

Kurzbericht SIS Maschinenexperimente vom 18.12.02

Strahlkollimation im Transferkanal und SIS multi-turn Effizienz

S. Richter, P. Spiller

Einleitung und Zielsetzung :

Zur Beschneidung des Strahles vor der Injektion in das Synchrotron stehen im Transferkanal in den Abschnitten 6 und 7 drei Kollimatoren zur Verfügung. Die Kollimatoren sind mit den Nomenklaturen TK6DS2, TK7DS1 und TK7DS3 bezeichnet. Mit Hilfe der Kollimatoren läßt sich Strahlhalo oder ein weit auslaufender Strahlrand vor dem Einschuss in das SIS beseitigen und somit eine scharf definierte Phasenraumfläche erzeugen. Die Brillanz eines Strahles ist meistens nicht über die Phasenraumfläche konstant sondern im Kern erhöht. Dieser hochbrillante Kern läßt sich durch Kollimation herauschneiden. Durch den Einschuss eines auf den Kern kollimierten Strahl mit kleiner Emittanz aber hoher Brillanz, sollte es möglich die multiturn Effizienz zu steigern. D.h. im Vergleich zum unkollimierten Strahl, sollte trotz reduzierter Intensität des injizierten Strahles, eine gleich hohe Teilchenzahl im SIS erzielt werden.

Wichtig bei diesem Verfahren ist die ionenoptische Abbildungsfunktion zwischen dem Ort des Kollimators und dem Ort der Strahlverluste im Synchrotron (Injektionsseptum).

Die nachfolgend beschriebenen Experimente wurden mit C-Strahlen aus der EZR Ionenquelle mit einer Grundintensität von ca. 16 μA durchgeführt. Da die multiturn Injektion rein horizontal wirkt, wurde ausschließlich die Wirkung der horizontalen Kollimatorbacken untersucht.

Wirkung der verschiedenen Kollimatoren

Aufgrund der unterschiedlichen Strahlradien an den Positionen der drei Kollimatoren erreicht man bei gleicher Backenposition unterschiedlich starke Abschwächungen der Strahlintensität. Des weiteren können die Kollimatorbacken nicht über die Nullposition hinaus verfahren werden. Somit ergibt sich eine unsymmetrische Kollimation bei Strahlen mit Ablage von der optischen Achse. Des weiteren führt eine Stellungsbegrenzung zu einer Restöffnung von etwa ± 3 mm.

Unter Verwendung der vorgefundenen TK-Einstellung und bei maximal eingefahrenen horizontalen Backen ergaben sich folgende Abschwächungsfaktoren ($I_0 = 16.4 \mu\text{A}$) :

TK6DS2	7 %
TK7DS1	55 %
TK7DS3	65 %

Mit Hilfe eines Profilgitters wurde die transversale Strahlverteilung nach einem Umlauf im SIS beobachtet. Im Falle einer ionenoptischen Abbildung (Objekt = Backe – Bildebene auf Profilgitter) wird erwartet, dass der Schatten einer Kollimatorbacke als scharfe, einseitige Beschneidung des Profils sichtbar wird. Dieses Verhalten wurde am ehesten bei Verwendung des Kollimators TK7 DS3 beobachtet.

Multiturn Effizienz

Eine deutliche Erhöhung der multiturn Effizienz konnte mit dem Kollimator TK6 DS2 erreicht werden. Zunächst wurde durch eine Änderung der Quadrupoleinstellungen die Strahlbreite am Ort des Kollimators erhöht.

Nach dem Einfahren der Backen gelang es trotz deutlich reduziertem Strom im Vergleich zum unkollimierten Strahl, eine gleich hohe Teilchenzahl im SIS zu erreichen. Dies weist auf deutlich reduzierte Verluste während des Injektionsprozesses hin. Diese Eigenschaft war bei Verwendung der Kollimatoren TK7DS1 und TK7DS3 nicht zu beobachten. Bei Verwendung dieser Kollimatoren führte das Beschneiden des Strahles zu einer deutlichen Absenkung der erreichten Intensität im SIS.

Abbildung 1 und 2 zeigen zum Vergleich den Stromverlauf im SIS während der multiturn Injektion eines kollimierten und unkollimierten Strahles. Das Chopperfenster betrug 150 μs , die Bumperflanke 190 μs und die Bumperamplitude 60 mm.

Abbildung 3 und 4 zeigen ebenfalls den Stromverlauf im SIS während der multiturn Injektion eines kollimierten und unkollimierten Strahles. Jedoch betrug das Chopperfenster bei dieser Messung 300 μs .

Deutlich erkennbar ist die Erhöhung des Gewinnfaktors bei der Injektion eines kollimierten Strahles.

	Unkollimierter Strahl	Kollimierter Strahl
Injektionsdauer	150 μs	150 μs
Anzahl der Umläufe	32	32
TK9 Strom	17 μA	6 μA
S09 Strom nach MTI	228 μA	233 μA
S09/TK9	13	39
MT Effizienz	42 %	~100 %
Injektionsdauer	300 μs	300 μs
Anzahl der Umläufe	64	64
TK9 Strom	18 μA	8 μA
S09 Strom nach MTI	292 μA	299 μA
S09/TK9	19	40
MT Effizienz	30 %	62 %

Unsicherheiten bei der Bestimmung der MT Effizienz ergeben sich aus dem Verfahren zur Bestimmung des TK9 Stromes.

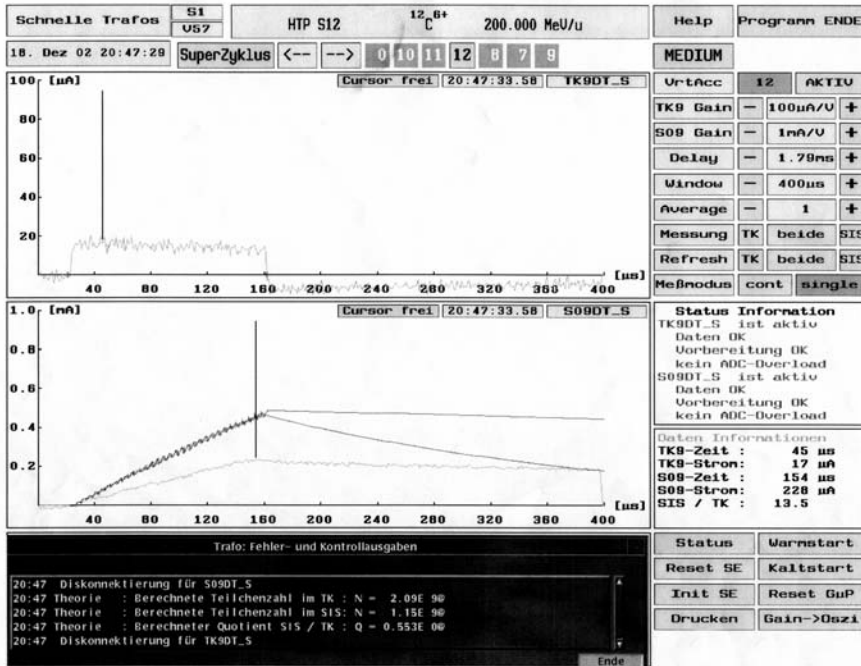


Abbildung 1 : Strom in TK9 und Stromanstieg im SIS bei Injektion eines unkontrollierten Strahles bei einem Chopperfenster von 150 μ s.

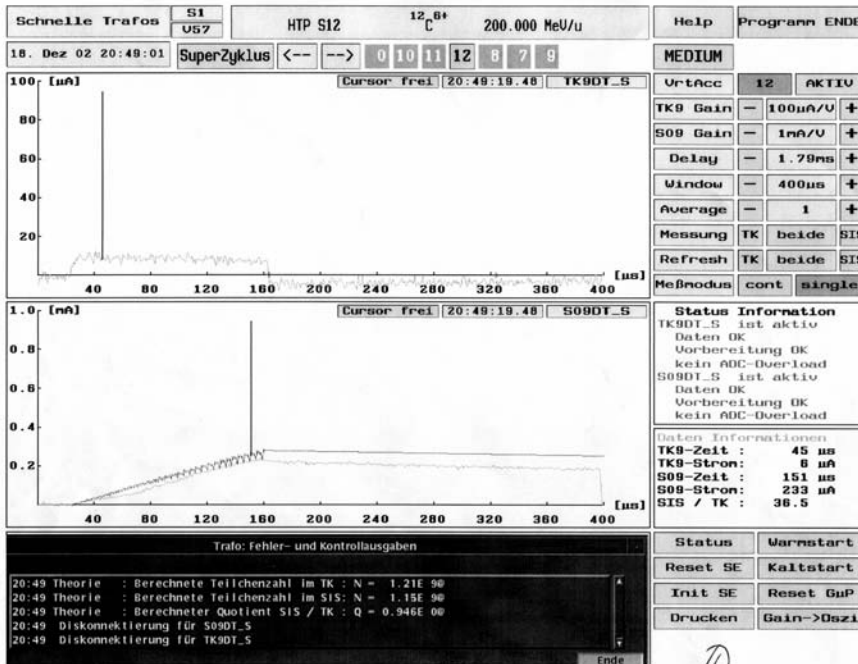


Abbildung 2 : Strom in TK9 und Stromverlauf im SIS bei Injektion eines mit dem Kollimator TK6DS2 beschnittenen Strahles bei einem Chopperfenster von 150 μ s .

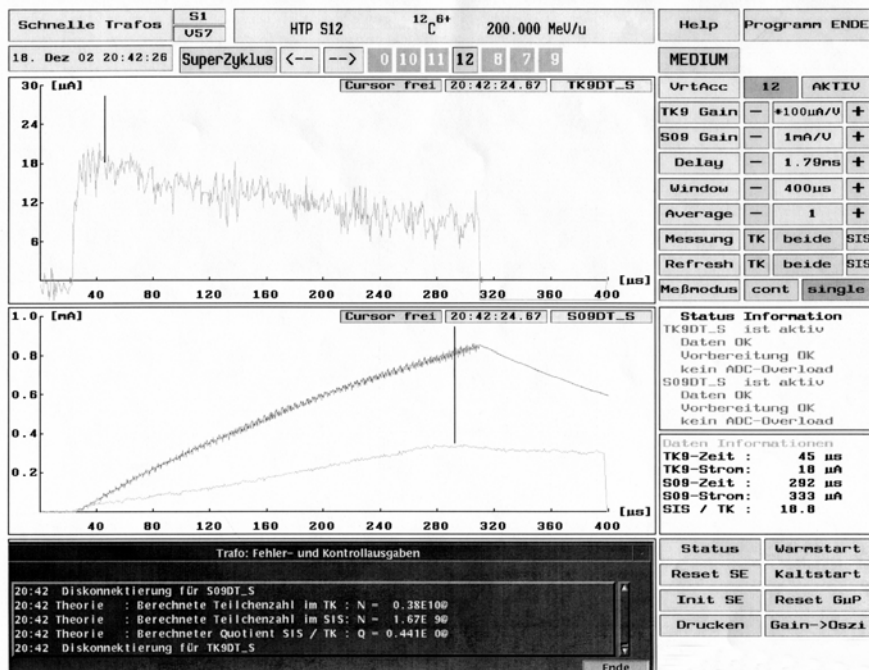


Abbildung 3 : Strom in TK9 und Stromanstieg im SIS bei Injektion eines uncollimierten Strahles bei einem Chopperfenster von 300 µs.

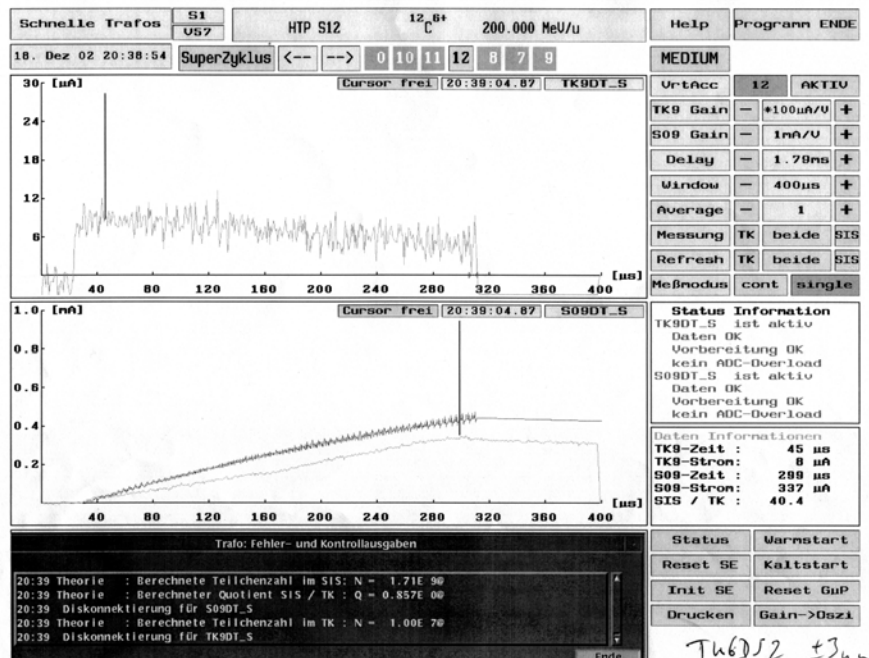


Abbildung 4 : Strom in TK9 und Stromverlauf im SIS bei Injektion eines mit dem Kollimator TK6DS2 beschnittenen Strahles bei einem Chopperfenster von 300 µs .

Die Abhängigkeit des TK9 Stromes und des Verhältnisses S09/Tk9 für verschiedene Backenpositionen ist in Abbildung 5 geplottet.

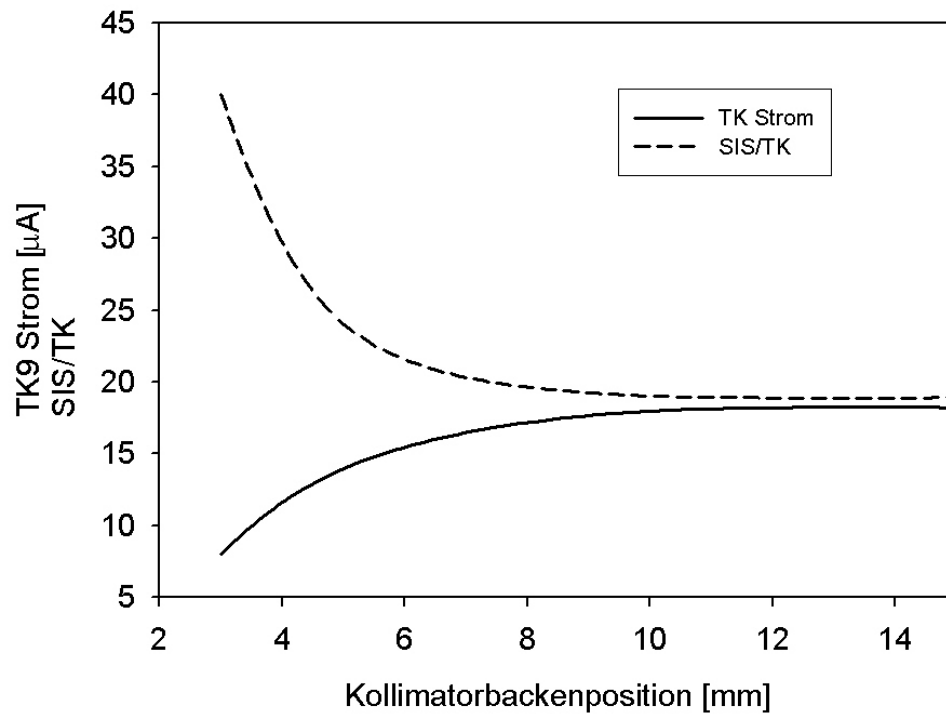


Abbildung 5 : TK9 Strom und Stromverhältnis S09/TK9 für verschiedene Kollimatorbackenstellungen.

8.1.03