

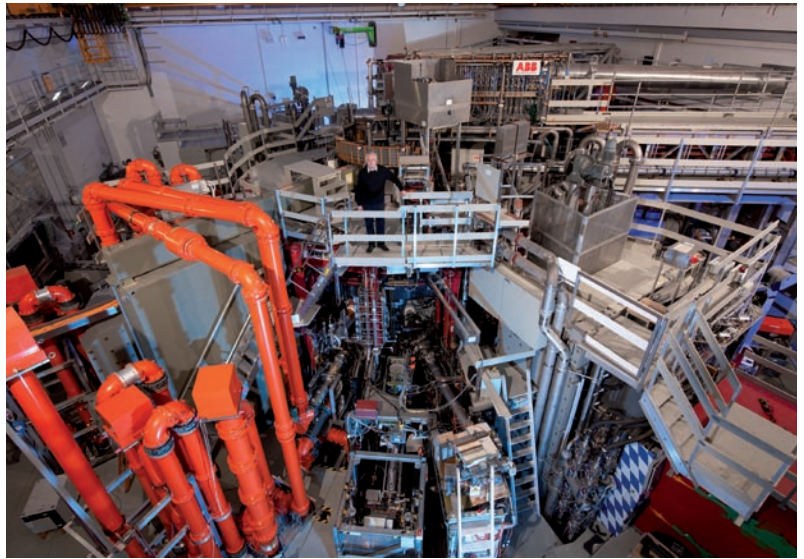
■ Auf dem weiten Weg zur Kernfusion

Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik feierte in Garching sein 50-jähriges Jubiläum.

Angesichts des weltweit steigenden Energiebedarfs und des Klimawandels erscheint es wie die Erfüllung eines Wunschtraums: eine sichere, unerschöpfliche Energiequelle, die kein schädliches Kohlendioxid und keinen langlebigen radioaktiven Müll produziert. Alles, was man tun muss, ist die Sonne auf der Erde nachzuahmen. Dafür gilt es, ein Plasma aus den Wasserstoffisotopen Deuterium und Tritium mit Magnetfeldern stabil und wärmeisolierend einzuschließen und auf die Zündtemperatur von 100 Millionen Grad aufzuheizen. Die dann einsetzende Kernfusion produziert mehr Energie, als man in das Plasma hineingesteckt hat. Was sich so leicht als Ziel formulieren lässt, ist zwar extrem schwer zu verwirklichen, spornt aber seit fünfzig Jahren die Forscherinnen und Forscher am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching an. Das nahm am 28. Juni 1960 als „Institut für Plasmaphysik GmbH“ seine Arbeit auf und wurde 1971 in die Max-Planck-Gesellschaft eingliedert. 1994 kam in Greifswald ein weiteres Teilinstitut hinzu.¹⁾

Fünfzig Jahre nach der Gründung des IPP versammelten sich am 26. Juli zahlreiche nationale und internationale Gäste zu einer großen Festveranstaltung in Garching, darunter der bayerische Ministerpräsident Horst Seehofer und hochrangige Vertreter des Bundesforschungsministeriums und der Europäischen Union. Peter Gruss, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, betonte den Grundlagencharakter der IPP-Forschung. Dem trage der Name des Instituts Rechnung, das ganz bewusst nicht Institut für Kernfusionsforschung genannt worden sei. „Grundlagenforschung ist immer ein Wagnis, es gibt keine Garantie auf Erfolg“, mahnte Gruss im Hinblick auf das Fernziel eines funktionierenden Fusionskraftwerks.

Als das IPP seine Arbeit aufnahm, war der Weg zum Einschluss eines Fusionsplasmas völlig offen.



Die Fusionsanlage ASDEX Upgrade am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in

Garching ist Vorbild für das Design des geplanten Testfusionsreaktors ITER.

Daher begann ein langfristiges Forschungsprogramm, um die hochkomplexen, vielfach rückgekoppelten Vorgänge im Plasma verstehen zu lernen. Dabei kristallisierten sich zwei Einschlussmethoden als erfolgsversprechend heraus, die das IPP beide mit aktuellen Experimenten verfolgt: der Stellarator mit Wendelstein 7-X in Greifswald und der Tokamak mit ASDEX Upgrade in Garching. Während der Stellarator grundsätzlich im Dauerbetrieb arbeiten kann, wäre dies beim Tokamak nur mit hohem Aufwand möglich. Der Tokamak hat allerdings gegenüber dem Stellarator den Vorteil, dass er ein Plasma effektiver heizen kann.²⁾

Steigende Leistungen

Mit den ersten Plasmaanlagen ließen sich Fusionsleistungen von nur wenigen Milliwatt erzeugen. Dem gegenüber steht das Experiment des europäischen Gemeinschaftsprojekts JET (Joint European Torus) in Culham, Großbritannien, das vor zwölf Jahren kurzzeitig eine Spitzenleistung von 16 Megawatt erreichte. Das bedeutet immerhin eine Steigerung der Fusionsleistung um das Milliardenfache. Allerdings ist das Ziel, mehr Energie aus der Fusionsreaktion herauszuholen als hineinzustecken, immer noch

weit entfernt. Das möchten die Plasmaforscher mit der Testanlage ITER erreichen, die im südfranzösischen Cadarache entsteht.³⁾ Auch hier ist das IPP entscheidend beteiligt, nicht zuletzt durch ASDEX Upgrade, der gewissermaßen der verkleinerte Prototyp für ITER ist. „Das Design und die spezielle Geometrie für ITER wurden hier am IPP entwickelt“, sagt Hartmut Zohm, Leiter des Bereichs Tokamak-Szenario-Entwicklung. Dieser wichtige wissenschaftliche Meilenstein des Garchinger Instituts wäre angesichts der Kostenexplosion bei ITER aber fast vergebens gewesen. Denn neue Schätzungen veranschlagten die Gesamtkosten auf nunmehr 15 Milliarden Euro statt der ursprünglich vorgesehenen fünf Milliarden. Für den europäischen Anteil (45 %) bedeutete das einen Anstieg von 2,7 auf 7,2 Milliarden Euro. „Da spielen mehrere Faktoren eine Rolle, deren Anteile schwer zu beziffern sind“, sagt Hartmut Zohm. So seien die Preise von Bauteilen und einzelnen Rohstoffen deutlich gestiegen und einige Kosten, insbesondere für periphere Systeme wie Diagnostik und Heizung, in der ursprünglichen Planung unterschätzt worden. Zudem seien zusätzliche Systeme zum ursprünglichen Design aus dem Jahr 2000

1) Weiterführende Informationen zur Geschichte des IPP finden sich auf www.ipp.mpg.de/ipp-cms/de/presse/pi/09_10_pi.html

2) F. Wagner, Auf den Wegen zum Fusionskraftwerk, Physik Journal, August/September 2009, S. 35

3) www.iter.org

hinzugekommen, als Ergebnis der aktuellen Forschung. Dazu gehören beispielsweise Spulen, die pulsartige Belastungen des Reaktorgefäßes (Edge Localised Modes, ELM) unterdrücken sollen. Ebenso führte die komplizierte internationale Organisation von ITER zu „Reibungsverlusten“, nicht zuletzt, wenn es um die verteilte Produktion der Bauteile und das Mitspracherecht der Hauptgeldgeber ging, zu denen neben Europa die USA, Russland, Japan, China und Südkorea gehören.

Die EU hat nun signalisiert, für immerhin 6,6 Milliarden Euro aufzukommen, die vor allem aus Mitteln des 7. Forschungsrahmenprogramms stammen sollen. Das hat durchaus zu Unmut unter europäischen Forschern geführt. Angeführt vom Physik-Nobelpreisträger Georges Charpak forderten französische Forscher in einem

offenen Brief, ITER ganz aufzugeben und sich dafür mehr auf die Entwicklung von Kernkraftwerken der vierten Generation zu konzentrieren.⁴⁾ „Dass man sich aufregt, wenn etwas deutlich teurer wird, hat sicherlich seine Berechtigung“, meint Hartmut Zohm, „allerdings hätte man die angeführten sachlichen Gründe auch schon bei der Genehmigung von ITER vorbringen können.“

Zwar haben die schweren Baumaschinen auf dem 42 Hektar großen ITER-Gelände mittlerweile ihre Arbeit wieder aufgenommen, aber dennoch müssen sich die Fusionsforscher mit einschneidenden Änderungen auseinandersetzen. Zwei Arbeitsgruppen seien eingesetzt, um Einsparmöglichkeiten zu finden, berichtet Zohm. So stehen die ELM-Spulen zur Diskussion, nicht jedoch eine Verkleinerung des eigentlichen Fusionsexperiments,

dessen Fusionsleistung zehnmal höher als die Heizleistung sein soll. Die Inbetriebnahme mit einem einfachen Wasserstoffplasma soll sich um ein Jahr auf 2019 verschieben, der Betrieb mit einem Deuterium-Tritium-Gemisch auf 2027.

Mit dem seit Mai neuen ITER-Generaldirektor, dem Japaner Osamu Motojima, steht nun ein Plasmaphysiker an der Spitze von ITER. Der deutsche Norbert Holtkamp, bisher technischer Direktor, musste dafür seinen Posten räumen. Motojima hat angekündigt, die Managementstruktur von ITER effizienter zu gestalten.

In jedem Fall müssen die ITER-Verantwortlichen dafür sorgen, die Kosten in Schach zu halten. Eine neuerliche Kostenexplosion würde die Hoffnung auf die Kernfusion sicher vorzeitig erlöschen lassen.

Alexander Pawlak

4) www.liberation.fr/societe/0101651202-nucleaire-arretons-iter-ce-reacteur-hors-de-prix-et-inutilisable

■ Mehr Strom für besseres Klima

Eine neue DPG-Studie skizziert den Wandel der Energiewirtschaft hin zur Elektrizität als wichtigsten und nachhaltigsten Energieträger.

Den anthropogenen Ausstoß an Kohlendioxid schnell, drastisch und weltweit zu reduzieren, ist die vordringlichste Maßnahme im Kampf gegen den Klimawandel. Wie das konkret erreicht werden soll – darüber gehen die Meinungen noch weit auseinander. Denn noch können regenerative Energiequellen den Bedarf an Wärme und Strom bei weitem nicht decken. Um den steigenden Bedarf und die zunehmenden Einsatzmöglichkeiten elektrischer Energie einschätzen zu können, betrachtet die aktuelle DPG-Studie „Elektrizität: Schlüssel zu einem nachhaltigen und klimaverträglichen Energiesystem“ alle Erzeugungs-, Speicherungs- und Verbrauchsmethoden aus physikalischer Sicht.⁵⁾

„Das Ziel der Studie ist es, einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu geben und möglichst wertneutral kommentiertes Datenmaterial vorzulegen, um damit gesellschaftliche Diskussi-

onen voranzutreiben und politische Entscheidungsprozesse zu unterstützen“, sagt Wolfgang Sandner, Präsident der DPG. Und energiepolitische Weichenstellungen stehen in den nächsten Jahren an, da ein großer Teil des Kraftwerkparcs erneuerungsbedürftig ist. Die anstehenden Neuinvestitionen entscheiden somit über den kumulativen CO₂-Ausstoß kommender Jahrzehnte.

Die 140-seitige Analyse konzentriert sich auf Deutschland in den nächsten zwanzig Jahren, extrapoliert aber vielfach bis 2050. Sie beleuchtet alle relevanten Themen der aktuellen Energiedebatte im Zusammenhang: von der CO₂-Abscheidung in fossilen Kraftwerken (Carbon Capture and Storage, CCS) über Atomkraft, Photovoltaik, Windkraft, Kernfusion und andere. Die Autoren der Studie, allesamt Mitglieder des DPG-Arbeitskreises Energie (AKE), schätzen den infolge zunehmender Einsatzmöglichkeiten wie Elektromobilität und

Wärmepumpen steigenden Bedarf an Elektrizität ab und ermitteln die erreichbaren Potenziale bei Stromspeicherung und -transport.

Vorausgesetzt, der Ausbau regenerativer Quellen, in erster Linie der Windenergie, schreitet schnell voran, sei es realistisch, dass 2020 die Quote des in Deutschland CO₂-frei erzeugten Stroms 50 Prozent beträgt. Der Photovoltaik räumen die Experten dabei am Standort Deutschland nur eine untergeordnete Rolle ein. Ein größeres Potenzial – dazu noch grundlastfähig – weist die Geothermie auf. Doch auch sie könne, ebenso wie „konzentrierende Solarthermie“ (Concentrating Solar Power, CSP) im „Sonnengürtel“ Südeuropa/Nordafrika, den Gesamtbedarf nicht decken. „Auch noch über die Mitte des Jahrhunderts hinaus wird es einen Energiemix geben müssen, und dabei wird auch die weitere Verwendung von fossilen Brenn-



5) www.studien.dpg-physik.de