

# SIS18-Maschinenexperimente vom 30. Juli 2010 mit U<sup>39+</sup>

L. Bozyk, P. Spiller

Version 1.3

1. September 2010

Am 30. Juli 2010 wurden Maschinenexperimente mit U<sup>39+</sup> durchgeführt. Anstelle des Gas-Strippers im Unilac wurde ein Folien-Stripper verwendet, um den höheren Ladungszustand zu erreichen. Die Maschine wurde für Hochstrom-Betrieb optimiert, dabei konnte ein neuer Rekord von  $2.1 \cdot 10^{10}$  beschleunigter und extrahierter Teilchen aufgestellt werden.

Mit optimierter Maschine wurde eine Lebensdauer-Messung durchgeführt. Am 5.6.2010 wurde für einen U<sup>41+</sup>-Strahl eine Lebensdauer von ca. 15 s bestimmt, welche deutlich unter den von der Simulation erwarteten 45 s lag. Bei der neuen Messung wurden sogar nur 8 s erreicht.

## 1 Durchführung

Während der Maschinenexperimente am 31. Juli 2010 wurde U<sup>39+</sup> im SIS18 beschleunigt. Anstelle des Gas-Strippers wurde im Unilac eine Folie verwendet, um den höheren Ladungszustand zu erreichen. Es wurde mit 11.5 MeV/u in das SIS18 injiziert. Der Unilac stellte einen Strom von ca. 4.6 mA (gemessen in TK9) zur Verfügung. Die Kavitäten wurden mit einer Beschleunigungsspannung von 28 kV betrieben. Die Beschleunigung erfolgte mit einer Ramprate von 4.3 T/s. Die Endenergie der Uranionen betrug 345 MeV/u. Die verwendeten Basis-Maschineneinstellungen sind in Tabelle 1 aufgelistet. (Ein Screenshot der SISMUDI-Einstellungen ist in Abbildung 1 zu sehen.)

Kurz vor den Maschinenexperimenten wurde im SIS18 Titan sublimiert. Dabei fiel auf, dass bei einigen Kollimatoren die Abschirm-Kappen fehlten und die Strommessung nicht angeschlossen war (S02I, S02A, S03I, S03A, S03-Scraper). Es wird vermutet, dass das Wieder-Anschließen nach dem letzten Ausheizen versäumt wurde. Bis auf S02A konnten alle Kollimatoren provisorisch angeschlossen werden, für den fehlenden Kollimator konnte auf die Schnelle keine Abschirm-Kappe aufgetrieben werden.

Gegen 15.00 Uhr, eine Stunde später als geplant, konnte begonnen werden, den Strahl in die Maschine zu fädeln. Dies gestaltete sich schwieriger als erwartet. Der Grund wurde gegen 17.00 Uhr festgestellt: Vom Unilac wurde kein U<sup>40+</sup>, sondern ein U<sup>39+</sup>-Strahl zur Verfügung gestellt. Hinter dem Folien-Stripper wurde der höchste Peak der Verteilung zur Beschleunigung ausgewählt, in der Annahme, es sei U<sup>40+</sup>. Nachdem im SISMUDI auf Verdacht U<sup>39+</sup> eingestellt war, konnte Strahl injiziert werden, womit der Beweis für den falschen Ladungszustand erbracht wurde.

Die folgende Stunde war geprägt von Ausfällen der Bedien-Konsolen. Trotzdem konnte ohne großartige Optimierung relativ schnell  $2 \cdot 10^{10}$  Teilchen injiziert werden. Im weiteren Verlauf wurde die Fokussierung im TK von Y. El-Hayek optimiert, worauf hin der gespeicherte Strom gesteigert werden konnte und erste Umladungsverluste auf den Kollimatoren messbar wurde.

Bevor mit der CO-Korrektur begonnen wurde, wurde noch die Extraktion optimiert, sodass alle vier Bunche extrahiert wurden. Zuvor blieb einer in der Maschine. Die gemessene Ablage von 10 mm in S12 erwies sich nicht als Messfehler. Nachdem sie korrigiert wurde konnte die Intensität der extrahierten Teilchen auf  $> 10^{10}$  gesteigert werden. Die Einstellungen der Steerer sind in Abbildung 2 zu finden.

Eine Anpassung der Injektionsenergie bewirkte eine Steigerung auf  $1.3 \cdot 10^{10}$  Teilchen und einen verbesserten Druck in den Sektionen S01 und S02. Der relativ schnelle Abfall der Intensität zu Beginn des Zyklusses wird HF-Einfang-Verlusten zu geschrieben. Ohne Rampe und HF-Einfang ist die Verlustrate deutlich kleiner (siehe Abbildung 7).

Es stellte sich heraus, dass der Strahl relativ empfindlich auf Tune-Variationen und Raumladungs-Tuneshift ist. Durch vorsichtige Wahl des Tunes konnte die Intensität weiter auf  $1.45 \cdot 10^{10}$  gesteigert werden.

Gegen 21.00 Uhr war die erste Folie vor dem Unilac durch. Die zweite Folie zu konditionieren dauerte etwa 30 Minuten. Während des Maschinenexperiments wurde auch mehrfach die Kathode gewechselt, was jeweils eine Pause von einigen Minuten bedeutete.

Durch Verwendung einer nicht-linearen Bumperflanke und weiteren Injektions-Optimierungen konnte schließlich gegen 21.45 Uhr die Intensität auf  $> 2 \cdot 10^{10}$  extrahierte Teilchen gesteigert werden.

Die  $2 \cdot 10^{10}$  Teilchen wurden durch behutsame Variation des Tunes und der Einschuss-Richtung überschritten. Dabei konnte ein neuer Intensitäts-Rekord von  $2.1 \cdot 10^{10}$  bis auf 345 MeV/u beschleunigter und extrahierter Uran-Teilchen aufgestellt werden.

Mit den optimierten Maschineneinstellungen wurde noch eine Lebensdauer-Messung bei Injektionsenergie durchgeführt. Bereits am 5.6.2010 wurde eine Lebensdauer-Messung bei verschiedenen Energien mit U<sup>41+</sup> durchgeführt, welche mit ca. 15 s deutlich unter den Erwartungen der Simulation (ca. 45 s) lag. Dies wurde bestätigt, die gemessene Lebensdauer lag bei ca. 8 s.

## Probleme

- Die Abschirm-Kappen der Kollimatoren S02I, S02A, S03I und S03A waren nicht montiert und die Strommessung nicht angeschlossen. Stattdessen waren noch die Heizhemden montiert. Ebenso war die Strommessung des verfahrbaren S03-Kollimators nicht angeschlossen und keine Plexiglas-Haube installiert. S03I und S03A, sowie S03-Scraper konnten verkabelt werden, da die benötigten Teile daneben lagen, bzw. damit improvisiert werden konnte. Für S02I wurde eine Reserve Abschirm-Kappe mit einem improvisierten Kabel installiert, S02A konnte nicht angeschlossen werden. Es wird vermutet, dass hier nach dem letzten Ausheizen versäumt wurde, die Kollimatoren wieder anzuschließen.
- Vom Unilac wurde zunächst der falsche Ladungszustand zur Verfügung gestellt. Hinter dem Folien-Stripper wurde der höchste Peak ausgewählt in der Annahme, es handele sich um U<sup>40+</sup>. In Wirklichkeit war es jedoch U<sup>39+</sup>, wie nach zwei Stunden festgestellt wurde.

S07	U10	TS/HHD	238U 39+	345.00	schnell_1H4	2 HF-Kavi	Normal
iEnergie [MeV]:	11.55	eEnergie [MeV]:	345.0	Profilgit.Trig Inj.			
iB-Rho [Tm]:	2.99561	eB-Rho [Tm]:	17.76866	Wartezeit [ns]:1000.0			
iFrequenz[kHz]:	863.173	eFrequenz[kHz]:	3783.51	Zyklus-Zeit [s]: 2.396			
iTeilchen [µA]:	0.742E+06	eQH :	4.16	U-Injektion[kV]: 4.0			
iQH :	4.16	eQU :	3.3	U-RampA [kV]: 28.0			
iQU :	3.3	eRad.Pos. [mm]:	-2.0	U-RampE [kV]: 22.0			
iRad.Pos. [mm]:	7.0			U-Flatop [kV]: 22.0			
IstFrequ. [kHz]:	863.173			t-Ramp [ms]: 64.0			
Bump.Flank[µs]:	210.0			Harmonische : 4.0			
Bump.Ampl [mm]:	110.0			B-Punkt [T/s]: 4.30831			
BpTacho[mm/µs]:	0.52381			Bypass [mrad]: 4.0			
Chop.Verz. [µs]:	110.0			mSepBumpAnf [mm]: 6.0			
ChopFenst. [µs]:	50.0						
BpWeglänge[mm]:	26.19048						
dU-Ready :	9990						
dTK7BC1L [mrad]:	0.0						
dTK7MU5 [mrad]:	0.0						
dS12MU3I [mrad]:	1.0						
dS12ME1I [mrad]:	-2.2						
AnzInjekt. :	1						
e-Kühler 0/1 :	0						
MMIKüh1Z. [ms]:	0.0						
Kühler dp/p :	0.0						
Kühlerf.Inj. :	600.0	Kickw. [mrad]:	5.16				
Kühlerstron[A]:	0.3	Kickstart [°]:	99.5				
KüBumpX [mm]:	0.0	HF-Trigger:1/2:	2				
KüBumpX' [mrad]:	0.0	ESR-Synch.:0/1:	0				
KüBumpY [mm]:	0.0	Synch-Zeit[µs]:	0				
KüBumpY' [mrad]:	0.0	SteigZeit. [ms]:	2.0				
		FallZeit. [ms]:	32.0				
an Geräte				InitWerte			
alter Zustand				BF aktualis			
				INIT			
				PROTOKOLL			
				TFS			
				UNDO			
				SAVE			
				RESTORE			
				SOLL_SOLL			
				COPY			
				EXIT			

Abbildung 1: Screenshot der SISMODI-Einstellungen

S07 U10 TS/HHD 238U 39+ 345.00 schnell\_TH4 2 HF-Kavi Orbit

Bump [mm] Profilgit.Trig Inj.

	Injektion		Extraktion	
	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal
S01	-12.0	3.0	0.0	0.0
S02	0.0	-12.0	0.0	-12.0
S03	0.0	16.0	0.0	16.0
S04	-12.0	7.0	0.0	7.0
S05	14.0	-11.0	0.0	-8.0
S06	-8.0	7.0	-1.0	4.0
S07	-12.0	0.0	0.0	0.0
S08	4.0	7.0	0.0	7.0
S09	-18.0	5.0	0.0	0.0
S10	2.0	-2.0	0.0	0.0
S11	0.0	0.0	0.0	0.0
S12	0.0	11.0	0.0	0.0

Steerer [mrad]

	Injektion		Extraktion	
	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal
S01	-1.82	0.048	-0.925	0.048
S02	-0.75	-0.637	0.1	-0.637
S03	-1.35	0.017	0.0	0.017
S04	-1.58	-0.332	0.0	-0.332
S05	0.32	-0.33	0.33	-0.33
S06	0.4	0.265	0.0	0.265
S07	-0.34	-0.421	-0.3	-0.421
S08	-0.75	-0.211	0.0	-0.211
S09	0.0	-0.337	0.931	-0.337
S10	-0.37	-0.12	-0.2	-0.12
S11	0.15	-0.361	-0.4	-0.361
S12	-1.8	-0.35	0.0	-0.35

an Gerate InitWerte alter Zustand BF aktualis

INIT  
 PROTOKOLL  
 TFS  
 UNDO  
 SAVE  
 RESTORE  
 SOLL\_SOLL  
 COPY  
 EXIT

Abbildung 2: Einstellungen der Steerer nach der CO-Korrektur

**Tabelle 1:** Maschineneinstellungen

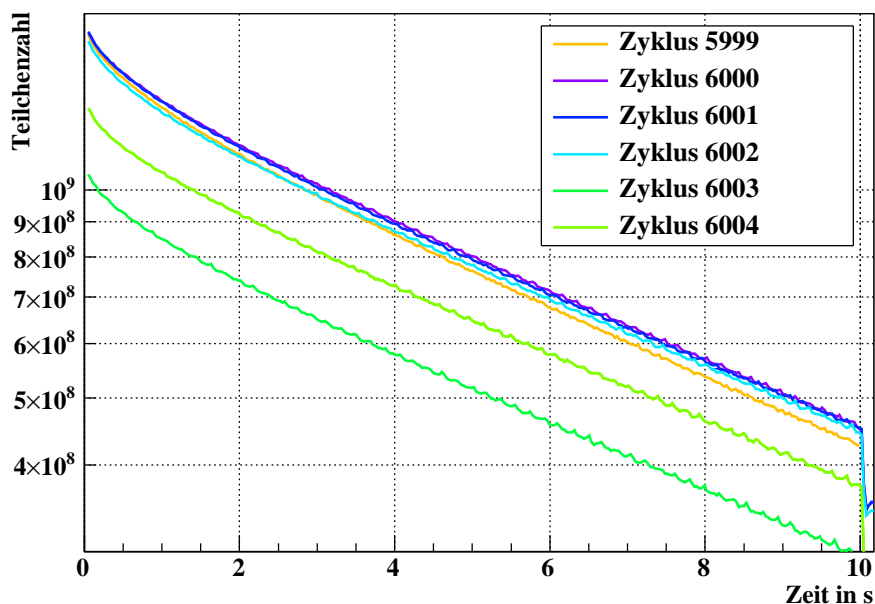
Injektion		Extraktion	
Energie	11.55 MeV/u	Energie	345.0 MeV/u
$B\rho$	2.99561 Tm	$B\rho$	17.76866 Tm
Frequenz	863.173 kHz	Frequenz	3783.51 kHz
Q-horizontal	4.16	Q-horizontal	4.16
Q-vertikal	3.3	Q-vertikal	3.3
HF-Amplitude	28.0 kV	HF-Amplitude	28.0 kV
Radialposition	7.0 mm	Radialposition	-2.0 mm
Chopperfenster	70.0 $\mu$ s		
Chopperverzögerung	95.0 $\mu$ s		
Bumperflanke	210.0 $\mu$ s		
Injektionsbump	110.0 mm		
		Kickstart	99.5°
Rampzeit		64.0 ms	
$\dot{B}$		4.30831 T/s	
Harmonischenzahl		4	

- Es wurden zunächst nicht alle Bunche korrekt extrahiert.
- In NE4 (FRS) gab es einen Strahlenschutz-Alarm, da vermutlich ein Leucht-Target (bzw. dessen Rahmen) durch den Strahl gefahren wurde. Für den weiteren Verlauf wurde der Bereich abgesperrt, sodass der Schwellwert für den Alarm hoch gesetzt werden konnte.
- Die Konsole auf welcher Ablass läuft, sowie einige Unilac-Konsolen wiesen Fehlfunktionen auf; Fenster konnten nicht mehr verschoben werden. Der Window-Manager musste neu gestartet werden.
- In Ablass konnte nur der Hochstrom-Trafo S07DT\_ML aufgezeichnet werden, für den anderen Trafo S09DT\_ML konnten keine Signale geschrieben werden, obwohl es offenbar einwandfrei funktionierte.
- Das Restgasspektrum in S12 konnte diesmal nicht mit geschrieben werden, da das Massenspektrometer aufgrund von Netzwerk-Problemen nicht erreichbar war.
- Die eingestellte Verstärkung der Messverstärker der Kollimatorströme wurde nicht dokumentiert, weshalb nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, dass die für diese Auswertung angenommene Verstärkung stimmt.

## 2 Ergebnisse

### 2.1 Statische Lebensdauer

Mit den optimierten Maschineneinstellungen wurde eine statische Lebensdauerermessung bei Injektionsenergie (11.5 MeV/u) durchgeführt. Die statische Lebensdauer ist ein Maß für das mittlere vom Strahl erfahrene Vakuum. Hierzu wurde ein Strahl niedriger Intensität für 10 s auf Injektionsenergie gespeichert. An die mit dem Trafo erhaltenen Daten



**Abbildung 3:** Lebensdauerermessung: Die vom Trafo S07DT\_ML aufgenommenen Daten werden mit einer Exponentialfunktion gefittet, aus der Zerfallskonstanten wird die Lebensdauer errechnet. In logarithmischer Darstellung muss sich für den Fit-Bereich eine Gerade ergeben.

wird die Exponentialfunktion

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

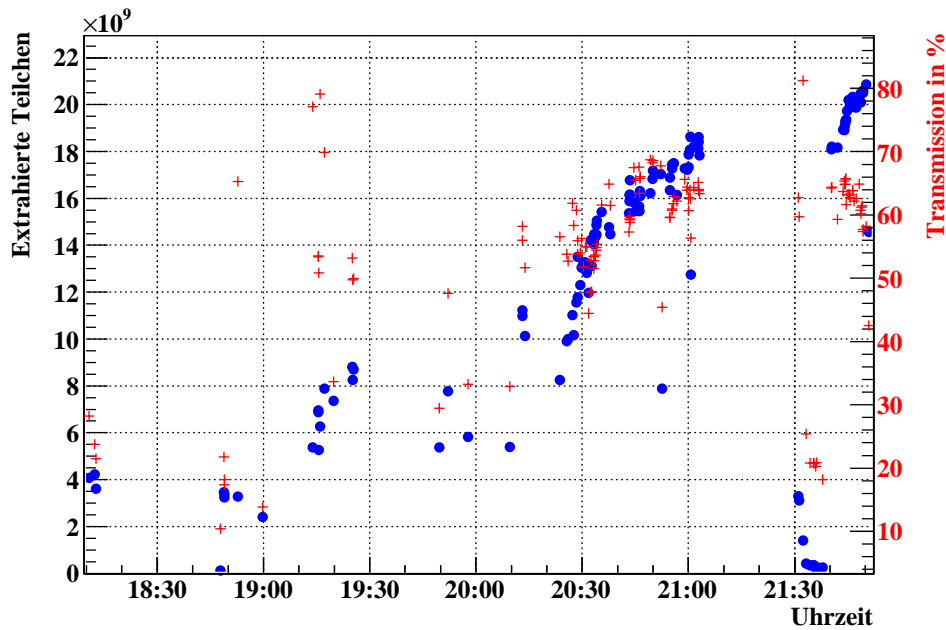
angepasst. Das Inverse der Zerfallskonstanten  $\lambda$  ist die Lebensdauer  $\tau = 1/\lambda$ . Die aus 6 Messungen ermittelten Lebensdauern sind in Tabelle 2 aufgelistet, die entsprechenden Intensitätsverläufe mit Fit-Funktion sind in Abbildung 3 zu sehen. Es ergibt sich eine mittlere Lebensdauer von

$$\bar{\tau} = 8.393 \pm 0.216 \text{ s.}$$

Diese liegt kurz unter der letzten Lebensdauer von  $8.59 \pm 0.28 \text{ s}$  für U<sup>28+</sup> vom 1.6.2010 und unter der Lebensdauer von  $11.02 \pm 1.47 \text{ s}$  für U<sup>28+</sup> vom 8.3.2010. Es gilt jedoch zu beachten, dass bei allen Messungen das NEG unterschiedlich aktiviert war. Au-

**Tabelle 2:** Ermittelte statische Lebensdauer bei Injektionsenergie von U<sup>39+</sup>

Zyklus-Nummer	Lebensdauer $\tau$
5999	8.003 s
6000	8.321 s
6001	8.301 s
6002	8.507 s
6003	8.562 s
6004	8.663 s



**Abbildung 4:** Anzahl extrahierter Teilchen (blaue Punkte) und Transmission (rote Kreuze) als Funktion der Uhrzeit. Gemessen wurde mit dem Hochstrom-Trafo S07DT\_ML.

ßerdem wurde bei dieser Messung eine vergleichsweise hohe Intensität verwendet, bei vergangenen Messungen mit U<sup>28+</sup> betrug die Intensität ca.  $3 \times 10^8$  bei Injektion. Bei genauer Betrachtung von Tabelle 2 und Abbildung 3 fällt auf, dass die Zyklen mit höherer Lebensdauer eine niedrigere initiale Intensität haben. Dies spricht dafür, dass die Intensität für eine Lebensdauer-Messung etwas zu hoch war.

## 2.2 Zeitabhängige Teilchenzahl, dynamisches Vakuum

Im Verlauf des Maschinenexperiments wurden die Maschinen optimiert bis die Anzahl extrahierter Teilchen nicht weiter gesteigert werden konnte. Die dabei erreichten extrahierten Teilchenzahlen sind in Abbildung 4 zu sehen. Es war möglich einen stabilen Betrieb mit ca.  $2 \cdot 10^{10}$  extrahierten Teilchen einzustellen, wobei Spitzenwerte bis  $2.1 \times 10^{10}$  erreicht wurden.

Abbildung 5 zeigt einige im Trafo S07DT\_ML gemessene Zyklen. Anders als in vergangenen Maschinenexperimenten führt eine höhere Intensität bei Injektion auch zu einer höheren Intensität bei Extraktion. Die maximal mögliche Teilchenzahl bei Extraktion für die gegebene Maschineneinstellung war offenbar noch nicht erreicht.

In Abbildung 6 sind die Anzahl extrahierter Teilchen als Funktion der injizierten Teilchenzahl aufgetragen. Der Verlauf ist linear, auch die Transmission ist in etwa konstant bei 60%. Das lässt den Schluss zu, dass bei den hier verwendeten Intensitäten noch keine dynamischen Vakuum-Effekte aufgetreten sind. Wäre dies der Fall gewesen, würde die die Anzahl extrahierte Teilchen ein Maximum aufweisen. Die hier ermittelten Zahlen der Transmission sind ähnlich zu vergangenen Maschinenexperimenten.

Es stellte sich heraus, dass der für alle Zyklen typische schnelle Intensitätsverlust rela-

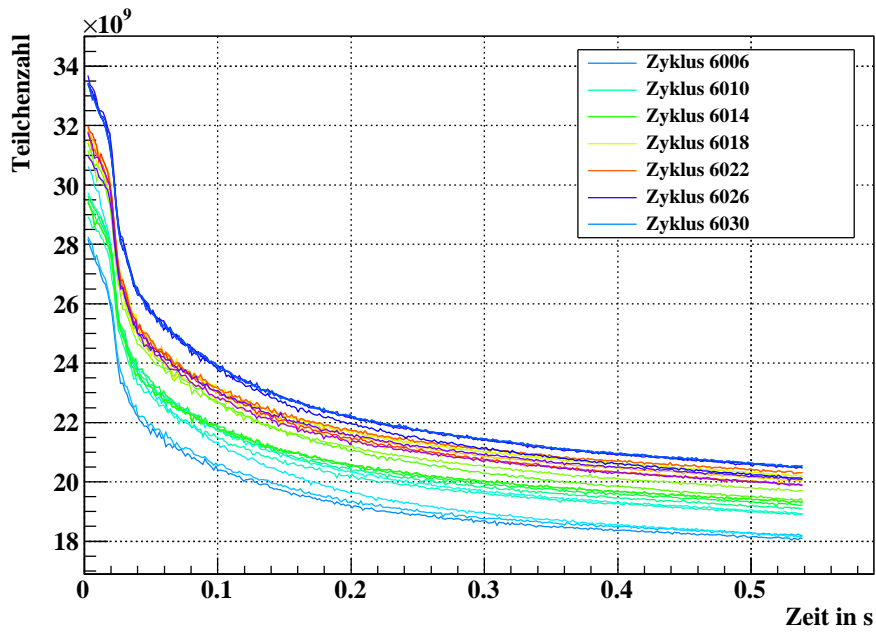


Abbildung 5: Einige im Trafo S07DT\_ML gemessene Zyklen

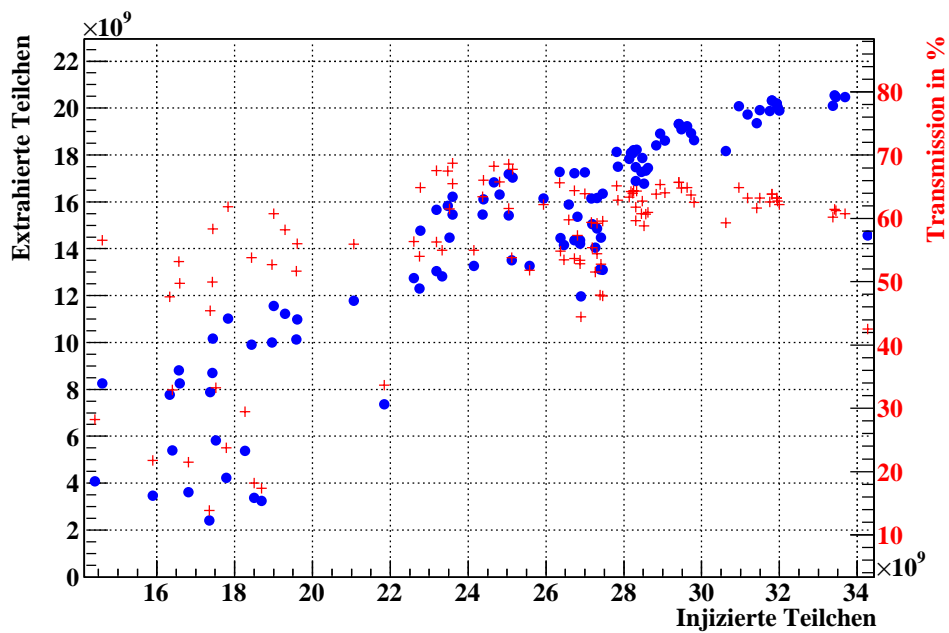
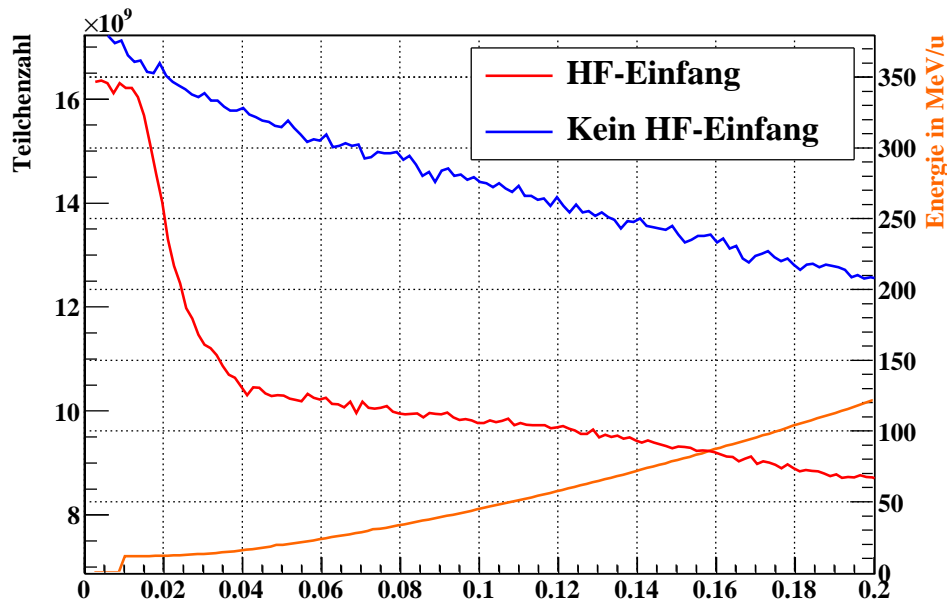


Abbildung 6: Anzahl extrahierter Teilchen über injizierter Teilchenzahl (blaue Punkte) und Transmission, Anzahl extrahierter Teilchen pro injizierter Teilchen (rote Kreuze). (Daten vom Trafo S07DT\_ML)



**Abbildung 7:** Intensitäts-Verlauf mit HF-Einfang und ohne, sowie Energieverlauf des Zyklus mit HF-Einfang.

tiv am Anfang des Zyklus durch den HF-Einfang verursacht wird. Wären dies nur Umladungsverluste, dann müsste man den gleichen Verlauf auch ohne HF-Einfang sehen. In Abbildung 7 ist ein Zyklus mit und einer ohne HF-Einfang gezeigt. Die Energie des Zyklus mit HF-Einfang ist zur Orientierung mit eingezeichnet; der Intensitätseinbruch findet zu Beginn der Rampe statt.

### 2.3 Kollimatorströme

In Abbildung 8 sind die gemessenen Kollimatorströme eines beliebigen aber typischen Zyklusses in zwei Darstellungen gezeigt. Die Graphen sind nach Innen- und Außenseite sortiert, die Farbdarstellung nach Position. Die Teilchenintensität und Energie über den Plots dient der Orientierung im Zyklus. Folgende Beobachtungen können gemacht werden:

- Der bewegliche Kollimator in S03 misst einen deutlich höheren Strom als die Serienkollimatoren. Möglicherweise ist dies auf eine andere Verstärkung zurück zu führen, als die angenommene.
- Der Strom auf dem beweglichen S12-Kollimator steigt während des Injektionsplateaus mit fallender Intensität an und verschwindet mit dem Beginn der Rampe.
- Der Stromverlauf des S01A-Kollimators weist auf dem Injektionsplateau den gleichen Verlauf wie die Teilchenintensität auf. Mit Beginn der Rampe verschwindet der Strom.
- Der Strom des S03-Kollimator weist in der Mitte der Rampe ein lokales Maximum auf. Im Intensitätsverlauf gibt es an dieser Stelle einen kleinen Knick.

- Zu Beginn der Rampe weist der Strom auf dem S03-Kollimator ein weiteres lokales Maximum auf.
- Der Strom auf S02I ist während des gesamten Zyklus größer als S01I, bei U<sup>28+</sup> ist der Strom auf dem S01I-Kollimator deutlich höher als auf den folgenden.
- Der Strom auf S03I steigt langsamer an als alle anderen, hat ein Maximum kurz nach Beginn der Rampe, wobei dieses Maximum höher liegt, als alle anderen Ströme zu der Zeit und fällt dann schneller als alle anderen Ströme ab.
- Auf den äußeren Seriekollimatoren messen nur S01A und S04A einen nennenswerten Strom zur Zeit um die Injektion (S02A war nicht angeschlossen).

## 2.4 Strahlverlustmonitore

In Abbildung 9 sind die Signale aller Strahlverlustmonitore um den Ring dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Bereich der Sektoren 1, 2 und 3 erhöhte Verluste zu verzeichnen sind. Da die Verluste jedoch mit zunehmendem Abstand zu Injektion geringer werden, ist zu vermuten, dass es sich hierbei um Umladungsverluste handelt.

Weiterhin ist ein hohes Signal in bei S11DL2 auffällig. Da dieser BLM hinter der Reinjektion steht, kann davon ausgegangen werden, dass der Strahl an der Reinjektion hängen geblieben ist. Hier ist auch eine erhöhte Aktivierung der Beschleuniger-Komponenten zu messen.

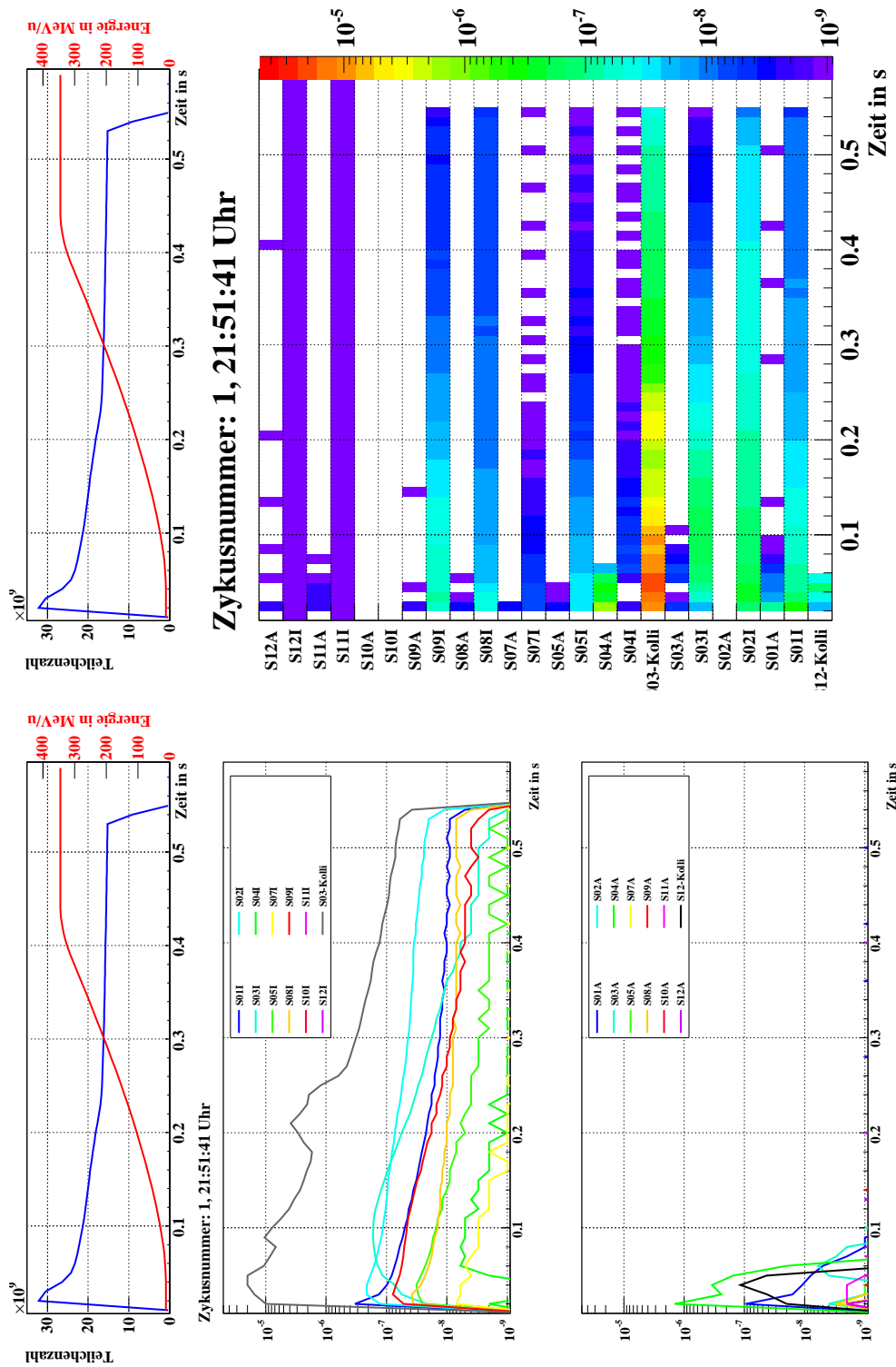
Die Monitore um Sektion 6 herum messen zum Zeitpunkt der Extraktion erhöhten Strahlverlust. Hier befindet sich die Extraktion.

## 3 Vakuum

### 3.1 Restgasdruck

Kurz vor dem Maschinenexperiment wurden die Titan-Sublimationspumpen im SIS18 neu sublimiert um eine möglichst hohe Saugleistung zur Reduktion des dynamischen Vakuums zur Verfügung zu stellen. Die Zeit, zu welcher die Titan-Sublimation stattgefunden hat, ist in Abbildung 10(b) zu sehen. Druckprofile des ganzen Tages sind in Abbildung 10(a) zu sehen. Die Zeit mit Hochstrombetrieb ist am erhöhten Restgasdruck in S12 zu erkennen. Der erhöhte Druck am Injektionsseptum pflanzt sich ca. 2 m bis zur Diagnosekammer S12DK3 fort, wo die Drucksonde sitzt. Es ist in allen Sektoren zumindest eine leichte Erhöhung des Restgasdruckes während des Maschinenexperiments zu sehen.

Aus Abbildung 11(a) kann entnommen werden, dass der mittlere Druck während des Maschinenexperiments im Bereich von  $1 - 2 \cdot 10^{-10}$  mbar lag. Während der Maschinenexperimente am 1.6.10 und am 8.3.2010 mit U<sup>28+</sup> lag der mittlere Druck jeweils im Bereich von  $5 \cdot 10^{-11}$  mbar. Mit Hilfe von Abbildung 11(b) kann als Grund für den vergleichsweise hohen mittleren Druck zunächst der Druck in Sektion 12 ausgemacht werden, welcher für die Erhöhung des mittleren Druck um 17.00 Uhr verantwortlich ist. In den folgenden Sektionen nach der Injektion ein Druckanstieg während dem Strahlbetrieb zu erkennen. Dieser ist in den Sektionen 1 und 2 relativ stark ausgeprägt, in den folgenden nur noch schwächer, aber trotzdem erkennbar. Anhand des steigenden Minimaldrucks aus Abbildung 11(a) wird dies noch einmal bestätigt.



**Abbildung 8:** Gemessene Kollimatorströme eines beliebigen Zyklus in A in zwei verschiedenen Darstellungen.

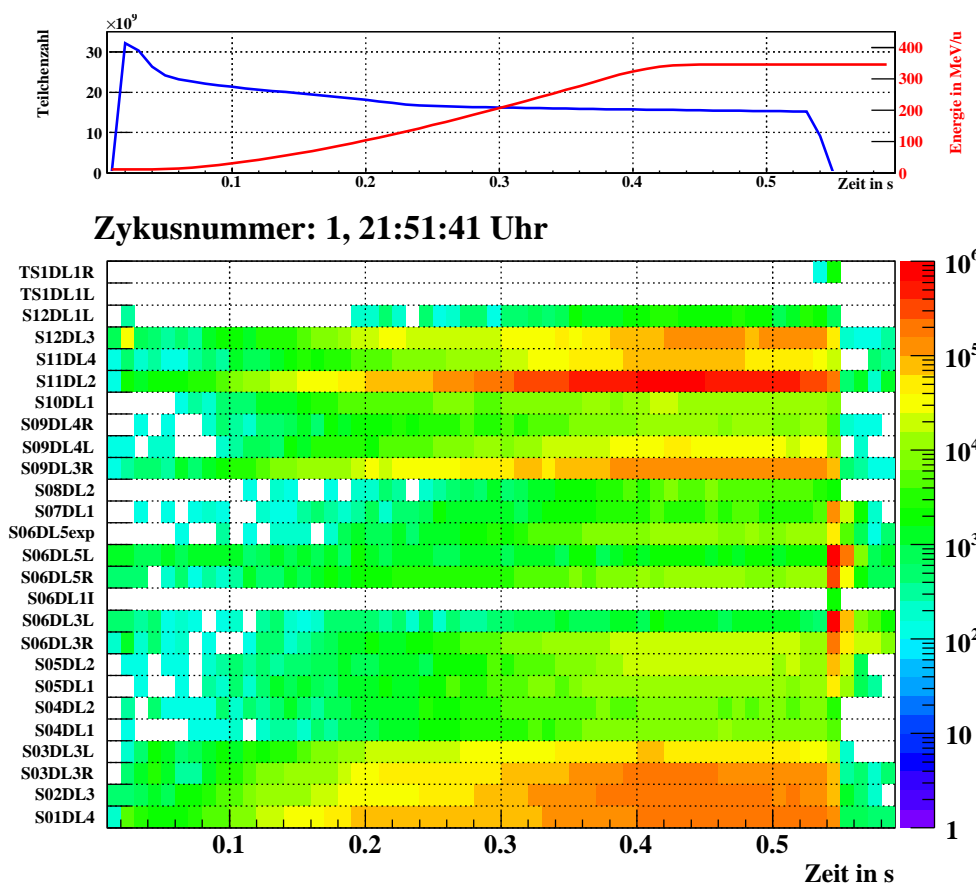
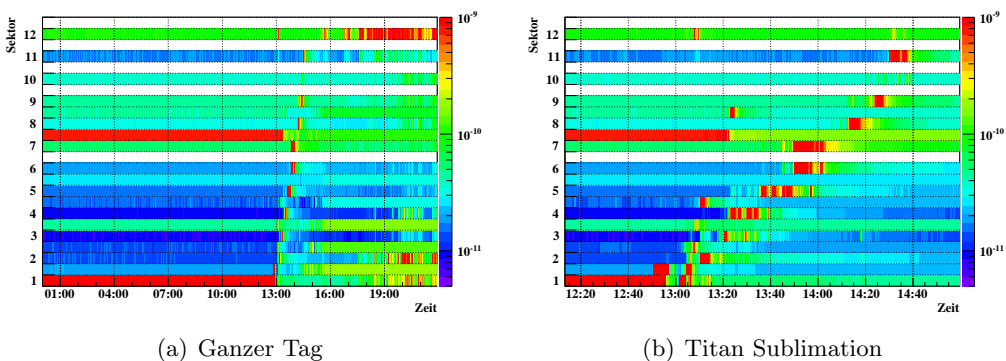
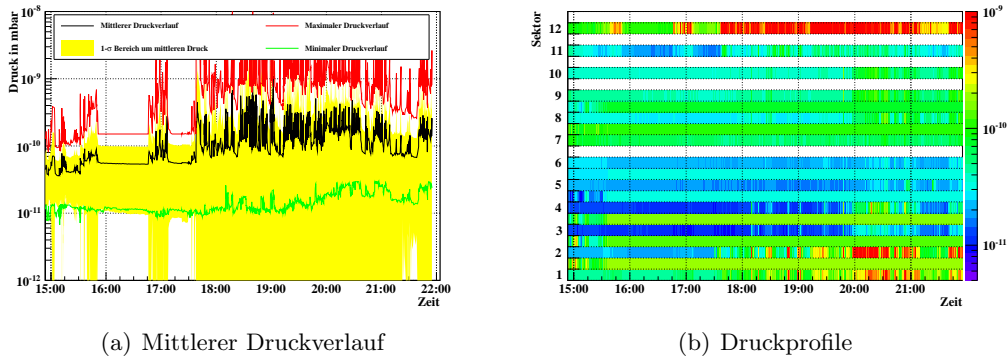


Abbildung 9: Signale der Strahlverlustmonitore für einen beliebigen Zyklus.



**Abbildung 10:** Druckprofile der einzelnen Sektorsonden im SIS18 am 1.6.2010. Die Zeilen, welche eine Beschriftung am linken Rand tragen, zeigen den Restgasdruck der Sektionssonde, die Zeilen darüber den Druck in der Kollimatorkammer der jeweiligen Sektion. (a) Druckprofile des ganzen Tages, (b) Druckprofile während der Ti-Sublimation. Auf dem Druckprofil des ganzen Tages ist der Hochstrombetrieb ab 17.00 Uhr am erhöhten Druck in S12 zu erkennen. Der Hochstrombetrieb hat in allen Sektionen einen Druckanstieg zur Folge



**Abbildung 11:** Restgasdruckentwicklung während des Maschinenexperiments: (a) Im Druckprofil ist zu erkennen, in welchen Bereichen des SIS18 Strahlverlust stattfand, von der Injektion in Sektion 12 über Sektion 1 bis Sektion 2 ist eine Erhöhung des Restgasdruckes zu sehen. (b) Der mittlere Druck ist geprägt durch den Druck in Sektion 12 und bewegt sich im Bereich von  $1 - 2 \cdot 10^{-10}$  mbar.

Während der Lebensdauer-Messung um 21.30 Uhr ist der mittlere Druck in den Bereich von  $7 \cdot 10^{-11}$  mbar abgesunken.

### 3.2 Restgasspektrum

Das Restgas-Spektrum konnte bei diesem Maschinenexperiment leider nicht mit geschrieben werden. Es konnte keine Verbindung zum Restgasspektrometer aufgebaut werden. Es wird ein Netzwerk-Problem durch die Umstellung des Netzwerks vermutet.

## 4 Version History

- 0.1 Zusammenfassung, nur einige Bilder (L.Bozyk).
- 0.2 LD-Messung (L.Bozyk)
- 1.0 Restgasdruck + HF-Einfang (L.Bozyk)
- 1.1 Kollimatorströme hinzugefügt (L.Bozyk)
- 1.2 SISMODI-Screenshots hinzugefügt (L.Bozyk)
- 1.3 BLM-Plots, Fehler in der Kollimatorstromkanal-Zuordnung (S12) behoben (L.Bozyk)