



IPP-PRESSEINFORMATION

28. November 1969

Nr. 20 herausgegeben anlässlich der "Informationstagung 1969"

Plasmaeinschluß in toroidalen Apparaturen

Thermonukleare Plasmen können in homogenen, d.h. linearen Apparaturen nur senkrecht zum Magnetfeld eingeschlossen werden. Parallel zum Magnetfeld, in axialer Richtung strömt das Plasma dagegen ungehindert mit thermischer Geschwindigkeit aus. Diese Geschwindigkeiten können Werte bis zu 1000 km/sec erreichen. Wollte man ein solches Magnetfeld benutzen, ein Fusionsplasma einzuschließen, so müßte die Länge der Apparatur mindestens einige km betragen, sollen nicht zu viele der Teilchen aus den Enden der Apparatur herauslaufen. Man kann allerdings solche "Endverluste" völlig vermeiden, wenn man die beiden Enden der Apparatur miteinander verbindet, sie also toroidal schließt.

Dieser offensichtliche Vorteil muß jedoch mit anderen Schwierigkeiten erkauft werden. In toroidaler Geometrie ist die Stärke des Magnetfeldes nicht mehr räumlich konstant, sondern nimmt mit wachsendem Radius ab. Dadurch läßt sich keine Gleichgewichtslage für das Plasma mehr finden, sondern es wird mit hoher Geschwindigkeit zur äußeren Rohrwand getrieben. Die an sich einfachste Möglichkeit, dennoch eine toroidale Gleichgewichtskonfiguration zu realisieren, stellen die sogenannten Multipole dar. Diese erfordern jedoch Spu-

len, die ganz von heißem Plasma umgeben sind, so daß dieses Prinzip aller Voraussicht nach nicht bei einem Fusionsreaktor Verwendung finden kann. Da jedoch ihre relativ einfache Geometrie ein eingehendes Studium der Eigenschaften toroidaler Plasmen erleichtert, werden sie hier im IPP wie auch in verschiedenen anderen Laboratorien intensiv untersucht.

Viel aussichtsreicher für künftige Fusionsreaktoren ist dagegen die andere Möglichkeit, toroidale Gleichgewichte herzustellen. Verdrillt man nämlich die Feldlinien des sonst toroidalen Magnetfeldes, führt man also eine "Rotationstransformation" des Magnetfeldes ein, so kann man die oben erwähnte Drift des Plasmas zur äußeren Rohrwand hin vermeiden, muß jedoch gegenüber den Multipolen etwas erhöhte Plasmaverluste in Kauf nehmen.

Wird diese Verschraubung des Feldes durch Ströme erzeugt, die in außerhalb des Plasmas angebrachten Leitern fließen, so heißen die Apparaturen Stellaratoren. Der Screwpinch und das russische Tokamak sind dagegen Vertreter von Anordnungen, bei denen die Rotationstransformation durch Ströme erzeugt wird, die, von außen induziert, im Plasma selbst fließen.

Insbesondere der Stellarator wurde in den letzten Jahren hier im IPP eingehend untersucht. Im Gegensatz zu anderen Laboratorien haben wir die Einschließungseigenschaften unserer Wendelstein-Stellaratoren zunächst mit einem zwar sehr dünnen und bei einer Temperatur von ca. 2300 °K auch nicht sehr heißen Metaldampfplasma untersucht, doch ermöglichen die sehr gut bekannten Eigenschaften dieser Plasmen recht genaue Aussagen über das Einschließungsvermögen der Apparatur. Wir konnten auf diese Weise zeigen, daß es für sorgfältig gebaute Stellaratoren Parameterbereiche gibt, die - in Übereinstimmung mit der Theorie - eine lange Einschlußzeit des Plasmas zulassen. Fast noch wichtiger sind jedoch die Parameterbereiche, in denen wir Abweichungen von den theoretischen Voraussagen finden, da sich hieraus Hinweise für die Konstruktion und den Betrieb zukünftiger Stellaratoren mit heißen Plasmen ableiten lassen.

(G. Grieger)