

Mathe: Universum in Zahlen

Mit mathematischen Regeln simuliert Christian Klingenberg die Entwicklung des Alls

Das Universum ist unvorstellbar groß. Ein Blick in den Himmel verrät einiges über unsere direkte Nachbarschaft im Weltall. Was sich aber dahinter verbirgt und wie sich all das entwickelt hat, übersteigt schnell das menschliche Vorstellungsvermögen. Schließlich ist selbst unsere Milchstraße nur ein minimaler Ausschnitt des Universums. Weitere Galaxien häufen sich in zahllosen Klumpen, die selbst etliche Planeten- und Sonnensysteme enthalten.

Würzburger Forscher helfen seit rund zwei Jahren dabei, in Zukunft etwas Licht ins Dunkel des Weltalls zu bringen. Das Ziel der Forschungsgruppe EXAMAG um Prof. Dr. Christian Klingenberg ist es, die Entwicklung des Universum in seiner bekannten Größe bis ins Detail in Computersimulationen nachzubilden.

Ausgangspunkt der Simulation ist nicht etwa der Urknall, sondern ein Zeitpunkt ungefähr 400.000 Jahre danach. Eine sehr junge Phase des 14 Milliarden Jahre alten Universums also. „Man hat sehr genaue Messungen über den Zustand des Universums nicht lange nach dem Urknall“, erklärt der Mathematikprofessor Klingenberg.

„Die Materie, die es damals im Universum gab, war praktisch gleichmäßig verteilt.“ Das bedeute, dass es noch keine Klumpungen von Materie gegeben habe – keine Sonnen, keine Erden, keine Galaxien. Die Frage sei nun, wie sich das Universum von der gleichmäßig verteilten Materie hin zur Strukturbildung entwickelt hat, wie sich Galaxien, Sonnen- und Planetensysteme gebildet haben. Die Arbeit des Mathematikers liege darin, die Regeln, nach denen sich das Universum entwickelt haben könnte, in einer mathematischen Sprache aufzustellen. „Die Natur“, fügt Klingenberg hinzu, „ist komplizierter als diese Regeln. Trotzdem beschreiben sie die Entwicklung relativ genau.“

Für das Projekt hat sich der Astrophysiker Prof. Dr. Volker Springel vom Heidelberger Institut für Theoretische Studien mit Christian Klingenberg zusammengeschlossen. Springel ist bekannt für seine Simulationen des Universums und Experte dafür, in einer mathematischen Sprache aufgestellte Regeln auf Computern auszuführen. „Denn das Ausführen solcher Regeln ist eine große Kunst“, sagt Klingenberg.



Wie hat sich das Universum entwickelt? Diese Frage versucht der Mathematiker Christian Klingenberg zu beantworten.

Normale Computer würden an derartigen Simulationen viele 1000 Jahre lang rechnen, daher sind die Berechnungen nur auf den leistungsstärksten Superrechnern der Welt möglich. Die Regeln aus Klingenbergs EXAMAG-Projekt sind sogar für eine Computergeneration gedacht, die voraussichtlich erst 2018 das Licht der Welt erblicken wird, sogenannte Exascale Computing Systeme, daher das EXA in dem EXAMAG Namen.

Bisherige Simulationen können einzelne Zustände des Universums schon relativ genau beschreiben. So ist es möglich, nicht nur Strukturen der sogenannten Dunklen Materie darzustellen, sondern auch kosmische Temperaturen. „Wenn man die Regeln aufstellt, möchte man die Simulation aber möglichst immer einen Schritt genauer machen“, sagt Klingenberg. Daher habe sich die Würzburger Forschungsgruppe entschlossen, zusätzlich die Magnetfelder im Universum zu berücksichtigen. Das bezeichnet die Silbe MAG im Titel des Projekts EXAMAG.

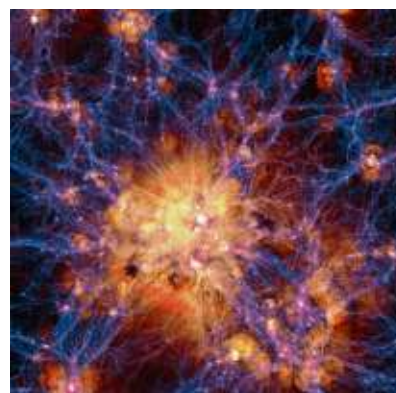
Die sehr unterschiedlichen Entfernungen, die in der Simulationen berücksichtigt werden müssen, bedeuten, dass die Forschung von Klingenberg vorerst

an kein Ende kommen wird. „Das erste Raumschiff der Menschen hat erst jetzt das Sonnensystem verlassen“, erklärt Klingenberg. „Das Sonnensystem ist wiederum aber nur ein ganz kleiner Fleck in unserer Galaxie, der Milchstraße.“ Es gebe aber viele Galaxien, die sich in Klumpen häufen. Die Galaxienklumpen wiederum häuften sich in Gruppen. „Und diese Gruppen sind nur ein kleiner Teil der gesamten Struktur des Universums.“

Klingenberg wertet die bisherige Arbeit an den Simulationen als einen großen Erfolg. „Zunächst einmal sind wir fachlich vorangekommen“, fasst

er zusammen. Inzwischen seien zum Beispiel einzelne Galaxien in den Simulationen mit Hilfe der Würzburger Forschung detaillierter geworden. „Der andere Erfolg, über den ich mich freue, ist es, dass die Arbeitsgruppe gewachsen ist.“ Sie zähle zwischen zehn und 15 Personen.

Es zeigt sich also, dass das Universum und die Rätsel, vor die uns seine Entwicklung stellt, eine große Faszination auf den Menschen ausüben. Vielleicht wird es uns in naher Zukunft durch die Simulationen möglich sein, einige der Rätsel des Universums besser zu verstehen.



Ein Ausschnitt des berechneten Universums. Die hellen Stellen sind Galaxien.

Mathematik

Der Studiengang kann an der Uni Würzburg als Bachelor- und Master-Fach sowie bei der Lehramtsausbildung als Unterrichtsfach für Lehramt an Grund- und Mittelschulen und Sonderpädagogik studiert werden. Bei geeignetem zweiten Fach bietet sich ein Doppelstudium Lehramt Gymnasium/Bachelor an.