

PRESSEINFORMATION

5/80

18. Juli 1980

(Sperrfrist)

*Wiederholung - Original*ASDEX hält Plasma über drei Sekunden

Das gegenwärtig größte Fusionsgerät Europas liefert in Garching erste Ergebnisse.

Seit am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching bei München eine Fusionsanlage der neuen Generation in Betrieb genommen wurde, scheint sich die Aussicht zu verbessern, einmal in einem Reaktor durch die Verschmelzung von Atomkernen Energie zu erzeugen. Es konnte jetzt mit einem Gerät der sogenannten Tokamak-Linie - der gegenwärtig größten Fusionsmaschine Europas - erstmalig in einem heißen Plasma eine Entladung drei Sekunden lang aufrechterhalten werden - dreimal länger als in allen vergleichbaren Experimenten. Nachdem Garching erst kürzlich über Erfolge der anderen Gerätelinie vom Typ Stellarator berichten konnte, erregte jetzt auch der Garching Tokamak auf einer Fachtagung in Brüssel Aufsehen.

Erklärtes Ziel der Fusionsforschung ist es, einmal (im nächsten Jahrhundert) ein Kraftwerk zu errichten, mit dem Energie über einen Prozeß frei wird, wie er auch im Innern eines Sterns wie der Sonne abläuft. Dort werden heiße (hochenergetische) Elektronen und Protonen eines Plasmas so komprimiert, daß sich ^{die Wasserstoffkerne} ~~je zwei Protonen~~ zu Heliumkernen - der "Asche" des Fusionsfeuers - vereinigen und dabei Energie freisetzen. Der Grund dafür, daß in der Sonne das nukleare Brennen einsetzte und sie trotzdem dabei nicht schon längst explodiert ist wie bei einer Wasserstoffbombe, liegt in ihrer großen Masse: Die eigene Schwerkraft hält den "Fusionsreaktor Sonne" zusammen. Ein Kernfusionsreaktor brächte erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Kernspaltungskraftwerken: Er wäre umweltfreundlicher, da keine abgebrannten Brennstäbe zum

Endlagern anfielen; und er böte Sicherheitsvorteile, da er weder "durchgehen", noch bei ihm ein Reaktorschmelzen eintreten könnte und kein waffenfähiges Material produziert wird.

Das Prinzip

Auf der Erde versuchen Fusionsphysiker das Plasma statt mit Schwerkraft mit magnetischen Feldern einzuschließen. Als günstigstes Verfahren hat sich eine Anordnung erwiesen, bei der Wasserstoffkerne, heute noch normaler Wasserstoff, später dann Deuterium und Tritium, in einem Ringgefäß zusammengebracht werden. Magnetfelder um diesen Ring schließen dann das Plasma längs der Achse des Ringgefäßes ein.

Große Spulen um das Gefäß machen einen Teil des Feldes. Das für den Einschluß wesentliche Feld wird jedoch erst mit einem Trick erzeugt: nämlich durch einen elektrischen Strom, der im Plasma selbst fließt. Ein Transformator bringt diesen Strom zum Fließen, der dann wiederum das Magnetfeld aufbaut, der das Plasma selbst einschließt. Dabei kommt es zu einer Plasma-"Entladung", ähnlich wie in einer überdimensionalen, ringförmigen Neonröhre. Da die Kapazität des Transformators sich aber relativ rasch erschöpft, wird die Entladung, vorläufig jedenfalls, zum Wiederaufladen des Transformators unterbrochen - die Anlage muß im gepulsten Betrieb gefahren werden. Es gibt jedoch schon Vorschläge, auch einen Tokamak kontinuierlich zu betreiben.

Der elektrische Strom in diesen, zuerst in der Sowjetunion gebauten Geräten vom Typ "Tokamak", hat noch eine weitere Funktion: Er heizt das kalte Plasma auf. Da die Temperaturen dabei Werte von zehn Millionen Grad erreichen, muß das Plasma völlig im Vakuum "aufgehängt" werden - kein Metall würde dieser Sonnenglut mehr standhalten.

Aber auch das wie ein Ringschlauch geformte Magnetfeld, in dem das Plasma freihängt, ist nicht völlig "dicht". Energiereiche Teilchen dringen trotzdem an die Gefäßwand, schlagen dort kalte

Metallatome heraus - wie Putz aus einer Wand bröckeln würde, die mit einer Pistole beschossen wird. Diese "Fremdatome" haben aber die unangenehme Eigenschaft, ins Plasma einzudringen und den Fusionsvorgang durch Kühlung zu unterbrechen. Dieses "Verschmutzungsproblem" macht gegenwärtig allen Fusionsexperimenten zu schaffen.

Bisher rückte man ihm so zu Leibe, daß man versuchte, zwischen Wand und Plasma eine "Schutzschicht" einzuziehen, und zwar durch ein schmales ringförmiges Metallblech, das in der Nähe der Gefäßinnenwand montiert wurde. Dieser "Begrenzer" (vom englischen "Limiter") steht also fest im ringförmigen Plasmastrom und wirft dadurch einen "Schatten" - der, wie in einer Thermosflasche, eine Schicht mit ~~viel weniger Gas~~ ^{gasförmige Isolation} erzeugt. Durch diese Schicht können die Plasmateilchen schlechter zur Wand, und die Wandteilchen schlechter ins Plasma. Das Problem des Begrenzers: Da er selbst aus Metall besteht, schlagen die Plasmateilchen auch aus dem Begrenzer Atome heraus, die das Plasma verunreinigen. Gerade beim Schmutzteilchenproblem haben die Garching-Fusionsphysiker nun einen Fortschritt erzielt. Denn ASDEX - ein Fusionsgerät der Tokamak-Linie - war speziell für die Untersuchung (und mögliche Beseitigung) dieses Problems gebaut worden.

pres. f. f. u. z. g. Isotop. u. r. d. e. i. t.

Ablenkmanöver für Wandschmutz

Der Garching Tokamak ASDEX - das "Axial-Symmetrische Divertor Experiment" - ist zwar auch noch mit einer metallischen Begrenzevorrichtung ausgestattet, die jedoch herausgeklappt werden kann. Um auf den Begrenzer verzichten zu können, hat man sich etwas anderes überlegt. Der Clou von ASDEX ist, daß in ihm stattdessen für die Wandverunreinigungen und für das Plasma eine Ablenkvorrichtung eingebaut wurde: ein sogenannter Divertor ("Ablenker"). Durch geschickte Spulenanordnung wurden um den Magnetfeldschlauch herum Magnetfeldlinien zu Seitenkammern oberhalb und unterhalb des Plasmarings geführt. (Im Querschnitt ergibt das eine Figur wie bei einer Acht - nur mit drei Schleifen, in deren mittlerer das Plasma eingeschlossen ist; siehe Modellfoto.)

Wirkung des Ablenkers:

- Von vorne weg werden weniger Fremdatome erzeugt: Denn die Plasmateilchen geraten nun weniger im Ringgefäß, als erst in den Seitenkammern mit Wandmetallen in Berührung. Auf dem Wege dorthin hat sich das Plasmagas aber schon merklich abgekühlt, so daß dann dort weit weniger Wandatome losgeschlagen werden. Damit die unerwünschten Fremdatome nicht entlang der geschlossenen Magnetschleife gleich wieder in die Hauptkammer zurückkurven, werden sie dort von Hochvakuumpumpen - wie von einem Staubsauger - entfernt. Die in den Seitenkammern von ASDEX installierten Pumpen bestehen aus Flächen, die mit flüssigem Stickstoff gekühlt und mit Titan bedampft werden. Pro Sekunde lassen sich damit bis zu sechs Millionen Liter Wasserstoffgas absaugen. Weiter besteht die Hoffnung, daß
- Atome, die von der Gefäßinnenwand ins Plasma dringen wollen, teilweise an dem "Divertorfeld" hängen bleiben. Sie folgen den Feldlinien und werden dadurch in die obere oder untere Seitenkammer abgeführt - wie in einer Art magnetischem Doppelauspuff.

Weltrekord der Entladungszeit

Als die Garchingler im April 1980 die ersten Stromstöße durch das Plasma im ASDEX schickten - damals noch ohne die Pumpen einzuschalten - zeigte sich schon bei den ersten "Schüssen", daß die Divertorvorrichtung wirkte; vor allem das Herausfahren des metallischen Begrenzers senkte die Verunreinigungen des zehn Millionen Grad heißen Plasmas durch schwere Atome auf ein Zehntel:

"Die größere Reinheit des Plasmas ermöglichte sofort Entladungsdauern bis zu drei Sekunden", sagte der Leiter des Experiments, Martin Keilhacker.

Auch diese, unerwartet lange Entladungsdauer ist vorläufig nur durch die technischen Möglichkeiten der Anlage begrenzt - und nicht etwa durch sogenannte Instabilitäten, die in bisherigen Tokamaks den Abbruch ruckartig erzwungen hatten. Bei den Stromstößen von 500 000 Ampère, die im Plasma fließen, war dies die angenehmste Überraschung. Damit hält ASDEX gegenwärtig den Weltrekord: "Die Zeiten sind dreimal so lang, wie sie bisher in anderen Tokamakexperimenten erzielt werden konnten", so Keilhacker.

Inzwischen sind die Pumpen in Betrieb, wodurch auch leichtere Atome vom Plasma ferngehalten werden: "Die leichteren Verunreinigungen wie Sauerstoff blieben auf der Titanoberfläche kleben wie auf einem Fliegenfänger." (Keilhacker)

Damit hat sich ASDEX in der augenblicklich erprobten Generation von Fusionsexperimenten schon in der ersten Betriebsphase erfolgreich behauptet im Kreis der anderen Tokamaks, die in Princeton ("Princeton Large Torus"), Oak Ridge (USA) und in Moskau ("T-10") betrieben werden, vor allem auch in Bezug auf seinen unmittelbaren Konkurrenten, das "Princeton Divertor Experiment", dem einzigen vergleichbaren Tokamak mit einem Divertor. Was mit ASDEX demonstriert wurde, ist, daß das gefürchtete plötzliche Abreißen des Plasmastromes niedergehalten werden kann, wenn die Plasmaverunreinigungen klein gehalten oder effektiv umgelenkt werden.

Dieses Ergebnis der Garching-Fusionsphysiker rechtfertigt auch den beträchtlichen Aufwand für ASDEX und eröffnet Perspektiven für die nächsten Schritte. Mit einer Planungs- und Bauzeit von sechs Jahren wurde der 250-Tonnen-Koloß von einem 60-Mann-Team nämlich für Gesamtkosten von etwa 80 Millionen DM aufgestellt - ein Betrag, der zusammen mit der europäischen Forschungsbehörde EURATOM getragen wurde.

Schon sind die Tokamak-Fusionsexperimente der nächsten Generation im Bau (wie JET - der Joint European Torus - bei Oxford in England) oder in Planung (INTOR, ZEPHYR). Das über die Erwartung gute Funktionieren von ASDEX verstärkt nun Überlegungen, bei Geräten der nächsten und übernächsten Generation, einen magnetischen Auspuff einzusetzen. Es beeinflußt damit letztlich auch die Entscheidung, ob der spätere Bau eines Fusionsreaktors überhaupt möglich und sinnvoll ist.

Reinhard Breuer

Anmerkung der Redaktion

Dieser Beitrag steht Ihnen im Rahmen Ihrer Berichterstattung auch ohne Namensnennung zur Auswertung zur Verfügung.

Text zum Bild 1

Ein magnetischer "Doppelauspuff" beseitigt am Tokamak-Fusions-experiment ASDEX am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching Verunreinigungen, die sonst von der Gefäßinnenwand in das Plasma eindringen und in einem späteren Reaktor den Verschmelzungsprozeß unterbrechen würden. ASDEX wurde nach 6-jähriger Bauzeit im Februar dieses Jahres in Betrieb genommen.

Text zu Bild 2

Der Querschnitt durch das Ringgefäß von ASDEX (hier im Modell) zeigt, wie das Magnetfeld (geformt wie eine dreischleifige "Acht") in seiner mittleren Schleife das Plasma umschließt. Die zwei magnetischen Nebenschleifen reichen oberhalb und unterhalb in die Seitenkammern. Dorthin werden Plasma- und Fremdatome abgeführt und von Pumpen abgesaugt.

Hinweise zu den Fotos

Von beiden Abbildungen senden wir Ihnen auf Wunsch gerne reproduktionsfähige Hochglanzfotos im Format 13 cm x 18 cm. Bitte schreiben Sie an uns oder rufen Sie einfach das IPP (Garching) Tel. 089/3299-288 an. Die Veröffentlichung des Photos ist mit Quellenangabe honorarfrei.

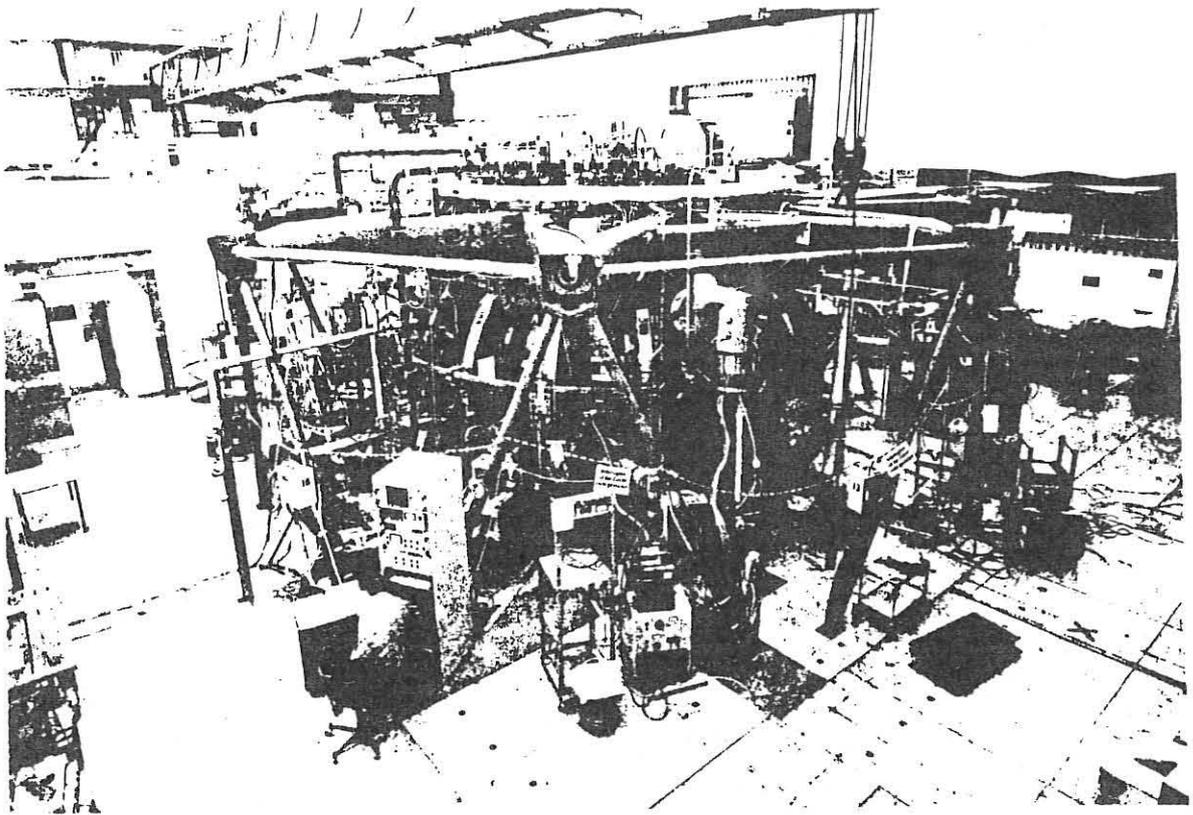


Bild 1

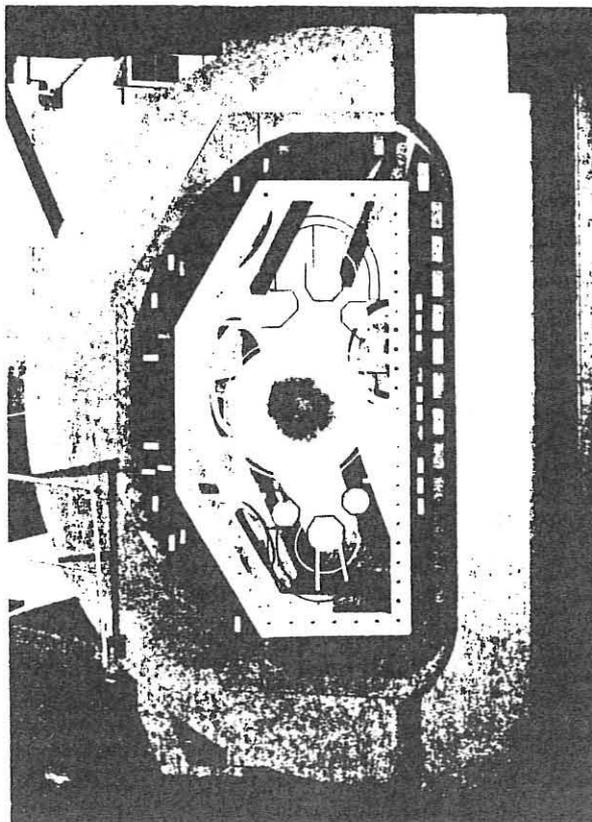


Bild 2

Fotos (2) Bildstelle IPP