

PI 7/96

8.9.1996

Temperaturrekord am Fusionsexperiment WENDELSTEIN 7-AS

WENDELSTEIN 7-AS erzeugt das weltweit heißeste Stellarator-Plasma

Eine überraschende Steigerung der Plasmatemperatur auf das anderthalbfache - auf 16 Millionen Grad - ist am Fusionsexperiment WENDELSTEIN 7-AS im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching gelungen. Dies ist die höchste jemals in einem Experiment vom Typ Stellarator erreichte Ionentemperatur.

Gemessen an seinen kleinen Abmessungen ist dies für WENDELSTEIN 7-AS ein beachtlicher Erfolg, auch wenn die - wesentlich größeren - Fusionsanlagen vom Typ Tokamak heute Temperaturen bis zu 400 Millionen Grad erreichen. Von besonderer Bedeutung ist das Stellarator-Ergebnis für den Nachfolger WENDELSTEIN 7-X, der in einem neugegründeten IPP-Teilinstitut in Greifswald entstehen soll.

Ziel der Fusionsforschung ist es, ähnlich wie die Sonne aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie zu gewinnen. Brennstoff ist ein dünnes Wasserstoff-Plasma, d.h. ein ionisiertes Wasserstoff-Gas, in dem sich Elektronen und Kerne (Ionen) voneinander getrennt haben. Zum Zünden des Fusionsfeuers wird der Brennstoff in einem ringförmigen Magnetfeldkäfig eingeschlossen und auf hohe Temperaturen aufgeheizt. Ist die Wärmeisolation des magnetischen Käfigs ausreichend gut, so beginnt das Plasma oberhalb einer Temperatur von 100 Millionen Grad zu "brennen": Die Wasserstoffkerne verschmelzen miteinander zu Helium, wobei nutzbare Energie freigesetzt wird.

Problem Teilchen- und Wärmeeinschluß

Die Höhe der in einem Experiment erreichbaren Plasmatemperatur hängt nicht nur von der Stärke der Heizung und der Größe des Plasmas ab. Ebenso wichtig ist die Güte des Magnetfeldkäfigs, d.h. die Frage, wieviel Teilchen und damit auch Teilchenenergie während einer Entladung nach außen verloren gehen. Dieser Teilchenverlust, die Diffusion, hängt - abgesehen von den Plasmaeigenschaften wie Plasmadichte und Temperatur - auch von der Form des Magnetfeldkäfigs ab.

In den vergangenen Jahren wurden eine Reihe von Experimenten angestellt, um diese wichtigen Bestimmungsgrößen zu untersuchen. Man stellte fest, daß unter anderem ein zusätzlich angelegtes, schwaches Magnetfeld die Teilchendiffusion verringern kann. Legt man die Felder an den richtigen Stellen an, gleichen sie nämlich Unregelmäßigkeiten und Unsymmetrien aus, die

/ 2

durch die vorgegebene Form der Magnetspulen entstehen. Vor allem an den Stellen starker Krümmung der Magnetfeldlinien sind die Teilchenverluste besonders hoch. Eine Glättung des Feldverlaufs kann deshalb die Dichtigkeit des Magnetkäfigs erhöhen. Untermauert und erklärt wurden diese Versuche durch ausführliche Feld- und Teilchentransportberechnungen. Zusätzlich bemühte man sich um besonders saubere Gefäßwände, was dafür sorgt, daß die Plasmaheizung besonders wirksam ist.

Der damit erreichte Erfolg war aber trotzdem für alle überraschend. "Eine Ionentemperatur von 16 Millionen Grad ist für die kleine Maschine mit nur 40 Zentimeter Plasmadurchmesser ein beachtlicher Erfolg". meint der Leiter dieser Experimentserie, Dr. Manfred Kick: "Stellaratoren anderer Bauart kommen bisher nämlich nur auf die Hälfte dieser Temperatur. Auch vergleichbar große Tokamaks lagen um 25 Prozent darunter."

Die gemessenen 16 Millionen Grad sind die höchste in einem Stellarator weltweit erreichte Ionentemperatur. (Für die Temperatur der Plasmaelektronen hielt WENDELSTEIN 7-AS mit Spitzenwerten von 30 Millionen Grad schon längere Zeit den Stellarator-Weltrekord). Abgesehen von dem Erfolg für das Experiment ist dieses Ergebnis auch für den geplanten größeren Nachfolger WENDELSTEIN 7-X von Bedeutung. Er wird mit einem in vieler Hinsicht optimierten Magnetfeldkäfig arbeiten. Zum Beispiel sind hier die magnetischen Zusatzfelder, die beim Vorgänger WENDELSTEIN 7-AS zur Glättung des Feldes benutzt werden, von vornherein in die Form des Magnetfelds aufgenommen. WENDELSTEIN 7-X wird in einem neugegründeten IPP-Teilinstitut in Greifswald entstehen und soll die Kraftwerkstauglichkeit der neuen optimierten Stellaratoren demonstrieren. Die jetzt erreichten Ergebnisse des Vorgängers lassen die Zuversicht nochmals steigen, die angestrebten Ziele zu erreichen.

Isabella Milch

Anmerkung der Redaktion:

Dieser Text steht Ihnen zur beliebigen Auswertung auch ohne Namensnennung zur Verfügung. Er ist abrufbar unter der IPP-Adresse im Internet: <http://www.ipp.mpg.de>. Weitere Informationen erhalten Sie unter Tel. Nr. (089) 3299-1288.