



IPP-PRESSEINFORMATION

13. November 1970

Nr. 28 herausgegeben anlässlich der Festveranstaltung zum 10-jährigen Bestehen des IPP

PLASMAERZEUGUNG DURCH LASER

Die Erfindung der Riesenpulslaser im Jahre 1962 eröffnete dem Plasmaphysiker willkommene neue Möglichkeiten zur Erzeugung von Plasmen in bisher nicht zugänglichen Temperatur- und Dichtebereichen. Heute gibt es Neodym-Glas-Laser mit Strahlungsleistungen von einigen Gigawatt während 10 - 30 ns. Mit der sog. "mode lock"-Technik kann man die Pulsdauer weiter verkürzen und die Strahlungsleistung von Pikosekunden-Pulsen auf über 10^{12} W steigern. Im IPP werden Neodym-Flüssigkeitslaser entwickelt, die eine Erhöhung der Wiederholfrequenz der Laser-Blitze erlauben. Fokussiert man die Strahlung von Riesenpulslasern mit einer Linse auf einen Brennfleck mit einem Durchmesser von einer Größenordnung 0,1 mm, erreicht man Strahlungsflußdichten bis zu 10^{16} W/cm². Die entsprechende elektrische Feldstärke der Lichtwelle liegt über 10^9 V/cm. Bei diesen hohen Leistungsdichten wird feste Materie, die sich im Fokusbereich befindet, verdampft und ionisiert. In Gasen kommt es zu einer elektrodenlosen Gasentladung, die man auch "Laserfunken" nennt. Dieser Laserfunke bietet die Möglichkeit, Plasma zu erzeugen. Beim Einschalten des Lasers beobachtet man im Bereich des Brennpunktes der Linse einen Lichtblitz, der von einem feinen, scharfen Knall begleitet ist. Untersuchungen in zahlreichen Laboratorien zeigen, daß diese Erscheinung einer elektrodenlosen Gasentladung entspricht, wie sie z.B. mit Hochfrequenzspulen erzeugt wird.

Die bisher höchsten Temperaturen in derartigen Funken liegen im Bereich von 10^5 bis 10^6 Grad. Plasmen mit wesentlich höheren Temperaturen können mit dieser Methode nicht erhalten werden, weil mit zunehmender Laser-Intensität die Gasentladung immer größere Volumina erfaßt und nicht, wie gewünscht, eine gleichbleibende Menge Plasma auf höhere Temperaturen gebracht wird. Für die Erzeugung extrem hoher Temperaturen um 10^8 °K, wie sie für Experimente zum Studium der thermonuklearen Fusion notwendig sind, wird deshalb die Bestrahlung von Festkörpern im IPP experimentell untersucht.

Ein im Vakuum schwebendes Kügelchen aus festem Deuterium wird mit einem Laser bestrahlt, wodurch es verdampft und in ein voll ionisiertes Plasma übergeführt wird. In diesem Fall ist die Menge des entstehenden Plasmas durch die Größe der Kugel vorgegeben; eine höhere Laser-Intensität heizt diese begrenzte Menge auf höhere Temperaturen.

Hiernach erscheint es wichtig, die Möglichkeiten abzuschätzen, daß ein Kernfusionsreaktor nach dem Prinzip der Plasmaerzeugung durch Laser arbeiten kann. Es zeigt sich jedoch leider, daß die dafür erforderlichen Laserleistungen um den Faktor 10^6 über den heute möglichen liegen, und damit scheint dieser Weg für einen wirtschaftlich arbeitenden Fusionsreaktor nicht interessant zu sein.

Trotzdem stellt die Plasmaerzeugung durch Laser ein außerordentlich wichtiges Arbeitsgebiet im Hinblick auf die Entwicklung des Fusionsreaktors dar:

- 1) Sie führt in einen neuen, bisher nicht zugänglichen Temperatur- und Dichtebereich.
- 2) Sie gestattet die Untersuchung von Plasma-Licht-Wechselwirkungen in Bereichen, wo nicht-lineare Effekte auftreten können.
- 3) Durch Verdampfen und Ionisieren kleiner Teilchen im Vakuum fern von Wänden und materiellen Halterungen entsteht ein Plasma ohne Verunreinigungen, dessen Verhalten in Magnetfeldern studiert und das mit anderen Methoden weiter geheizt werden kann.
- 4) Ein durch Laser erzeugtes Plasma könnte Anwendung finden als Kurzzeit-Neutronenquelle für verschiedene Diagnostikzwecke.