

Magnettests an Wendelstein 7-X erfolgreich abgeschlossen

Wichtiger Schritt der Betriebsvorbereitung / erstes Plasma in der Fusionsanlage rückt näher

Mit dem erfolgreich abgeschlossenen Test aller sieben Magnetspulen ist jetzt die Funktion der technologischen Schlüsselkomponente für das Fusionsexperiment Wendelstein 7-X sichergestellt. Die übermannsgroßen supraleitenden Spulen werden den magnetischen Käfig erzeugen, der das viele Millionen Grad heiße Fusionsplasma einschließt. Zurzeit laufen im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Greifswald die Betriebsvorbereitungen für die Forschungsanlage. Noch in diesem Jahr soll Wendelstein 7-X das erste Plasma erzeugen.

Ziel der Fusionsforschung ist es, ein klima- und umweltfreundliches Kraftwerk zu entwickeln, das ähnlich wie die Sonne aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnt. Um das Fusionsfeuer zu zünden, muss in einem späteren Kraftwerk der Brennstoff – ein Wasserstoffplasma – in Magnetfeldern eingeschlossen und auf Temperaturen über 100 Millionen Grad aufgeheizt werden. Wendelstein 7-X, die nach der Fertigstellung weltweit größte Fusionsanlage vom Typ Stellarator, wird noch keine Energie erzeugen, aber die Kraftwerkseignung dieses Bautyps untersuchen. Mit bis zu 30 Minuten langen Entladungen soll sie seine wesentliche Eigenschaft vorführen, die Fähigkeit zum Dauerbetrieb.

Ein Ring aus 50 supraleitenden, etwa 3,5 Meter hohen Magnetspulen ist das Kernstück der Anlage. Mit flüssigem Helium auf Supraleitungstemperatur nahe dem absoluten Nullpunkt abgekühlt, verbrauchen sie nach dem Einschalten kaum Energie. Ihre speziellen Formen sind das Ergebnis ausgefeilter Optimierungsrechnungen: Sie sollen einen besonders wärmeisolierenden magnetischen Käfig für das Plasma erzeugen. Um das Magnetfeld verändern zu können, ist den Stellarator-Spulen ein zweiter Satz von 20 flachen, ebenfalls supraleitenden Spulen überlagert.

Seit gut einem Jahr laufen an Wendelstein 7-X die Betriebsvorbereitungen. Nacheinander wird die Funktion aller technischen Systeme geprüft. Ab Ende April 2015 waren die Magnetspulen, das Herzstück der Anlage, an der Reihe. Zwar wurden sämtliche Spulen bereits während der Fertigung einzeln getestet. Insbesondere wurde untersucht, wie sich die Spulen beim so genannten Quench

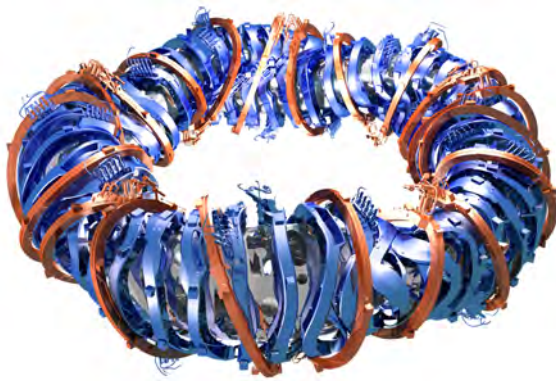


Spulentests: Im Kontrollraum laufen die Messwerte aller Testreihen zusammen und werden ausgewertet.

(Foto: IPP, Iris Wessolowski)

verhalten – dem härtesten Test, den ein Supraleiter bestehen muss: Dabei verliert die Spule plötzlich ihre Supraleitungseigenschaften und wird zu einem normalen Leiter. Mit den Tests wurde sichergestellt, dass die Spulen den hohen Belastungen unbeschadet standhalten und nach erneuter Abkühlung wieder so supraleitend sind wie zuvor.

Während der Betriebsvorbereitung ging es nun um das Verhalten der Magnetspulen im montierten Verbund: Die supraleitenden Elektromagnete wurden zunächst gruppenweise unter Strom getestet. Begonnen wurde mit den flachen Spulen vom Typ A, es folgten Typ B und dann – ab Mai 2015 – nacheinander die fünf unterschiedlichen Typen der gewundenen Stellarator-Spulen: Abgekühlt auf 4 Kelvin, d.h. minus 269 Grad Celsius, wurden die einzelnen Spulen-Kreise zunächst bei niedriger Stromstärke von 500 Ampere untersucht und das Quench-Detektions-System eingestellt. Dann erhöhte man die Stromstärke stufenweise, je nach Spulentyp bis auf 12,8 Kiloampere. In den bis zu vierstündigen Pulsen wurde auch das Kryosystem getestet und die zahlreichen Ventile justiert, die das Kühlmittel in die unterschiedlichen Kühlkreisläufe lenken. Auch die sensiblen Stromzuführungen, die warme und tiefkalte Bereiche miteinander verbinden, wurden geprüft und eingestellt. Die Spulen mussten zudem einen simulierten Quench durchlaufen, um zu testen, ob das automatische Detektions-System anspringt. Zu registrieren und mit den Planwerten zu vergleichen waren auch die Formänderungen der Spulen und die mechanischen Spannungen in den Gehäusen, die von den Magnetkräften der Spulen hervorgerufen werden. „Alles stimmt gut mit den Berechnungen überein“, konnte Dr. Hans-Stephan Bosch, der Leiter des Bereichs „Wendelstein 7-X Betrieb“, am 17. Juni feststellen.



Das supraleitende Magnetsystem von Wendelstein 7-X: 50 speziell geformte Stellaratorspulen (blau) und 20 flache Spulen (braun) bauen den magnetischen Käfig für das Plasma auf (Grafik: IPP)

Nach der erfolgreichen Prüfung in einzelnen Gruppen folgte – mit gleicher Prozedur – der Test des kompletten Spulenkranzes. Beim Einschalten des Stromes wirken nun alle 70 Spulen mit ihren magnetischen Kräften aufeinander ein. Erst jetzt wurden alle Spulen gemeinsam bis zum späteren Sollwert von 12,8 Kiloampere mit Strom beschickt. „Der Spulenverbund hat sämtliche technischen Prüfungen bestanden“, fasste Dr. Bosch am 6. Juli die umfangreichen Testreihen zusammen: „Damit ist die Funktionsfähigkeit der zentralen Anlagenkomponente sichergestellt. Wir können nun den nächsten großen Schritt in Angriff nehmen, das Ausmessen der magnetischen Flächen.“ Dabei wird geprüft, ob die Spulen den magnetischen Käfig für das Plasma in der gewünschten Form aufbauen. Noch in diesem Jahr soll Wendelstein 7-X das erste Plasma erzeugen. *Isabella Milch*