

PI 12/15

10.12.2015

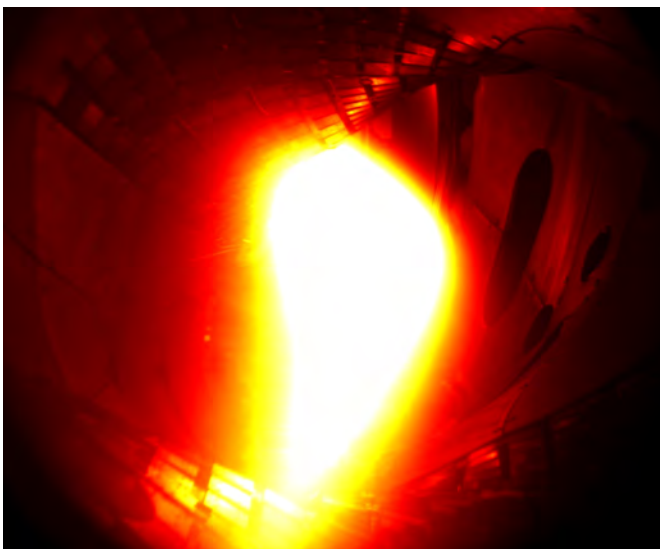
Erstes Plasma: Fusionsanlage Wendelstein 7-X in Betrieb gegangen

Erfolgreicher Start mit Helium-Plasma / Anfang 2016 werden Plasmen aus Wasserstoff folgen

Am 10. Dezember 2015 wurde in der Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Greifswald das erste Helium-Plasma erzeugt. Damit hat nach gut einem Jahr technischer Vorbereitungen und Tests der Experimentierbetrieb planmäßig begonnen. Wendelstein 7-X, die weltweit größte Fusionsanlage vom Typ Stellarator, soll die Kraftwerkseignung dieses Bautyps untersuchen.

Nach neun Jahren Bauzeit und über einer Million Montagestunden wurde im April 2014 die Hauptmontage von Wendelstein 7-X abgeschlossen. Seither liefen die Betriebsvorbereitungen. Nacheinander wurden alle technischen Systeme geprüft – das Vakuum in den Gefäßen, das Kühlsystem, die supraleitenden Spulen, das von ihnen erzeugte Magnetfeld, das Steuersystem sowie die Heizapparaturen und Messgeräte. Am 10. Dezember war es soweit: Im Kontrollraum fuhr die Betriebsmannschaft das Magnetfeld hoch und startete die computergeregelte Experiment-Steuerung. Sie speiste rund ein Milligramm Heliumgas in das ausgepumpte Plasmagefäß ein, schaltete die Mikrowellenheizung für einen kurzen 1,3-Megawatt-Puls an – und im Visier der eingebauten Kameras und Messgeräte zeigte sich das erste Plasma. „Wir beginnen mit einem Plasma aus dem Edelgas Helium. Erst im nächsten Jahr wechseln wir zu dem eigentlichen Untersuchungsobjekt, einem Wasserstoff-Plasma“, erläutert Projektleiter Professor Dr. Thomas Klinger: „Denn mit Helium ist der Plasmazustand leichter zu erreichen. Außerdem können wir mit Helium-Plasmen die Oberfläche des Plasmagefäßes reinigen“.

Das erste Plasma in der Maschine dauerte eine Zehntel-Sekunde und erreichte eine Temperatur von rund einer Million Grad. „Wir sind sehr zufrieden“, fasst Dr. Hans-Stephan Bosch, dessen Bereich für den Betrieb von Wendelstein 7-X zuständig ist, den Verlauf des ersten Experimentiertags



Das erste Plasma in Wendelstein 7-X. Es bestand aus Helium und erreichte eine Temperatur von rund einer Million Grad Celsius. (Foto: IPP)

zusammen: „Alles lief wie vorgesehen“. Als nächstes will man die Dauer der Plasmaentladungen verlängern und untersuchen, wie die Helium-Plasmen durch Mikrowellen am besten zu erzeugen und aufzuheizen sind. Nach einer Pause zum Jahreswechsel geht es im Januar mit Einschlussstudien weiter, die das erste Plasma aus Wasserstoff vorbereiten.

Hintergrund

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. Beide Anlagentypen werden im IPP untersucht: In Garching läuft der Tokamak ASDEX Upgrade, in Greifswald seit heute der Stellarator Wendelstein 7-X.

Gegenwärtig traut man nur einem Tokamak – dem internationalen Testreaktor ITER, der in weltweiter Zusammenarbeit zurzeit 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