

## IPP-PRESSEINFORMATION

20. November 1969

Nr. 16                      herausgegeben anlässlich der "Informationstagung 1969"

### Teilchenbeschleunigung mit relativistischen Plasmen

Die Entwicklung der Teilchenbeschleuniger hat in den letzten 40 Jahren einen so steilen Aufschwung genommen, daß die erreichbare Energie der beschleunigten Teilchen in jeweils etwa 6 Jahren verzehnfacht werden konnte. Rechtzeitig auftauchende neue Ideen haben diese Energieerhöhung möglich gemacht. Trotzdem ist man beim Bau von Maschinen zur Teilchenbeschleunigung auf noch höhere Energien inzwischen an technischen und finanziellen Grenzen angelangt: So besitzt der Stanford - Linearbeschleuniger eine Länge von 3 km, und für den europäischen 300-GeV-Beschleuniger ist ein Durchmesser von 2,4 km geplant.

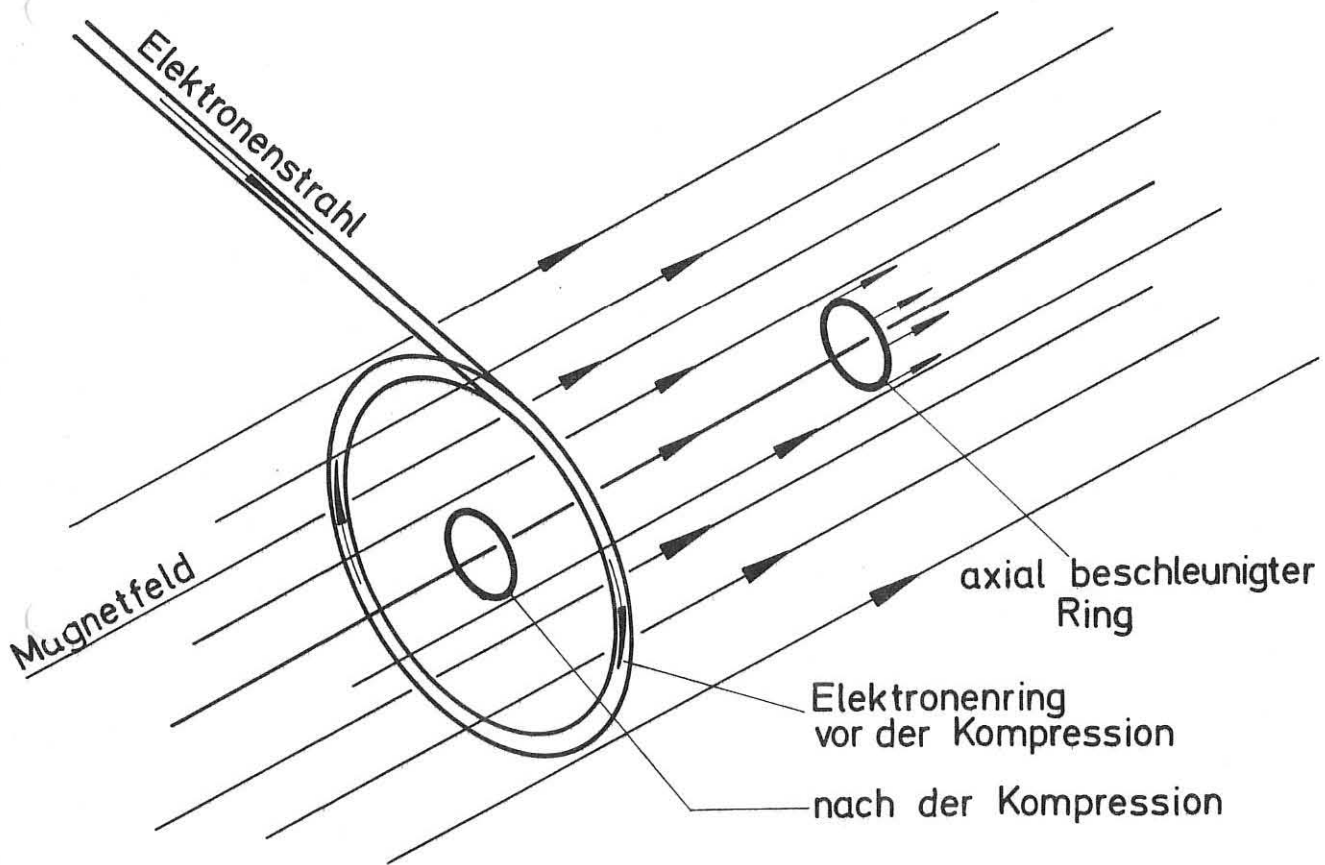
Dadurch gewinnt der neue Gedanke der Teilchenbeschleunigung mit Hilfe der kollektiven Effekte eines Plasmas an Bedeutung. Bei diesem Beschleunigungsprinzip ziehen die von sehr vielen leichten Teilchen (Elektronen) erzeugten Raumladungsfelder eine geringere Zahl von schweren Ionen mit sich und bringen sie auf dieselbe Geschwindigkeit wie die der Elektronen. Wegen ihrer größeren Masse (das Proton als leichtestes Ion ist 1837 mal schwerer als das Elektron) besitzen die Ionen dann auch eine um das Massenverhältnis höhere Energie. Jedoch kann man eine Verkürzung der Linearbeschleuniger um diesen großen Betrag nicht erwarten. Denn um die starke gegenseitige Abstoßung der Elektronen in den notwendigen sehr hohen Raumladungsfeldern zu kompensieren, muß man den Elektronen eine Geschwindigkeit geben, die nahe an der Lichtgeschwindigkeit liegt. Dadurch erhöht sich ihre Masse entsprechend den Ergebnissen der Relativitätslehre.

Bei einer Beschleunigung erreicht dann das Verhältnis von Ionen- zu Elektronenenergie nicht mehr den oben mit dem Ruhemassenverhältnis errechneten Wert. Trotzdem sollte dieser kollektive Ionenbeschleuniger noch eine um den Faktor 50 geringere Länge besitzen als ein Linearbeschleuniger für dieselbe Ionenenergie, was eine erhebliche Kostenersparnis bedeuten kann.

Zur Durchführung dieses Beschleunigungsprinzips läßt man nach einem Vorschlag der russischen Physiker Budker und Veksler die Elektronen in einem Ring mit relativistischen Geschwindigkeiten umlaufen, komprimiert ihn und "füllt" ihn mit Ionen, die durch die negative Raumladung festgehalten werden. Dazu werden in Garching Elektronen mit einer Energie von 2 MeV (2 Millionen Elektronenvolt) und einem Strom von einigen 100 Ampere in ein Magnetfeld mit fokussierenden Eigenschaften eingeschossen, womit ein Elektronenring von 40 cm Durchmesser gebildet wird (vgl. Skizze Seite 3). Durch Erhöhung des Magnetfeldes gelang es nach den erfolgreichen Experimenten in Dubna (UdSSR) und Berkeley (USA) vor einigen Wochen erstmals auch in Garching, den Elektronenring auf den gewünschten Durchmesser von 5 cm zu komprimieren, ohne daß er durch Instabilitäten zerstört wurde. Dabei erhöhte sich die Energie der Elektronen um eine Größenordnung, und ihre Masse nahm um einen Faktor 40 zu. Bei dieser Kompression kann die von den Elektronen im Ring erzeugte elektrische Feldstärke auf einen so hohen Wert gebracht werden, daß bei axialer Beschleunigung des Ringes die mitgeführten Ionen fest an den Elektronenring gekoppelt sind. Dabei erhalten die Ionen eine Energie, die um den Faktor 40 bis 50 höher liegt, als wenn sie direkt beschleunigt worden wären.

Mit diesem Beschleuniger lassen sich alle Ionenarten auf dieselbe Energie pro Nukleon beschleunigen. Er hätte darüber hinaus den Vorteil, sehr hohe Strahlintensitäten mit extrem kurzen Impulsen zu verbinden. Wenn man den Ring in hochfrequenten elektrischen Feldern beschleunigt, sollte mit diesem Beschleunigertyp der Energiebereich bis 1000 Gigaelektronenvolt erschlossen werden können. Dabei ist jedoch die Frage der Energieverluste durch Abstrahlung in den Beschleunigungsstrukturen noch ungeklärt. Andererseits bestehen bei der Beschleunigung des mit schweren Ionen beladenen Elektronenringes im expandierenden Magnetfeld keine grundsätzlichen Bedenken. Ein solcher Beschleunigertyp bietet sich deshalb für den Schwerionenbeschleuniger an, womit man durch Fusion schwerer Kerne vorhergesagte stabile superschwere Elemente erzeugen will.

(U. Schumacher)



Teilchenbeschleunigung mit relativistischen Plasmen

Skizze