

PRESSEINFORMATION

3/82

19. Juli 1982

WIE MAN 100 MILLIONEN GRAD MISST

Neuartiges Laser-Thermometer für Einsatz in der Fusionsforschung erprobt.

Ein schnell repetierendes Laser-Thermometer, mit dem Temperaturen von Millionen Grad Celsius bis zu hundertmal in der Sekunde berührungsfrei gemessen werden können, wurde jetzt vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching bei München in Zusammenarbeit mit dem Institut für Plasmaforschung der Universität Stuttgart in Betrieb genommen. Dieses neuartige Thermometer unterscheidet sich von herkömmlichen Meßgeräten dieses Typs durch zwei Eigenschaften: Anstelle der bisher benutzten Einzelpuls-Rubinlaser wird ein periodisch repetierbarer Neodym-YAG-Laser eingesetzt, der bis zu 100 Pulse pro Sekunde abstrahlt; außerdem war zum Nachweis des minimalen Meßlichtes im Infraroten der Einsatz neuer Detektoren notwendig.

Um eine kontrollierte Atomkernfusion zu erreichen, müssen heiße Wasserstoffgase - sogenannte Plasmen - bei sehr hohen Temperaturen so lange zusammengehalten werden, daß sich durch zahlreiche Kernverschmelzungsreaktionen das nukleare Brennen selbst in Gang hält. Die dafür notwendige minimale Zündtemperatur liegt bei ca. 100 Millionen Grad - dem Sechsfachen der Temperatur im Zentrum der Sonne. In den Fusionsapparaten, die derzeit vom IPP betrieben werden, erreichte man bisher schon 50 Millionen Grad.

Kein materielles Thermometer könnte diesen Hitzegraden standhalten - es würde in Sekundenbruchteilen schmelzen und verdampfen. Die Methode der berührungsfreien Messung von Temperatur und Dichte

heißer Plasmen mit Lasern hat deshalb schon seit Jahren Einzug in die Fusionsforschung gehalten. Dazu wird ein gepulster Laserstrahl in das Plasmagefäß gerichtet und das an den Plasmateilchen gestreute Laserlicht aus anderer Richtung - typischerweise senkrecht zum Strahl - mit einem Lichtdetektor nachgewiesen. Ähnlich wie sich der reflektierte Radarstrahl bei einer Geschwindigkeitskontrolle im Straßenverkehr ändert und daraus die Geschwindigkeit abgelesen werden kann, wird bei der Streuung an bewegten (= heißen) Teilchen die Farbe des Streulichtes verändert. Aus der Farbänderung läßt sich somit die Plasmatemperatur und aus der Stärke der Streustrahlung die Teilchendichte im Plasma bestimmen.

Bisher war man allerdings auf Rubin-Laser beschränkt, die während einer Plasmaentladung von mehreren Sekunden nur ein einziges Mal schießen konnten. Mehr hätte der Rubinkristall wegen zu großer Wärmeentwicklung nicht vertragen. Wegen der langen Experimentierzeiten war also ein repetierbares Lasersystem mit guten Kühleigenschaften erforderlich. Der neuartige Laser vom Typ Neodym-YAG wurde im Auftrag des IPP von einer britischen Firma entwickelt. Er kann bis zu 8 Sekunden lang pro Sekunde 100 Pulse Infrarotlicht abfeuern, die über ein Kette von drei Verstärkern mit Energie aufgepumpt werden. Jeder Puls dauert dabei 10 Milliardstel Sekunden und erbringt für die Dauer des Pulses eine Leistung von etwa 100 Megawatt. Für diesen Sekundenbruchteil leuchtet also der Laser so hell wie 1 Million 100 Watt-Glühlampen.

Große Pulsenergie braucht man, denn nur der zehntausendmilliardste Teil der Eingangsenergie eines Laserpulses dringt als Streulicht wieder zu dem Lichtempfänger. Da gewöhnliche Lichtempfänger im Infraroten "blind" sind, wurde eine zweite Neuentwicklung erforderlich. Die Lösung boten großflächige (7 Quadratmillimeter), selbstverstärkende Halbleiterdioden ("Avalanchediode"), die eine amerikanische Elektronikfirma im Auftrag fertigte. Diese Detektoren erwiesen sich nicht nur als ausreichend infrarotempfindlich, sondern auch als magnetfeldunempfindlich, so daß die starken Magnetfelder, die das Plasma zusammenhalten, die Messungen nicht mehr

verfälschen können. Ein schneller Schwingspiegel lenkt den Beobachtungsstrahl pro Sekunde zu zehn verschiedenen Punkten im Plasma. Damit ist eine zeitliche und räumliche Auflösung der Temperaturverläufe in einem Millionen Grad heißen Plasma möglich geworden.

Das Lasersystem soll jetzt auch an anderen Fusionsexperimenten in England und den USA eingesetzt werden.

Bildunterschrift:

Der neue Repetierlaser wird in einem geschlossenen Raum betrieben, um die Mitarbeiter vor Augenschäden durch vagabundierende Lichtreflexe zu schützen. Im Bild: Dr. Karl-Heinz Steuer bei der Vorbereitung des Experimentes.



Foto: IPP