



Ein kleines Stück Sonne auf Erden

Mit der kontrollierten Kernfusion soll es dereinst möglich sein, eine nahezu unerschöpfliche Methode zur Stromerzeugung zur Verfügung zu haben. Die Schweiz beteiligt sich am Projekt des Versuchs-Fusionsreaktors ITER im südfranzösischen Cadarache; dessen Bau (s. Fotomontage) wurde vor kurzem in Angriff genommen.

Auf der Erde diejenige Reaktion zu kopieren, dank der die Sonne seit über fünf Milliarden Jahren scheint – das ist das erklärte Ziel der aktuellen internationalen Kernfusionsforschung. Das Prinzip ist einfach: Es geht darum, zwei leichte Atomkerne einander so stark anzunähern, dass sie miteinander fusionieren. Dieser Vorgang setzt enorme Mengen von Wärmeenergie frei.

Die praktische Umsetzung dieses an sich einfachen Prinzips gestaltet sich jedoch äusserst schwierig. Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Wasserstoffkerne wie in der Sonne miteinander fusionieren, ist derart gering, dass sie in einem Kernkraftwerk praktisch nie eintreten wird. In einem Fusionsreaktor hingegen sollen schwerere Isotope von Wasserstoff – nämlich Deuterium und Tritium – aufeinander treffen. Doch selbst bei dieser Versuchsanlage muss die Mischung auf eine Temperatur von 100 Millionen Grad erhitzt werden, also auf etwa zehn Mal so viel wie im Innern der Sonne herrscht, damit die maximale Wahrscheinlichkeit einer Kollision erreicht werden kann. Unter solch extremen Bedingungen wird das Gasgemisch zu Plas-

ma, was als vierter Aggregatzustand der Materie bezeichnet wird.

In ein Magnetfeld eingeschlossen

Kein auf der Erde vorhandener Stoff kann solchen Temperaturen widerstehen. Das Plasma muss deswegen in einem geschlossenen, von einem Vakuum umgebenen Raum aufbewahrt werden. Die gegenwärtig aussichtsreichsten Technologien benützen dazu das Magnetfeld, denn dieses besitzt die Eigenschaft, geladene Teilchen, aus denen das Plasma besteht, abzulenken und dieses in einem ringförmig begrenzten Volumen aufzubewahren, ohne Kontakt zu den Gefässwänden. Aus der Reaktion zwischen dem Deuterium- und dem Tritiumkern im Plasma entstehen ein Heliumkern und ein schnelles Neutron. Das elektrisch neutrale Neutron wird vom Magnetfeld nicht festgehalten. Es entweicht aus dem Plasma und prallt an den «Reaktordeckel». Dieser Zusammenprall erzeugt Wärme, die anschliessend in einer wärmetransportierenden Flüssigkeit weitergeleitet und in Dampf umgewandelt wird. Mit dem Dampf werden Turbinen angetrieben und auf diese Weise Strom erzeugt.

Ressourcen im Überfluss vorhanden

Laut Experten gibt es reichlich Brennstoffressourcen, denn Deuterium als stabiles Isotop von Wasserstoff kommt in grossen Mengen im Meereswasser vor: 33 Gramm pro Kubikmeter. Die Gesamtmenge würde also dem weltweiten Energieverbrauch für mehrere Milliarden Jahre entsprechen. Tritium hingegen, dessen Halbwertszeit 13 Jahre beträgt, kommt in der Natur nicht vor. Es lässt sich im so genannten Reaktor-«Deckel» aus der

Reaktion eines Neutrons (das seinerseits aus der Reaktion im Plasma stammt) mit Lithium gewinnen, welches in der Erdkruste und in den Ozeanen in ausreichenden Mengen vorhanden ist.

Im Gegensatz zur Kernspaltung erzeugt die Kernfusion keine direkten Nuklearabfälle. Helium ist ein reaktionsloses Gas und Neutronen werden zur Herstellung von Tritium wieder verwendet. Tritium ist zwar radioaktiv, wird aber vollumfänglich dazu eingesetzt, neues Plasma zu erzeugen. Einzig der Reaktorbehälter wird von den raschen Neutronen zeitweilig radioaktiv. Die Experten versichern aber, dass es sich nur um eine sehr schwache Radioaktivität handelt und die Lagerung auf weniger als 100 Jahre beschränkt werden kann.

Machbarkeit noch nicht nachgewiesen

Der wissenschaftliche und technische Nachweis der Machbarkeit der Kernfusion zur Energieerzeugung ist noch nicht erbracht. Das ist das erklärte Ziel des Versuchsreaktors ITER, dessen Bau in Cadarache in Südfrankreich soeben begonnen wurde. An diesem Projekt beteiligen sind die EU, die Schweiz, Russland, China, Japan, Südkorea, Indien und die USA. In der Schweiz ist das Forschungszentrum für Plasmaphysik (CRPP) das Kompetenzzentrum für Plasmaphysik und Fusionstechnologie. Es befindet sich an der ETH Lausanne und am Paul Scherrer Institut und liefert insbesondere wissenschaftliche Beiträge in den Bereichen der Formung und Erwärmung des Plasma, der Supraleitfähigkeit und der Materialwissenschaften.

(bum)

INTERNET

Forschungszentrum für Plasmaphysik:
<http://crpp.epfl.ch>

ITER:
www.iter.org

Euratom, Europäische Atomgemeinschaft:
www.euratom.org