

In Südfrankreich wird derzeit ein **Kernfusionsreaktor** errichtet, der erstmals mehr Energie erzeugen soll, als er verbraucht. Wissenschaftler der TU Wien sind daran maßgeblich beteiligt – etwa mit der Entwicklung einer der genauesten Waagen der Welt.

» VON PETRA PAUMKIRCHNER

Höchste Präzision für die Fusion

Eine saubere, umweltfreundliche, praktisch unerschöpfliche Energiequelle: der Traum der Wissenschaft. Die Sonne macht es uns seit Jahrmilliarden vor: Aus der Verschmelzung von Wasserstoff entsteht Energie – und zwar viel Energie. Sie müssen sich nur vorstellen, dass ein Kilogramm Wasserstoff – der in den Ozeanen in Fülle vorhanden ist – etwa so viel Energie liefert wie heute 11.000 Tonnen Kohle.

Doch was für die Sonne selbstverständlich ist – nämlich die Kernfusion –, daran beißen sich die Plasmaphysiker seit mehr als 60 Jahren fast die Zähne aus. Zugegeben, die Voraussetzungen sind andere. Die Wissenschaftler müssen erst mühsam die für irdische

Geladene Teilchen aus dem Fusionsplasma zerstören die Wände des Reaktors.

Verhältnisse extremen Bedingungen auf der Sonne künstlich simulieren. Dazu muss das Ganze abgeschirmt in einem Reaktor stattfinden.

Um einen funktionstüchtigen Fusionsreaktor, der den enormen Energieflüssen aus dem extrem heißen Fusionsplasma mit rund 100 Millionen Grad Celsius standhält, konstruieren zu können, hat das Institut für Angewandte Physik der TU Wien eine ganz besondere Messmethode entwickelt: eine der präzisesten Waagen der Welt.

Eingebettet ist diese Forschung in das Projekt ITER („International Thermonuclear Experimental Reactor“), an dem Österreich im Rahmen des European Fusion Development Agreement (EFDA) und der Assoziation Euratom-ÖAW als Partner beteiligt ist. Um die internationalen Forschungsaktivitäten

zu bündeln und die technischen Voraussetzungen für die kontrollierte Kernfusion in einer entsprechend großen Versuchsanlage zu testen, wurde das Projekt Iter ins Leben gerufen, an dem die EU, die Schweiz, die Volksrepublik China, Japan, Indien, die Russische Föderation, Südkorea und die USA beteiligt sind.

Zehnmal mehr Energie. Das Ziel ist die Errichtung eines Kernfusionsreaktors, der 500 Megawatt (MW) Leistung erbringen soll. Die Fusion soll damit zehnmal mehr Energie erzeugen, als für den Start und die Aufrechterhaltung der Kernreaktion in der Plasmakammer benötigt wird. Iter wäre somit der erste Fusionsreaktor, der mehr Energie liefern würde, als er selbst verbraucht.

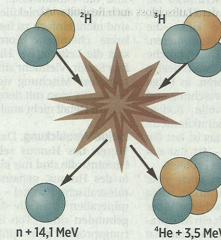
Im Jahr 2006 einigte man sich: Europa zahlt 45 Prozent der Kosten, dafür darf der Reaktor in Europa errichtet werden, und zwar in Cadarache in Südfrankreich, gleich neben einem Kernforschungszentrum. 2008 erfolgte der Spatenstich. Das erste Plasma soll 2018 gezündet werden. Doch bis es so weit ist, müssen noch viele technische und physikalische Probleme gelöst werden, damit aus dem Luftschloss auch Realität wird.

An einem technischen Knotenpunkt, nämlich dem Wandmaterial des Reaktors, arbeitet das Team rund um Friedrich Aumayr, Leiter der Arbeitsgruppe für Atom- und Plasmaphysik an der TU Wien. Bei 100 Millionen Grad können geladene Teilchen aus dem Fusionsplasma mit so hoher Energie auf die Reaktorinnenwand einschlagen, dass diese rasch zerstört wird. „Die Wechselwirkung der Teilchen aus dem Plasma mit den Reaktorwänden muss genau untersucht werden, wenn wir einen Weg finden wollen, dauerhaft stabile Fusionsreaktoren zu bauen“, sagt Aumayr.



Die Arbeitsgruppe stellt dazu die Bedingungen im Wandbereich eines Fusionsreaktors im Labor experimentell nach. So lässt sich die Wirkung der energiereichen Teilchen auf die Festkörperoberfläche des Wandmaterials an der TU Wien. Bei 100 Millionen Grad können geladene Teilchen aus dem Fusionsplasma mit so hoher Energie auf die Reaktorinnenwand einschlagen, dass diese rasch zerstört wird. „Die Wechselwirkung der Teilchen aus dem Plasma mit den Reaktorwänden muss genau untersucht werden, wenn wir einen Weg finden wollen, dauerhaft stabile Fusionsreaktoren zu bauen“, sagt Aumayr.

Eigenfrequenz des schwingenden Kristalls direkt die Massenänderung des Materials ablesen. Dies gibt wiederum Aufschluss darüber, wie sich der Teilchenbeschuss auf das potenzielle Wandmaterial auswirkt. „So können wir feststellen, ob das Teilchenbombardement Atome aus dem Material heraus schlägt, das Material also zersäuft, und seine Masse daher abnimmt, oder ob die Teilchen in das Material eingelagert werden und daher die Masse zunimmt“, erklärt Aumayr. Derzeit sind Wolfram-Legierungen für langfristig stabile Reaktorwände am vielversprechendsten. Die Mikrowaage der TU Wien ist eine der präzisesten Waagen



KERNFUSION

MEILENSTEINE

In den 1970er-Jahren machte die Entwicklung der sogenannten Tokamak-Technik – entwickelt 20 Jahre vorher von sowjetischen Forschern um Andrej Sacharow – große Fortschritte. Dabei wird heißes Plasma in einem Torus von Magnetfeldern eingeschlossen. Diese Technik ist bis heute die Grundlage fast aller Kernfusionsexperimente.

Im Jahr 1991 gelang im Joint European Torus (JET) im englischen Culham die erste kontrollierte Fusion von Wasserstoff mit einer Fusionsleistung von 1,7 Megawatt (MW). 1994 wurden auch in der US-Anlage TFTR bis zu zehn MW Leistung erzeugt. 1997 konnte im JET über mehrere Sekunden eine Leistung von zehn MW gehalten werden, die maximale Leistung lag bei 16 MW.

Das 2006 unterzeichnete internationale Projekt Iter („International Thermonuclear Experimental Reactor“) soll „brennendes“ Plasma unter Kraftwerksbedingungen produzieren. 2018 soll Iter fertig sein, die Kosten haben sich von ursprünglich 5,9 Milliarden Euro mehr als verdoppelt. In Europa, speziell in Österreich, gibt es auch heftige Kritik an dem Vorhaben.

Schauen wir uns die Fakten an: Woher kommt eigentlich der Wasserstoff für die Kernfusion? Brennstoffe sind die Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium, die miteinander verschmelzen. Deuterium – dessen Kern besteht aus einem Proton und einem Neutron – wird aus Wasser gewonnen: Aus einem Kubikmeter Wasser erhält man rund 35 Gramm Deuterium. Deuterium ist somit weltweit frei verfügbar. Tritium (mit einem Proton und zwei Neutronen im Kern) ist hingegen extrem selten und auch radioaktiv. Es kann aus dem gefährlichen Lithium, das das häufigste Leichtmetall in der Erdkruste ist, hergestellt werden. Die in einem Fusionsreaktor benötigte Menge ist gering. Pro Jahr werden voraussichtlich 100 Kilogramm Deuterium und 150 Kilogramm Tritium – das entspricht zehn Tonnen Lithiumerz – für den Betrieb eines 1000-Megawatt-Kraftwerks notwendig sein.

Zum Vergleich: In einem Kohlekraftwerk gleicher Dimension bräuchte man 2,7 Millionen Tonnen Kohle.

Radioaktiver Abfall. Gefährlicher sind die Reaktorwände, die durch das Teilchenbombardement aktiviert werden und zu strahlen beginnen. „Man muss daher ein Material finden“, so Aumayr, „dessen Aktivität nach dem Ausbau aus dem Reaktor nach zehn, 20 oder maximal 30 Jahren so weit abgeklungen ist, dass man es angreifen kann.“ Das ist für die Lagerung und Wiederverwendung sehr wichtig. Die Wände wird man wahrscheinlich alle zehn Jahre erneuern müssen.

So ist die Kernfusion ein möglicher, derzeit noch nicht durchführbarer Weg zur Energiegewinnung – aber sicher kein unumstrittener. Wer sich selbst ein Bild vom Stand der Kernfusionsforschung machen möchte: Vom 1. bis 10. März 2011 findet im Prechtsaal der TU Wien (Karlsplatz 13, 1040 Wien) eine interaktive Multimedia-Ausstellung zum Thema Kernfusion und Iter statt, die sogenannte „Fusion Expo“. www.oceaw.acat/euratom

MEHR HUMUS!

GESUNDE BÖDEN

Forscher enträtseln die Geheimnisse der Fruchtbarkeit.

AV Fotolia/Wolfs Kosowski

SEITE 24