

Sonden diagnostizieren Plasma

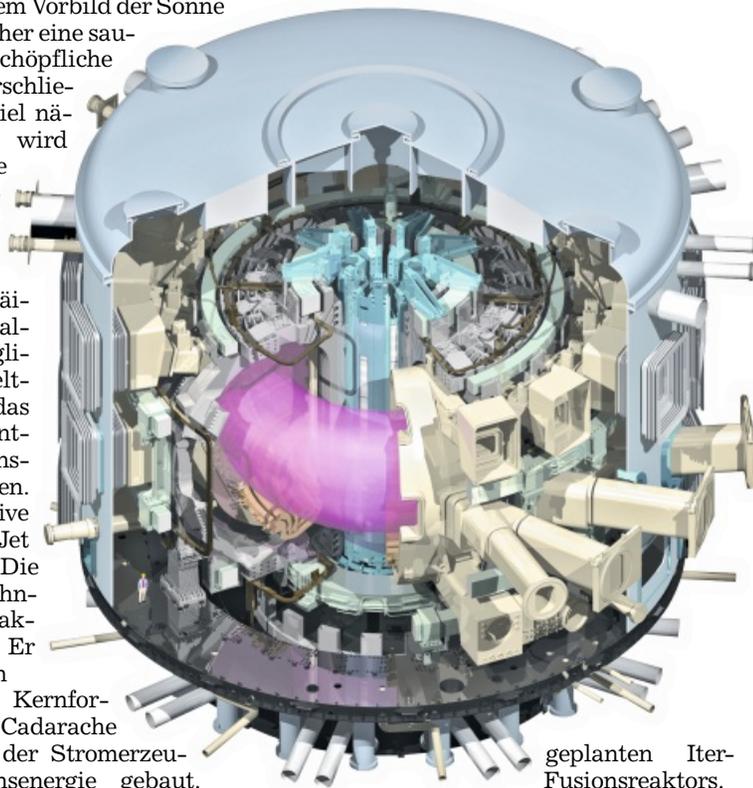
KIT bei Kernfusion mit im Boot / 70 Wolfram-Winzlinge für West-Reaktor

Von unserem Redaktionsmitglied
Konrad Stammschröer

Karlsruhe. Die Sonne und alle leuchtenden Sterne strahlen Energie ab. Ursache dafür ist die Kernfusion, bei der zwei Atomkerne zu einem neuen Kern verschmelzen. Nach dem Vorbild der Sonne möchten nun Forscher eine saubere, nahezu unerschöpfliche Energiequelle erschließen. Um diesem Ziel näher zu kommen, wird weltweit eine Reihe von experimentellen Kernfusionsanlagen betrieben. Vor 25 Jahren gelang es am europäischen Experimentalreaktor Jet im englischen Abingdon weltweit erstmals, das Sonnenfeuer zu entfachen und Fusionsenergie freizusetzen. Für eine positive Energiebilanz ist Jet jedoch zu klein. Die soll bis 2025 der zehnmal größere Testreaktor Iter liefern. Er wird seit 2007 beim südfranzösischen Kernforschungszentrum Cadarache mit dem Fernziel der Stromerzeugung aus Fusionsenergie gebaut. Etwa in der Jahrhundertmitte soll das erste Demonstrationsfusionskraftwerk (kurz Demo genannt) Strom erzeugen.

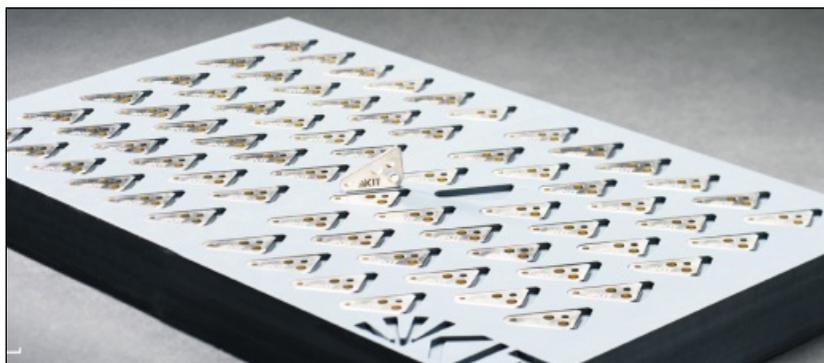
Beim internationalen Forschungsprojekt Iter und auch bei anderen Großprojekten zur Kernfusion hat das KIT einen großen Fuß in der Tür: Acht Institute des KIT arbeiten interdisziplinär zusammen, um Bauteile für die Versuchsreaktoren zu entwerfen. Eines von ihnen ist das Institut für Angewandte Materialien (IAM) am Campus Nord in Eggenstein-Leopoldshafen. Dort entstanden in Kooperation mit den Industriepartnern RKT in Roding und Plansee in Reutte (Österreich) 70 Diagnose-Sonden, von denen jede 25 Millimeter lang, 17 Millimeter hoch und nur zwei Millimeter

dick ist. Sie können sowohl die Temperatur, als auch die Dichte und das Potenzial des Fusionsplasmas bestimmen – wichtige Größen für das Funktionieren der gewünschten Reaktion. Die unten gezeigte Illustration der Iter Organization zeigt in Pink das Fusionsplasma im Zentrum des



geplanten Iter-Fusionsreaktors.

Das Plasma, das dem Reaktor seine Nutzenergie liefert und ein dünnes ionisiertes Gas ist, kann mehrere Millionen Grad heiß werden: Erst bei extrem hoher Temperatur des Plasmas – über 100 Millionen Grad – kommt es zur gewünschten Kernfusion.

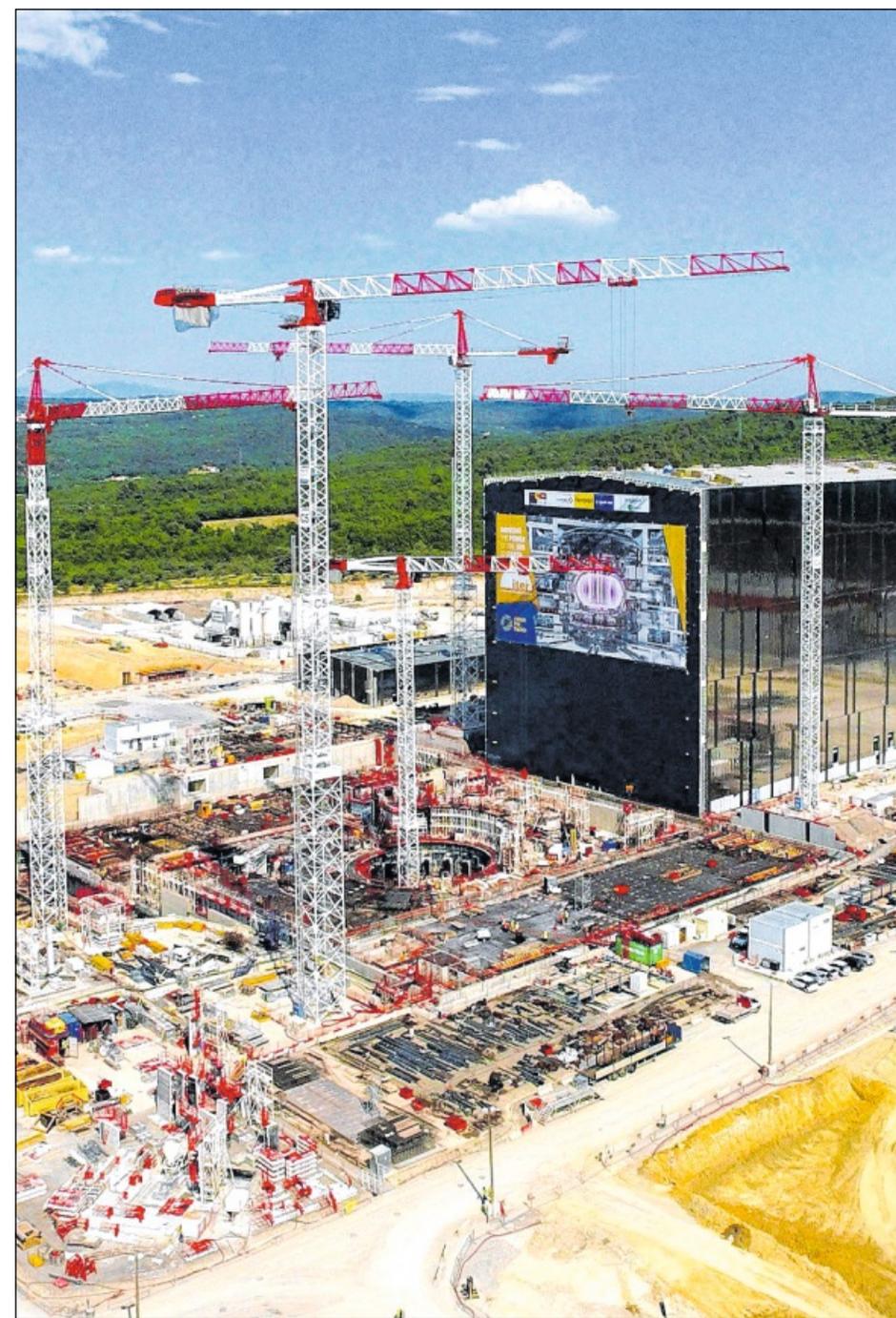


IN REIH UND GLIED: 70 Sonden aus Wolfram für einen Kernfusionsreaktor in Südfrankreich produzierte das KIT im Pulverspritzgussverfahren. Foto: KIT

Die 70 sogenannten Langmuirsonden werden im West-Fusionsreaktor installiert. „West ist ein Vorprojekt, mit dem man sich für Iter qualifizieren kann“, erklärt Steffen Antusch vom IAM. Um den extremen Belastungen im Reaktor Stand zu halten, wurden die Sonden aus dem weiß glänzenden Schwermetall Wolfram gefertigt. „Es besitzt von allen reinen Metallen mit 3 400 Grad Celsius den höchsten Schmelzpunkt, den zweithöchsten Siedepunkt und mit 19,25 Gramm pro Kubikzentimeter eine sehr hohe Dichte. Zum Vergleich: Eisen hat eine Schmelztemperatur von 1 536 Grad Celsius und eine Dichte von nur 7,8 Gramm pro Kubikzentimeter“, so Antusch. Probleme beim Umgang mit Wolfram, das in großen Mengen in China vorkommt und 80 Euro je Kilo kostet, sind seine Sprödigkeit bei Raumtemperatur und die geringe Oxidationsbeständigkeit bei hohen Temperaturen.

Aus Wolfram lassen sich in hoher Stückzahl Werkstücke wie Stangen, Bleche und Platten herstellen. Daraus später etwa Schneidwerkzeuge, Schweißelektroden, Raketendüsen, Hitzeschilde für die Raumfahrtindustrie, Heizleiter oder Schrauben, Nieten und Muttern zu fertigen, ist schwierig, zeit- und kostenintensiv. Die KIT-Wolframsonden entstanden jedoch im Pulverspritzgussverfahren, das seinen Ursprung in der Spritzgusstechnologie der Kunststoffe hat. „Wir vermischen feines Wolframpulver mit einem organischen Binder und bringen diese Formmasse dann unter hohem Druck von 2 000 bar auf einer Spritzgussmaschine in Form“, so Antusch. Anschließend wird der Binder wieder entfernt und das Bauteil bei hoher Temperatur in einem Ofen gesintert. Als Ergebnis erhält man ein rein metallisches Enderzeugnis, das die mechanischen Vorteile gesintertter Bauteile verbindet. „Die mit dem Pulverspritzgießen entstandenen Bauteile sind endkonturnah, lassen sich also direkt einsetzen – ohne Nachbearbeitung wie etwa Schleifen“, sagt Antusch.

Aktuell werden die Kosten für den Bau des Kernfusionsreaktors Iter auf rund 19 Milliarden Euro geschätzt.



WÄCHST UND WÄCHST: Der Iter-Kernfusionsreaktor in Cadarache gewinnt an Höhe. Auch die wulstartig geformte Plasmakammer (Mitte) nimmt Form an. Foto: EJF Riche

Reaktoren nach Tokamak-Prinzip

Karlsruhe (kost). Die meisten Fusionsreaktoren sind Tokamaks. Das Tokamak-Prinzip ist gekennzeichnet durch eine wulstartig mit einem Loch (vergleichbar einem Reifen) geformte Plasmakammer. Darin wird das Plas-

ma durch drei sich überlagernde Magnetfelder eingeschlossen. Die derzeit größte deutsche Fusionsanlage wird in Garching (ASDEX Upgrade) betrieben. In Greifswald demonstriert der Wendelstein 7-X die Kraftwerkstauglichkeit von Fusionsanlagen nach einem anderen Plasmaprinzip (Stellarator). Das erste Plasma wurde hier im Dezember 2015 erzeugt.