

# Die Welt der Supercomputer

TEXT: Jutta Witte  
FOTOS: Sven Cichowicz



Multitaskerin: Miriam Mehl freut sich auf jedes neue Projekt.

**Seit mehr als zwanzig Jahren erforscht, entwickelt und optimiert Prof. Miriam Mehl die mathematischen Verfahren, die in der immer komplexer werdenden Welt der Simulationen gebraucht werden.**

„In der Simulationswissenschaft stehen wir eigentlich immer vor der gleichen Aufgabe: Wir entwickeln oder optimieren Verfahren, die uns erlauben, neue Probleme zu lösen, indem wir möglichst wenige und möglichst gleichzeitig ausführbare Rechenoperationen anwenden. Die Motivation kommt immer aus der Anwendung“, erklärt Prof. Miriam Mehl. In vielen Bereichen ergänzen oder ersetzen Simulationen heute aufwendige und teure Experimente, optimieren und beschleunigen Prozesse. Oder sie ermöglichen schlicht Dinge, die ohne Supercomputer wie jenen im Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) überhaupt nicht denkbar wären (siehe S. 40). Zum Gespräch hat die Expertin für Numerik und Hochleistungsrechnen Beispiele aus ganz unterschiedlichen Bereichen mitgebracht. Das liegt auch daran, dass sie ihre eigene fachliche Komfortzone immer wieder gern verlässt. „Das wirklich Spannende ist, dass wir mit jedem neuen Anwendungsgebiet dazulernen“, sagt die 45-jährige, die bis Oktober 2019 Prodekanin der Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik war.

Dass sie in die Mathematik oder Naturwissenschaften gehen würde, war der Tochter eines Physikers schon in der Schule klar. Nach ihrem Diplom in Mathematik an der Technischen Universität München (TUM) entschied sich Mehl jedoch, in Informatik zu promovieren. Den Ausschlag hatten faszinierende Anwendungsbeispiele in einer Summer School zu Simulationen in Südtirol gegeben. Als Vertretungsprofessorin machte sie an der TUM noch einmal einen Abstecher in die Mathematik, bevor sie schließlich im Jahr 2013 Professorin für die Simulation großer Systeme an der Universität Stuttgart wurde.

## AUSGANGSPUNKTE VON TUMOREN BESTIMMEN

Seitdem schultert sie hier unter anderem als Leiterin eines Projektnetzwerks im Exzellenzcluster Daten-integrierte Simulationswissenschaft (SimTech) eine Vielzahl von Projekten gleichzeitig, arbeitet international und interdisziplinär. Gemeinsam mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen der University of Texas in Austin hat ihre Gruppe zum Beispiel ein Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe anhand eines einzigen MRT-Bilds nachvollzogen werden kann, wo ein Gehirntumor seinen Ausgangspunkt hat und welche Parameter sein Wachstum bestimmen. Das Ganze in Sekundenschnelle. Ein solcher Rückblick in die Entstehungsgeschichte eines Tumors war bislang nicht möglich, könnte aber für Diagnose und Therapie wertvolle Informationen liefern. →

**Sport und Familie:**  
Zur Work-Life-Balance gehört auch das Fahrrad.

**Mathe oder Naturwissenschaften:**  
Das wusste Mehl schon früh.



**PROF. MIRIAM MEHL**

**„Das wirklich Spannende ist, dass wir mit jedem neuen Anwendungsgebiet dazulernen.“**



**International und interdisziplinär:**  
Simulationsexpertise ist gefragt.



**Zehntausende Rechenkerne:**  
der neue Superrechner Hawk.

Foto: Universität Stuttgart/HLRS

## Miriam Mehl ist Forschungsleiterin im Stuttgarter Exzellenzcluster „SimTech“.

→ In diesem Kontext braucht man „nur“ zwei auf komplizierten Differentialgleichungen basierende Systeme, die dazu gebracht werden müssen, miteinander zu sprechen. „Eines für die reelle MRT-Aufnahme, das andere für die Abbildung eines statistisch gesunden Gehirns auf das spezielle Patientengehirn“, erklärt Mehl. Dagegen kommen in anderen Anwendungen noch mehr Systeme ins Spiel. So müssen etwa bei der optimalen Konstruktion von Windrädern drei Phänomene möglichst gleichzeitig berechnet und miteinander gekoppelt werden: die Strömung, Verformungen der Struktur durch Kräfte aus der Strömung sowie die entstehende Akustik. Diese Systeme sind nicht nur per se unterschiedlich und haben Wechselwirkungen in alle Richtungen, sondern rechnen auch unterschiedlich lang – eine Herausforderung für die effiziente Nutzung von Parallelrechnern. Weitere Beispiele für solche Wechselwirkungen liefert die Geophysik, wenn etwa – wie im Sonderforschungsbereich (SFB) 1313 – Verdunstungsprozesse in porösen Gesteinen berechnet werden (siehe S. 46 und S. 80). Hierbei müssen die Prozesse in den Hohlräumen solcher Strukturen mit der Luftströmung an ihrer Oberfläche in Einklang gebracht werden.

### KOMPLEXE PROGRAMMIERUNG DER SUPERRECHNER

Diese Beispiele zeigen nicht nur die Bandbreite der Anwendungen, sondern auch die immer komplexeren Anforderungen im sogenannten „Mehr-Physik-Bereich“. Simulationen funktionieren hier nur, wenn man nicht linear vorgeht, sondern sich iterativ, also schrittweise, einem möglichst genauen Ergebnis immer weiter annähert. Dabei werden Programme miteinander kombiniert, die ganz unterschiedliche und unvorhersagbare Rechenkosten verursachen. Die gesamte Simulation soll aber dennoch Zehntausende Rechenkerne eines Supercomputers möglichst gleichmäßig auslasten. Um zusätzliche Aussagen zum Beispiel über in den Ergebnissen enthaltene Unsicherheiten zu erhalten, sind Tausende Simulationen notwendig. Zudem wird die Programmierung von Supercomputern aufgrund der parallel ablaufenden Berechnungen und der Verwendung heterogener – also unterschiedlicher – Rechenkomponenten immer komplizierter.

Neben solchen technischen Herausforderungen sieht sich Mehl aber auch neuen übergeordneten Aufgaben gegenüber. Hierzu gehört zum einen die Koordination und Kommunikation innerhalb heterogener Forschungsverbände. Zum zweiten möchte sie Simulationsprogramme entwickeln, die nicht nur für eine einzige Doktorarbeit taugen, sondern mit Blick auf künftige, noch nicht bekannte Anwendungen erweiterbar und breit nutzbar sind. Angesichts des enormen Ressourcenverbrauchs der Großrechner, die mit mehreren Megawatt zum Teil so viel Energie brauchen wie eine Kleinstadt, möchte Mehl mit neuen mathematischen Verfahren auch zu mehr Nachhaltigkeit in der Simulation – statt nur durch Simulation – beitragen.

Langweilig dürfte es der Mutter von zwei Kindern also auch künftig nicht werden. Familie, Lehre, Forschung, Betreuung von Promovenden und Gremienarbeit: Für dieses Multitasking hält sie sich mit viel Sport fit und freut sich dabei schon auf das nächste Projekt: „Ich bin jedes Mal froh, wenn jemand zur Tür hereinkommt und ein neues Thema mitbringt.“ →

### KONTAKT

PROF. DR. MIRIAM MEHL Mail: [miriam.mehl@ipvs.uni-stuttgart.de](mailto:miriam.mehl@ipvs.uni-stuttgart.de)  
Telefon: +49 711 685 88465