

Ein abgeschmolzener Spiegel in der Slicing-Geraden als Ursache des Strahlzeitausfalls in der 3. KW 2009

Nach der zweiwöchigen Unterbrechung zum Jahreswechsel, der Wartung der Kaltköpfe an Wiggler und Wellenlängenschieber und der Überprüfung des Personeninterlocks konnte die Anlage in der 2. KW am Montagabend, den 5. Januar, problemlos wieder in Betrieb genommen werden. Die geplanten Maschinenstudien wurden bei kleinen Strahlströmen (< 30 mA) bis Mittwochnacht ohne Auffälligkeiten durchgeführt. Bei den ersten Versuchen am Mittwochmorgen hohe Ströme zu speichern traten Probleme auf: Der Strahl ging ca. 30 Sekunden nach Erreichen von 290 mA verloren und anschließende Injektionen waren nicht mehr möglich. Nach einer intensiven Fehlersuche bis in die Nacht zum Donnerstag wurde ein Hindernis im Bereich der fs-slicing-Sektion vermutet. Die Vakuumgruppe wurde alarmiert und angewiesen, diesen Bereich am Donnerstag genauer zu untersuchen – siehe Abbildung 1.

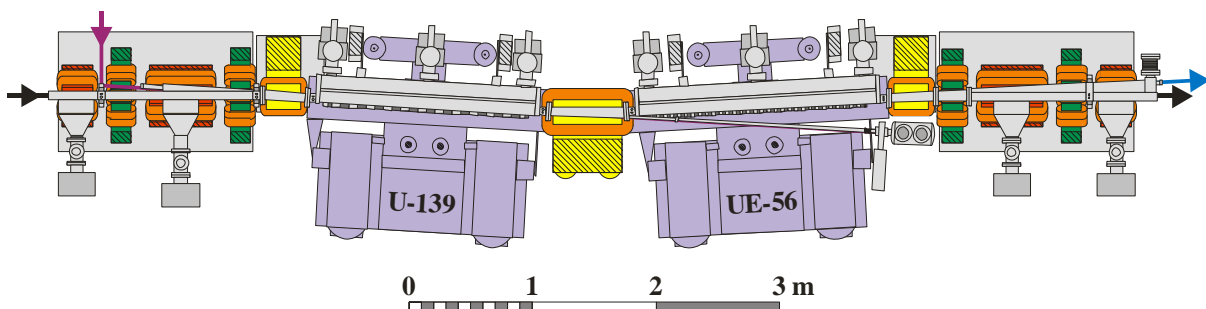


Abbildung 1: Slicing-Gerade mit den 3 Schikanedipolmagneten und den beiden Insertion Devices U139 (Modulator) und UE56 (Radiator).

Nach Belüftung und Öffnen der Vakuumkammer des Modulators U139 war sofort die Ursache klar: Ein Laserspiegel, der für Kontrollzwecke durch Pumpstutzen, Haltestruktur/Vorkammer geschoben werden kann, war im schmalen Schlitz zwischen dieser Vorkammer und der Hauptkammer verklemmt. Von außen war das nicht ersichtlich. Diese Position des Spiegels war kritisch, weil er nun von der Synchrotronstrahlung des ersten Dipols der Schikane (ca. 9 W/mrad @ 300 mA) getroffen wurde. Das ließ den 2 cm langen Edelstahlspiegel in etwa 1 m Entfernung teilweise schmelzen und verdampfen. Die Reste waren mit der Aluminiumkammer verbacken – siehe Abbildung 2. Größere Teile des restlichen Spiegels wurden entfernt, das Vakuumssystem inspiziert, geschlossen und wieder gepumpt. Das alles geschah noch am Donnerstag, dem ersten Tag des ursprünglich geplanten Beginns des ID- und Beamline-Commissioning der E-Gruppe.



Abbildung 2a: Blick durch den Pumpstutzen – im schmalen Schlitz zwischen der Pumpkammer und der flachen Kammer des U-139 ist der verklemmte Spiegel zu erkennen.



Abbildung 2b: Vergleich der beiden eingebauten Spiegelhalterungen: Komplet – ohne und Reste der Halterung – nach Bestrahlung durch Synchrotronstrahlung



Abbildung 2c: Reste des abgeschmolzenen und teilweise verdampften Edelstahlspiegels Fotos: D. Faulbaum)

Bei den Injektionsversuchen am Freitagnachmittag, den 9. Januar, ergab sich dann leider wieder ein ähnlicher Befund wie schon am Mittwoch: Injektion und schwerfällige Akkumulation war nur mit einer stark veränderten Strahlage in der slicing-Geraden überhaupt möglich. Am Freitag und am Sonnabend wurde ein weiterhin vorhandenes Hindernis in der Mitte der Geraden lokalisiert. Über die Rufbereitschaft wurde die Vakuumpumpe aktiviert, um am Sonntag weitere Hindernisse in der Vakuumkammer zu entfernen. Schon zu diesem Zeitpunkt war klar, dass es zu einem nennenswerten Ausfall an Strahlzeit für die Nutzer kommen würde. Das wurde so auch mitgeteilt.

Am Sonntag wurde diesmal das Endoskop von beiden Seiten eingeführt. Dabei konnten tatsächlich noch viele Teilchen gefunden werden, die für die Injektionsschwierigkeiten verantwortlich waren. Bis in den Abend wurde mit unterschiedlichen Techniken versucht („Staubsaugen“ und direkter Zugriff durch Pumpöffnungen), die ID-Kammer (innere Maße 11 x 45 mm, Öffnungen eher nur 6-8 mm hoch oder im Durchmesser) von allen Hindernissen, ähnlich wie in Abbildung 3 gezeigt, zu befreien.

Diese Fremdkörper waren offensichtlich magnetisch. Sie traten unten und oben gehäuft im Abstand von 7 cm auf, obwohl das U139-Gap offen war. Das ist schon in Abbildung 3 erkennbar. Es gibt aber auch viele kleinere Partikel, die sich ähnlich anordnen können – siehe Abbildung 4.



Abbildung 3: Am Sonntag mit dem Endoskop in der ID-Kammer gefundene Fetzen, Flocken und Krümel – die Reste des verdampften Spiegels. Erkennbar ist der elliptische Querschnitt der Kammer mit der schmalen Verbindung zur direkt gepumpten Vorkammer.

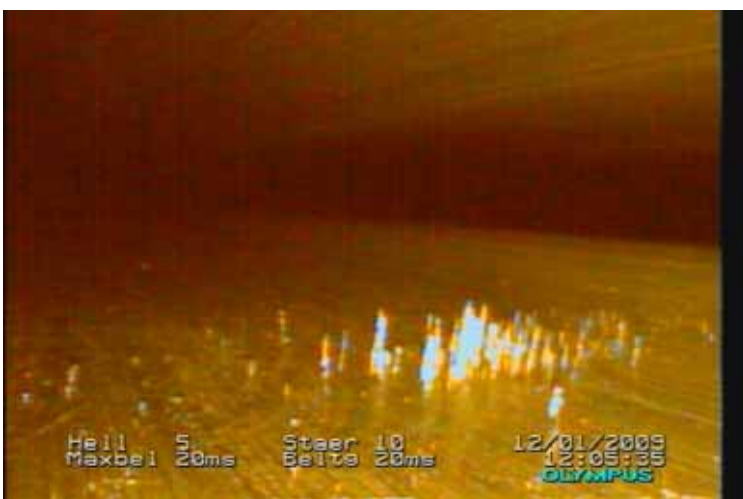


Abbildung 4: Endoskopaufnahme am Montag. Weiterhin gehäuftes Auftreten von kleineren (<math><0,5\text{ mm}</math>) Partikeln an Stellen maximaler Feldstärke des U-139.

Am Montagvormittag erfolgten weitere Versuche bei kleinstem Gap. Auch nach mehrmaligem Absaugen und Auf- und Zufahren des Undulators richteten sich immer wieder Krümel, Fetzen und Späne auf. Als dann auch noch das Auftürmen dieser Fremdkörpern beobachtet wurde, war die Entscheidung zum Wechsel der Vakuumkammer des U139 gefallen – siehe Abbildung 5.



Abbildung 5: Konglomerat aus übereinander stehenden Spänen, das dann mehrere mm in die Kammer ragt - die Situation nach mehrmaligem Säubern der Kammer!

Danach wurde noch am Montag mit den Vorbereitungen für die Verschiebung des Undulators begonnen. Nachdem er am Dienstag aus dem Weg geräumt war konnte die alte Kammer ausgebaut und durch die neue ersetzt werden. Am Mittwoch war das Vakuumsystem wieder komplett, die Kammer justiert und die Lecksuche erfolgreich abgeschlossen.

Schon am Donnerstag wurde die Anlage zum Strahlwaschen in Betrieb genommen. Schnell waren wieder hohe Ströme und damit optimale Bedingungen für die zügige Verbesserung des Vakuums erreicht. Am Freitag konnte deshalb auch entschieden werden, dass der Montag für die restlichen Arbeiten am U139 zur Verfügung stehen würde: Zurückschieben des Undulators, seine Justage und mechanische und elektrische Arbeiten an Endlagenschaltern und Korrekturspulen. Der normale Betrieb mit akzeptabler Lebensdauer und den üblichen Injektionsintervallen von 8 Stunden konnte deshalb am Montag wieder aufgenommen werden.

Für den Umfang der erforderlichen Maßnahmen war der Strahlzeitausfall von nur einer Woche für die Nutzer zwar schmerzlich aber glücklicherweise deutlich kürzer als ursprünglich befürchtet! Das war nur möglich durch den unermüdlichen Einsatz und die reibungslose Zusammenarbeit aller beteiligten Mitarbeiter! Allerdings war auch Glück dabei - aber das gehört den Tüchtigen:

Volker Dürr, Jörg Kolbe, Marc Dirsat, Michael Schuster, Livio Scanu, Stefan Rotterdam (Vakuum/Konstruktion der M-Gruppe);
Christian Kalus, Bernhard Lanz, Wolfram v. Scheibner, Thomas Schröter (Vakuum/Konstruktion der E-Gruppe);
Hans Bäcker, Johannes Bahrdt, Winfried Frentrup, Andreas Gaupp, Stefan Gottschlich (ID-Gruppe);
Detlef Arendt, Andreas Knoch, Alexander Meseck (Elektriker);
Gregorz Mielczarek, Thomas Birke, Manfred Martin, Hans-Georg Hoberg (Operateure)
Roland Müller, Peter Schmid, Jörg Feikes, Karsten Hollmack, Torsten Quast, Peter Kuske (Wissenschaftler).

PK 17.02.2009