

PI 2/16

3.2.2015

## Fusionsanlage Wendelstein 7-X erzeugt erstes Wasserstoff-Plasma

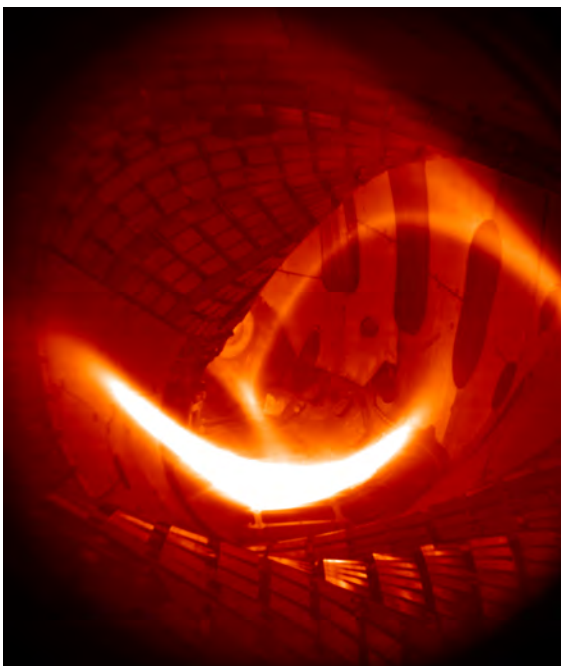
*Bundeskanzlerin schaltet Plasma ein / Beginn des wissenschaftlichen Experimentierbetriebs*

*Am 3. Februar 2016 wurde in der Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Greifswald das erste Wasserstoff-Plasma erzeugt. Damit hat – nach dem Start der Anlage mit einem Helium-Plasma Anfang Dezember 2015 – der wissenschaftliche Experimentierbetrieb begonnen. Wendelstein 7-X, die weltweit größte Fusionsanlage vom Typ Stellarator, soll die Kraftwerkseignung dieses Bautyps untersuchen.*

Seit dem Betriebsstart am 10. Dezember 2015 hat Wendelstein 7-X mehr als 300 Entladungen mit dem Edelgas Helium erzeugt. Sie wurden vor allem zum Reinigen des Plasmagefäßes genutzt. Je sauberer die Gefäßwand, desto höher stieg die Plasmatemperatur, zuletzt bis auf sechs Millionen Grad. Außerdem wurden Plasmaheizung und Datenaufnahme getestet sowie die ersten Messapparaturen zur Untersuchung des Plasmas in Betrieb genommen, komplexe Instrumente wie Röntgenspektrometer, Interferometer, Laserstreuungs- und Videodiagnostik. „Damit ist alles bereit für den nächsten Schritt“, erklärte Projektleiter Professor Dr. Thomas Klinger: „Wir wechseln von Plasmen aus Helium zu Wasserstoff, unserem eigentlichen Untersuchungsobjekt“.

Das erste Wasserstoff-Plasma – eingeschaltet am 3. Februar 2016 im Rahmen eines Festakts mit zahlreichen Gästen aus Wissenschaft und Politik – markiert den Beginn des wissenschaftlichen Experimentierbetriebs an Wendelstein 7-X. Auf Knopfdruck von Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel verwandelte ein 2-Megawatt-Puls der Mikrowellenheizung eine winzige Menge Wasser-

stoff-Gas in ein ultradünnnes, extrem heißes Wasserstoff-Plasma. Dabei lösen sich die Elektronen von den Kernen der Wasserstoffatome. Im magnetischen Käfig von Wendelstein 7-X eingeschlossen, schweben die geladenen Teilchen berührungsfrei vor den Wänden der Plasmakammer. „Mit einer Temperatur von 80 Millionen Grad und einer Dauer von einer Viertel-Sekunde hat das erste Wasserstoff-Plasma in der Maschine unsere Erwartungen vollständig erfüllt“, sagt Dr. Hans-Stephan Bosch, dessen Bereich für den Betrieb von Wendelstein 7-X zuständig ist.



*Das erste Wasserstoff-Plasma in Wendelstein 7-X.  
(Foto: IPP)*

Die jetzt begonnene Experimentierphase wird bis Mitte März dauern. Danach wird das Plasmagefäß geöffnet, um Kohlenstoffkacheln zum Schutz der Gefäßwände zu montieren und einen sogenannten „Divertor“ zum Abführen von Verunreinigungen: „So ausgerüstet, werden höhere Heizleistungen, höhere Temperaturen und längere Entladungen bis zu zehn Sekunden möglich“, erläutert Professor Klinger. Stufenweise sind weitere Ausbauten geplant, bis in etwa vier Jahren 30 Minuten lange Entladungen erzeugt werden können und bei voller Heizleistung von 20 Megawatt überprüft werden kann, ob Wendelstein 7-X seine Optimierungsziele erfüllt.

### **Hintergrund: Wendelstein 7-X und die Fusionsforschung**

Ziel der Fusionsforschung ist es, ein klima- und umweltfreundliches Kraftwerk zu entwickeln. Ähnlich wie die Sonne soll es aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnen. Weil das Fusionsfeuer erst bei Temperaturen über 100 Millionen Grad zündet, darf der Brennstoff – ein dünnes Wasserstoffplasma – nicht in Kontakt mit kalten Gefäßwänden kommen. Von Magnetfeldern gehalten, schwebt er nahezu berührungsfrei im Inneren einer Vakuumkammer. Für den magnetischen Käfig haben sich zwei verschiedene Bauweisen durchgesetzt, Tokamak und Stellarator. Mit dem Stellarator Wendelstein 7-X in Greifswald und dem Tokamak ASDEX Upgrade in Garching werden beide Anlagentypen im IPP untersucht.

Gegenwärtig traut man nur einem Tokamak – dem internationalen Testreaktor ITER, der in weltweiter Zusammenarbeit in Cadarache aufgebaut wird – ein energielieferndes Plasma zu. Wendelstein 7-X, die weltweit größte Fusionsanlage vom Typ Stellarator, wird keine Energie erzeugen. Trotzdem soll die Anlage beweisen, dass auch Stellaratoren kraftwerkstauglich sind. Mit Wendelstein 7-X soll die Qualität des Plasmaeinschlusses erstmals der eines Tokamaks ebenbürtig werden. Und mit 30 Minuten langen Entladungen soll die Anlage das wesentliche Plus der Stellaratoren vorführen, die Fähigkeit zum Dauerbetrieb. Dagegen können Tokamaks ohne aufwändige Zusatzmaßnahmen lediglich in Pulsen arbeiten.

Die Montage von Wendelstein 7-X begann im April 2005: Ein Ring aus 50 supraleitenden, etwa 3,5 Meter hohen Magnetspulen ist das Kernstück der Anlage. Ihre speziellen Formen sind das Ergebnis ausgefeilter Optimierungsrechnungen der Abteilung „Stellarator-Theorie“ und ihrer über zehnjährigen Suche nach einem besonders wärmeisolierenden magnetischen Käfig. Die Spulen sind auf ein stählernes Plasmagefäß aufgefädelt und von einer ringförmigen Stahlhülle umschlossen. In ihrem luftleer gepumpten Innenraum werden die Spulen mit flüssigem Helium auf Supraleitungstemperatur bis nahe an den absoluten Nullpunkt abgekühlt. So verbrauchen sie nach dem Einschalten kaum Energie. Der von ihnen erzeugte Magnetfeldkäfig hält im Inneren des Plasmagefäßes das Forschungsobjekt der Wissenschaftler in Schwebelage, das 30 Kubikmeter füllende ultra-dünne Plasma.

Die von Bund, Land und EU getragenen Investitionskosten für Wendelstein 7-X beliefen sich auf 370 Millionen Euro. Die Bauteile fertigten Firmen in ganz Europa; Aufträge im Wert von weit über 70 Millionen gingen an Unternehmen in der Region. Zahlreiche Forschungseinrichtungen im In- und Ausland waren am Aufbau der Anlage beteiligt. So trug im Rahmen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren das Karlsruher Institut für Technologie die Verantwortung für die Mikrowellen-Plasmaheizung; das Forschungszentrum Jülich baut Messgeräte und fertigte die aufwändigen Verbindungen der supraleitenden Magnetspulen. Den Einbau übernahmen Spezialisten der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Krakau. Die US-amerikanischen Fusionsinstitute in Princeton, Oak Ridge und Los Alamos trugen u.a. mit magnetischen Zusatzspulen und Messgeräten zur Ausrüstung von Wendelstein 7-X bei.

*Isabella Milch*