

GSI Accelerator Report

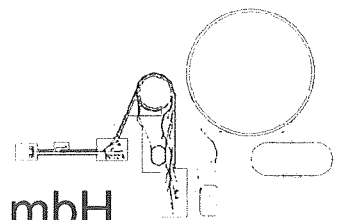
GSI-SIS18-02-02
March 2001

Vorschlag für einen Kollimatorpumpstand zur gezielten Beseitigung von Desorptionsgasen

Peter Spiller

**Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI),
Planckstr.1, 64291 Darmstadt, Germany**

**Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH
Planckstr. 1 D-64291 Darmstadt Germany**



Einleitung

Die Lebensdauer von schweren Ionen mit niedrigen bis mittleren Ladungszuständen hängt u.a. stark von der integrierten Liniendichte des durchlaufenen Restgases und der Zusammensetzung des Restgases ab. Durch anfängliche Strahlverluste beliebiger Ursache, wird der Restgasdruck in der Umgebung der jeweiligen Auftreffstelle durch desorbierte Gase erhöht. Der erhöhte Restgasdruck erniedrigt wiederum die Lebensdauer, sodaß ein lawinenartiger Prozess von Strahlverlusten einsetzen kann. Dem entgegen wirkt das UHV-System mit einer verteilten Anordnung von Hochvakuum pumpen. Abhängig von der Produktionsrate der desorbierten Gase, des Leitwertes der Vakuumkammern, der Verteilung der Pumpstände und deren Pumpraten stellen sich unterschiedliche zeitliche und räumliche Entwicklungen des Restgasdruckes ein. Dieser Prozess wird als dynamisches Vakuum bezeichnet.

Ursache für anfängliche Strahlverluste sind, neben verlustbehafteten, technischen Verfahren (multi turn Injektion, zu schneller HF- Einfang usw.), Fehleinstellungen, sowie die unvermeidbare Umladung am statischen Restgas.

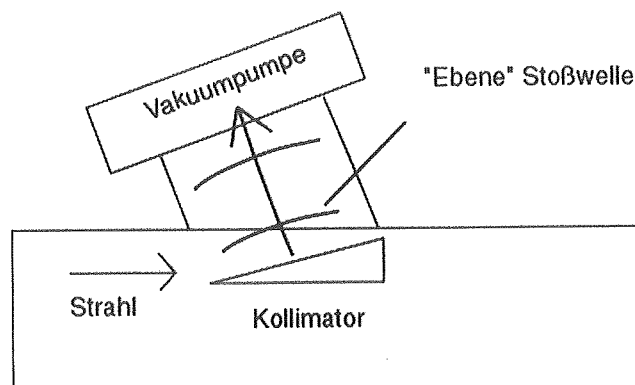
Vorschlag eines Kollimatorpumpstandes

Die Desorptionsrate hängt von den Eigenschaften des getroffenen Materials und von kinematischen Größen, wie Einfallswinkel, Energie etc. der Strahlionen ab. Es wird hier davon ausgegangen, dass die integrale Desorptionsrate nicht durch eine reine Materialauswahl der betroffenen Ringeinbauten hinreichend reduziert werden kann.

Die hier vorgeschlagene Vorgehensweise zielt darauf ab, Strahlverluste gezielt vor exponierten Einbauten hervorzurufen und durch eine **geeignete geometrische Anordnung der Vakuumpumpen** das desorbierte Gas unmittelbar vor Ort zu beseitigen.

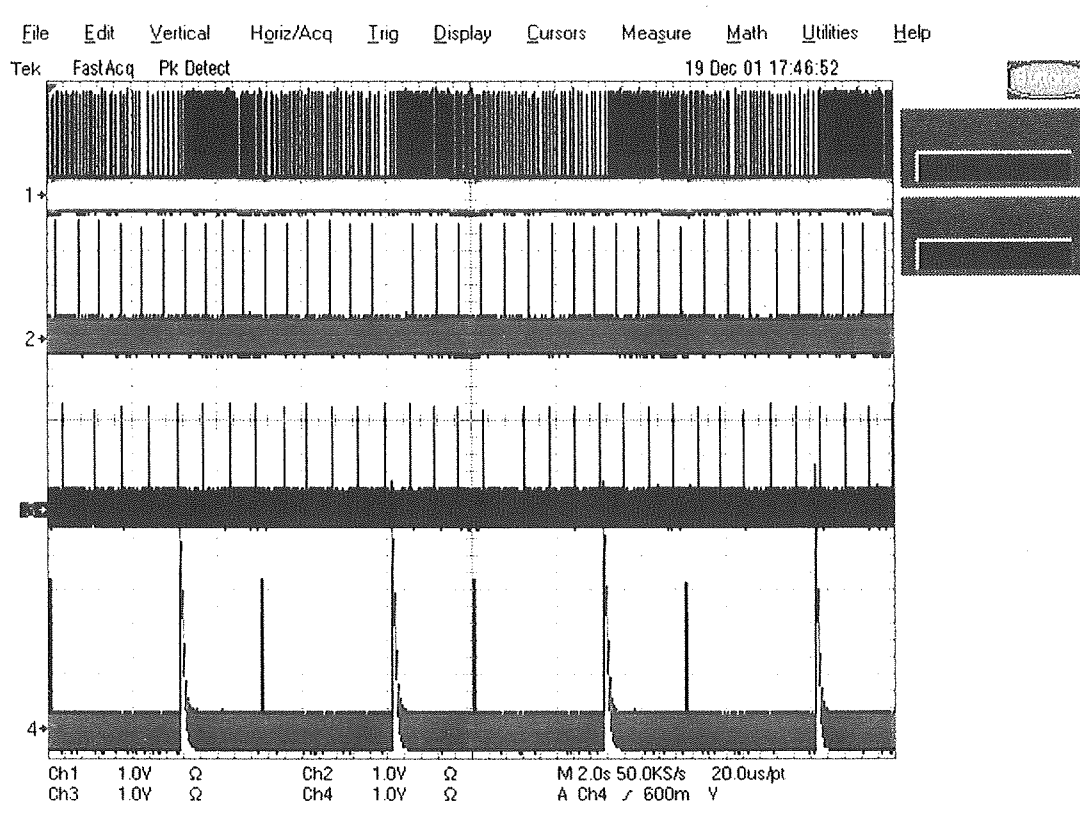
Hierzu ist ein Kollimator erforderlich der einen flachen Neigungswinkel gegenüber der Strahlachse aufweist. Die vom Strahl beleuchtete Fläche **weist von der Strahlachse weg (!)**. **Senkrecht zur Oberfläche des Kollimators** wird mindestens eine Vakuumpumpe mit hinreichend großem Querschnitt angebracht. Länge und Anstellwinkel des Kollimators müssen so gewählt werden, dass der Querschnitt des Pumpstutzens größer ist als die vom Strahl beleuchtete Kollimatoroberfläche. Somit ergibt sich ein hoher Leitwert, während das Strahleintrittsfenster einen kleinen Querschnitt, also einen niedrigen Leitwert aufweisen sollte.

Des weiteren wird hier davon ausgegangen, dass sich beim Auftreffen des Strahles auf die Kollimatorfläche, eine mehr oder weniger starke, senkrecht zur Oberfläche, also in Richtung Vakuumpumpe, propagierende Stoßwelle löst. Diese Stoßwelle, ist vermutlich aufgrund der großen beleuchteten Fläche und im Bereich des Abstandes der Vakuumpumpe annähernd planar und propagiert direkt in die Vakuumpumpe.



Vorschlag für einen ersten Testaufbau im SIS

Die bei multi-turn Injektion auftretenden lokalen Strahlverluste auf der Innenseite der Elektrode des elektrostatischen Septums führen zu einem lokalen Anstieg des Restgasdruckes. Die Septumsverluste waren vermutlich die Ursache der während der Maschinenexperimente im Dezember 2002 nachgewiesenen lokalen Druckänderung (Spur oben, Bild unten). Im Bild ist der Abstand der Linien ein Maß für den lokalen Druck. Die untere Spur zeigt den mit dem langsamen SIS-Transformator gemessenen Strahlstrom.



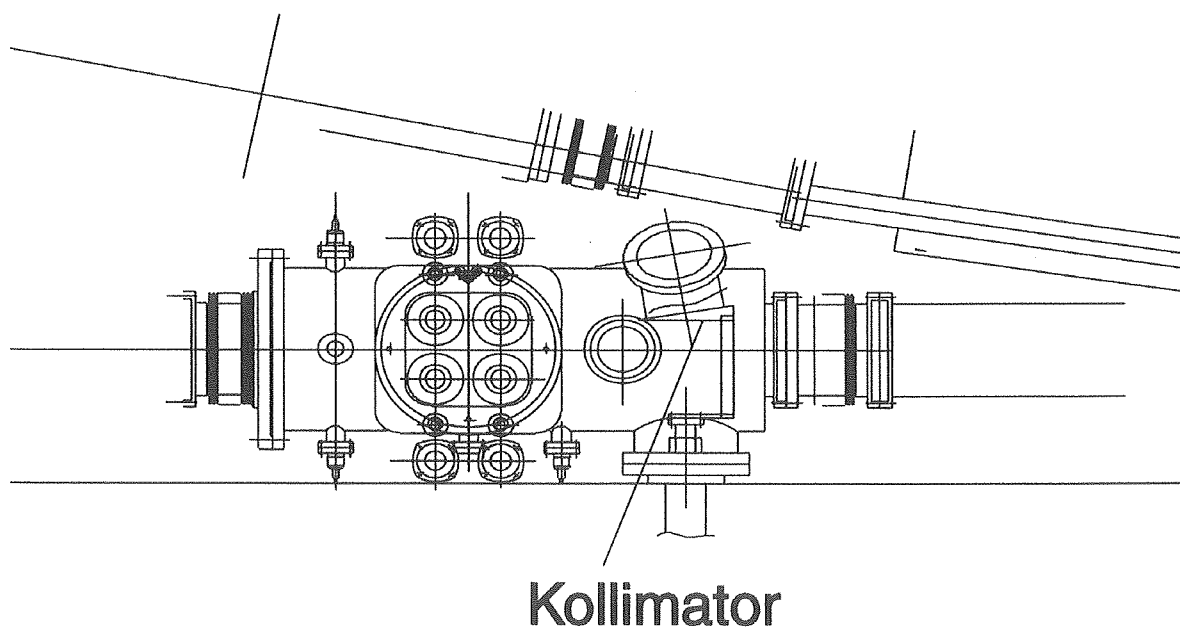
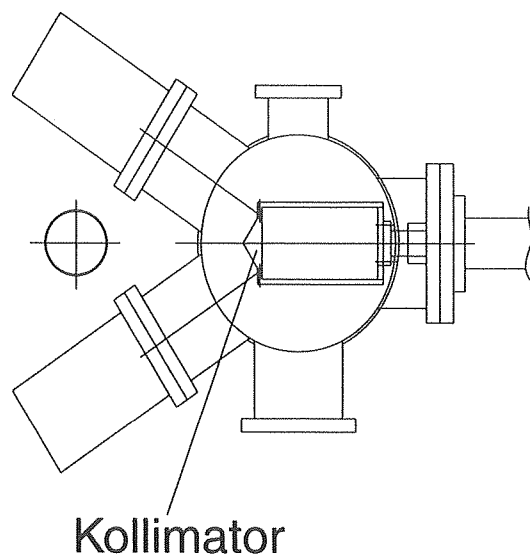
Desorptionsprozesse an der Septumselektrode können direkt vor Ort nachgewiesen werden. Ein Flansch für die Aufnahme einer Messröhre ist in der gegenüberliegenden Wand vorgesehen. Eine entsprechende Bestückung des elektrostatischen Septums sollte für die nächste shut down Periode eingeplant werden.

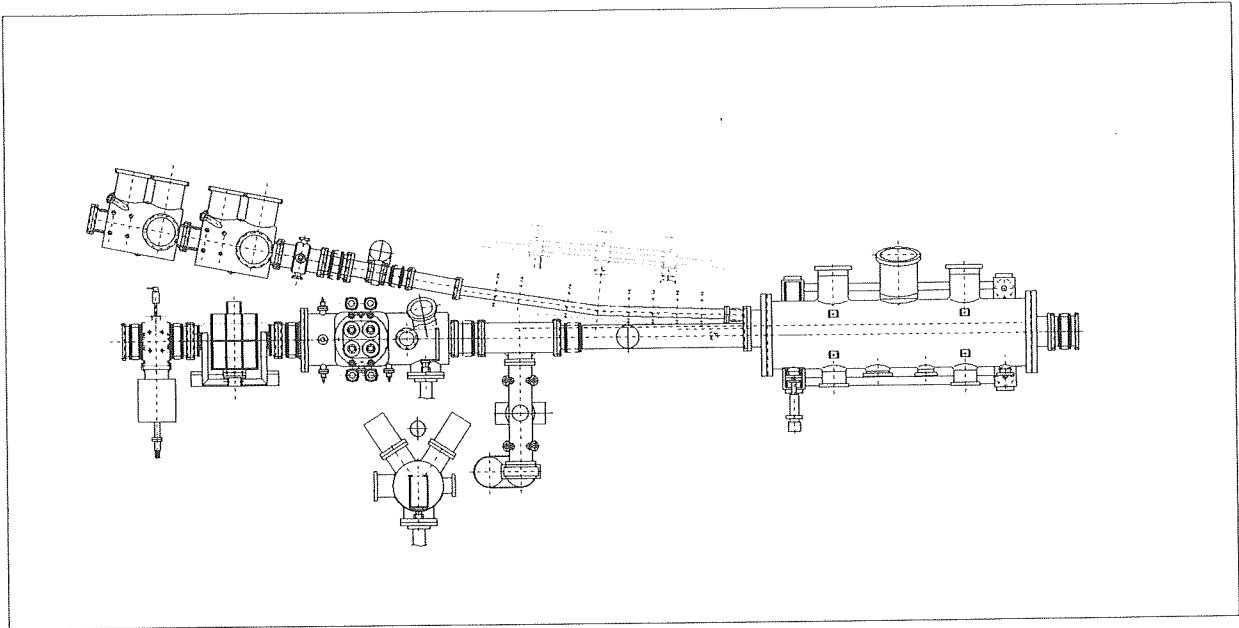
Septumsverluste können durch eine geeignet Einstellung der Bumperflanke und des Chopperfensters weitgehend vermieden werden. Mit der Reduktion des Chopperfensters sinkt jedoch auch die im SIS akkumulierte Teilchenzahl.

Da am elektrostatischen Septum zur Zeit die größten Strahlverluste auftreten, wäre der Schutz des Septums durch einem Kollimationspumpstand eine geeignet Stelle zum Nachweise dessen Funktionalität.

Es wird daher vorgeschlagen einen Kollimationspumpstand versuchsweise in der Vakuumkammer vor dem elektrostatischen Septum und vor der Verjüngung des Strahlrohrquerschnittes von 200 auf 150 mm zu installieren. Eine entsprechende Entwurfszeichnung wurde angefertigt (siehe unten).

Da der Bereich vor dem Injektionsseptum durch das TK-Strahlrohr geometrisch stark eingengt ist, sollte hier eine V-förmige Vakuumpumpenanordnung gewählt werden. Der Kollimator ist keilförmig und weist einen dreieckigen Querschnitt auf. Die Oberflächen weisen jeweils in Richtung einer Pumpe. Die Kollimatorposition ist durch einen Antrieb transversal verstellbar.



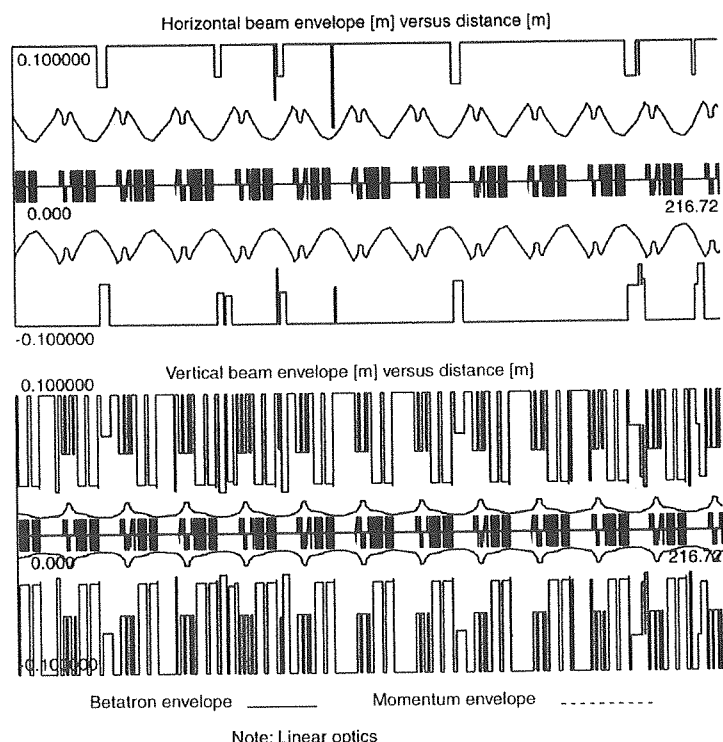


In der betreffenden Vakuumkammer befindet sich zur Zeit die „first turn“ Diagnose sowie ein Leuchttarget. Die Kammer muß zur Aufnahme des Kollimators und der Pumpen entsprechend modifiziert werden.

Aperturbegrenzungen im SIS

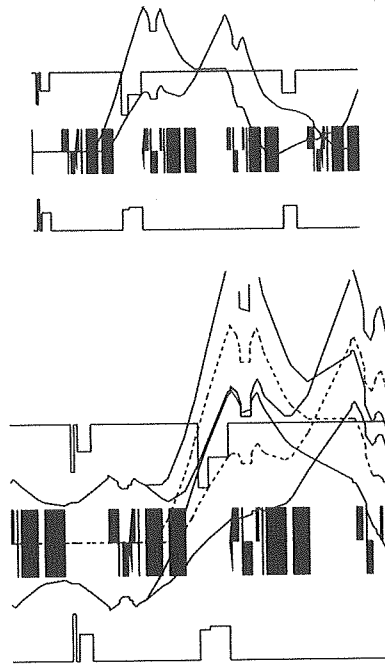
Das Synchrotron ist gefüllt mit Einbauten, die lokal die dem Strahl zur Verfügung stehende Apertur einschränkt. Neben dem elektrostatischen Injektionsseptum ist das magnetische Extraktionsseptum der die horizontale Akzeptanz begrenzende Einbau.

Die nachfolgende Darstellung der Enveloppe mit den realitätsgetreuen Aperturen zeigt die horizontale Einengung insbesondere in Periode 6.



Messungen haben gezeigt, dass gegen Ende des multi turn Injektionsprozesses starke Strahlverluste am magnetischen Septum auftreten (>Eick). Folglich muß auch das magnetische Extraktionsseptum als starke Quelle von Desorptionsprozessen verstanden werden und ist daher entsprechend zu schützen (Schutz vor Primärverlusten).

Insbesondere wird aus der Abbildung deutlich, dass es nahezu keine SIS Periode gibt, in dem am Restgas umgeladene Ionen flach auf die Strahlrohrwand auftreffen können. Durch die Abstufungen im Vakuumrohr und aufgrund der zahlreichen Einbauten, treffen umgeladene Ionen in der Regel (dort wo vorhanden) nahezu senkrecht auf einen Flansch oder einen Einbau auf.



Dies ist in obiger Abbildung anhand der SIS Periode 6 demonstriert. Das obere Teilbild zeigt die Zentralbahnen umgeladenen Teilchen ($U_{28+} > U_{29+}$). Wobei die erste Spur die Bahn der Teilchen kennzeichnet welche auf der geraden Strecke umgeladen wurden, während die zweite Spur die Bahn bei einer Umladung am Eingang des zweiten Dipolmagneten zeigt. Alle Teilchen die auf der geraden Strecke vor, und in dem ersten Dipolmagneten (Strecke 1) umgeladen werden, treffen das Extraktionsseptum. Die Teilchen die im zweiten Dipol (Strecke 2) umgeladen werden, treffen die Kammerwand hinter dem Extraktionsseptum. Da die Strecke 1 eine Länge von 14 m aufweist, die Strecke 2 aber nur 2.6 m beträgt, ist auch das Verhältnis der Ionenzahl die auf das Septum auftreffen zur Ionenzahl die auf die Kammerwand auftreffen etwa 1 : 5.

Der vorgeschlagene Kollimatorpumpstand sollte daher insbesondere hinter jeder Dipolgruppe und vor den aperturbegrenzenden Einbauten installiert werden (Schutz vor Umladungsverlusten).