



18. Oktober 1982

PLASMAHEIZUNG VERBESSERT PLASMAEINSCHLUSS

ASDEX entdeckt verbessertes Betriebsregime / Positives Echo auf der Kernfusions-Konferenz in Baltimore

Mit seinem Kernfusionsexperiment Asdex erreichte das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching bei München kürzlich eine deutliche Verbesserung der Plasmaeinschlußzeit bei zusatzgeheizten Hochtemperaturplasmen. Die Einschlußzeit ist eine wichtige Größe für die kontrollierte Kernfusion: Von ihr hängt vor allem ab, unter welchen Bedingungen ein Plasma nuklear zündet und die Fusionsreaktionen die gewünschte Energie liefern. Entgegen früheren Ergebnissen an Asdex und anderen "Tokamaks" fand man nunmehr bei geschickter Steuerung des Experiments eine Erhöhung der Einschlußzeit. Auf der jüngsten internationalen Konferenz der Fusionsforscher in Baltimore Anfang September wurde das Ergebnis als "ein wesentlicher Beitrag für die Zukunft der Magnetfusion" gewürdigt.

Verschmelzungen zwischen den Atomkernen des Wasserstoffs liefern erst dann genügend Energie, wenn diese als heißes Gas ("Plasma") auf über 100 Millionen Grad erhitzt werden. Erst dann kann, vergleichbar einem Ofen, ein nuklear brennendes Plasma aufrecht erhalten werden. Um diese enormen Zündtemperaturen zu erreichen, muß dem Plasma von außen Energie zugeführt werden, d.h. das Plasma muß geheizt werden.

Bei niedrigen Temperaturen wird zur Aufheizung ein elektrischer Strom benutzt, der im Plasma induziert wird. Diese Methode wird jedoch bei Temperaturen oberhalb von einigen Millionen Grad unwirksam und muß dann von anderen Heizverfahren abgelöst werden. Am weitesten entwickelt ist heute das Verfahren, zur Heizung schnelle neutrale Wasserstoffatome von außen in das Plasma einzuschließen.

Beim Eindringen in das Plasma übertragen sie ihre Energie durch Stöße und erhitzen so das Plasma.

Am Garching Axialsymmetrischen Divertorexperiment Asdex sind seit einigen Monaten zwei solcher Injektoren mit einer Gesamtheizleistung von 3,1 Megawatt installiert, die jeweils Neutralteilchenpulse für zwei zehntel Sekunden abgeben können. Bei einer gesamten Entladungszeit von drei Sekunden wird die Teilcheninjektion typischerweise eine Sekunde nach Start eingeschaltet, wenn das Plasma schon etwa zehn Millionen Grad heiß ist. In kurzer Zeit steigt dann durch die Zusatzheizung die Temperatur bis auf über 30 Millionen Grad. Das Besondere an Asdex ist, daß wahlweise zur Sauberhaltung des Plasmas ein "magnetischer Staubsauger" (ein sogenannter Divertor) eingeschaltet werden kann - ein Zusatzmagnetfeld, das Verunreinigungen des Plasmas abpumpt.

Ein Problem

Bei allen Tokamakexperimenten in der Welt zeigte sich an dieser Stelle ein Problem: Gleichzeitig mit dem Temperaturanstieg verschlechterte sich der Zusammenhalt des Plasmas; die Einschlußzeiten für Teilchen und Energie sanken bei allen Experimenten, bei Asdex etwa von 50 Millisekunden auf 20 Millisekunden ab. Das Plasma verliert plötzlich einen Teil seines Inhalts: "Es war leider bisher so,", sagte Dr. Martin Keilhacker, der Leiter des Asdex-Teams, "daß sich während der Zusatzheizung der Teilcheneinschluß verschlechterte und deshalb die Plasmadichte rapide sank."

Zu befürchten war, daß Fusionsapparate der nächsten Generation teurer und schwieriger würden, wenn sie den schlechter werdenden Plasmaeinschluß mit größerer Heizleistung kompensieren müßten.

Überraschung an Asdex

Vor einigen Monaten trat beim Experiment eine erfreuliche Veränderung ein: Als die Neutralteilchenheizung zum ersten Mal über frühere Werte hinaus erhöht wurde, stieg plötzlich die Plasmadichte wieder an. Gleichzeitig mit der Dichte stiegen auch die Einschlußzeiten für Teilchen und Energie; die Ionen erhitzen sich

rasch auf Temperaturen oberhalb von 30 Millionen Grad. Damit war ein neues Betriebsregime von Asdex entdeckt.

Nach einigen Monaten intensiver Untersuchungen präsentierte das Asdex-Team die ersten Ergebnisse rechtzeitig zu einer wichtigen internationalen Fusionskonferenz in Baltimore (USA) Anfang September. Zusammengefaßt ergaben sich danach folgende Tatsachen:

- Der verbesserte Entladungstyp wird in Asdex nur beobachtet, wenn der Divertor zugeschaltet ist;
- er zeigt sich erst ab einer Heizleistung von mindestens 1,8 Megawatt und bei höheren Plasmadichten;
- auch bei maximaler Heizleistung von 3,1 Megawatt zeigt sich noch kein Ende des positiven Trends.

Die Physikerkollegen reagierten zunächst skeptisch auf diese Nachricht. Das Asdex-Team war sich jedoch seiner Sache sicher. "Wir haben den Effekt mit drei voneinander unabhängigen Methoden untersucht und können ihn beliebig oft reproduzieren", sagt Keilhacker. Die Skeptiker konnten dann jedoch auf der Baltimore-Tagung überzeugt werden, so daß das Ergebnis jetzt auch international voll anerkannt ist. "Wenn man sich - wie bei Asdex - etwas klüger anstellt,", so eine Aussage im Konferenzresumé, "kann man die Einschlußzeit unmittelbar verdoppeln." Trotzdem steht eine gesicherte Erklärung noch aus. "Wir vermuten, daß es mit den Möglichkeiten des Asdex-Divertors zusammenhängt. Damit können sich auch am Plasmarand hohe Temperaturen einstellen, ohne daß dadurch das Plasma wie bei anderen Tokamaks durch Verunreinigungen vergiftet wird."

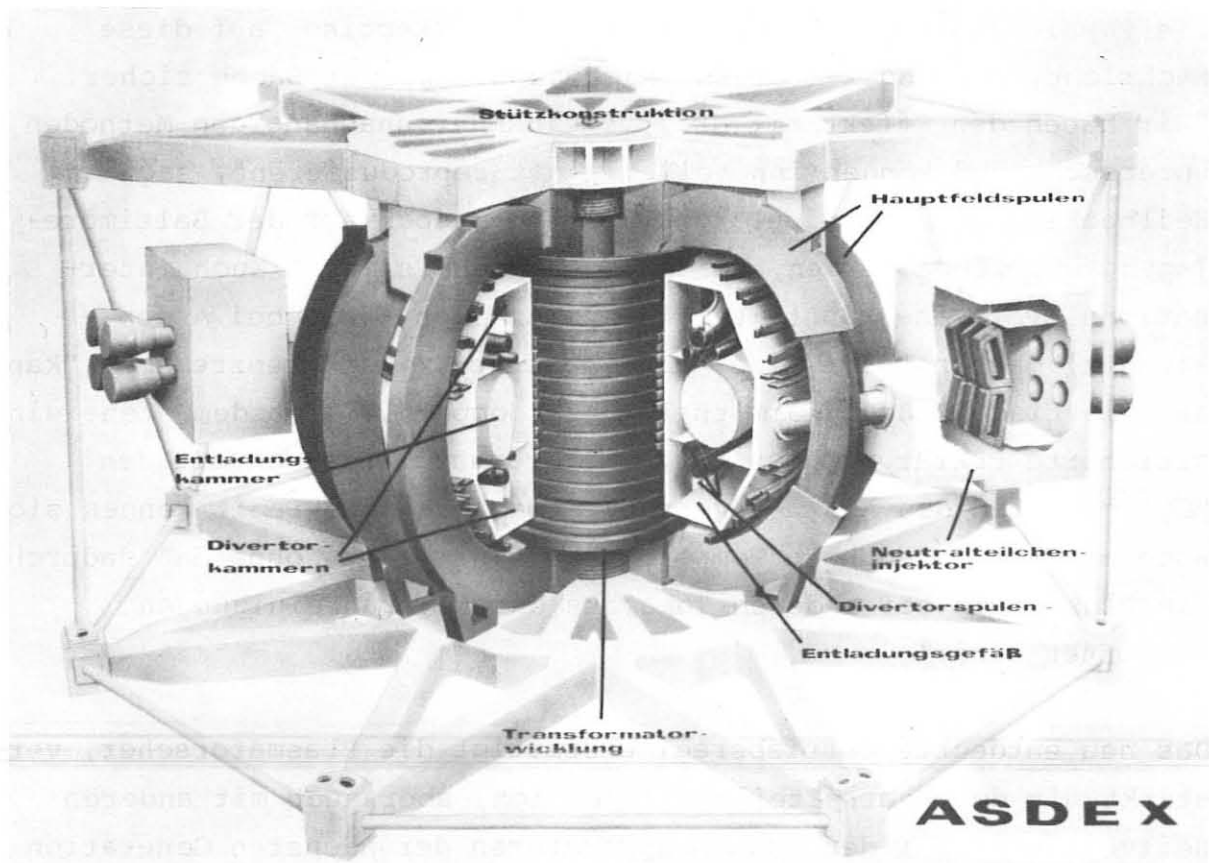
Das neu entdeckte Betriebsregime ermutigt die Plasmaforscher, verstärkt mit der Neutralteilcheninjektion, aber auch mit anderen Heizverfahren bei den Fusionsapparaturen der nächsten Generation weiter zu machen. Zur Rolle des Divertors läßt sich jedenfalls jetzt schon sagen, daß dieses magnetische Reinigungssystem entweder absolut unerlässlich für das neue Betriebsregime ist oder zumindest ein besonders geeignetes Hilfsmittel darstellt, mit dem in einer Fusionsapparatur neue Arbeitsbereiche erforscht werden sollen.

Bildtext

Mit dem Fusionsapparat ASDEX des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik in Garching bei München konnte kürzlich der Einschluß des Plasmas bei 30 Millionen Grad durch Heizung erheblich verbessert werden. Zu erkennen sind rechts und links die beiden Zusatzheizgeräte, sogenannte Neutralteilcheninjektoren, die das Plasma mit einer Leistung von maximal 3,1 Megawatt aufheizen können.

Anmerkung der Redaktion

Dieser Text steht Ihnen zur beliebigen Auswertung auch ohne Namensnennung zur Verfügung. Einen Hochglanzabzug der Abbildung (16 x 13cm) erhalten Sie auf Anfrage unter der Tel.Nr. 089/3299-288.



Grafik: IPP