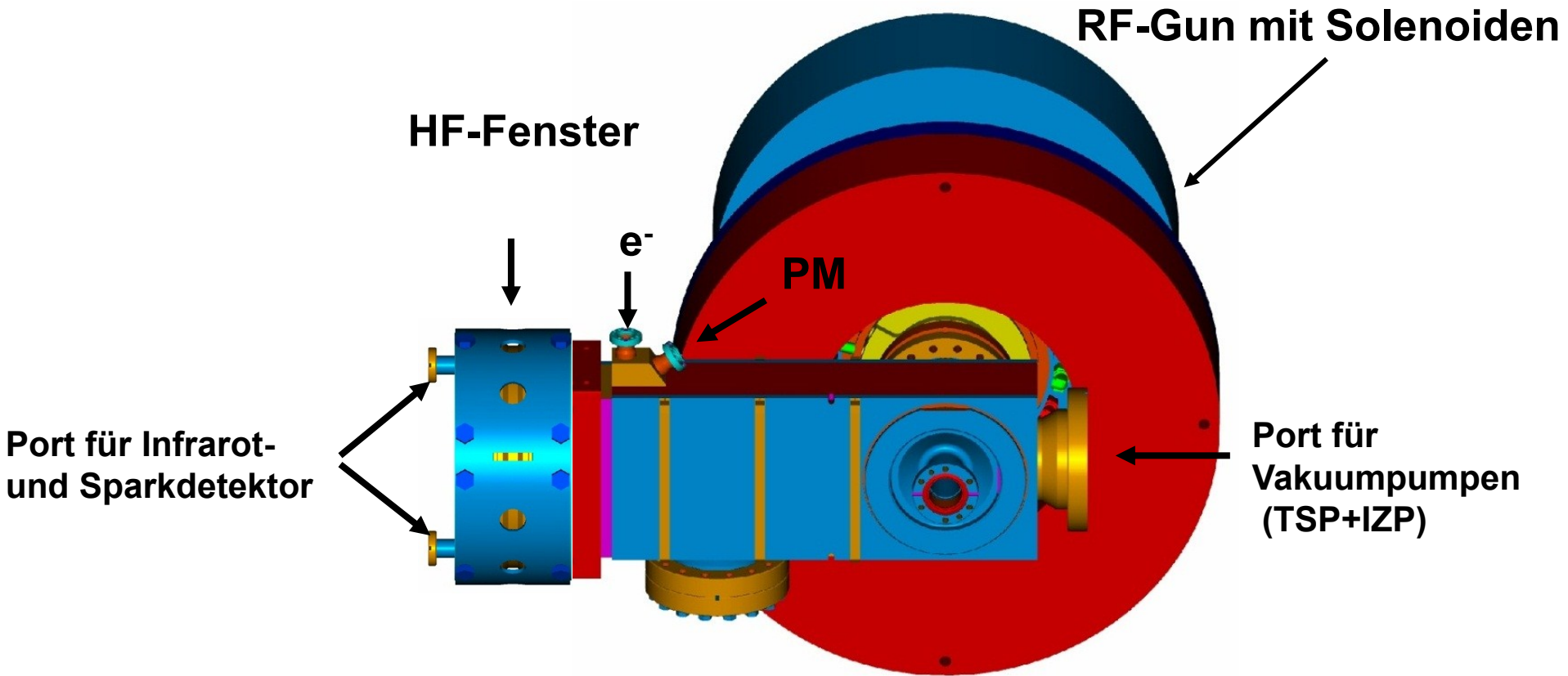


RF-Gun HF-Fenster

Sven Lederer

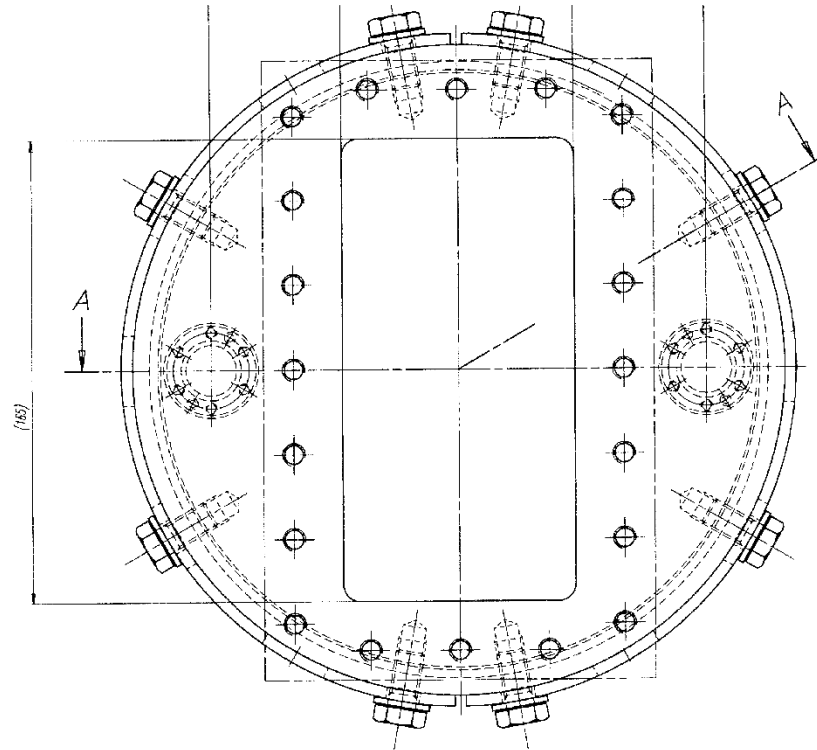
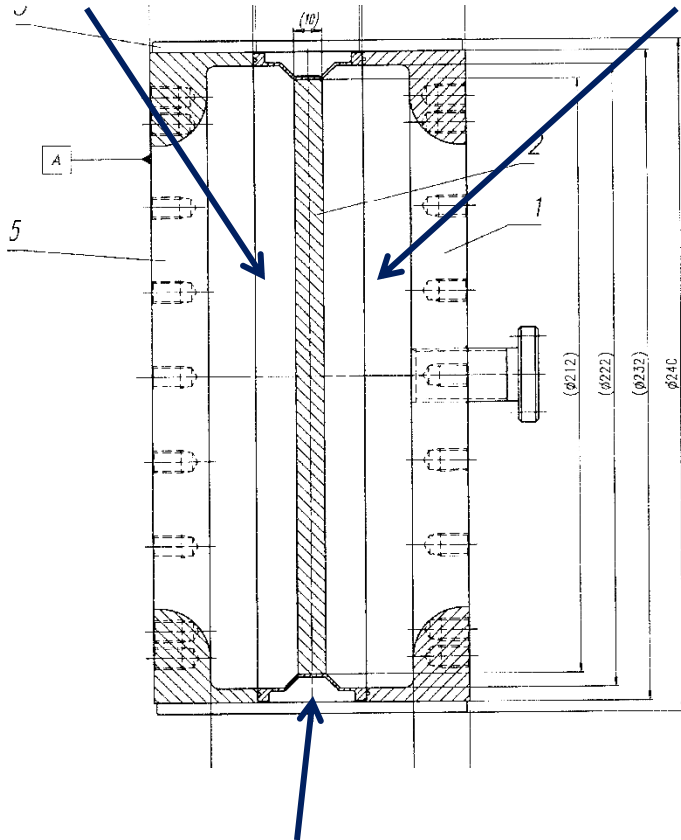
Beschleunigerbetriebsseminar Grömitz

26-29.09.2011



Vakuumseite

SF₆ - Seite

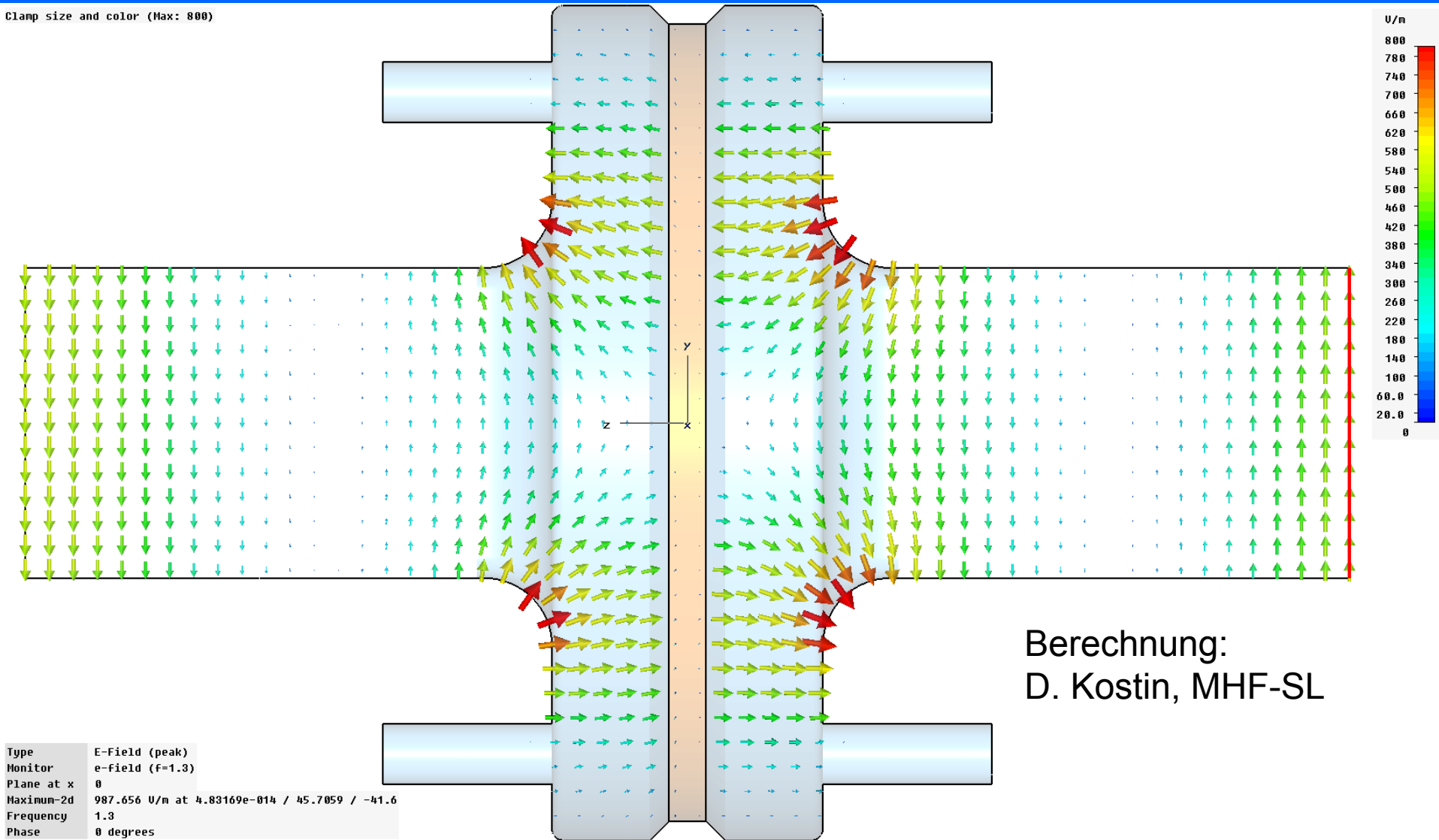


1 cm Al₂O₃ Keramik-Fenster als Barriere zwischen SF₆ und Vakuum

S. Lederer, Beschleunigerbetriebsseminar,
Grömitz 26.-29.09.2011

RF-Gun HF-Fenster

Clamp size and color (Max: 800)

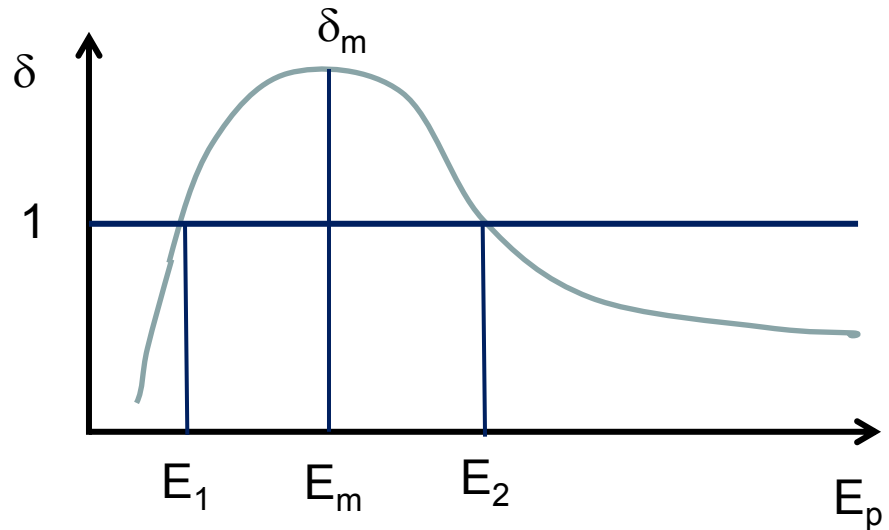
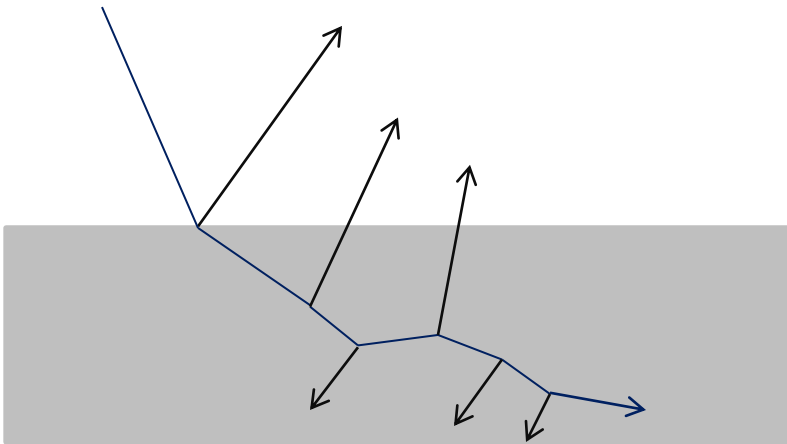


- > Fenstermaterial - Al_2O_3 :
 - Sehr guter Isolator
 - Sehr hohe mechanische Stabilität
 - Hoher Schmelzpunkt
 - Relativ gute Wärmeleitfähigkeit

- > Hohe Sekundärelektronenausbeute
 - > Daher Beschichtung notwendig

Sekundärelektronenausbeute (SEY)

$$\delta := \frac{\text{Anzahl emittierter Elektronen}}{\text{Anzahl einfallender (primär)Elektronen}}$$



⇒ Wenn die Energie der einfallenden Elektronen $> E_1$ und $< E_2$ ist, tritt Vervielfachung auf -> Multipactoring

$$\delta_m (\text{Al}_2\text{O}_3) \sim 7 !!$$

RF-Gun HF-Fenster

- > Reduktion von δ durch Beschichtung mit TiN
- > Je dicker die Beschichtung, desto effektiver ist SEY Unterdrückung
- > Je dicker die Beschichtung desto höher sind HF-Verluste -> Temperaturerhöhung

=> Es muss ein Mittelweg gewählt werden

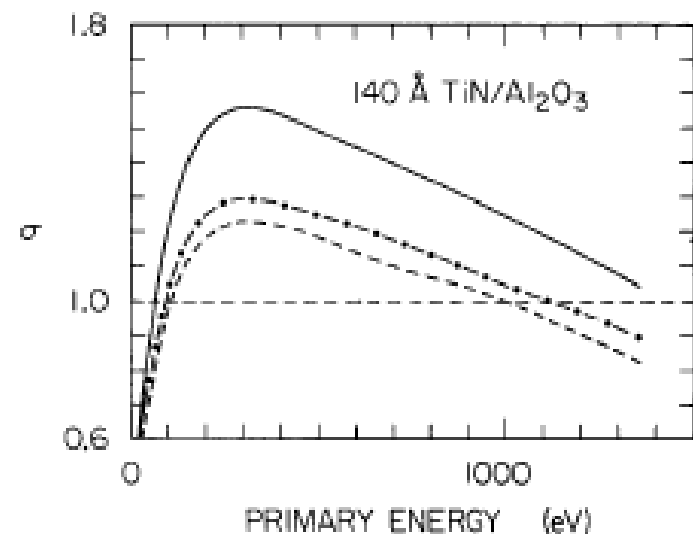


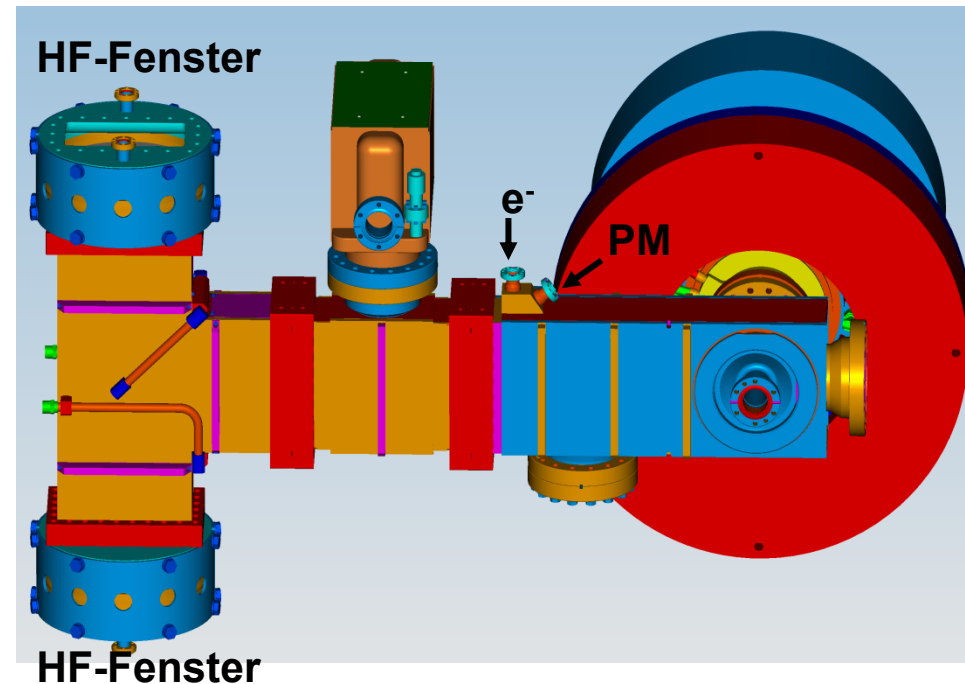
FIG. 1. Total SEE yield, 140 Å TiN on alumina: (---) after deposition, air exposure, and bake at 550° *in vacuo* for 10 h; (—) subsequently exposed to ambient atmosphere for 1 h; (- · -) followed by electron bombardment of 3×10^{17} electrons/cm².

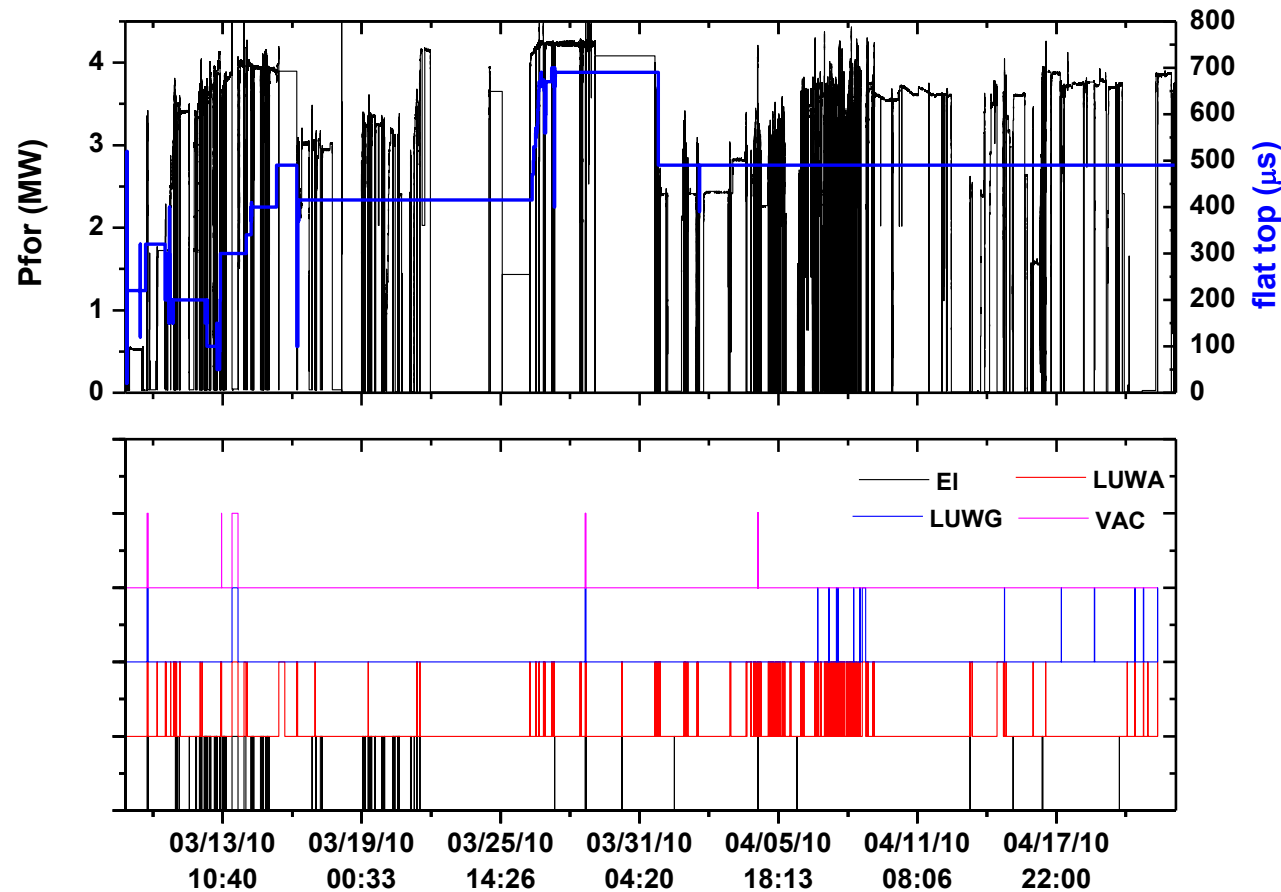
A. R. Nyaiesh, E. L. Garwin, F. K. King, and R. E. Kirby,
J. Vac. Sci. Technol. A **4** (5), 1986

Gun 4.2 Start-up

- > Anfang 2010 Gun4.2 von PITZ am FLASH installiert
- > Gun lief bereits bei PITZ instabil (stabil=2 IL/Woche), jedoch bei höherer Leistung (6-7 MW)
- > -> max. 3,5 MW pro Fenster
 - > Interlocks hauptsächlich PM
 - > Position der IL-Sensoren für Fenster ungünstig, insbesondere e^-
- > Für FLASH eines der bei PITZ verwendeten Fenster direkt an koaxialen Koppler montiert

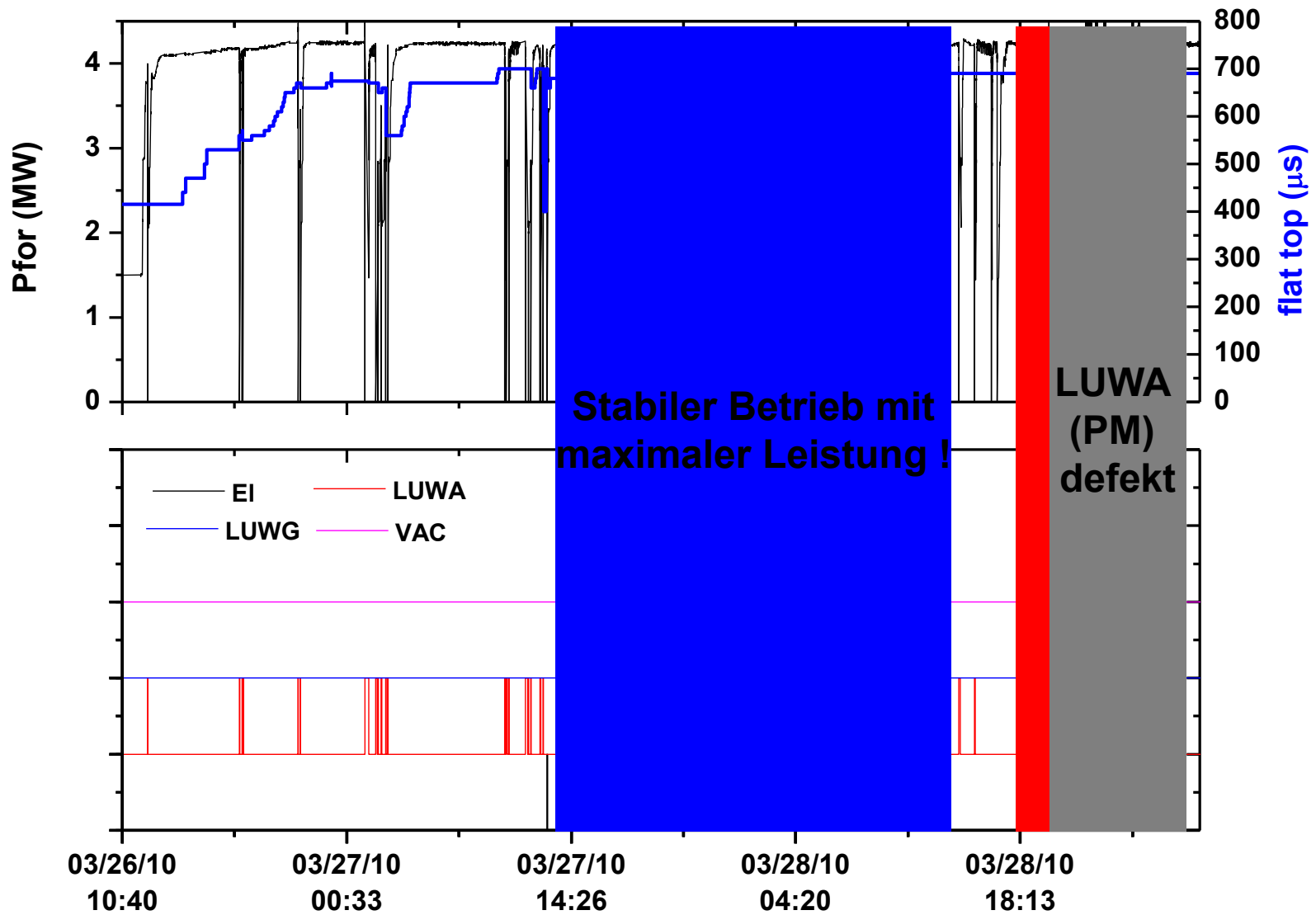
RF-gun set-up PITZ





- > Anfangs sehr guter Fortschritt – maximale Leistung bei 700 μs / 10 Hz erreicht nach wenigen Tagen
- > Im weiteren Verlauf eher Verschlechterung – steigende Zahl von Interlocks

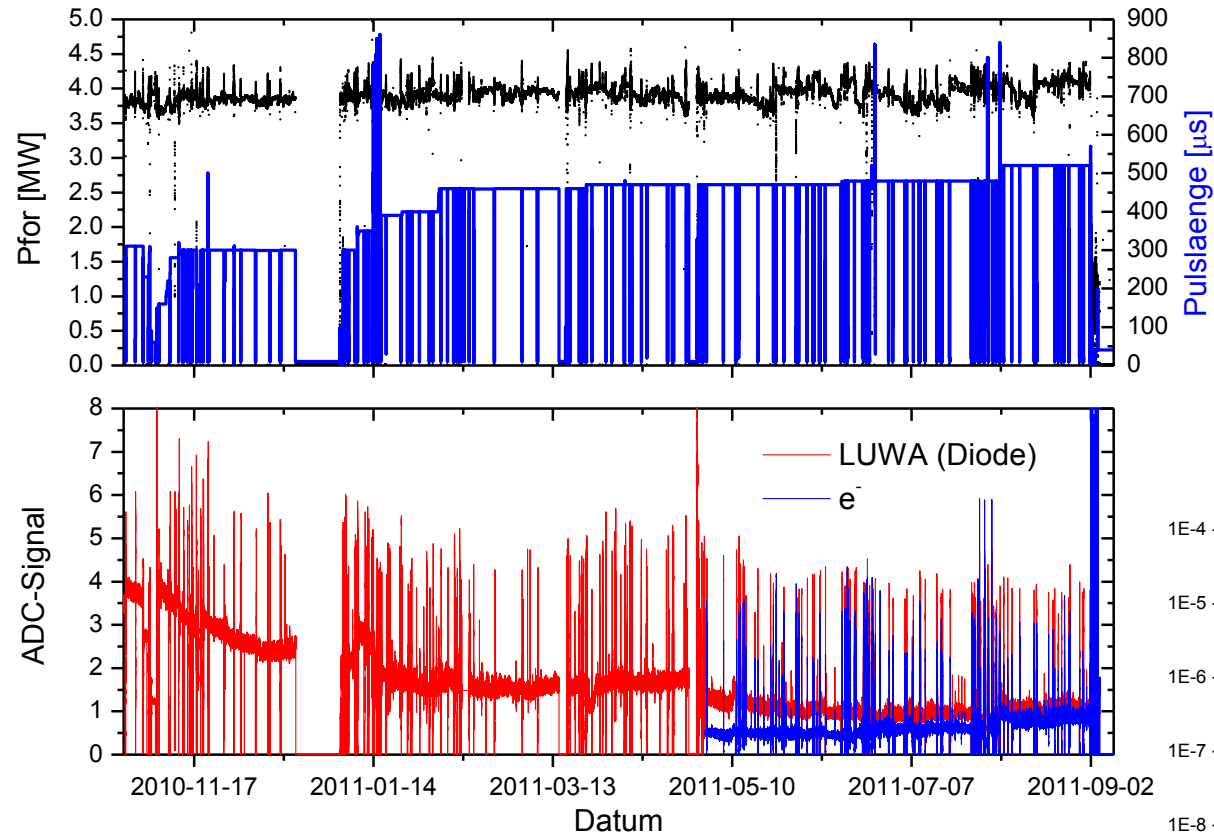
Gun 4.2 Start-up



Fenstertausch – 1.

- > Aufgrund massiver Interlocks durch PM wurde das HF-Fenster am 2010-06-10 getauscht.
- > Eingebaut wurde ein neues Fenster, welches vorher nie verwendet wurde.
- > Konditionierung nach Einbau sehr schleppend:
 - > Hohe Elektronenaktivität
 - > Multipacting-Schwelle muss mit kurzem Puls übersprungen werden
 - > PM in Sättigung !! Und wurde daher durch Diode ersetzt (ca. Faktor 30 unempfindlicher)

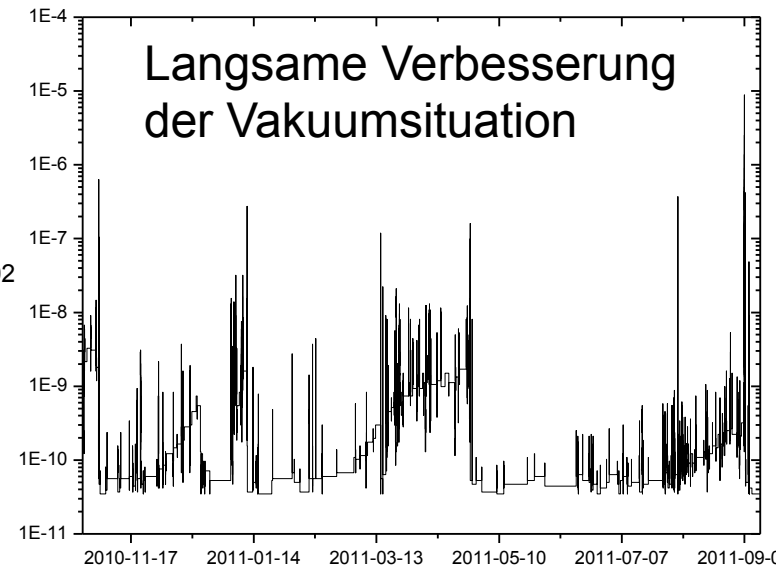
Historie Fenstertausch – 1.



- Langsame aber kontinuierliche Verringerung der Lichtaktivität
- Seit Mai leichter Anstieg Elektronenaktivität

Kontinuierliche Erhöhung der Pulsbreite

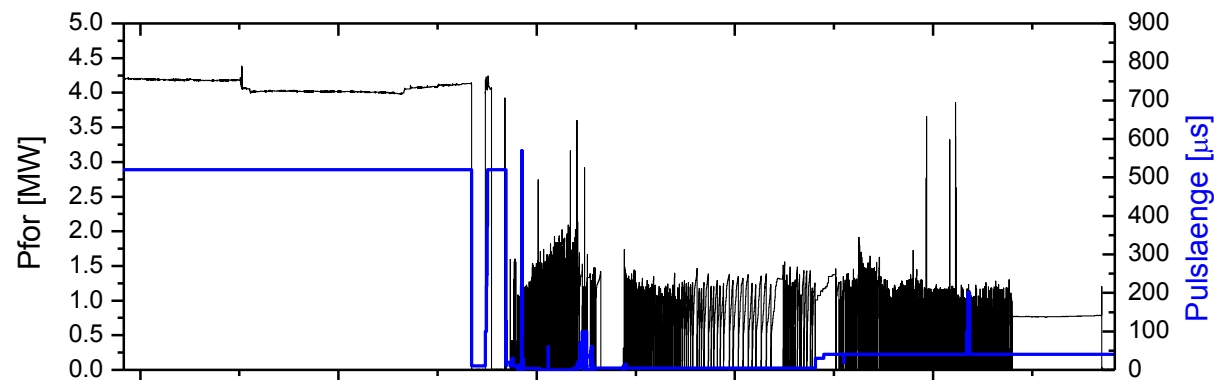
Aber: nach über 1 ¼ Jahren maximale Pulsbreite von 900 μs nicht erreicht!



C

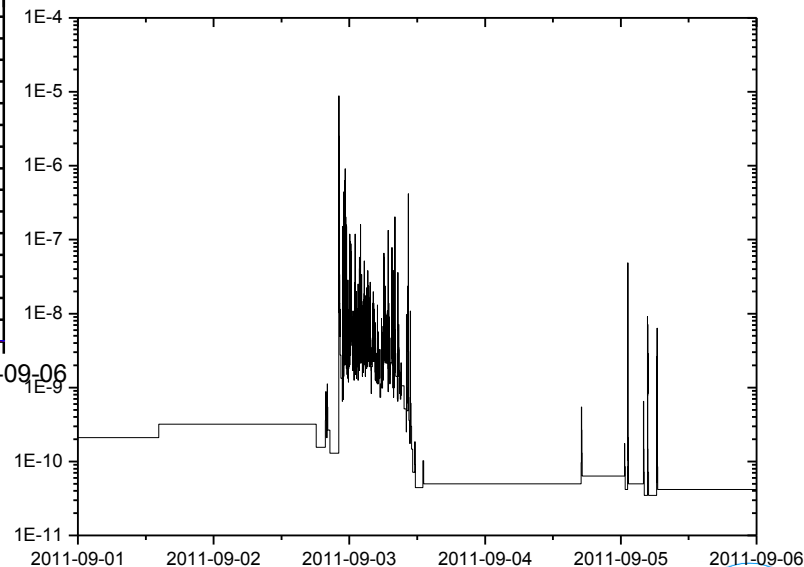
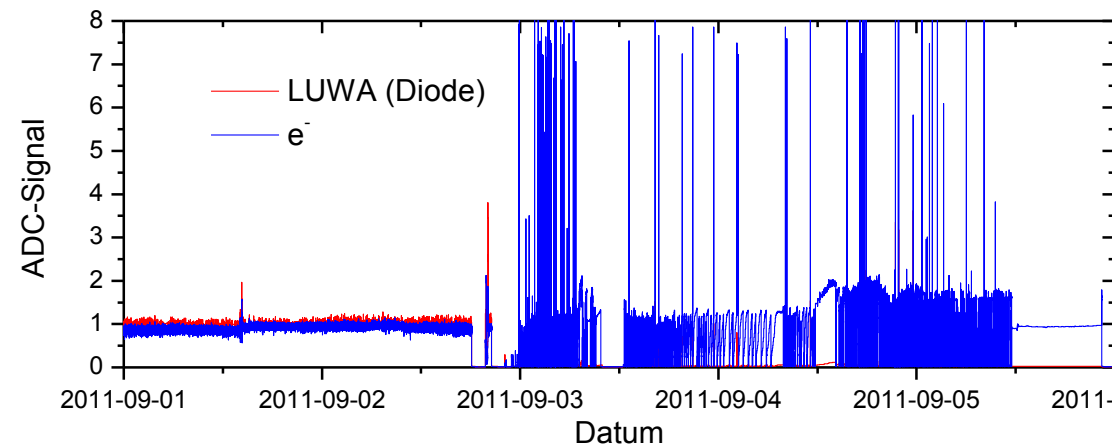
Historie Fenstertausch – 1.

Am 2.9.2011: Einschalten der RF-Gun wie gewohnt mit voller Leistung, aber mit zu großer Pulslänge – was funktionierende Fenster überstehen, dieses nicht.



Anschließend:

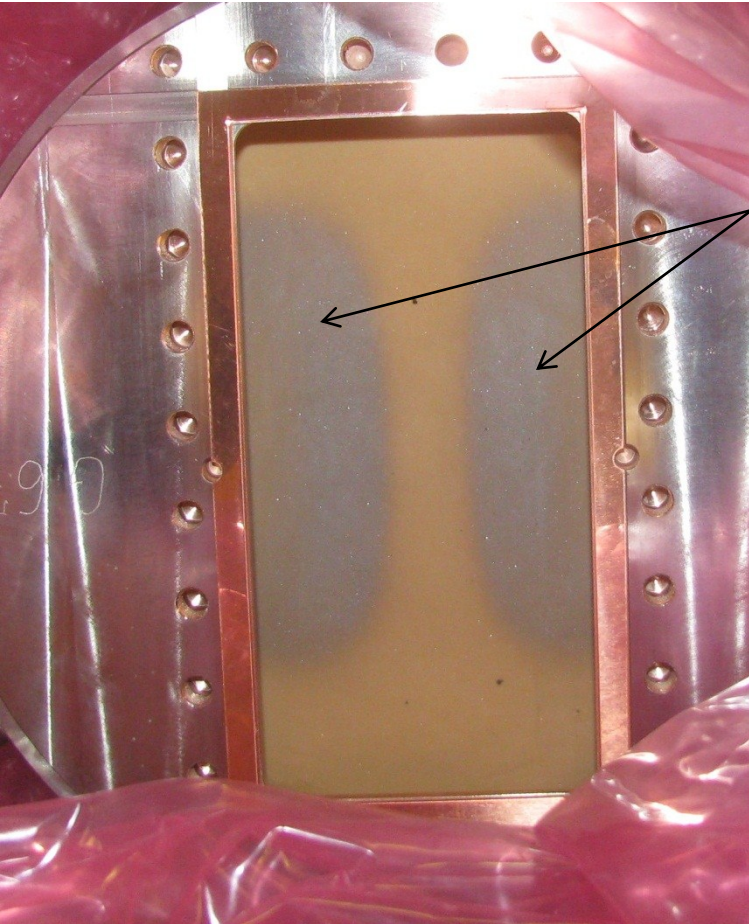
- Betrieb verhindert durch Elektronenaktivität
- Sehr hohe Vakuumaktivität



Fenstertausch – 2.

> Kein Betrieb mehr möglich !!

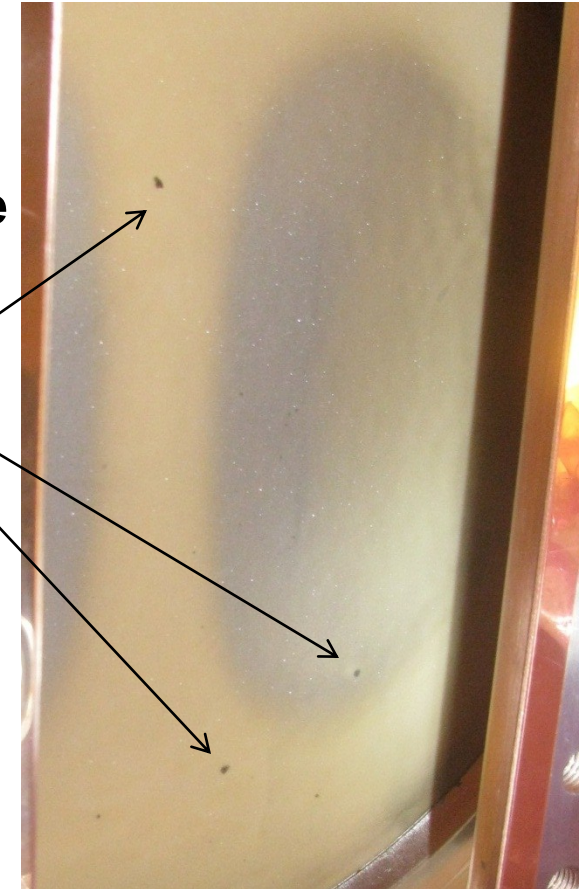
→ 2011-09-08 erneuter Fenstertausch



Fotos Vakuumseite:

Eindeutige Spuren, die das Dipolfeld abbilden

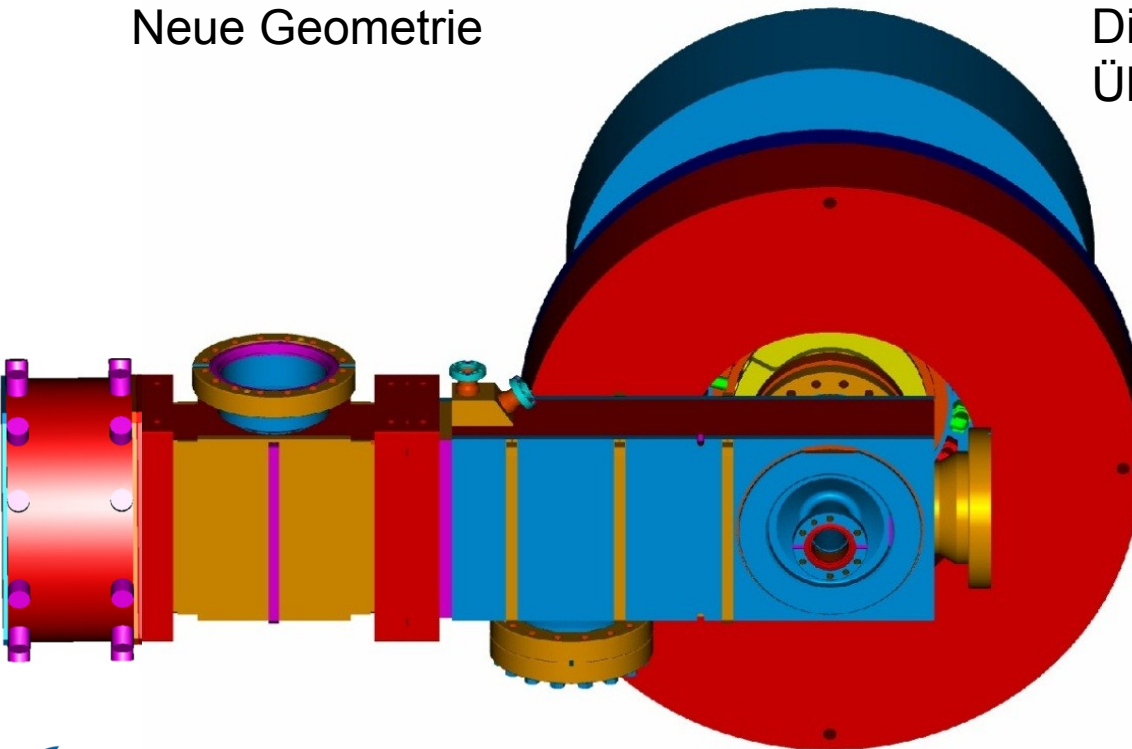
Zusätzlich einige sehr große Partikel



Fenstertausch – 2.

Neues Fenster ist das von Gun2, welche 2010 ausgebaut wurde. Dieses Fenster hat während der Verwendung von gun2 problemlos funktioniert.

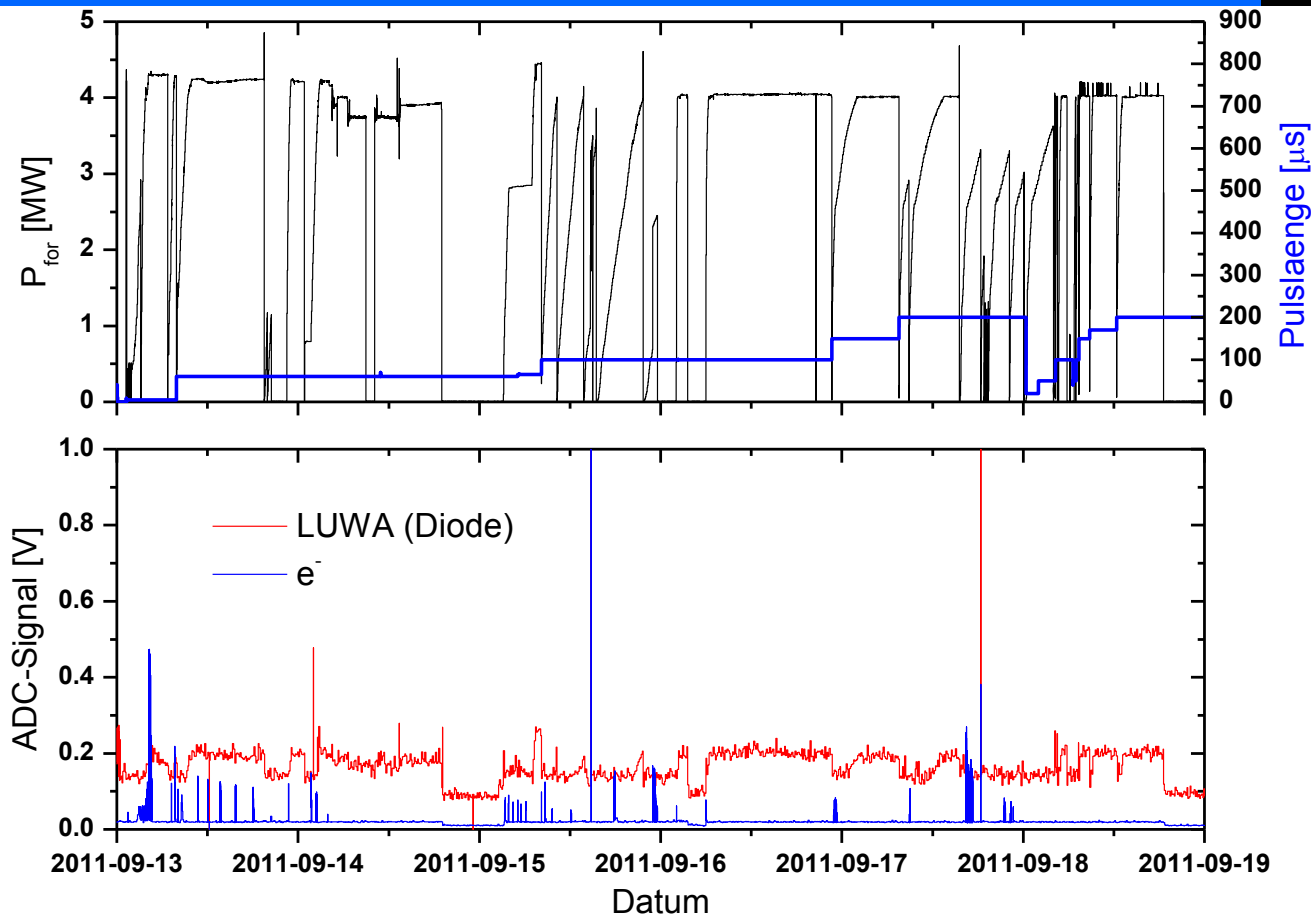
Neue Geometrie



Aufgrund unterschiedlichen Dichtungssystemen war Einbau eines Übergangsstückes notwendig.

- Geänderte Feldintensität am Fenster
- e^- Detektor viel weiter entfernt und daher unempfindlicher
- Größeres Volumen zu pumpen

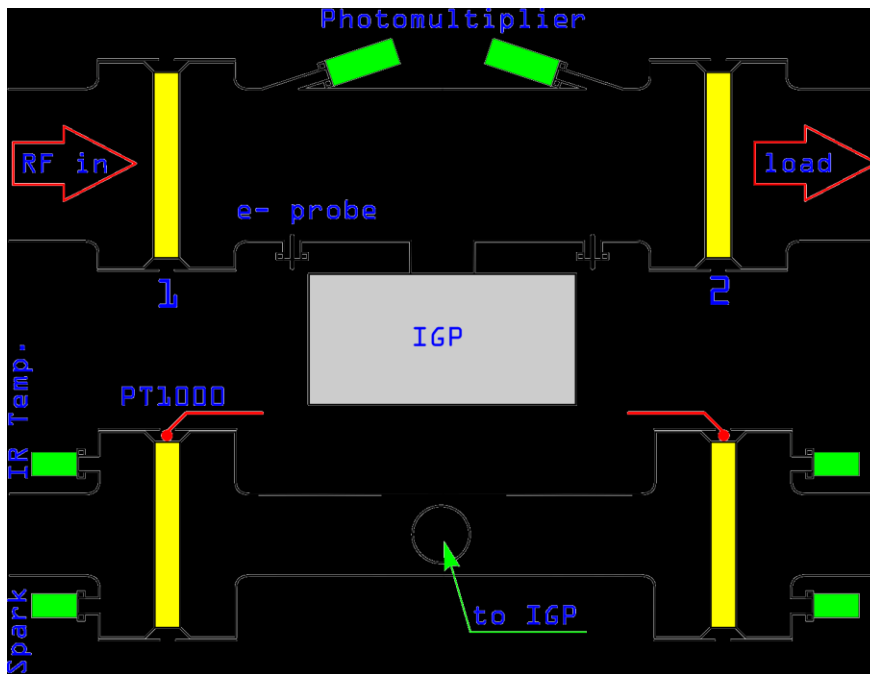
Neustart mit altem Fenster



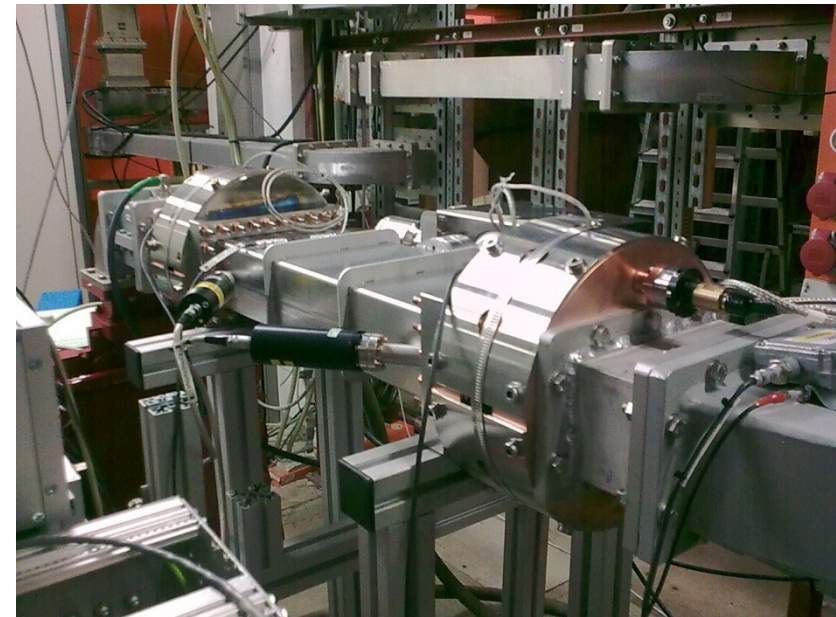
- > Innerhalb von 3 h maximale Leistung bei 30 μs erreicht
- > Problemlose Erhöhung der Pulslänge bis zu 200 μs
- > Wieder PM anstatt Diode verwendet und trotzdem nur vernachlässigbare Aktivität
- > Elektronensignal stark unterdrückt (aber Vorsicht: andere Geometrie)

“Off-line” Tests

- > HF-Fenster-Teststand
- > Partikelfreier UHV-Wellenleiter für zwei HF-Fenster
 - > Vakuumpumpe
 - > Interlocksensoren für beide Fenster
 - > Erster Test zweier Fenster an Klystron 1



D. KOSTIN, MHP-SE



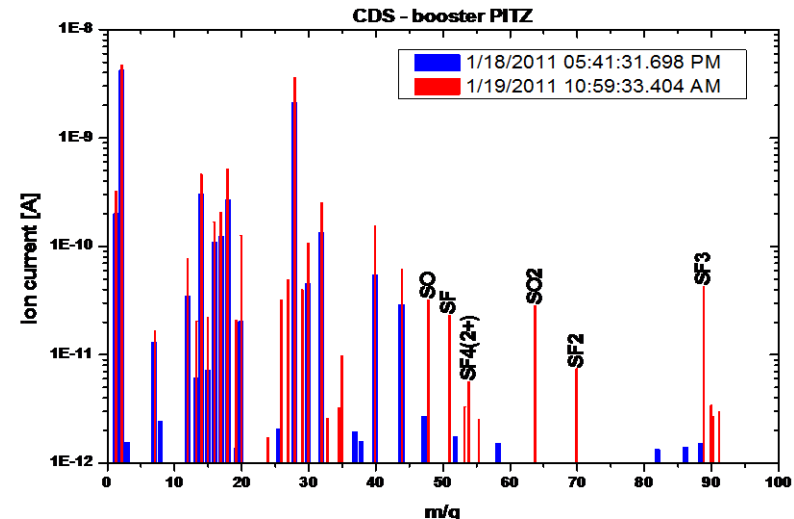
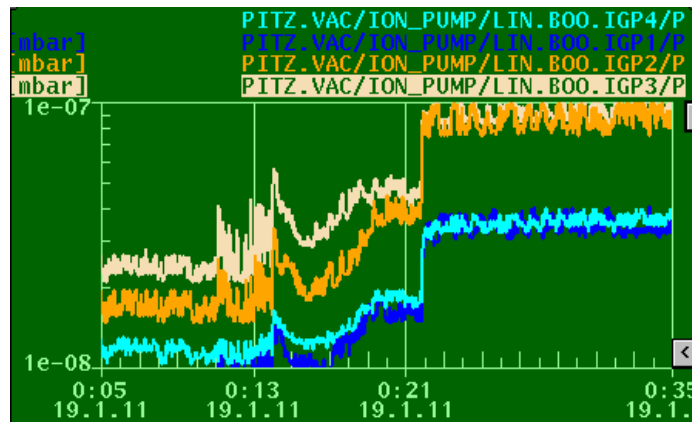
S. Lederer, Beschleunigerbetriebsseminar,
Grömitz 26.-29.09.2011

“Off-line” Tests

- > Getestete Fenster: G66 (1) and G65 (2)
- > Konditionierung bis 1 MW bei 20 μs / 2 Hz brauchte 200 h, was vergleichbar mit den schlechtesten Kopplern ist
- > Limitierung durch Vakuum und Licht (G66 zeigte mehr Aktivität)
- > Konditionierung über 1 MW nicht möglich
 - > Gesättigter Lichtdetektor
 - > Zwei Spots sichtbar – bestimmt durch Dipolfeld
 - > Selbst auf Luftseite ist die Leuchtverteilung sichtbar
- > Fenster können bis 3,5 MW bei 1300 μs / 2 Hz betrieben werden, aber:
 - > Starke Vakuumaktivität
 - > Fenstertemperatur steigt auf 100 °C
 - > Multipactor-“Resonanz” bei 3 MW
- > Betrieb bei 10 Hz nur bis 1,5 MW möglich wegen Vakuumaktivität, Fenstertemperatur 140°C ungesättigt
- > TTF2 Koppler (ebenfalls G-Typ) Konditionierungen und Tests in der Vergangenheit waren erfolgreicher/schneller und ohne Lichtemission

In der Zwischenzeit...

- > Vakuumleck eines HF-Fensters am CDS-Booster bei PITZ am 19.01.2011



- > Keine Analyse möglich, da:
 - > SF₆ seitig montierte Spark- und Infrarotdetektoren haben keine Historie
 - > Vakuumseitig weder Elektronendetektor noch Photomultiplier installiert

> FLASH:

- > 1 HF-Fenster wegen hoher Interlockzahl (PM) zur Sicherheit getauscht
- > 1 HF-Fenster nach 1 ¼ Jahren nicht mehr zu gebrauchen
- > 1 gebrauchtes HF-Fenster momentan problemloser Betrieb

> PITZ:

- > 1 HF-Fenster mit Vakuumleck

> Fensterteststand:

- > 2 Fenster nicht konditionierbar / nicht verwendbar

Nächste Schritte – 1.

- > Analyse der Schäden an Fenster G6.7
- > Überprüfung des Präparationsprozesses
- > “Qualitätskontrolle” neu präparierter Fenster
 - > SEY Messungen
 - > Aktive Schichtdickenkontrolle
 - > Testproben während Präparation
- > Konditionierung neuer Fenster am Fensterteststand
- > Nur noch Einbau von konditionierten Fenstern

Nächste Schritte – 2.

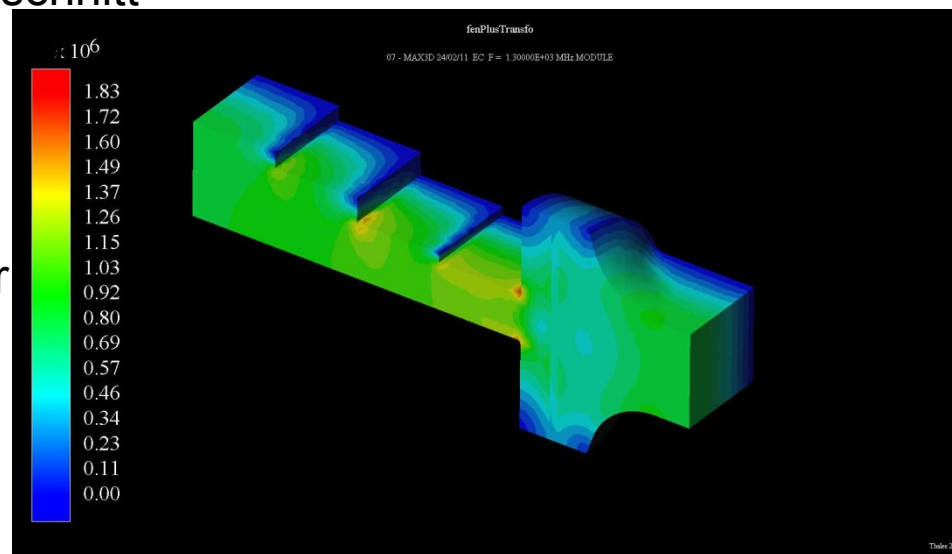
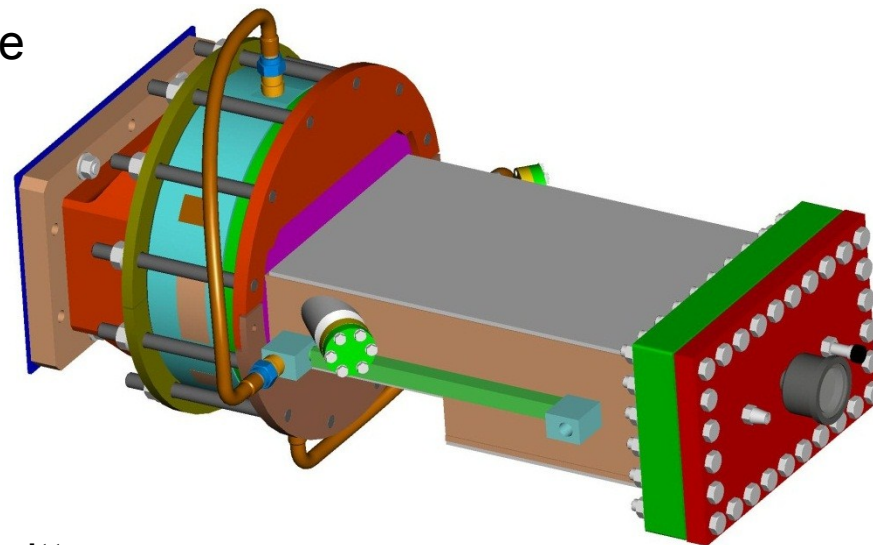
Die HF-Fenster an den Klystren haben ähnliche Anforderungen wie das an der RF-Gun und funktionieren bis zu 5 MW.

Unter Federführung von MHF-p Auftrag einer Fensterentwicklung durch Thales Electron Devices S.A.

Anforderungen:

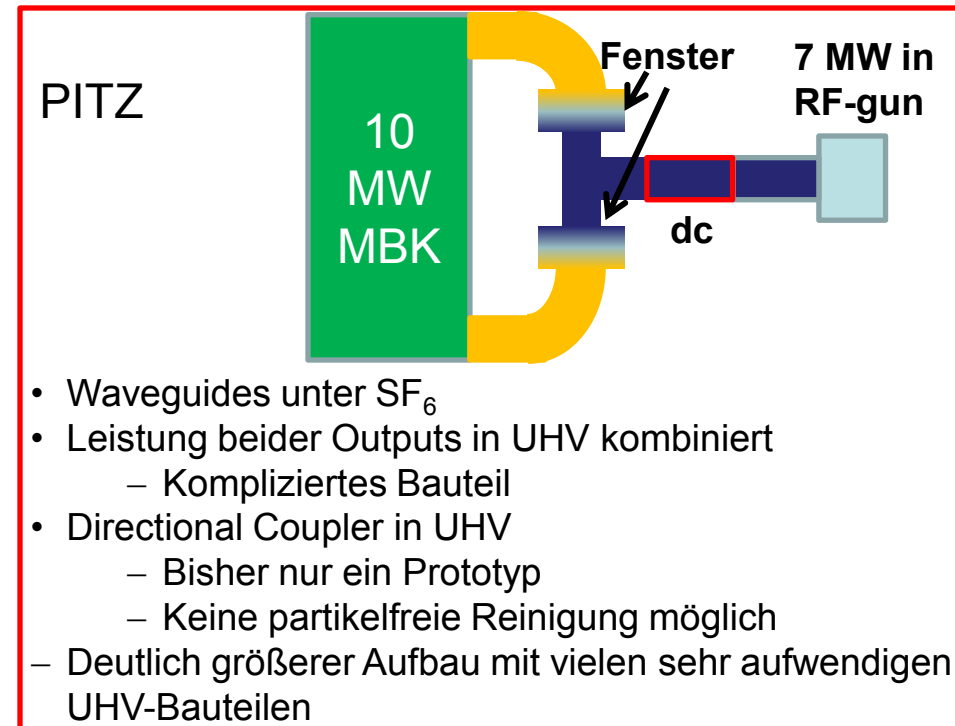
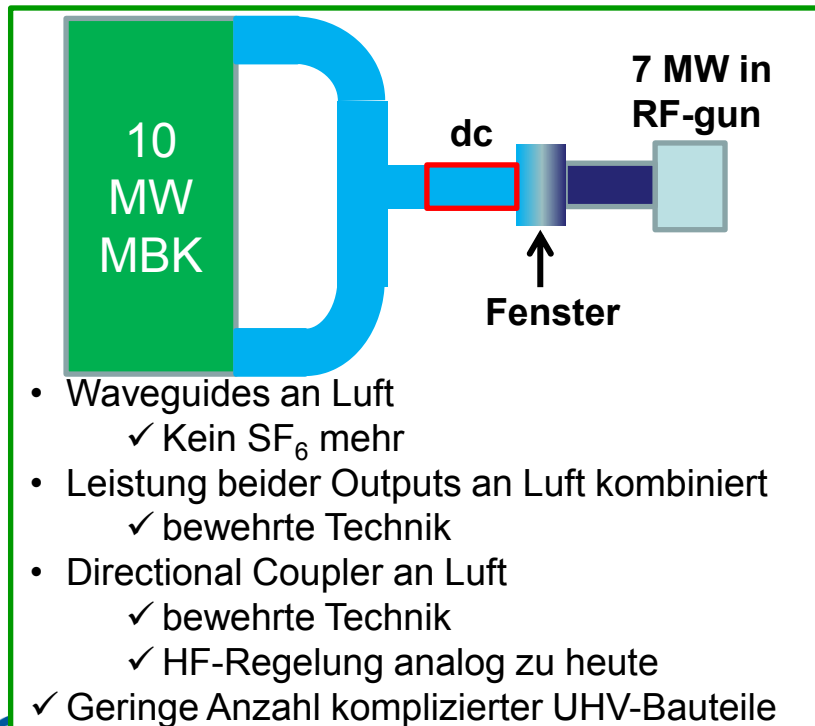
- > Frequenz 1,3 GHz
- > HF-Leistung 8 MW Peak – 75 kW Durchschnitt
- > Waveguide anstatt SF₆ trockene Luft bis bar
- > möglichst kürzer als 50 cm

Aufbau eines Teststandes für diese Fenster läuft. (MHF-p, MHF-SL, MVS)



Nächste Schritte – 2.

- > Falls das kommerzielle Fenster funktioniert, sind gleich zwei Probleme gelöst:
 1. FLASH kann mit nominalen Parametern der RF-Gun laufen und der Gradient kann sogar erhöht werden, wodurch eine weitere Reduktion der Emittanz erreicht werden würde.
 2. Die ähnliche Problematik für den XFEL wäre gelöst. Momentan wird hier auch 1-Fenster Lösung angestrebt. Dafür müsste ein Fenster aber bis zu 7 MW HF-Leistung problemlos standhalten.



- > An allen Bemühungen zur Verbesserung beteiligte Gruppen (alphabetisch):
 - > MHP-p
 - > MHF-SL
 - > MVS