

## ITER – Internationaler Thermonuklearer Versuchsreaktor

„ITER“ (Lat.: „der Weg“) steht für ein internationales Großforschungsprojekt zur Errichtung eines thermonuklearen Versuchsreaktors, dem „International Thermonuclear Experimental Reactor“. In dem Reaktor soll ein **Experiment zur Kernfusion** ablaufen. Dabei verschmelzen Atomkerne. Der umgekehrte Prozess ist die **Spaltung** von Atomkernen, die in Atomkraftwerken genutzt wird. Aus der Kernfusion wird bislang kein Strom gewonnen, da dafür mehrere technische Hürden zu überwinden sind. Gelänge es, ein solches **Fusionskraftwerk** zu betreiben, wäre die Stromerzeugung daraus unabhängig von den fossilen Energieträgern Erdöl, -gas und Kohle. Dies wird als Hauptargument für die Förderung der Technik angeführt. Mit ITER verbinden die Forscher die Hoffnung, die technischen Hürden soweit zu nehmen, dass sie nachfolgend ein erstes Demonstrations-Fusionskraftwerk errichten können (Demonstration Fusion Powerplant: Abk. „DEMO“). Im DEMO könnte erstmals erprobt werden, wie sich aus der Kernfusion Strom gewinnen lässt. Im Idealfall soll DEMO 2035 dauerhaft 1000 Megawatt elektrische Leistung generieren. Strom produzierende kommerzielle Fusionskraftwerke könnte es nach Schätzungen frühestens in 50 Jahren geben.

ITER selbst ist eine **Versuchsanlage** und wird keinen Strom liefern. Im Unterschied zu bisherigen Fusionsexperimenten soll darin mehr Energie in Form von Hitze bei der Kernfusion abgegeben werden als für die Erzeugung verbraucht wird. Dies ist eine Grundvoraussetzung, um aus der Kernfusion künftig Energie gewinnen zu können. Im ITER sollen die beiden Wasserstoffvarianten Deuterium und Tritium bei rund 100 Mio.°C verschmelzen. Bei diesen Temperaturen liegen Deuterium und Tritium als geladene gasförmige Teilchen vor. Dieser Zustand wird als Plasma bezeichnet. Da kein Material 100 Mio.°C standhält, wird das Plasma mit einem Magnetfeld in einem Plasmakäfig eingeschlossen. Erst bei genügend langen Einschlusszeiten, adäquater Dichte des Plasmas und einer Temperatur von mehr als 100 Mio.°C wird erwartet, dass das Plasma zündet und das entstehende **Fusionsfeuer**

von selbst weiter brennt. Bisher wurden Plasmen für einige Sekunden generiert, jedoch noch nie gezündet. Im ITER soll die Zündung erfolgen und ein 500 Megawatt starkes Fusionsfeuer fünf Minuten lang aufrechterhalten werden. Für ein künftiges Strom lieferndes Fusionskraftwerk müsste das Fusionsfeuer dauerhaft und stabil brennen. Die Innenmaterialien müssten dafür sehr hohen Temperaturen, wechselnden Wärmebelastungen, dem Plasma und der Neutronenstrahlung standhalten. Solche Materialien sollen im ITER-Projekt begleitend entwickelt werden.

Mit einem Baubeginn für ITER wird Ende 2005, mit einer Betriebsaufnahme ab ca. 2015 gerechnet. Im Jahr 2022 soll die Anlage ihre Höchstleistung erreichen. Die technische Planung sieht einen Radius von ca. 15 m und eine Höhe von ca. 30 m vor. Die Studiengruppe für das ITER-Projekt hat ihren deutschen Sitz am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, das 1988 als einziger Bewerber mit den ersten Planungen beauftragt wurde. Heute sind zudem die Forschungszentren Garching und Jülich vertraglich in die Arbeiten eingebunden, aber auch die internationalen Wissenschaftszentren in San Diego, USA, und dem japanischen Naka.



- 1 Plasma
- 2 Ringförmiger Plasmakäfig
- 3 Magnet
- 4 Abschirmung

### Entstehungsgeschichte, Standortfrage und Kosten

Fusionsforschung wird seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts betrieben. Der Beginn des ITER-Projektes beruht auf einem Beschluss der Präsidenten Gorbatschow, Mitterrand und Reagan aus

dem Jahr 1985, in der Fusionsforschung zu kooperieren. Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik legte 1990 einen ersten Entwurf vor, den die USA, Russland, Japan und die Europäische Union von 1992-1998 überarbeiteten. Der daraus resultierende Plan für ITER sah Baukosten von 13 Milliarden Mark vor. Die Finanzierung konnte jedoch nicht geklärt werden. Die USA zogen sich von 1998-2003 vorübergehend von der weiteren Zusammenarbeit zurück. 1998-2001 wurden die Reaktormaße reduziert, sodass die Baukosten auf ca. vier Mrd. Euro sanken. Damit begannen die internationalen Verhandlungen zum Bau. Mittlerweile sind an dem globalen Projekt die EU, Japan, Russland, die USA, China und Südkorea beteiligt.

Deutschland hatte sich mit Greifswald/Lubmin als Standort für den ITER beworben, zog aber im Sommer 2003 seine Bewerbung zurück. Ende November 2003 einigte sich der EU-Ministerrat auf die südfranzösische Stadt Cadarache als Standort. Dem stand zuletzt Japans Vorschlag für seine Pazifikinsel Rokkasho-Mura gegenüber. Die Entscheidung über den Standort verzögerte sich um etwa zwei Jahre, da die Partner sich nicht auf einen Standort einigen konnten. Im Mai 2005 verständigten sich Japan und EU in einer bilateralen technischen Vereinbarung, dass Japan als privilegiertes Partner 20 % der Fertigungsaufträge erhält, die zur Hälfte die EU finanziert. Japan wird 20 % der Wissenschaftler in Cadarache sowie den Generaldirektor des Projektes stellen. Die EU wird sich an Fusionsforschungsprojekten in Japan beteiligen und bei DEMO für einen japanischen Standort votieren. Damit stimmten alle Projektpartner am **28. Juni 2005** in Moskau dem ITER-Standort **Cadarache** zu. Umweltschutzverbände kritisieren, dass Cadarache als Erdbeben-Risikogebiet gilt. Zuletzt ereignete sich in der Region 1909 ein Beben von der Stärke 6,2 auf der Richter-Skala. Die französischen Behörden sehen darin kein Risiko, da die Anlagen gegen stärkere Beben gesichert werden. Europa finanziert die Hälfte der rund 4,6 Mrd. Euro Gesamtkosten für ITER. Die übrigen Partner tragen je 10 %, überwiegend in Form fertiger Bauteile. Die jährlichen Betriebskosten werden auf 265 Mio. Euro geschätzt. Bis Ende der 90er Jahre förderte die EU die Fusionsforschung mit insgesamt 10 Mrd. Euro. Derzeit werden knapp 500 Mio. Euro pro Jahr zur Verfügung gestellt.

### **Risiken und Chancen der Kernfusion zur Energieerzeugung**

Unabhängig vom ITER-Projekt werden Fusionskraftwerke kontrovers diskutiert. Das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag hebt hervor, dass eine Einschätzung der technischen Entwicklung über mehr als 50 Jahre im Voraus mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Fest steht bislang, dass ein Fusionskraftwerk radioaktive Abfälle zurücklassen würde. Die Menge hängt stark von den eingesetzten Wandmaterialien ab, die während des Betriebs selbst radioaktiv werden. Alle drei bis fünf Jahre wäre die innere Wand um den Plasmakäfig wegen Beanspruchung auszutauschen. Hochrechnungen gehen von 50.000 bis 100.000 Tonnen radioaktiven Abfällen für die gesamte Betriebsdauer aus. Dies entspricht der Abfallmenge eines Kernkraftwerkes vergleichbarer Leistung. Die Fusionsabfälle würden jedoch im Mittel weniger lange strahlen. Laut International Atomic Energy Agency können 30 bis 40 % der radioaktiven Abfälle nach einer Abklingzeit von max. 100 Jahren wiederverwertet oder konventionell entsorgt werden. Der restliche Abfall müsse endgelagert oder in einem neuen Fusionskraftwerk verbaut werden.

Theoretisch kann aus einem Gramm Fusionsbrennstoff so viel Energie erzeugt werden wie aus elf Tonnen Kohle. Tritium soll im Kraftwerk direkt aus Lithium erbrütet werden. Gemessen am Strombedarf von 1995 würde das in Erzen vorhandene Lithium ca. 3.000 Jahre ausreichen. Deuterium kann aus Meerwasser gewonnen werden. Mit etwa 1.000 Megawatt Leistung könnte ein Fusionskraftwerk die Basisstromversorgung stellen und würde nach einer Studie des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) die erneuerbaren Energien ergänzen. Allerdings kann es voraussichtlich keine schwankenden Energiemengen kompensieren. Da ein Fusionskraftwerk kein Kohlendioxid freisetzen würde, könnte es laut Befürwortern den Treibhauseffekt vermindern. Eine unkontrollierte Kettenreaktion kann in Fusionskraftwerken naturgesetzlich nicht ablaufen, Störfälle sind aber per se nie auszuschließen. Die Gegner kritisieren die hohen Ausgaben für eine Technik, die in den nächsten 50 Jahren nicht zur Energieversorgung beiträgt.

#### **Quellen:**

- Deutscher Bundestag (2002). Monitoring „Kernfusion“, BT-Drs. 14/8959 vom 02.05.2002, Berlin.
- BMBF (2005). ITER. <http://www.bmbf.de/de/2270.php>, Berlin [Stand: 13.07.2005].
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (2002). Kernfusion. Berichte aus der Forschung. Folge 2. Garching und Greifswald.

Verfasserinnen: VAe Dipl.-Chem. Susanne Donner; RRef. Claudia Hirschel, Fachbereich VIII, Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und Forschung