INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK
8046 Garching bei München

Telefon: 36991 Telegramm: Plasma München Telex: München 24637

28. November 1969

IPP-PRESSEINFORMATION

Nr. 18 herausgegeben anläßlich der "Informationstagung 1969"

Erzeugung extrem hoher Temperaturen (Theta-Pinch)

In den bisher durchgeführten, toroidalen Experimenten mit langen Einschlußzeiten (Stellarator, Tokamak) wurden bei relativ geringen Dichten Temperaturen erzeugt, die im Vergleich zu den für die Fusion benötigten Temperaturen niedrig sind. Daneben wurden hier und in anderen Laboratorien Anstrengungen unternommen, bei hoher Dichte die für die kontrollierte Fusion notwendigen hohen Temperaturen von über 100 Millionen Grad zu erreichen. Das Einschlußproblem wurde dabei zunächst zurückgestellt. Eine solche Anordnung, die ein Plasma hoher Temperatur und hoher Dichte jedoch stark beschränkter Einschlußzeit erzeugt, ist der Theta-Pinch.

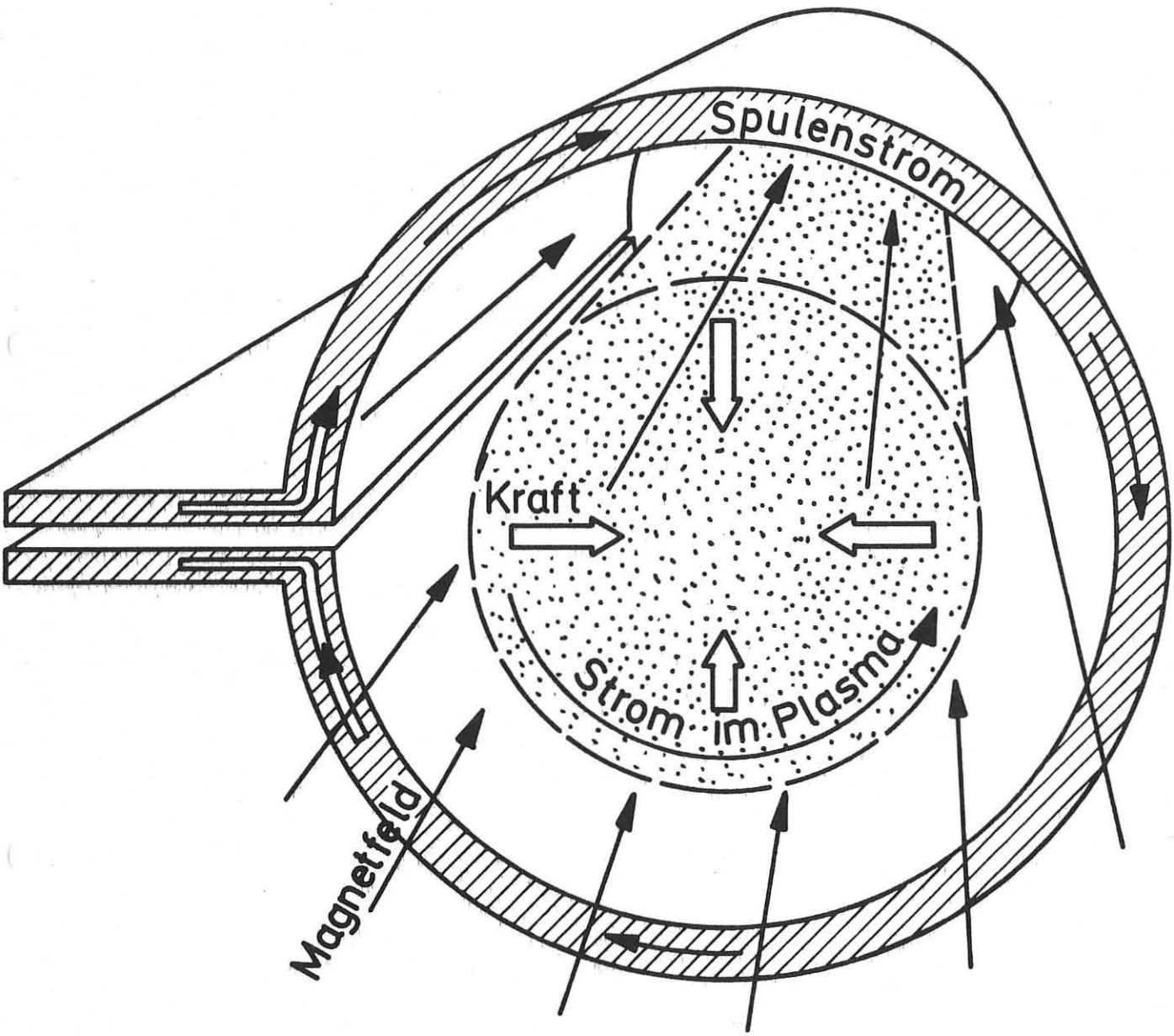
Es sollen kurz die wesentlichen physikalischen Vorgänge beschrieben werden, die sich im Theta-Pinch abspielen.
In einem zylindrischen Rohr wird zu Beginn einer Entladung ein relativ kaltes und dünnes Plasma erzeugt. Im Außenraum läßt man dann ein Magnetfeld schnell ansteigen. Auf Grund fundamentaler Gesetze fließt an der Oberfläche des Plasmas ein elektrischer Strom, der zusammen mit dem Magnetfeld eine starke Kraft erzeugt (vgl. Skizze). Diese Kraft ist auf die Achse des Zylinders gerichtet und drückt das Plasma in Bruchteilen einer millionstel Sekunde zu einem dünnen Schlauch zusammen. An unseren großen Theta-Pinch-Anlagen (Isar I-IV) wurden dabei Geschwindigkeiten von einigen 100 km/sec gemessen. Dieses stark beschleunigte Plasma stößt bei dem Vorgang auf der Achse zusammen und die hohe Bewegungsenergie führt zu einer extremen Aufheizung. Anschließend wird durch eine weitere Erhöhung des Magnetfeldes (bis 100 kGauß)

der Plasmaschlauch weiter zusammengepreßt und die Temperatur noch erhöht. Bisher konnten auf diese Weise Temperaturen bis zu 60 Millionen Grad bei relativ hohen Dichten von 10^{16} Teilchen pro cm^{-3} erreicht werden.

Obwohl eine Reihe von Teilproblemen ungelöst ist, kann doch die Temperatur einer projektierten Anlage recht zuverlässig vorausgesagt werden. Es läßt sich ziemlich sicher sagen, daß auf diese Weise ohne extremen Aufwand Temperaturen von einigen 100 Millionen Grad und damit die für einen Fusionsreaktor notwendigen Temperaturen erzeugt werden können.

Die Lebensdauer des Plasmas einer solchen Anordnung ist dadurch beschränkt, daß das Plasma frei aus den Enden des Zylinders ausströmen kann. Die auf diese Weise erreichbare Einschlußzeit von etwa einer hunderttausendstel Sekunde reicht für die Untersuchung verschiedener, physikalischer Probleme, ist jedoch für ein Fusionsplasma um mehrere Größenordnungen zu kurz. Will man nicht Theta-Pinch-Anordnungen von einigen Kilometern Länge bauen, so müssen Wege gefunden werden, den beschriebenen Vorgang in einer endlosen, toroidalen Konfiguration ablaufen zu lassen. Hierbei treten Probleme auf, die mit denen anderer toroidaler Konfigurationen verwandt sind. An den vorhandenen Anlagen wird jetzt an der Lösung dieser Schwierigkeiten gearbeitet.

(M. Kaufmann)



Erzeugung extrem hoher Temperaturen (Theta-Pinch)

Skizze