

PI 6/04

16.7.2004

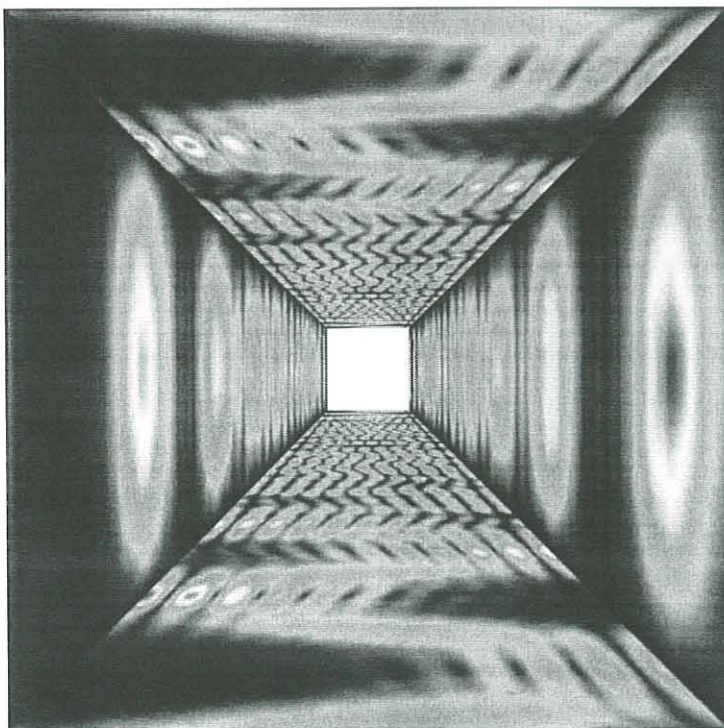
Mikrowellensender im IPP-Teilinstitut Greifswald testet ITER-Bauteil

Wellenleiter besteht Höchstleistungstest / Vorbereitung für Experimentalreaktor ITER

Der neue, leistungsstarke Mikrowellensender im Teilinstitut Greifswald des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP) wurde genutzt, um einen Hohlleiter zur Einkopplung von Mikrowellen in das Plasma des geplanten internationalen Testreaktors ITER zu testen. Wissenschaftler aus mehreren europäischen Fusionslaboratorien waren an dem Prüfprogramm beteiligt. Der Sender ist für die Plasmaheizung im Fusionsexperiment Wendelstein 7-X bestimmt, das zur Zeit in Greifswald aufgebaut wird.

Ziel der Fusionsforschung ist es, ein Kraftwerk zu entwickeln, das – ähnlich wie die Sonne – aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnt. Um das Fusionsfeuer zu zünden, muss der Brennstoff, ein Wasserstoffplasma, in Magnetfeldern wärmeisolierend eingeschlossen und auf Temperaturen über 100 Millionen Grad aufgeheizt werden. Nächster großer Schritt ist die internationale Testanlage ITER (lat.: „der Weg“). Mit einer Fusionsleistung von 500 Megawatt – zehnmal mehr, als zur Aufheizung des Plasmas verbraucht wird – soll ITER zeigen, dass Energieerzeugung durch Fusion möglich ist. Die Anlage wurde von Forschern aus Europa, Japan, Russland und den USA vorbereitet, China und Südkorea haben sich dem Projekt angeschlossen.

Die Aufheizung des ITER-Plasmas soll unter anderem ein leistungsstarkes Mikrowellen-System mit 24 Megawatt Leistung übernehmen. Auch zur Unterdrückung von Instabilitäten im Plasma sind die



Blick in den Wellenleiter: Im bunten Bild der Computersimulation wird der Zick-Zack-ähnliche Durchgang der Mikrowelle durch den Hohlleiter sichtbar. (Bild: B. Plaum, IPF Stuttgart)

Mikrowellen geeignet. Dazu müssen die Strahlen gezielt an unterschiedliche Orte im Plasma gelenkt werden können. Diese Aufgabe sollen Wellenleiter erfüllen – rechteckige metallische Rohre, die in das Innere des Plasmagefäßes führen. Richtig gebaut, werden die Wellen zwischen den gegenüberliegenden Wänden dieser Rohre Zick-Zack-ähnlich nach vorne reflektiert. Dabei verlassen sie das Rohr unter dem gleichen Winkel, mit dem sie eingestrahlt wurden. In sicherer Entfernung vom heißen Plasma kann so mit beweglichen Spiegeln der Eintrittswinkel eingestellt und der Strahl „fern-gesteuert“ um rund 10 Grad im Plasma geschwenkt werden.

An der Überprüfung dieses neuartigen Konzepts wird in Japan und Europa gearbeitet. Die Koordinationsstelle für die europäischen ITER-Beiträge, das European Fusion Development Agreement (EFDA), hat hierzu ein ausgefeiltes Testprogramm in Auftrag gegeben. Erster Schritt: Im Institut für Plasmaforschung (IPF) der Universität Stuttgart wurde ein vereinfachtes Modell des Hohlleiters berechnet und gebaut. Das rund 7 Meter lange Teststück aus Aluminium besitzt einen quadratischen Innenquerschnitt von 6 mal 6 Zentimetern und eine kompliziert geriffelte innere Oberfläche. Die IPF-Wissenschaftler sind bereits maßgeblich an der Entwicklung des Mikrowellen-Übertragungssystems für die Plasmaheizung des Fusionsexperiments Wendelstein 7-X beteiligt, das gegenwärtig in Greifswald aufgebaut wird. Zweiter Schritt: die Hochleistungs-Experimente in Greifswald. Als Teil des geplanten 10 Megawatt-Mikrowellensystems zur Heizung des Wendelstein-Plasmas steht hier seit letzten November das erste von insgesamt 10 Gyrotrons zur Verfügung. Im Auftrag des IPP wurde es vom Forschungszentrum Karlsruhe gemeinsam mit weiteren europäischen Forschungsinstituten und Industrieunternehmen entwickelt. Die Mikrowellen-Frequenz von 140 Gigahertz liegt sehr nahe an der ITER-Frequenz von 170 Gigahertz. Mit 1000 Kilowatt Leistung ist es der leistungsstärkste kontinuierlich laufende Mikrowellensender weltweit.

Die verfügbare Leistung ist insbesondere ausreichend, um prüfen zu können, ob das ITER-Teststück unter Hochleistungsbedingungen korrekt arbeitet. Auch Übertragungsverluste und Strahlqualität wollte man in dem für ITER relevanten Betriebsbereich ausmessen. Dazu brachten die Wissenschaftler einen 500 Kilowatt-Mikrowellenstrahl mit Spezialspiegeln in ITER-ähnliche Form und lenkten ihn in den Hohlleiter. Beim Durchgang der Welle durch den Hohlleiter erwärmen sich die Reflexionsstellen. Der Weg der Welle durch den Leiter kann so von außen mit einer Infrarotkamera gemessen und mit den Modellrechnungen verglichen werden.

Die Experimente liefen in Zusammenarbeit mit Kollegen aus den Niederlanden und Italien, die einen Absorber für die Mikrowellen bzw. die zugehörige Leitungsmesstechnik beisteuerten. Ergebnis: Das Testobjekt erwies sich als über Erwarten belastbar; alle berechneten Eigenschaften konnten bestätigt werden. Nach diesem erfolgreichen Funktionstest kann nun der dritte Prüfschritt eingeleitet werden: In den Niederlanden ist der Bau eines originalgetreuen Prototyps geplant – wassergekühlt und vakuumtauglich, in Original-Abmessung und -Material.

Isabella Milch

Anmerkung: Dieser Text ist abrufbar unter www.ipp.mpg.de. Das Foto erhalten Sie unter Tel.: 089 3299-1288.

Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching und Greifswald ist dem von Euratom koordinierten europäischen Fusionsprogramm assoziiert, zu dem sich die Fusionslaboratorien der Europäischen Union und der Schweiz zusammengeschlossen haben.