhältnis zu Schallgeschwindigkeit beschreibt. Die Ziffer 2 hinter dem Namen des neuen Linzer Rechners deutet darauf hin, dass es bereits einen Vorgänger gegeben hat. MACH-1 wurde Anfang der 2010er-Jahre um zwei Millionen Euro in Linz installiert, als Kooperationsinitiative zwischen der JKU und der Uni Innsbruck. Er befindet sich noch immer an der JKU, und zwar im Rechenzentrum gleich neben seinem Nachfolgemodell. „Seine Zeit neigt sich aber schon dem Ende zu“, sagt Messner. Grund sind die Erhaltungskosten. Stromversorgung und Klimatisierung gehen ins Geld. Rund 100.000 Euro musste die Uni pro Jahr aufwenden, um den MACH-1 zu betreiben. Die neue Maschine kommt auf weniger als die Hälfte Kosten. „Und sie ist drei- bis viermal so schnell“, sagt Messner.

Den internationalen Vergleich muss der MACH-2 nicht scheuen: „Wir haben hier eine Maschine, die es in Europa kaum vergleichbar gibt“, sagt Schreiner. Am Center for Theoretical Cosmology in Cambridge, das Stephen Hawking bis zu seinem Tod leitete, steht eine Installation ähnlicher Architektur. Das Linzer Modell ist ein Nachfolger einer Maschine, mit der die Forscher in Ostengland lange gearbeitet haben. Vor ein paar Monaten erhielten die Wissenschaftler einen neuen Supercomputer.

Auch in Japan gebe es einen Supercomputer dieses Typs mit noch etwas höherer Leistung, sagt Schreiner. „Aber sonst fällt mir schon nicht mehr viel ein. Wir sind mit unserer Architektur international sichtbar.“

Ein Ziel der Verantwortlichen in Linz ist es auch, den Supercomputer in die tägliche Universitätsarbeit einzuführen. Lehrveranstaltungen behandeln das Thema „Parallel Computing“, bei dem Professoren das Programmieren lehren. Studierende erhalten Übungsaufgaben und haben eine gewisse Zeit, um Lösungen zu entwickeln und zu testen.

Allerdings wäre es verfrüht, die Studierenden sofort auf dem Supercomputer arbeiten zu lassen, sagt Schreiner: „Sie arbeiten auf anderen Geräten, sogenannte Vorfeldrechnern, die aber so ähnlich wie das Original aufgebaut sind.“ Das soll den Studierenden helfen, derartige Großrechner effektiv nutzen zu lernen. „Der Ausbildungsspekt ist schon ein wesentlicher“, sagt Schreiner, „man hat nichts davon, so eine Maschine zu haben, wenn sie niemand bedienen kann.“ Wobei die Wissenschaftler im selben Atemzug den MACH-2 nicht als „heiligen Gral“ betrachten, zu dem nur Spitzenforscher Zugang hätten. „Das ist eine Laborausstattung für die Lehrenden und Studierenden. Wenn ich zu kleinariert agiere, behindert das die Nutzung“, sagt Messner.

Bei den Studierenden wirke der Supercomputer wie ein „Aha-Erlebnis“. Den meisten sei das Prinzip der Shared Memory nicht so geläufig wie jenes des Clustercomputings, sagt Schreiner. „Sie sind dann überrascht, wenn sie ein Kommando eintippen und sehen, dass sie nicht vier Rechnerkerne haben, sondern 1700.“

Um an den komplexen Themen im Uni-Alltag zu forschen, muss nicht nur der Supercomputer Anstrengungen vollbringen. Die Wartung einer solchen Maschine stellt alle Beteiligten vor große Herausforderungen, sagt Messner. „Die Maschine hat eine elektrische Leistungsaufnahme von gut 22 Kilowatt, sie ist damit im Betrieb wesentlich günstiger als das Vorgängermodell mit rund 50 Kilowatt.“ Dabei handelt es sich allerdings um Leistungsangaben an der unteren Schwelle. Beim Start der Maschine ist es die doppelte Leistung der Linzer Installation.

Und was passiert, wenn es zu Schäden an der Maschine kommt? Das Risiko dafür sei minimal, sagen die Verantwortlichen. Da die Maschine aus 72 Modulen mit lokalem Speicher und zwei Prozessoren bestehe, ließen sich einzelne Teile herausnehmen, ohne dass die Leistungsfähigkeit des Supercomputers darunter wesentlich leidet. Shared-Memory-Systeme seien zudem zuverlässiger als Clustercomputer, sagt Schreiner. Denn die Einzelteile seien sehr robust und wohl aufeinander abgestimmt. „Bei den Cluster-Anordnungen sind Standardcomputer einfach aneinander geschaltet.“ Das senke die Zuverlässigkeit.

Bei den Studierenden wirke der Supercomputer wie ein „Aha-Erlebnis“. Den meisten sei das Prinzip der Shared Memory nicht so geläufig wie jenes des Clustercomputings, sagt Schreiner. „Sie sind dann überrascht, wenn sie ein Kommando eintippen und sehen, dass sie nicht vier Rechnerkerne haben, sondern 1700.“

Um seine Erklärung zu vereinfachen, bemüht Schreiner einen Vergleich mit dem Motorsport. Ein Clustercomputer sei vergleichbar mit einem Formel-1-Rennwagen; ein Slagcharter auf gerader Strecke. „Aber die Rallye Paris-Dakar werden Sie mit so einem Gerät nicht gewinnen. In Linz haben wir einen Offroad-Geländewagen, mit dem man auch schwierige Hindernisse umfahren kann.“ Das führt auch dazu, dass der Rechner leicht von fachfremden Wissenschaftlern verwendet werden könnte. „Viele, die mit Supercomputern nichts am Hut haben, erkennen, dass sie mit dem Wissen, das sie schon haben, den Rechner bedienen können.“

Auch deshalb sei der Supercomputer in Linz besonders. Benannt ist der MACH-2 nach dem österreichischen Physiker Ernst Mach, der auch Namensgeber der Mach-Zahl ist, die Geschwindigkeit im Verhältnis zu Schallgeschwindigkeit beschreibt. Die Ziffer 2 hinter dem Namen des neuen Linzer Rechners deutet darauf hin, dass es bereits einen Vorgänger gegeben hat. MACH-1 wurde Anfang der 2010er-Jahre um zwei Millionen Euro in Linz installiert, als Kooperationsinitiative zwischen der JKU und der Uni Innsbruck. Er befindet sich noch immer an der JKU, und zwar im Rechenzentrum gleich neben seinem Nachfolgemodell. „Seine Zeit neigt sich aber schon dem Ende zu“, sagt Messner. Grund sind die Erhaltungskosten. Stromversorgung und Klimatisierung gehen ins Geld. Rund 100.000 Euro musste die Uni pro Jahr aufwenden, um den MACH-1 zu betreiben. Die neue Maschine kommt auf weniger als die Hälfte Kosten. „Und sie ist drei- bis viermal so schnell“, sagt Messner.

Den internationalen Vergleich muss der MACH-2 nicht scheuen: „Wir haben hier eine Maschine, die es in Europa kaum vergleichbar gibt“, sagt Schreiner. Am Center for Theoretical Cosmology in Cambridge, das Stephen Hawking bis zu seinem Tod leitete, steht eine Installation ähnlicher Architektur. Das Linzer Modell ist ein Nachfolger einer Maschine, mit der die Forscher in Ostengland lange gearbeitet haben. Vor ein paar Monaten erhielten die Wissenschaftler einen neuen Supercomputer.

Auch in Japan gebe es einen Supercomputer dieses Typs mit noch etwas höherer Leistung, sagt Schreiner. „Aber sonst fällt mir schon nicht mehr viel ein. Wir sind mit unserer Architektur international sichtbar.“

Ein Ziel der Verantwortlichen in Linz ist es auch, den Supercomputer in die tägliche Universitätsarbeit einzuführen. Lehrveranstaltungen behandeln das Thema „Parallel Computing“, bei dem Professoren das Programmieren lehren. Studierende erhalten Übungsaufgaben und haben eine gewisse Zeit, um Lösungen zu entwickeln und zu testen.

Allerdings wäre es verfrüht, die Studierenden sofort auf dem Supercomputer arbeiten zu lassen, sagt Schreiner: „Sie arbeiten auf anderen Geräten, sogenannte Vorfeldrechnern, die aber so ähnlich wie das Original aufgebaut sind.“ Das soll den Studierenden helfen, derartige Großrechner effektiv nutzen zu lernen. „Der Ausbildungsspekt ist schon ein wesentlicher“, sagt Schreiner, „man hat nichts davon, so eine Maschine zu haben, wenn sie niemand bedienen kann.“ Wobei die Wissenschaftler im selben Atemzug den MACH-2 nicht als „heiligen Gral“ betrachten, zu dem nur Spitzenforscher Zugang hätten. „Das ist eine Laborausstattung für die Lehrenden und Studierenden. Wenn ich zu kleinariert agiere, behindert das die Nutzung“, sagt Messner.

Bei den Studierenden wirke der Supercomputer wie ein „Aha-Erlebnis“. Den meisten sei das Prinzip der Shared Memory nicht so geläufig wie jenes des Clustercomputings, sagt Schreiner. „Sie sind dann überrascht, wenn sie ein Kommando eintippen und sehen, dass sie nicht vier Rechnerkerne haben, sondern 1700.“

Um seine Erklärung zu vereinfachen, bemüht Schreiner einen Vergleich mit dem Motorsport. Ein Clustercomputer sei vergleichbar mit einem Formel-1-Rennwagen; ein Slagcharter auf gerader Strecke. „Aber die Rallye Paris-Dakar werden Sie mit so einem Gerät nicht gewinnen. In Linz haben wir einen Offroad-Geländewagen, mit dem man auch schwierige Hindernisse umfahren kann.“ Das führt auch dazu, dass der Rechner leicht von fachfremden Wissenschaftlern verwendet werden könnte. „Viele, die mit Supercomputern nichts am Hut haben, erkennen, dass sie mit dem Wissen, das sie schon haben, den Rechner bedienen können.“

Auch deshalb sei der Supercomputer in Linz besonders. Benannt ist der MACH-2 nach dem österreichischen Physiker Ernst Mach, der auch Namensgeber der Mach-Zahl ist, die Geschwindigkeit im Verhältnis zu Schallgeschwindigkeit beschreibt. Die Ziffer 2 hinter dem Namen des neuen Linzer Rechners deutet darauf hin, dass es bereits einen Vorgänger gegeben hat. MACH-1 wurde Anfang der 2010er-Jahre um zwei Millionen Euro in Linz installiert, als Kooperationsinitiative zwischen der JKU und der Uni Innsbruck. Er befindet sich noch immer an der JKU, und zwar im Rechenzentrum gleich neben seinem Nachfolgemodell. „Seine Zeit neigt sich aber schon dem Ende zu“, sagt Messner. Grund sind die Erhaltungskosten. Stromversorgung und Klimatisierung gehen ins Geld. Rund 100.000 Euro musste die Uni pro Jahr aufwenden, um den MACH-1 zu betreiben. Die neue Maschine kommt auf weniger als die Hälfte Kosten. „Und sie ist drei- bis viermal so schnell“, sagt Messner.

Den internationalen Vergleich muss der MACH-2 nicht scheuen: „Wir haben hier eine Maschine, die es in Europa kaum vergleichbar gibt“, sagt Schreiner. Am Center for Theoretical Cosmology in Cambridge, das Stephen Hawking bis zu seinem Tod leitete, steht eine Installation ähnlicher Architektur. Das Linzer Modell ist ein Nachfolger einer Maschine, mit der die Forscher in Ostengland lange gearbeitet haben. Vor ein paar Monaten erhielten die Wissenschaftler einen neuen Supercomputer.

Auch in Japan gebe es einen Supercomputer dieses Typs mit noch etwas höherer Leistung, sagt Schreiner. „Aber sonst fällt mir schon nicht mehr viel ein. Wir sind mit unserer Architektur international sichtbar.“

Ein Ziel der Verantwortlichen in Linz ist es auch, den Supercomputer in die tägliche Universitätsarbeit einzuführen. Lehrveranstaltungen behandeln das Thema „Parallel Computing“, bei dem Professoren das Programmieren lehren. Studierende erhalten Übungsaufgaben und haben eine gewisse Zeit, um Lösungen zu entwickeln und zu testen.

Allerdings wäre es verfrüht, die Studierenden sofort auf dem Supercomputer arbeiten zu lassen, sagt Schreiner: „Sie arbeiten auf anderen Geräten, sogenannte Vorfeldrechnern, die aber so ähnlich wie das Original aufgebaut sind.“ Das soll den Studierenden helfen, derartige Großrechner effektiv nutzen zu lernen. „Der Ausbildungsspekt ist schon ein wesentlicher“, sagt Schreiner, „man hat nichts davon, so eine Maschine zu haben, wenn sie niemand bedienen kann.“ Wobei die Wissenschaftler im selben Atemzug den MACH-2 nicht als „heiligen Gral“ betrachten, zu dem nur Spitzenforscher Zugang hätten. „Das ist eine Laborausstattung für die Lehrenden und Studierenden. Wenn ich zu kleinariert agiere, behindert das die Nutzung“, sagt Messner.

Bei den Studierenden wirke der Supercomputer wie ein „Aha-Erlebnis“. Den meisten sei das Prinzip der Shared Memory nicht so geläufig wie jenes des Clustercomputings, sagt Schreiner. „Sie sind dann überrascht, wenn sie ein Kommando eintippen und sehen, dass sie nicht vier Rechnerkerne haben, sondern 1700.“

Um seine Erklärung zu vereinfachen, bemüht Schreiner einen Vergleich mit dem Motorsport. Ein Clustercomputer sei vergleichbar mit einem Formel-1-Rennwagen; ein Slagcharter auf gerader Strecke. „Aber die Rallye Paris-Dakar werden Sie mit so einem Gerät nicht gewinnen. In Linz haben wir einen Offroad-Geländewagen, mit dem man auch schwierige Hindernisse umfahren kann.“ Das führt auch dazu, dass der Rechner leicht von fachfremden Wissenschaftlern verwendet werden könnte. „Viele, die mit Supercomputern nichts am Hut haben, erkennen, dass sie mit dem Wissen, das sie schon haben, den Rechner bedienen können.“

Auch deshalb sei der Supercomputer in Linz besonders. Benannt ist der MACH-2 nach dem österreichischen Physiker Ernst Mach, der auch Namensgeber der Mach-Zahl ist, die Geschwindigkeit im Verhältnis zu Schallgeschwindigkeit beschreibt. Die Ziffer 2 hinter dem Namen des neuen Linzer Rechners deutet darauf hin, dass es bereits einen Vorgänger gegeben hat. MACH-1 wurde Anfang der 2010er-Jahre um zwei Millionen Euro in Linz installiert, als Kooperationsinitiative zwischen der JKU und der Uni Innsbruck. Er befindet sich noch immer an der JKU, und zwar im Rechenzentrum gleich neben seinem Nachfolgemodell. „Seine Zeit neigt sich aber schon dem Ende zu“, sagt Messner. Grund sind die Erhaltungskosten. Stromversorgung und Klimatisierung gehen ins Geld. Rund 100.000 Euro musste die Uni pro Jahr aufwenden, um den MACH-1 zu betreiben. Die neue Maschine kommt auf weniger als die Hälfte Kosten. „Und sie ist drei- bis viermal so schnell“, sagt Messner.

Den internationalen Vergleich muss der MACH-2 nicht sche