

# EINE SONNE AUF DER ERDE

Die Kernfusion gilt als Energiequelle der Zukunft. Sie ist sauber, praktisch unerschöpflich und ungefährlich. Innsbrucker Forscher arbeiten mit an einem internationalen Projekt zum Bau der weltweit größten experimentellen Fusionsanlage.

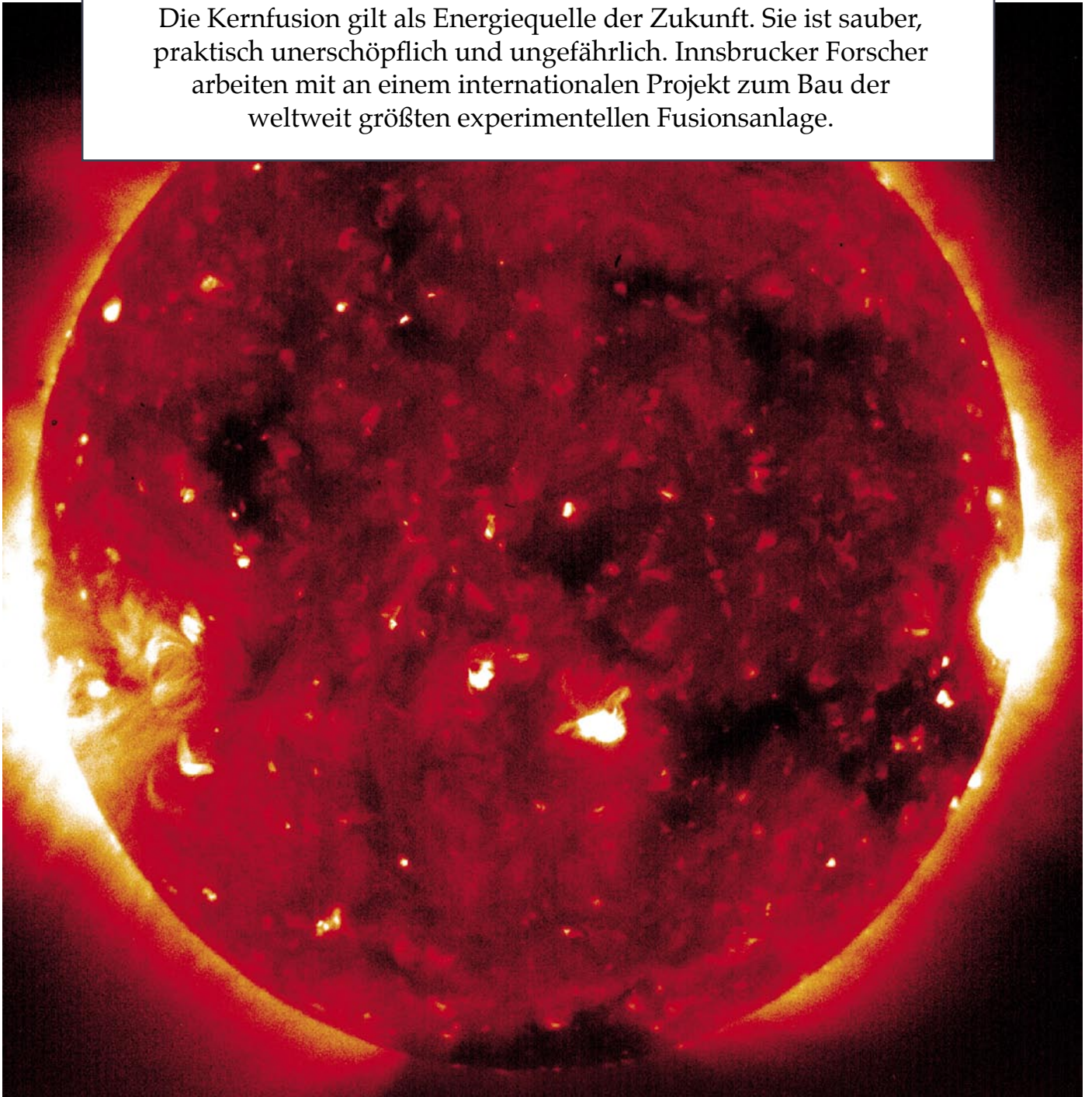


Foto: Wolfgang Kopfner/Institut für Astro- und Teilchenphysik (1), Hinode JAXA/NASA/PPARC (1)

**A**tomkerne in einem 100 Millionen Grad heißen Plasma zu verschmelzen und daraus große Mengen an Energie zu gewinnen, das ist das Konzept der Kernfusion. Die Sonne macht täglich vor, wie es geht und ermöglicht so das Leben auf der Erde. Im südfranzösischen Forschungszentrum Cadarache wird derzeit die weltweit größte experimentelle Fusionsanlage (ITER) gebaut. Sie soll die großtechnische Nutzung der kontrollierten Kernfusion für die Stromerzeugung vorbereiten. Die Europäische Union, die Schweiz, Japan, Russland, China, Südkorea, Indien und die USA haben sich zusammengeschlossen, um dieses einzigartige, rund zehn Milliarden Euro teure Vorhaben gemeinsam umzusetzen.

Auch Forscher der Universität Innsbruck arbeiten an ITER mit. Sie stehen damit in einer langen Tradition, die bereits vor 50 Jahren bei der Begründung der internationalen Fusionsforschung ihren Anfang nahm. 1958 riefen die Vereinten Nationen zur „Atoms for Peace“-Konferenz nach Genf, um die bis dahin nur militärisch erforschte Kernfusion für die friedliche Nutzung zu öffnen. Damals war der junge Innsbrucker Physikprofessor Ferdinand Cap mit dabei. Als langjähriger Vorstand des Instituts für Theoretische Physik schuf er der Fusionsforschung sehr rasch eine Heimat in Tirol. Er gründete auch eine eigene experimentelle Arbeitsgruppe zur Erforschung der Plasmaphysik, und unter seiner Ägide machte das wissenschaftliche Hochleistungsrechnen in Innsbruck seine ersten Schritte (siehe Kasten).

## „VIERTER ZUSTAND“

Neben fest, flüssig und gasförmig ist das Plasma der vierte Aggregatzustand von Materie. In Plasmen werden die Elektronen aus den Atomen herausgelöst; es entsteht ein ionisiertes Gas. Der Weltraum zwischen den Himmelskörpern ist mit Plasma gefüllt, und auch die Sonne und andere Sterne bestehen aus Plasma. Heute finden Plasmen vielfach technische Anwendung, zum Beispiel in Energiesparlampen, Plasmabildschirmen, beim Plasmaschweißen oder in der plasmagestützten Produktion von Mikrochips. Plasma ist aber auch der Brennstoff für die Kernfusion.

Anfangs waren die Hoffnungen groß, dass ein Kernfusionskraftwerk relativ problemlos in zehn Jahren zu bauen sei. Schnell stellte sich aber heraus, dass es sehr schwierig war, auf der Erde die dafür notwendigen Bedingungen herzustellen. Das mehrere 100 Millionen Grad heiße Plasma musste in einem komplizierten Magnetfeld eingeschlossen werden, damit es die Wände des Reaktors

nicht angriff. Dabei entstanden Instabilitäten, durch die das Plasma sehr rasch wieder aus dem Magnetfeld austrat. „Die Einschlusszeit der Plasmen konnte erst in den letzten 25 Jahren wirklich optimiert werden“, erzählt Doz. Alexander Kendl vom Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, der hier in Innsbruck die Turbulenzen in Plasmen eingehend erforscht. Um diese chaotischen Prozesse zu verstehen und zu lernen, wie die Magnetfelder aussehen müssen, damit das Plasma sich nicht verflüchtigt, stellt er aufwändige numerische Berechnungen an. Erst unlängst erhielt er dafür Zugang zum stärksten europäischen Computernetzwerk.

## SCHWERPUNKT DER FORSCHUNG

An der Universität Innsbruck beschäftigen sich neben Kendl knapp 30 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in sechs Arbeitsgruppen mit der Physik der Plasmen: Prof. Siegbert Kuhn etwa untersucht mit seinem Team unter anderem die Wechselwirkung zwischen Plasma und Reaktorwand, Prof. Klaus Schöpf erforscht das Verhalten von schnellen Teilchen im Inneren von Plasmen. Die Innsbrucker Astrophysik interessiert sich für Turbulenzen in Weltraum-

plasmen. Am Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik forscht die Arbeitsgruppe von Prof. Paul Scheier und Prof. Tilmann Märk über die Interaktion von Elektronen und Ionen mit Plasmen und Plasmawänden, und das Team um Prof. Hans Pulker benutzt Plasmen zur Herstellung von dünnen Schichten auf Werkstoffen. Prof. Roman Schrittwieser schließlich betreibt zwei Versuchsaufbauten zur Untersuchung von Plasmen und entwickelt Messgeräte, mit deren Hilfe Turbulenzen in heißen Plasmen bestimmt werden können.

„Innsbruck nimmt eine Schlüsselrolle auf dem Gebiet der theoretischen Plasmaphysik und der experimentellen Ionen- und Plasmaphysik ein“, sagt Forschungsvizektor Prof. Tilmann Märk. „Neben Quantenphysik und Astrophysik ist die Plasmaphysik das dritte Standbein, auf dem die internationale Wertschätzung für die Innsbrucker Physik ruht.“

Dass sich die Weltgemeinschaft auf den Bau von ITER einigen konnte, daran hatte auch der Innsbrucker Karl Lackner, Honorarprofessor am Institut für Theoretische Physik, wesentlichen Anteil. Als Leiter der europäischen Fusionsentwicklungsagentur EFDA war er federführend an den Verhandlungen dafür beteiligt. Im Jahr 2016 soll ITER in Betrieb gehen. Damit könnte eine der brennendsten Fragen der Gegenwart gelöst werden: die nachhaltige Erzeugung von Energie. cf 



## RECHENPOWER

Die rasant steigende Rechenleistung gibt Forscherinnen und Forschern in vielen Gebieten der Natur- und Ingenieurwissenschaften, aber auch der Ökonomie das Werkzeug in die Hand, um komplexe Prozesse am Computer nachzustellen und zu studieren – so wie im Bild die Verteilung von Eisen in einer Galaxienhaufensimulation. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, hat die Uni Innsbruck einen Forschungsschwerpunkt Hochleistungsrechnen eingerichtet. Alle Forscher, die auf rechenintensive Prozesse angewiesen sind, haben sich zusammengeschlossen, um ihre Kompetenzen für Simulationen auf Supercomputern, Parallelrechnen, verteiltes Rechnen und die Visualisierung von großen Datenmengen zu bündeln. Ende dieses Jahres wird in Innsbruck ein neuer Hochleistungsrechner (LEO-II) in Betrieb genommen, der einige Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde rechnen kann, zehnmal mehr als alle bisherigen Rechner. Übrigens: Auch das LHC-Experiment am Kernforschungszentrum CERN erzeugt riesige Datenmengen – und Innsbrucker Computer helfen bei der Analyse.