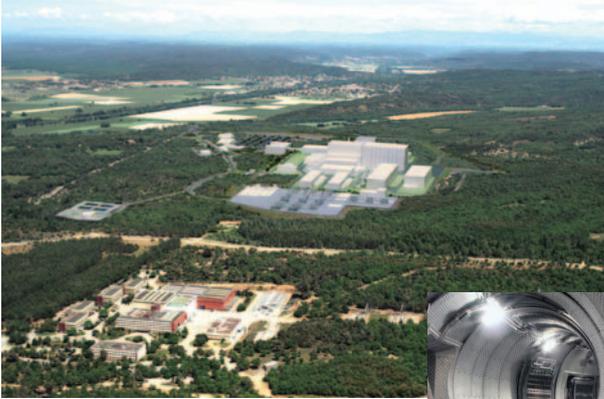


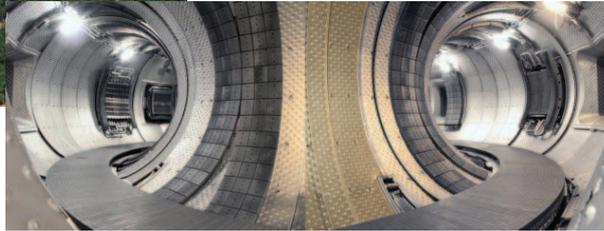
Der Weg am Ziel?

Der Fusionsreaktor ITER soll in Frankreich gebaut werden

Das Tauziehen um den Standort für das nächste große Projekt der Fusionsforschung, den Fusionsreaktor ITER, ist endlich vorbei: Ende Juni



Der Fusionsreaktor ITER (oben als Fotomontage) soll in Cadarache gebaut werden, wo bereits das Fusionsexperiment Tore Supra (rechts) betrieben wird. (Quelle: ITER, CEA)



haben sich die sechs ITER-Partner China, EU, Japan, Russland, Südkorea und die USA darauf geeinigt, ITER im südfranzösischen Cadarache zu errichten. Japan hatte mit Unterstützung der USA und Südkoreas bis zuletzt auf dem eigenen Standort Rokkasho bestanden, schließlich aber doch eingelenkt.^{+) Im Gegenzug hat sich die EU zu umfangreichen Kompensationen verpflichtet. Die längst überfällige Entscheidung wurde in Wissenschaft und Politik einhellig begrüßt. So sprach der EU-Kommissar für Wissenschaft und Forschung Janez Potocnik von einem historischen Moment für Europa und würdigte ITER (lateinisch: „der Weg“) als herausragendes Beispiel für die internationale Zusammenarbeit in Forschung und Technologie – angesichts des langen Hickhacks mag man darüber allerdings geteilter Meinung sein.}

Bundeschforschungsministerin Edelgard Bulmahn begrüßte den europäischen Standort: „Er bietet optimale Möglichkeiten für eine Zusammenarbeit in der Forschung und der deutschen Industrie die Chance für lukrative Aufträge“. Der wissenschaftliche Direktor des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik in Garching, Alexander Bradshaw, erinnerte aber zugleich auch daran, dass nun ein leistungsfähiges begleitendes Fusionsprogramm sicherstellen müsse, dass in Europa – und da-

mit auch in Deutschland – für den in rund zehn Jahren beginnenden Forschungsbetrieb genügend Wissenschaftler ausgebildet werden.

Der *International Thermonuclear Experimental Reactor* ITER soll erstmals ein Energie lieferndes Plasma erzeugen. Bis zu 400 Sekunden am Stück soll er durch die Fusion von Deuterium und Tritium zu Helium eine Fusionsleistung von 500 MW erzeugen, das ist das Zehnfache der Energie, die zum Aufheizen des Plasmas auf 100 Millionen Grad nötig ist. Von den Baukosten in Höhe von 4,6 Milliarden Euro wird Europa die Hälfte übernehmen, die anderen Partner

je 10 Prozent. Über die Dauer von 20 Jahren kommen Betriebskosten von jährlich 265 Millionen Euro hinzu. Bis Ende des Jahres sollen nun Details der Finanzierung und Organisation ausgehandelt werden. Mitte August hat auch die indische Regierung erklärt, dass sie an Bau und Betrieb von ITER teilnehmen und als voller Partner zur Finanzierung beitragen möchte. Zwanzig Jahre nach der ersten Initiative von Michael Gorbatschow, François Mitterrand und Ronald Reagan könnte dann Anfang nächsten Jahres der Bau in Südfrankreich beginnen. Während der japanische Standort auf der grünen Wiese gelegen hätte, betreibt die französische Atomenergiekommission

CEA in Cadarache, rund 60 km von Marseille entfernt, seit Jahrzehnten ein Forschungszentrum mit über 4000 Angestellten, von denen sich die Hälfte mit der Entwicklung von neuen Kernspaltungsreaktoren beschäftigt. Kernstück des dortigen Fusionsprogramms ist seit 1988 das mit supraleitenden Spulen ausgestattete Experiment Tore Supra.

Den Verzicht auf den eigenen Standort hat sich Japan teuer bezahlen lassen. So wird Japan nur 10 Prozent der Kosten tragen, aber 20 Prozent der Industrienaufträge erhalten und 20 Prozent der Mitarbeiter stellen, während Europa auf jeweils 10 Prozent seines Anteils verzichtet. Darüber hinaus hat die europäische Delegation zugesagt, einen japanischen Kandidaten für das Amt des ITER-Generaldirektors zu unterstützen. Ein weiteres Zugeständnis besteht darin, dass Europa, ebenso wie Japan, 340 Millionen Euro bereitstellen wird für Projekte, die über ITER hinausgehen („broader approach projects“). Dazu gehören unter anderem ein Rechenzentrum für Computersimulationen in der Fusionsforschung sowie die International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF), eine Beschleunigerquelle für Neutronen hoher Energie und Intensität, an der Materialien für ITER und künftige Fusionsreaktoren im Hinblick auf ihre Strahlenhärte untersucht werden sollen. Bei der Fusion von Deuterium und Tritium zu Helium werden Neutronen mit einer hohen Energie von 14 MeV erzeugt, und noch gibt es keine Materialien, die einen intensiven Fluss solcher Neutronen über lange Zeit aushalten, ohne zu verspröden. Die Vereinbarung sieht vor, dass Japan unter diesen und weiteren Projekten aus-

^{+) vgl. Physik Journal, Januar 2005, S. 6}

KURZGEFASST...

■ **Modernstes Forschungsschiff der Welt**
Mit der MARIA S. MERIAN bekommt Deutschland ein neues modernes und eisrandfähiges Forschungsschiff. Damit soll in den kommenden Jahren besonders der Einfluss der Ozeane auf Klimaschwankungen untersucht werden, aber auch in anderen Disziplinen wie der Ozeanographie oder der marinen Geophysik erhofft man sich wichtige neue Erkenntnisse. Finanziert wurde das Schiff zu 75 % (42 Mio. €) vom BMBF, den Rest teilen sich die norddeutschen Länder.

■ **New Journal of Physics auf Erfolgskurs**
Für das Jahr 2004 konnte die gemeinsam von der DPG und dem britischen Institute of Physics (IOP) herausgegebene Open-Access-Zeitschrift New Journal of Physics

ihren Impact Factor erneut steigern und liegt mit dem Wert 3,09 nun auf Platz 9 in der Kategorie „physics, multidisciplinary“.

■ **Gemeinsame Forschung für Chips**
Die Firmen IBM, AMD, Infineon und Micron, verschiedene Hersteller von Maschinen für die Chipfertigung sowie der US-Bundesstaat New York arbeiten gemeinsam an einem mit 580 Millionen Dollar ausgestatteten Projekt („International Venture for Nanolithography“, Invent), bei dem Methoden und Maschinen für die Produktion von Chips mit extrem kompakter Bauweise entwickelt werden sollen. Ein Schwerpunkt liegt auf der EUV-Lithographie, die bis 2016 die Produktion von 22-Nanometer-Chips ermöglichen soll.

wählen kann. Schließlich verpflichtet sich Europa auch, künftig einen japanischen Standort für das erste kontinuierlich arbeitende Fusionskraftwerk DEMO zu unterstützen, das als Vorstufe zu kommerziellen Kraftwerken gegen Ende der Betriebszeit von ITER gebaut werden könnte.

In Deutschland sind vor allem das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) sowie die Forschungszentren Jülich und Karlsruhe in die Entwicklung von ITER eingebunden. So führt das IPP, eines der größten Fusionszentren in Europa, am Experiment ASDEX Upgrade seit Jahren Vorarbeiten für ITER durch. Am Forschungszentrum Karlsruhe werden Teile für die Heizung des Plasmas entwickelt, die Testanlage TOSKA für supraleitende Spulen betreiben und der Brennstoffkreislauf untersucht. Im Tritiumlabor gehen die Wissenschaftler dort der Frage nach, wie das instabile Tritium im Fusionsreaktor selbst mithilfe der Neutronen aus Lithium erbrütet werden kann. Im Forschungszentrum Jülich schließlich wird mit TEXTOR ebenfalls ein Fusionsexperiment betrieben, an dem für ITER relevanten Themen untersucht werden.

Nach der ersten Euphorie angesichts der Standortentscheidung meldeten sich bereits im Juli auch kritische Stimmen. So nannte der ehemalige französische Forschungsminister Claude Allegre ITER „ein Prestigeobjekt mit geringen Chancen auf Erfolg“. Der französische Physik-Nobelpreisträger von 1991 Pierre-Gilles de Gennes teilt Allegres Befürchtung, dass ITER Geld von wichtigeren Projekten abziehen wird. In diesen Chor stimmte Edouard Brezin, Physiker und Präsident der Academie de Sciences, ein: „Die Erschöpfung der fossilen Energiequellen und die Klimaerwärmung sind drängende Probleme, die sofort Maßnahmen erfordern. ITER darf nicht als Alibi dienen.“ Es bedürfe eines besonderen Optimismus, um sich vorzustellen, dass die Kernfusion in weniger als 50 Jahren verfügbar sein wird. Janez Potocnik hingegen zeigte sich optimistisch, dass „ITER uns auf dem Weg zu sicherer, sauberer Energie im Überfluss weiter voranbringen wird“.

STEFAN JORDA

Laserblitze für die Nanowelt

Mit einem symbolischen Knopfdruck startete Bundeskanzler Gerhard Schröder Anfang August den Nutzerbetrieb des Freie-Elektronen-Lasers VUV-FEL am Hamburger Elektronen-Synchrotron DESY. Dieser weltweit erste FEL für den Spektralbereich des Vakuum-Ultraviolett erzeugt kohärente Strahlung einer Wellenlänge von 6 bis 30 Nanometer mit Pulsauern von 10 bis 50 Femtosekunden. Verglichen mit Synchrotronstrahlungsquellen ist seine Spitzenleuchstärke um einen Faktor 10^7 höher. „Diese Laserblitze ermöglichen völlig neue Einblicke in die Nanowelt“, sagt DESY-Forschungsdirektor Jochen Schneider.

Der VUV-FEL ist hervorgegangen aus einer Testanlage für die Technologie eines supraleitenden Linearbeschleunigers, die bei DESY von der internationalen TESLA-Kollaboration entwickelt wurde. Vor fünf Jahren konnten die Wissenschaftler damit erstmals zeigen, dass sich UV-Strahlung mit einem Freie-Elektronen-Laser erzeugen lässt. Ein 260 Meter langer Linearbeschleuniger aus supraleitenden Niob-Kavitäten beschleunigt in dem FEL Elektronen auf eine Energie von derzeit rund 445 MeV (entsprechend einer Wellenlänge von 30 nm), bevor sie eine 30 Meter lange periodische Magnetanordnung, sog. Undulatoren, durchlaufen. Darin werden die Elektronen auf gekrümmte Bahnen gezwungen, wodurch sie Lichtblitze abstrahlen, die sich nach dem SASE-Prinzip kohärent überlagern. Am Ausgang des Undulators entstehen dadurch kurzweilige, intensive Laserblitze, mit denen Wissenschaftler beispielsweise „chemische Reaktionen ‚filmen‘ können“, erläutert Jochen Schneider. An den fünf Messplätzen sind auch bahnbrechende Experimente in der Cluster-, Festkörper- und Oberflächenphysik sowie der Plasmaforschung und Molekularbiologie zu erwarten. Bereits jetzt haben über 200 Wissenschaftler aus 11 Ländern 29 Forschungsprojekte an der neuen Strahlungsquelle geplant.

Die Kosten des VUV-FEL belaufen sich auf 117 Millionen Euro, von denen der Bund 95 Millionen, die Stadt Hamburg 9 Millionen und

ausländische Partner 13 Millionen übernommen haben. Sein Betrieb soll auch wichtige Erkenntnisse liefern für den auf der gleichen Technologie basierenden, aber mit 3,4 Kilometer Länge deutlich größeren



Röntgenlaser XFEL, der ab nächstem Jahr in Hamburg gebaut werden soll und ab 2012 Laserblitze mit Wellenlängen bis herunter zu 0,085 Nanometer liefern wird. (SJ)

Bundeskanzler Gerhard Schröder mit DESY-Chef Albrecht Wagner (links) und Forschungsdirektor Jochen Schneider (rechts). (Foto: DESY)

Blick ins kalte Universum

Das APEX-Teleskop (Atacama-Pfadfinder-Experiment)^{*)} hat Mitte Juli nach rund dreijähriger Bauzeit in Chile seinen Betrieb aufgenommen. APEX dient der Himmelsbeobachtung im Submillimeter-Bereich bei Wellenlängen von 0,2 bis 1,5 Millimeter. Normalerweise absorbiert der Wasserdampf in der Erdatmosphäre einen Großteil dieser Strahlung. Daher wurde APEX in 5100 Meter Höhe im Norden Chiles in der Atacama-Wüste errichtet, einem der trockensten Plätze auf der Erde. Dort bieten sich hervorragende Beobachtungsbedingungen für den bislang wenig erforschten Spektralbereich zwischen Infrarot- und Mikrowellenstrahlung.

Die Lage von APEX auf der Südhälfte der Erde ist besonders vorteilhaft, denn einige der interessantesten Quellen für Submillimeterstrahlung sind am besten oder nur vom Südhimmel aus zu beobachten, wie z. B. das Galaktische Zentrum, die Magellanschen Wolken und Centaurus A, die uns am nächsten liegende Galaxie mit einem aktiven Kern.

Die ersten Beobachtungsergebnisse mit APEX zeigen, dass damit eine fast ungehinderte Sicht auf Sternentstehungsgebiete und Galaxienkerne möglich ist. Karl Menten, Direktor der Gruppe für Submilli-

^{*)} www.apex-telescope.org/