

# Lebensdauermessungen von $U^{28+}$ -Strahlen im SIS18

## Kurzbericht

Teilnehmer : W. Kaufmann, H. Reeg, H. Reich-Sprengler, P. Spiller

### Einleitung :

Im Rahmen von Maschinenexperimenten am 10. und 11. Okt. 2001 wurden Uran-Strahlen mit Ladungszustand  $28+$  bei einer Energie von  $8.6 \text{ MeV/u}$  in das SIS18 injiziert. Zur Erzeugung des Uranstrahles stand eine nicht optimal eingefahrene MEVVA-Quelle zur Verfügung. Der Injektionsstrom betrug im Mittel ca.  $150 \mu\text{A}$ . Die im SIS gemessene Teilchenzahl schwankte stark von Schuß zu Schuß und lag im Maximum bei ca.  $10^9$  Ionen.

### Restgaseigenschaften ohne Strahl :

Der totale Restgasdruck im SIS18 wurde am 10.10. mit nicht kalibrierten Leybold Extraktorsonden ermittelt. Aus der Mittelung über 12 Sonden und anschließender Korrektur gemäß der Restgaszusammensetzung ergab sich der folgende Druckwert :

$$p = 7.7 \times 10^{-11} \text{ mbar.}$$

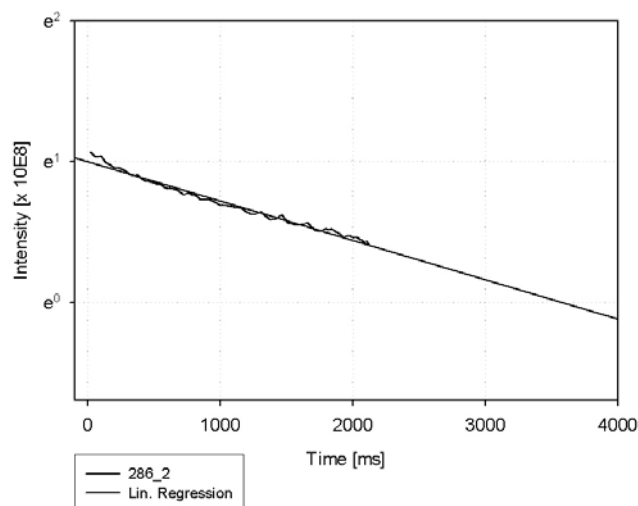
Die Restgaszusammensetzung wurde mit 4 Restgasanalysatoren bestimmt. Die Messungen zeigten folgendes Restgasspektrum :

<b>H<sub>2</sub></b>	<b>65 %</b>
<b>O/H<sub>2</sub>O</b>	<b>17 %</b>
<b>CO /N<sub>2</sub></b>	<b>8 %</b>
<b>Cl</b>	<b>4 %</b>
<b>Ar</b>	<b>4 %</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>1 %</b>

### Lebensdauer und Verlustkurven :

Über das verlängerte Injektionsplateau (2 Sekunden) konnte die Verlustkurve mit dem langsamen SIS Trafo bei der Injektionsenergie von  $8.6 \text{ MeV/u}$  gemessen werden. Bei einer anfänglichen Intensität von  $2.7 \times 10^8$  Teilchen ergab sich eine maximale  $1/e$ -Lebensdauer von **3.6 Sekunden**.

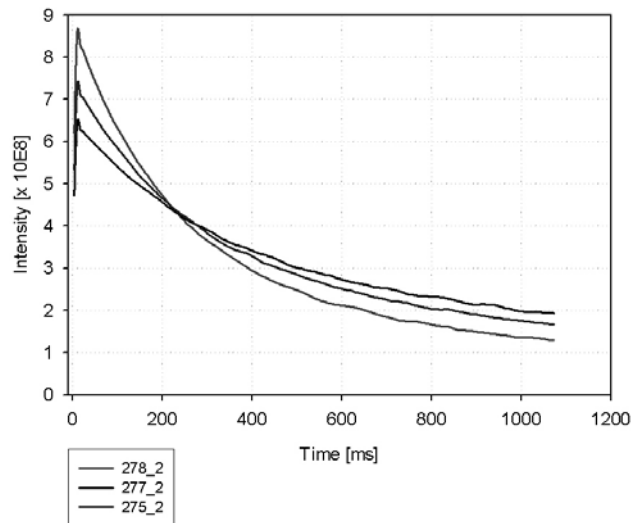
Best Life Time at 8.6 MeV/u



Trägt man den gemessenen Intensitätsverlauf über eine logarithmische Skala auf, so ergibt sich mit hoher Genauigkeit eine Gerade (Bild 1).

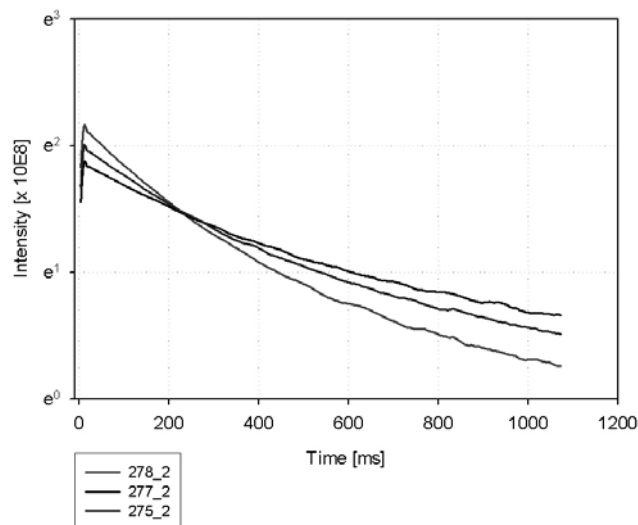
Insbesondere am 10.10. wurde beobachtet, daß die Lebensdauer bei konstanten Maschineneinstellungen, von Schuß zu Schuß stark variierte. Eine Ursache hierfür war zunächst nicht erkennbar. Insbesondere stellten sich zwei Zustände ein : ein Zustand mit großer Lebensdauer wie in Bild 1, spontan unterbrochen von Zuständen mit geringer Strahllebensdauer wie in Bild 2. Die Intensitätskurven der Schüsse mit reduzierter Lebensdauer zeigen zudem, dass die Lebensdauer von der Anfangsintensität abhängt (Bild 2).

U28+ Loss Curves



Desweiteren, beobachtet man, dass sich beim Auftragen der Verlustkurve über eine logarithmische Skala keine Gerade ergibt, d.h. die Zeitkonstante ändert sich über den Messzeitraum. (Bild3). Dies ist zu erwarten wenn sich die Restgaszusammensetzung oder der Restgastotaldruck während des Messzeitraums verändert.

U28+ Loss Curves

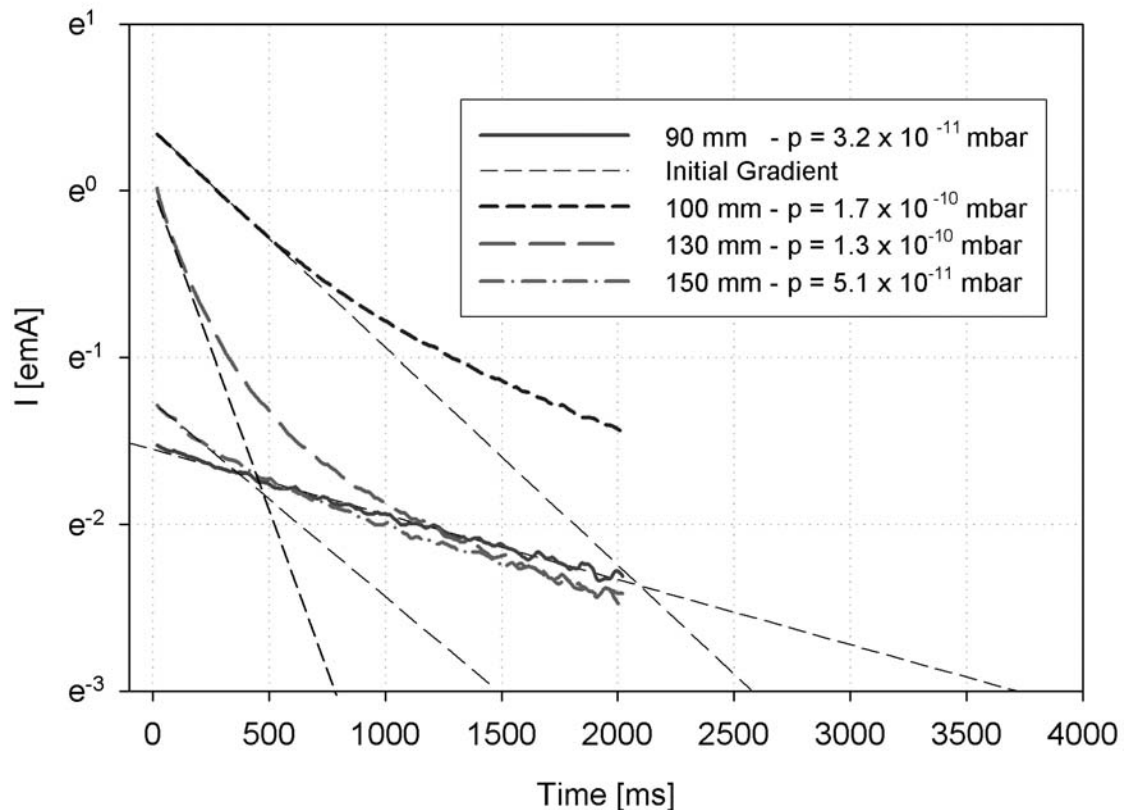


Mit Hilfe einer modifizierten, schnellen Drucksonde in S12DK5 konnte der lokale Restgasdruck über den Messzeitraum ermittelt werden. Insbesondere war das Ziel der Messungen, einen durch Strahlverluste hervorgerufenen lokalen Druckanstieg nachzuweisen. Zu diesem Zweck wurden erhöhte Strahlverluste in der Nähe der Messsonde durch zu große Bumperamplituden provoziert. Es ergab sich folgende Korrelation :

	Bumper Amplitude [mm]	Lokaler Druck in S12DK5 [mbar]
1	Ohne Strahl	$1.6 \times 10^{-11}$
2	90	$3.2 \times 10^{-11}$
3	100	$1.7 \times 10^{-10}$
4	130	$1.3 \times 10^{-10}$
5	150	$5.1 \times 10^{-11}$

Aus der Messung wird deutlich, dass aufgrund der erhöhten Strahlverluste ein Druckanstieg bis zu einem Faktor 10 nachgewiesen werden kann. Der Druck steigt jedoch nicht durchgehend proportional zur Bumperamplitude, sondern fällt bei sehr großen Amplituden wieder ab. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass sich der Ort der Strahlverluste im Ring mit zunehmender Bumperamplitude verlagert.

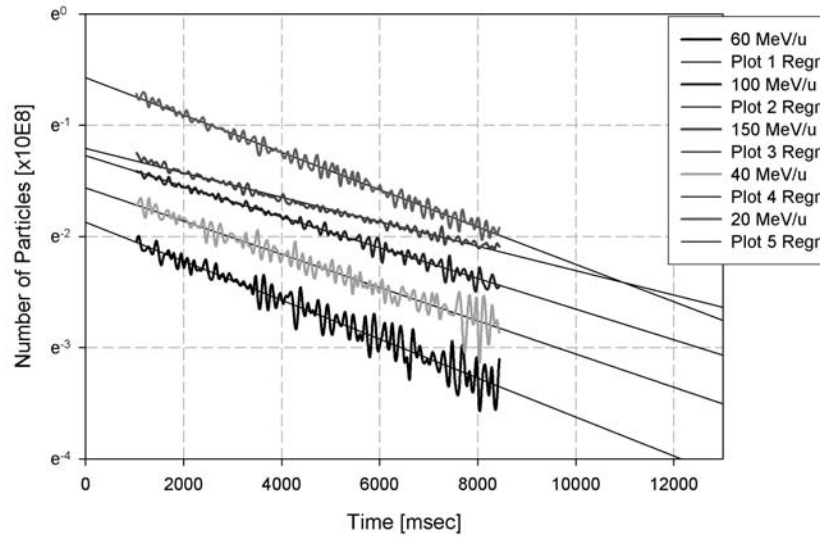
### Loss Curves for Different Bumper Amplitudes



### Lebensdauer bei höheren Energien :

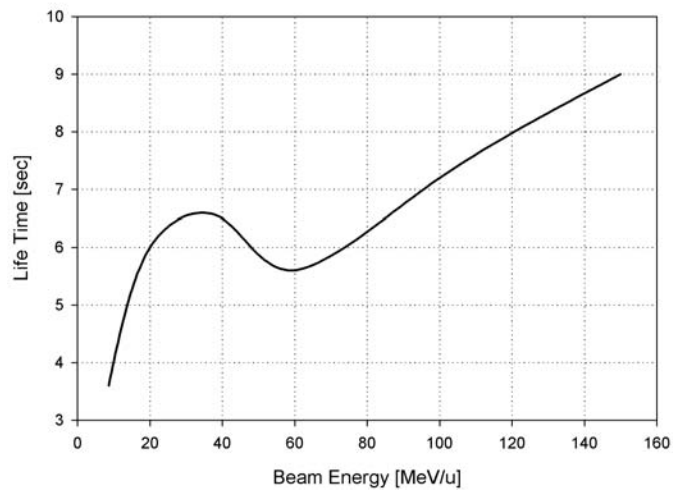
1) Intensitätskurve bei **20-150 MeV/u** wurden über eine längere Zeitdauer (6 Sekunden) auf dem Extraktionsplateau aufgezeichnet.

20 -150 MeV/u



Gemäß der Intensitätskurven ergaben sich Lebensdauern zwischen **5.6 und 9 Sekunden**.

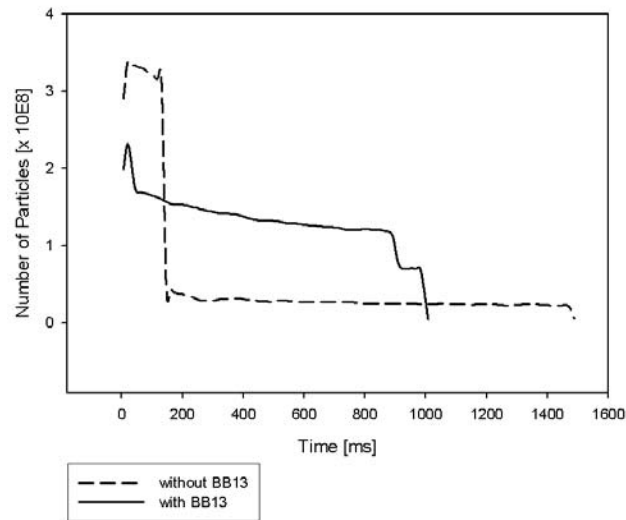
Life Time



Trägt man die gemessenen Lebensdauern als Funktion der Strahlenergie auf, so ergibt sich der in Bild 6 gezeigte Zusammenhang.

### Beschleunigung :

Beim HF-Einfang des injizierten U28+-Strahles traten zunächst starke Verluste auf, die nicht durch eine Optimierung der SIS Energie oder anderen Parameter des SIS-Modi zu korrigieren waren (Bild 5). Die durchgezogene Linie zeigt den Intensitätsverlauf für eine Beschleunigung auf 100 MeV/u - die gestrichelte Linie zeigt die Beschleunigung auf 180 MeV/u.



Die beobachteten Verluste beim HF-Einfang konnten jedoch durch die Inbetriebnahme des TK-Buncher BB13 deutlich reduziert werden. Der in Bild 7 gezeigte Intensitätsverlauf über den Zyklus, repräsentiert den besten erreichten Zustand (durchgezogene Linie). Die anfängliche Intensität nach dem HF-Einfang fällt auf der Beschleunigungsrampe um ca. 30 % ab.