

TRAVEMÜNDE 2016

FLASH Betrieb Teil 1

Mathias Vogt (DESY-MFL)

für das FLASH Kern-Team : A. Brinkmann, B. Faatz, C. Grün, K. Heuck, K. Honkavaara, K. Klose, J. Rönsch-Schulenburg, S. Schreiber, J. Zemella; und alle, die bei FLASH mitmachen !!!

- Highlights
- Neuerungen:
LOLA-1Hz, OrbitFB...
- Die RF-Gun
- Optik / Dispersion
- FL1 ↔ FL2
- Zusammenfassung



Highlights

User Betrieb bei FLASH2

- Am 08.04.2016:
1te User bei FLASH2 (inhouse)
- Am 20.05.2016:
1te externe User bei FLASH2
- Es gibt erst eine photon beamline bei FLASH2!

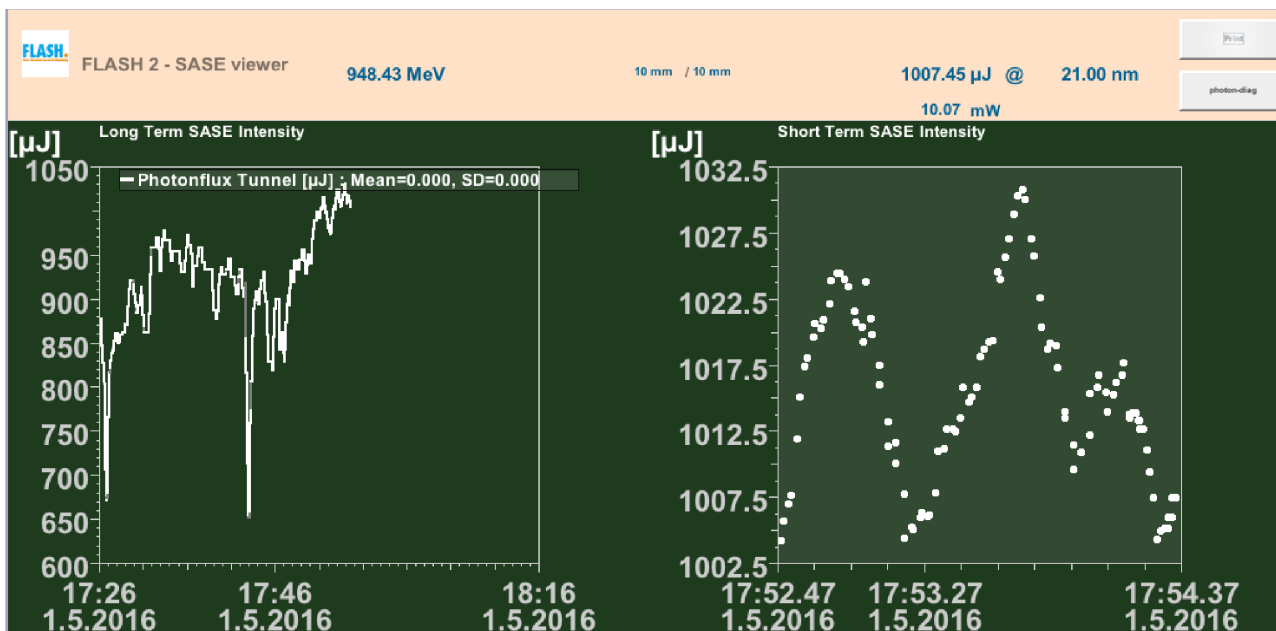
Mar/Apr 2016, FLASH 2 - Block2 last update: 21.9.2016 (change # of bunches)

day shift (7:00-19:00)				night shift (19:00-7:00)			
21.3.16	Mo	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm		
22.3.16	Tu	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm		
23.3.16	We	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm		
24.3.16	Th	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm		
25.3.16	Fr	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm		
26.3.16	Sa	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm		
27.3.16	So	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm		
28.3.16	Mo	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm		
29.3.16	Tu	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm	FL2 Commissioning	4.2 nm - 12.6 nm		
30.3.16	We	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm	FL2 Commissioning	21.9 nm - 65.7 nm		
31.3.16	Th	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
1.4.16	Fr	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
2.4.16	Sa	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
3.4.16	So	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	21000000	
4.4.16	Mo	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	21000000	
5.4.16	Tu	Maintenance		FL2 Commissioning			
6.4.16	We	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
7.4.16	Th	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
8.4.16	Fr	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	21000000	
9.4.16	Sa	FL2 Commissioning		FL2 Commissioning			
10.4.16	So	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
11.4.16	Mo	Moshammer	28 nm FL26	Moshammer	28 nm FL26	11000980	
12.4.16	Tu	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	Feldhaus/Toelkes	13.5 nm FL24	21000000	
13.4.16	We	FL2 Commissioning	30.2 nm - 90.6 nm	FL2 Commissioning	30.2 nm - 90.6 nm		
14.4.16	Th	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	11000995a	
15.4.16	Fr	FL2 Commissioning	15.9 nm - 47.7 nm	FL2 Commissioning	15.9 nm - 47.7 nm		
16.4.16	Sa	FL2 Commissioning	15.9 nm - 47.7 nm	FL2 Commissioning	15.9 nm - 47.7 nm		
17.4.16	So	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	11000995b	
18.4.16	Mo	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	11000995b	
19.4.16	Tu	Maintenance		Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	11000995b	
20.4.16	We	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	11000995b	
21.4.16	Th	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	Moshammer/Schnorr	46.1 nm FL26	11000995b	
22.4.16	Fr	Moshammer/Schnorr	23 nm FL26	Moshammer/Schnorr	23 nm FL26	11000995a	
23.4.16	Sa	Moshammer/Schnorr	23 nm FL26	Moshammer/Schnorr	23 nm FL26	11000995a	
24.4.16	So	FL2 Commissioning	30 nm - 90 nm	FL2 Commissioning	30 nm - 90 nm		
25.4.16	Mo	FL2 Commissioning		FL2 Commissioning			

User	wavelength	# bunches	rep rate	pulse dur.	pulse energy	Beamline	focus?	Laser /THz	Split + delay	application #
Moshammer	28 nm +/- 0.50 nm	60	250kHz	< 50 fs	50	FL26				11000980
Moshammer/Schnorr	23 nm +/- 0.30 nm	50	200kHz	50-100 fs	50	FL26				11000995a
Moshammer/Schnorr	46.1 nm +/- 0.30 nm	50	200kHz	50-100 fs	50	FL26				11000995b
Feldhaus/Toelkes	13.5 nm +/- 0.55 nm	30	1MHz	100 fs	max µJ	FL24				21000000

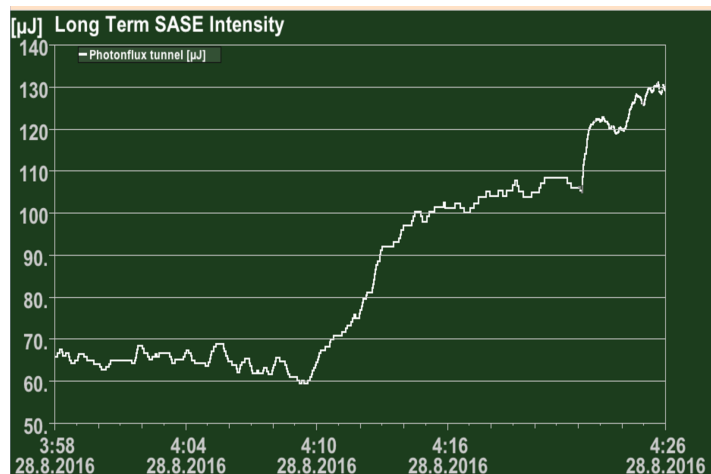
- Seither: regelmäßig paralleler User Betrieb
 - FLASH2 noch nicht zu 100% belegbar
- ← es fehlen beamlines!

1 mJ SASE bei FLASH2

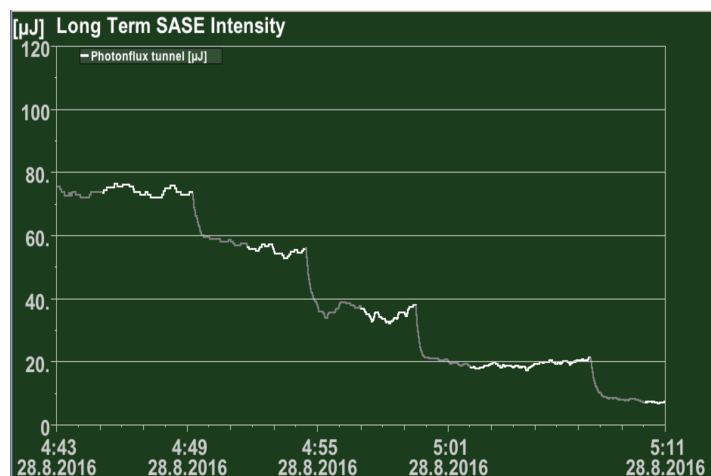


- Sonntag 01.05.2016, Spätschicht (H.-T.D & M.V.)
 - Studien:
 - FL1: 7nm (~ 950 MeV) \rightarrow THz streaking.
 - FL2: Evgeny S.& Mikhail Y.; Goal: "Coherence properties of the radiation from SASE FEL using statistical methods"
 - Ganz nebenbei, neue Tapering Strategie ausprobiert
- \Rightarrow $1 \text{ mJ bei } 21 \text{ nm} \rightarrow 1 \cdot 10^{+14} \gamma/\text{Puls}$
- Herzliche Glückwünsche nochmal !!!
 - Selbe Schicht: Harmonic Self Seeding bei 7nm gezeigt!

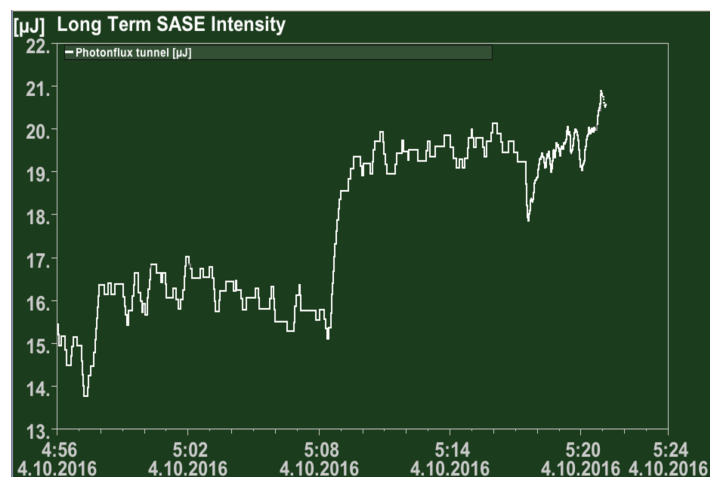
Laser 3 (KurzPuls) im Routinebetrieb



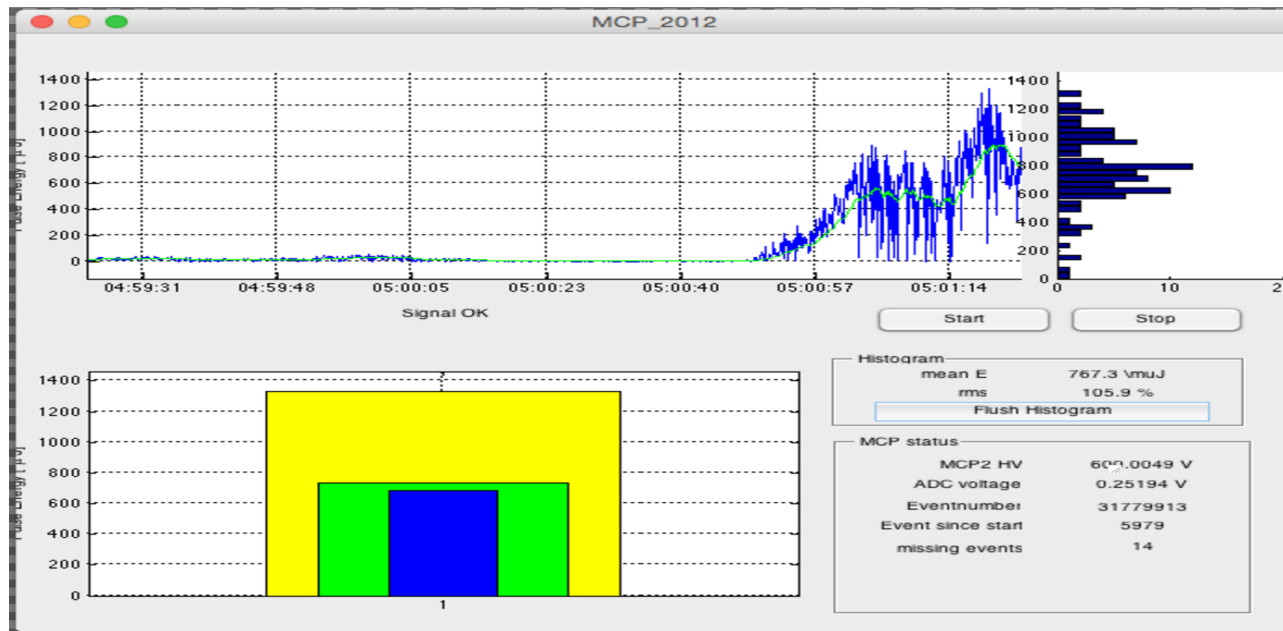
↑ 12 undulators ↓ 10 → 6 undulators



- Links: **FL2**, 700 MeV, 90 pC
130 μJ bei 12 Und.
→ ~ 1 μJ 100% Flukt. bei 5 Und.
→ ~ 1.5 Moden ≡ wenige fs !
→ richtige e^- & γ Diagnostik fehlt!
- **Juliane's Vortrag (Morgen)**
- Für User ↓

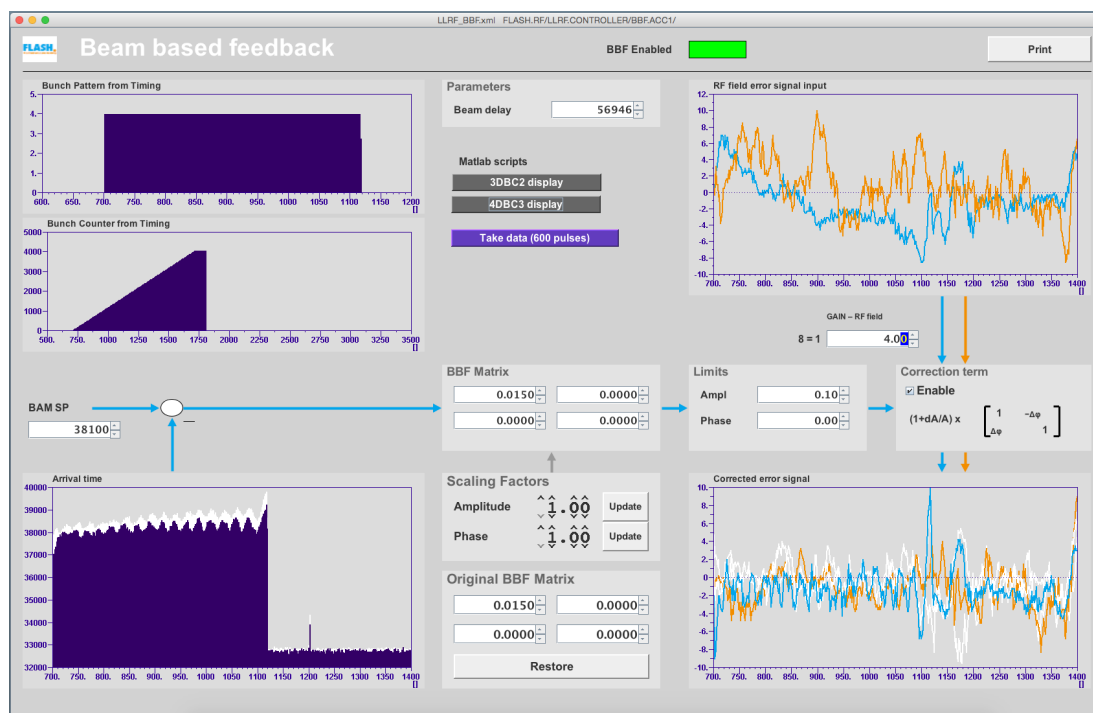


HGHG seeding



- 28.01.2016, Nachtschicht:
- 266 nm seed laser (800nm/3)
- **H**igh **G**ain **H**armonic **G**eneration
= Erzeugung höherer Harmonischer auf der high-gain Seite (im FEL).
- 7te Harmonische : $266/7 = 38$ nm.
- Sogar nach 28g "delivered" !
≡ (1te friendly users von HGHG bei [FLASH1.](#))

Erster Run mit μ TCA IntraTrain Ankunftszeit FB

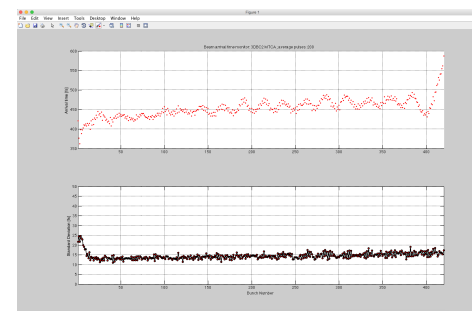


→ Neue (μ TCA) crates (Prototypen) sind fertig
 ... aber noch nicht getestet!

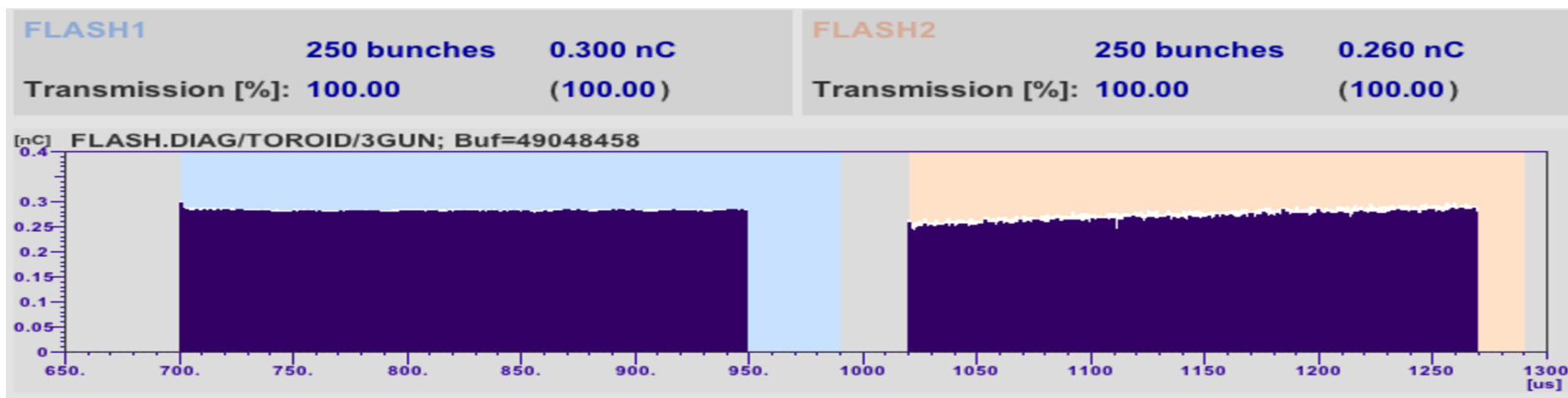
- **Auf speziellen Wunsch f. User Exp. ausprobiert.**
- RMS Arrival time jitter wohl besser als 15 fs (Messung!)
- **NOCH NICHT IM STANDARD BETRIEB FREIGEgeben!**

* Das kommt uns doch bekannt vor?

- Yeap! Aber nur mit der alten VME-Elektronik!
- Bis jetzt keine **schnelle** Kommunikation zwischen alten (VME) BAM crates und der neuen (μ TCA) LLRF → → → →



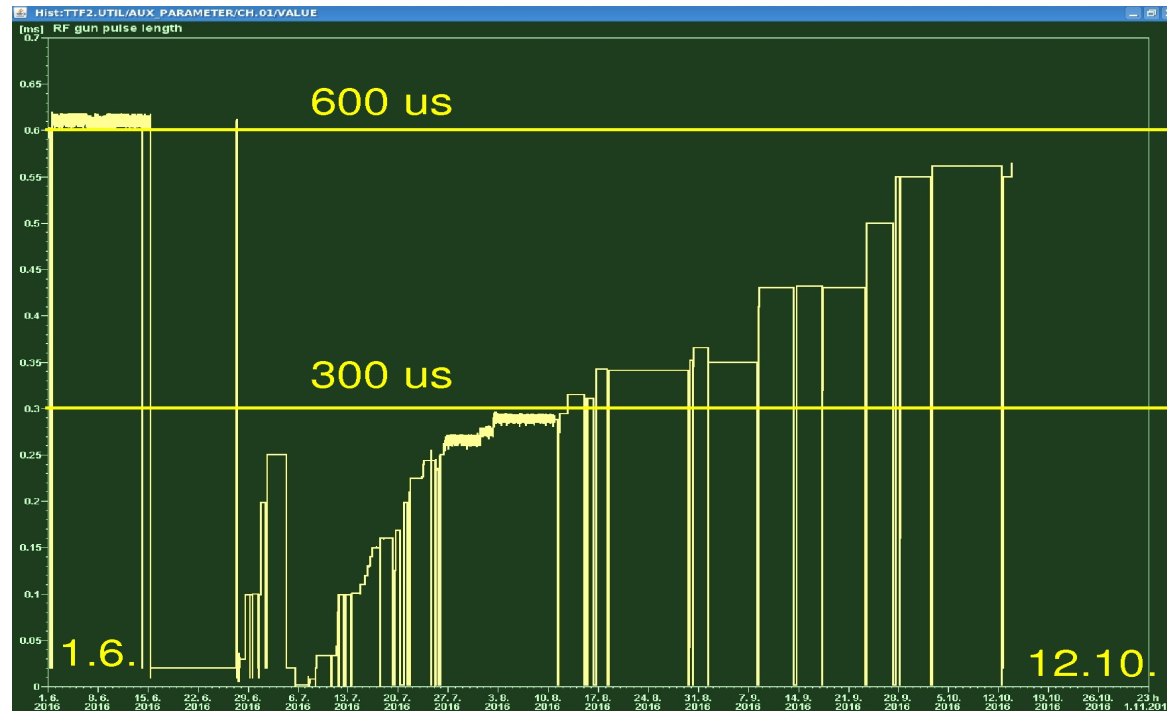
Lange Bunchtrains bei FLASH1 & FLASH2



- Fast schon langweilig:
- Lange Bunch-Trains gleichzeitig bei FLASH1 und FLASH2.
- Beliebige Verteilung zwischen den beiden beamlines möglich.

- Gap bachten! Mindestens 50 μs , besser 70!
 - Unterschiedliche Ladung / Kompression...
- ⇒ Split Flat Tops
(→ mein Talk [Morgen](#))

RF Gun Flat Top bei 600 μs

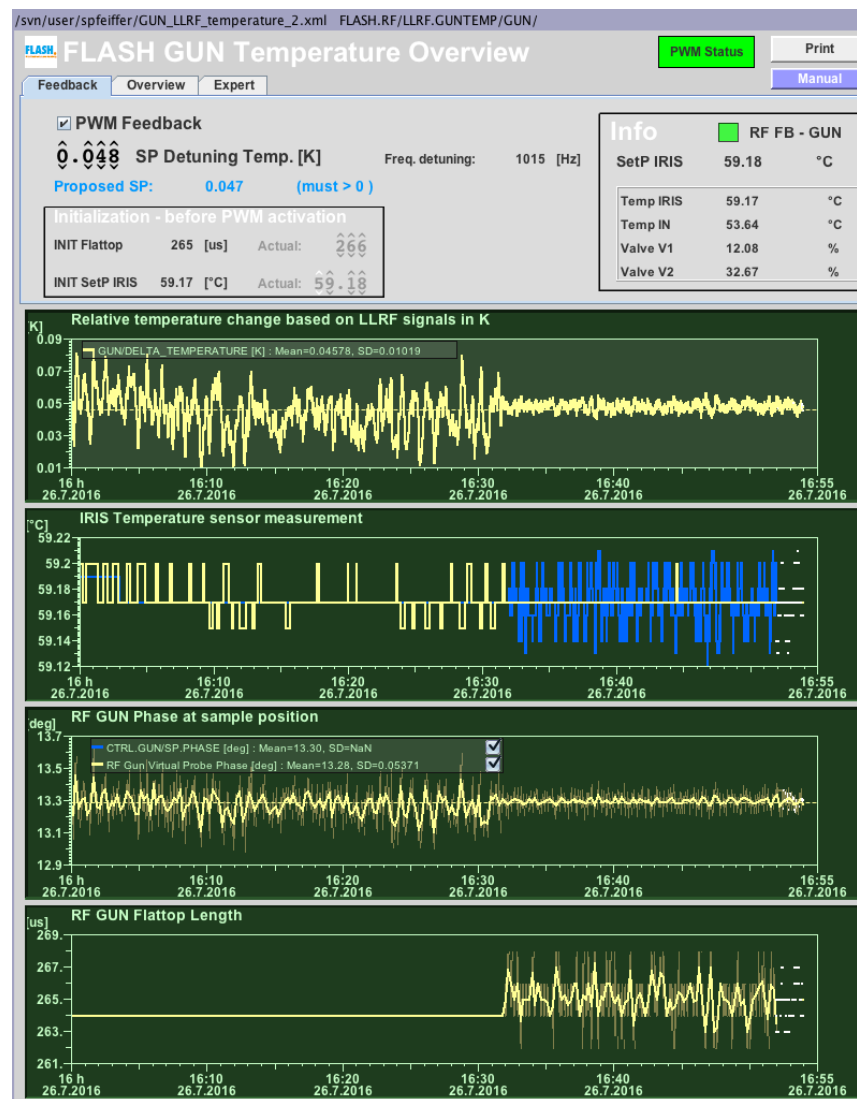


- Nach Jahren der “Dürre” ...
 - endlich stabiler User-Betrieb bei ca. 600 μs !
 - OK, Design ist 800 μs ,
 - aber selbst der X-FEL traut sich nur 650 μs !
 - Nach Mini-Shutdown Ende Juni:
 - Fenstertausch nötig (→ dazu kommen wir noch!)
 - Aber:
Das Rekonditionieren des Fensters und der Gun → ausserordentlich schnell
- ⇒ schon (fast) wieder bei 600 μs

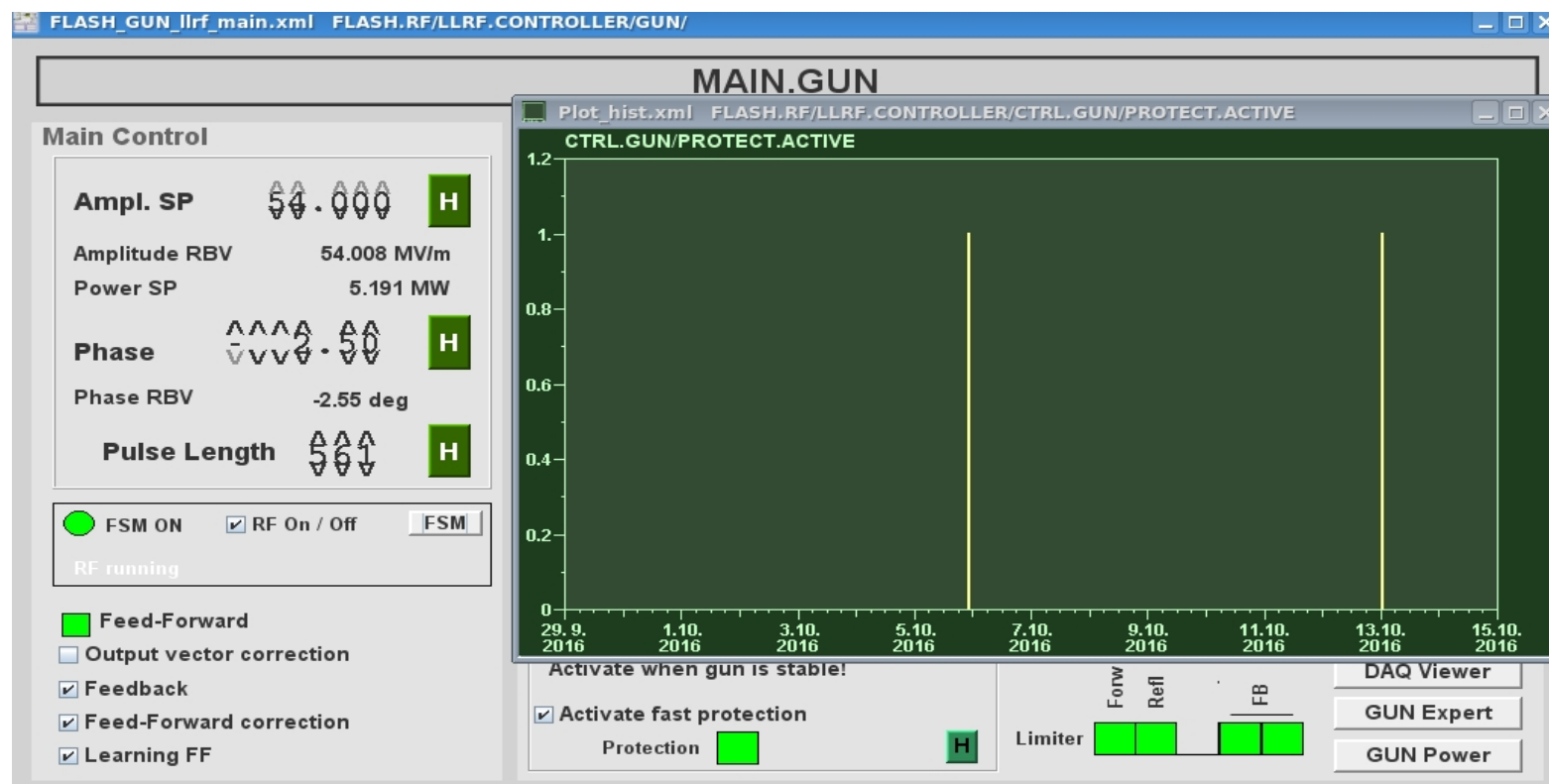
Neuerungen

RF-Gun Pulsweitenmodulation

- SASE sehr empfindlich auf Gun Arbeitspunkt
 - Gun Arbeitspunkt sehr empfindlich auf Temperatur
 - Temp.–Stabilität besser als 1/100tel °C erwünscht.
 - Schwierig f. **träge** Wasserkühlung !
 - Temp. \propto mittl. HF–Leistung
 \propto flat–top Länge
- Regele $\pm 8\mu\text{s}$ das flat–top um die Temp. zu stabilisieren!
- ⇒ RMS Temp. Schwankungen um Faktor ~ 7 reduziert
- ⇒ RMS Phasenschwankungen um Faktor ~ 2.5 reduziert!



RF-Gun Fast Protection



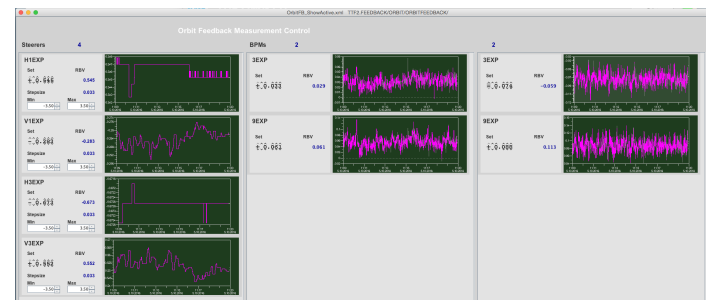
- Superschneller Schutz von RF-gun & Fenster
- Vergleicht P_{ref} mit Referenz
- Kann Ansteuerleistung innerhalb $\sim 3\mu s$ wegnehmen
- **keine** harte Interlock-Auslösung
- Nächster Puls (falls OK) kommt wieder durch
- ⇒ Kein Temperatursturz der Gun!
- Fast unsichtbar ⇒ **Aktivierungshistorie**
- Unregelmäßig ein paar Auslösungen / Monat.

Das SlowOrbitFeedback



- Schon fast Betriebsbereit
- Noch ein paar bugs. . .

- . . . und insbes. (**noch**) schwer bedienbar
- Daher jetzt eine kurze Einführung:



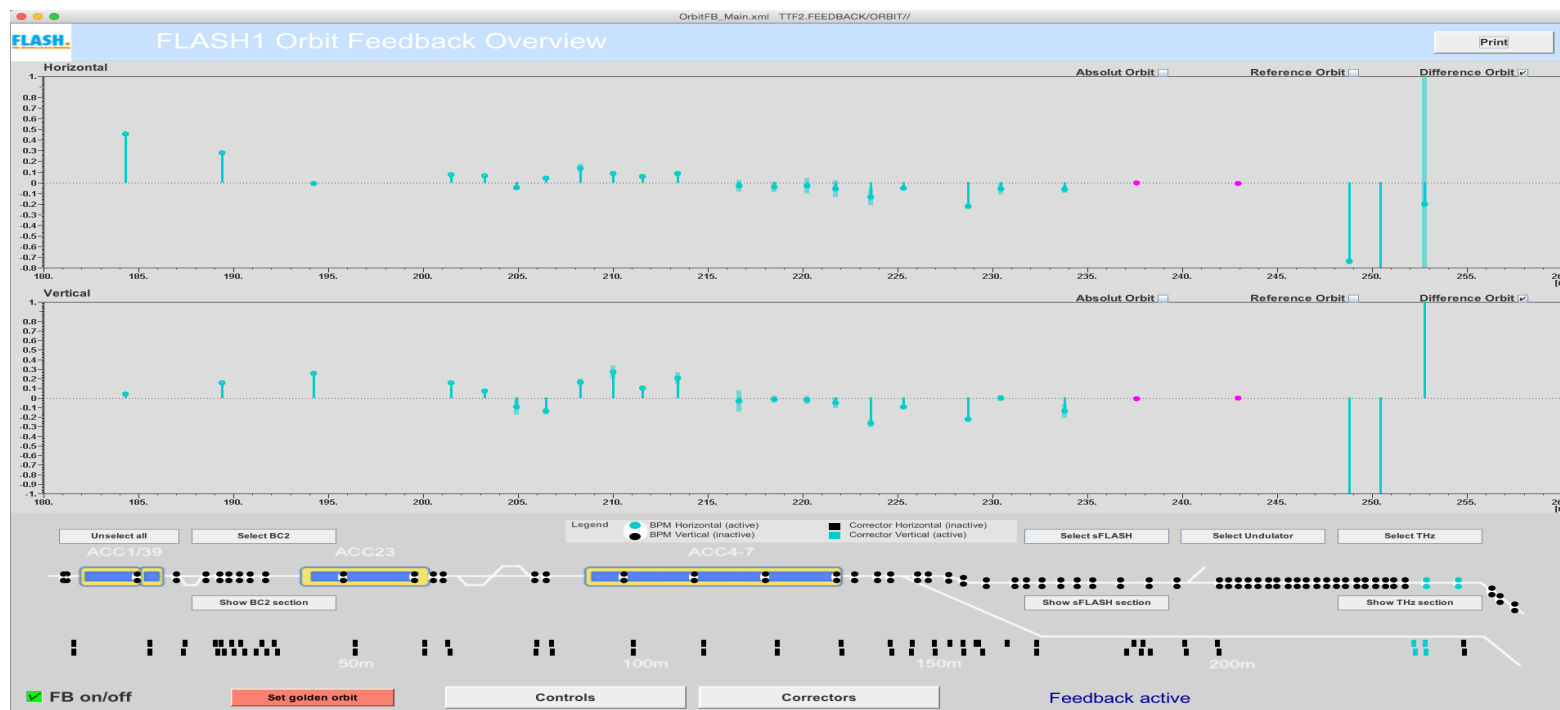
SlowOrbitFeedback / Beispiel: THz FB : Overview



- **FB on/off Knopf:** Vorsicht Global!
- **SetGoldenOrbit Knopf** ← Referenz f. FB
- **Average:** Mittelung!
- **Ist** (= RB) und **Soll** (= Target) von je 2 BPMs in 2 Ebenen

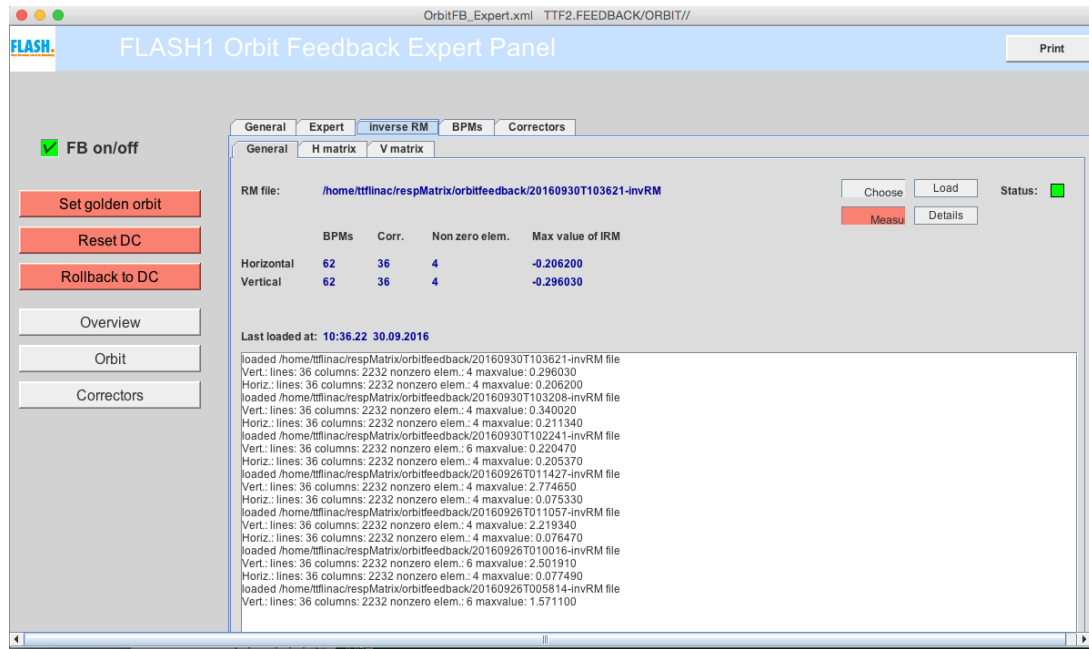
- Oben: BPM Abweichung Ist – Soll
- Unten: Abweichung Akt. Steerer Strom – **DC**
DC := Anfangswert
- **Reset DC Knopf**
- **Rollback to DC Knopf**

SlowOrbitFeedback / BPMs und Steerer



- FB kann mehr : alle BPMs und Steerer in FL1/2 möglich → **Select DBC2 Knopf**
- **Anwählbar in Übersicht...** → **Select sFLASH Knopf**
- ... und in **festen** Sektionen! → **Select Undulator Knopf (?)**
- Der **FB on/off Knopf** schaltet **alles an/ab!** → **Select THz Knopf**
- **Deselect all Knopf** ● **FL2: Select SEED Knopf**

SlowOrbitFeedback / Response Matrix / Main

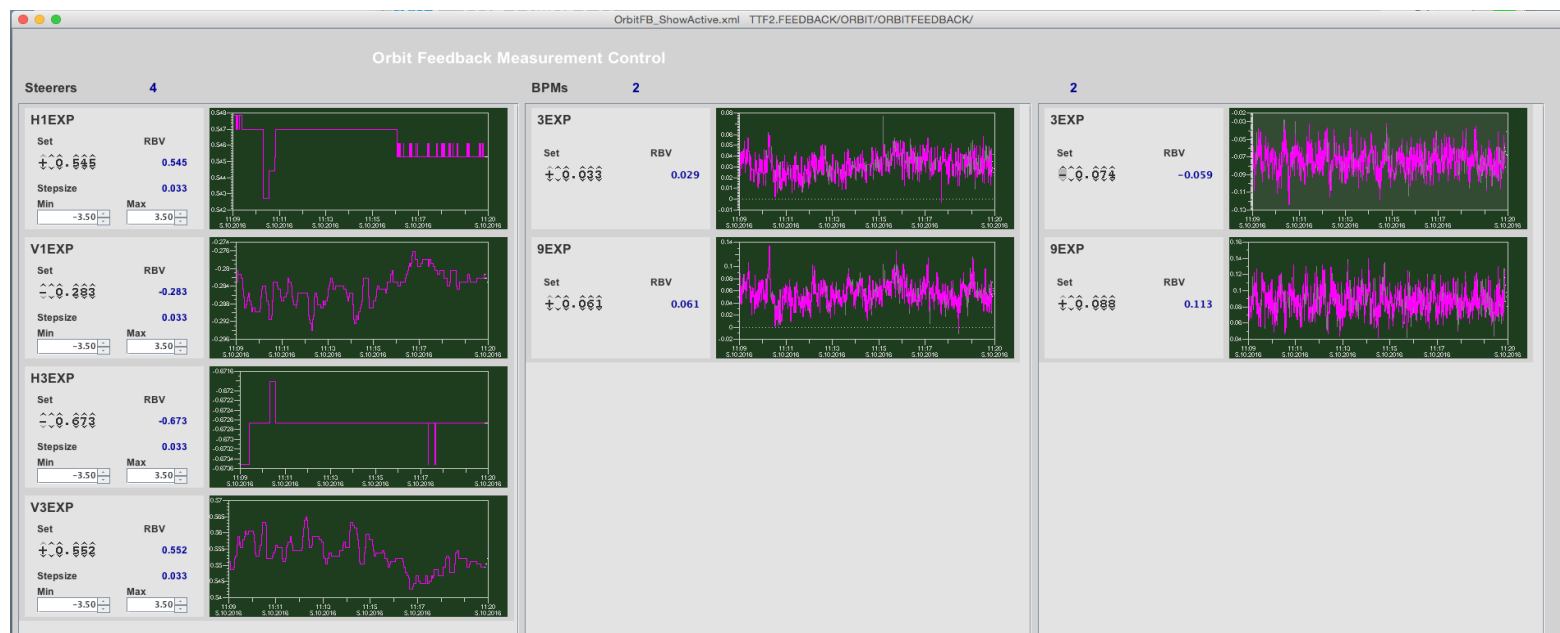


- Response Matrix i,j
 $:= \Delta \text{BPM}_i / \Delta \text{SteererStrom}_j$
 → Theorie → noch nicht so toll
 → Messung (nur Selektierte Steerer on BPMs)
 → Laden alter Messungen (Hm...)
- Dies ist das Expert Panel, aber jeder braucht's

Messung:

- **Details** öffnen!
 - I_{\max} einstellen
- nächste Seite.
- **Measure** drücken.
 - Warten & “details” beobachten.
 - Neue Matrix lädt sich selbst.
 - Vor Einschalten (**FB on**):
Reset DC
 drücken!

SlowOrbitFeedback / Details & Response Matrix Plot

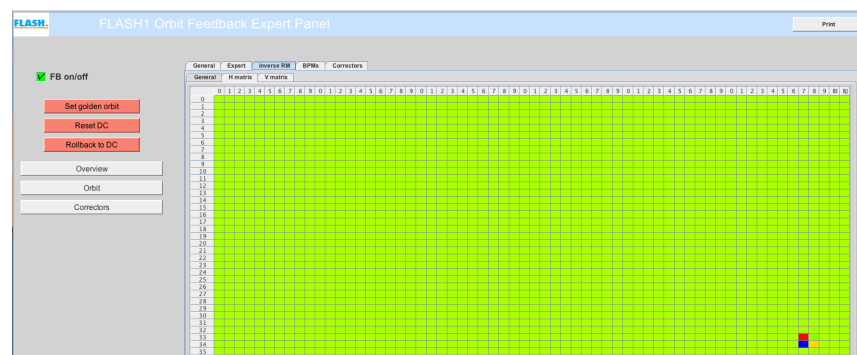


- Details:

- Steerer- & BPM historien

- $I_{\min/\max}$

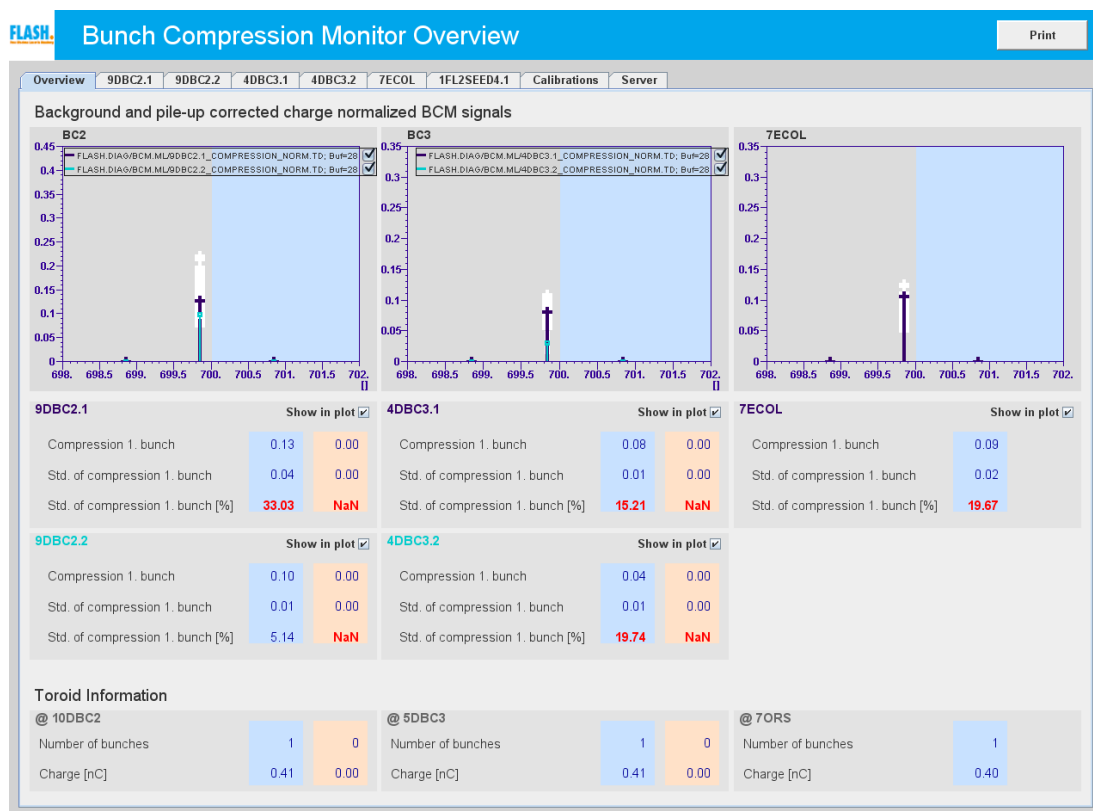
- RM: global!, nur kleiner Teil gefüllt (d.h. $\neq 0$)



Neuer Ladungs- und Klingel-Kompensierter BCM Middlelayer Server

- **B**unch **C**ompression **M**onitore /A.K.A.: “Pyros”
- Altes System (devices):
 - Signal wurde negativ dargestellt.
 - Bei gleicher Bunchform (Kompr.): $\text{Signal} \propto \text{Ladung}^2$.

- Signal klingt nur sehr langsam ab
- ⇒ Bunch-1 → offset f. Bunch-2, u.s.w.
- ⇒ **FL1** → offset f. **FL2**



- Neues System (middlelayer server):
 - + Signal positiv → mehr Kompr.
 - = mehr Signal!
 - + Signal auf Ladung normiert
 - + Klingeln/Pedestall kompensiert
 - eventuell Sättigung schwerer erkennbar
 - eventuell Skalierung schlecht f. FB
- ← server/panels: “work-in-progress”

LOLA 1 Hz Betrieb

The screenshot shows the 'LOLA Bunch Length Monitor Settings' interface. At the top, it displays the URL '/svn/FLASH/diag/LOLA/LOLA_bunch_length_monitor_settings.xml' and 'FLASH/diag/LOLA/'. The main title is 'LOLA Bunch Length Monitor Settings' with the contact 'matthias.scholz@desy.de, phone: 1589'. Below the title, there are several control panels:

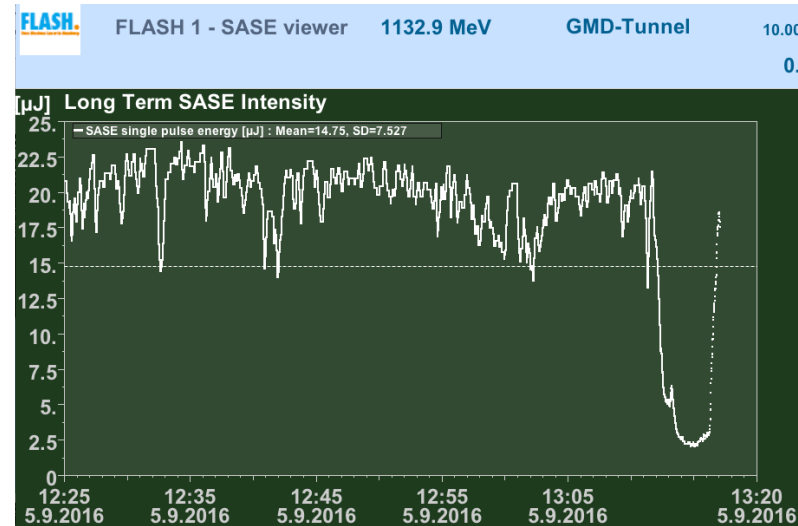
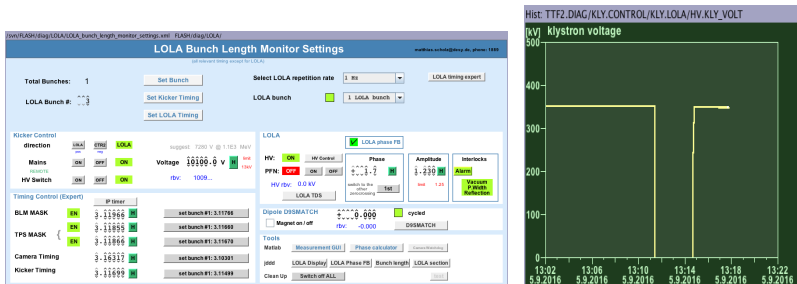
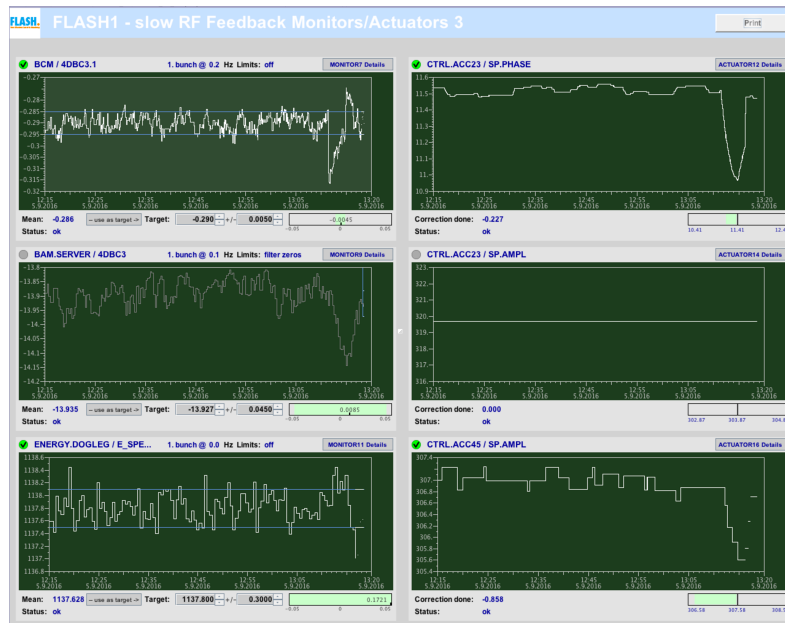
- General Settings:** Total Bunches: 400, LOLA Bunch #: 401. Buttons for 'Set Bunch', 'Set Kicker Timing', and 'Set LOLA Timing'. 'Select LOLA repetition rate' is set to 1 Hz. 'LOLA timing expert' button is present. 'LOLA bunch' is set to 1 LOLA bunch.
- Kicker Control:** direction (LOLA pos, CTR2 neg, LOLA), Mains (ON, OFF, ON), HV Switch (ON, OFF, ON). Voltage: 5508.0 V (limit 13kV), rbv: 4832.2. Suggest: 4405 V @ 688.1 MeV.
- Timing Control (Expert):** IP timer, BLM MASK (EN, 3.1726 H), TPS MASK (EN, 3.1626 H), Camera Timing (3.56077 H), Kicker Timing (3.1459 H). Buttons for 'set bunch #1' are provided for each.
- LOLA Parameters:** LOLA phase FB (checked), HV: ON, PFN: ON, HV rbv: 44.5 kV, LOLA TDS, Phase (31.8 H), Amplitude (1.060 H, limit 1.25), Interlocks (Alarm, Vacuum P.Width Reflection).
- Dipole D9SMATCH:** Magnet on / off (checked), rbv: -0.000, D9SMATCH button.
- Tools:** Matlab (Measurement GUI, Phase calculator, Camera Watchdog), jddd (LOLA Display, LOLA Phase FB, Bunch length, LOLA section), Clean Up (Switch off ALL, test).

- LOLA-geradeaus kickt Bunch in Schirm (nicht in mini-Dump)
- Aktivierung der Kammer
- LOLA kriegt 'nen special Bunch, der mit 1.25/2.5/5/10 Hz erzeugt werden kann

→ Christian's Timing talk Morgen

- Aufsetzen/Kalibration weiter mit 10 Hz
- **Dauerbetrieb bitte nur noch mit 1.25 Hz**

EMI: LOLA PFN ↔ BCM crate

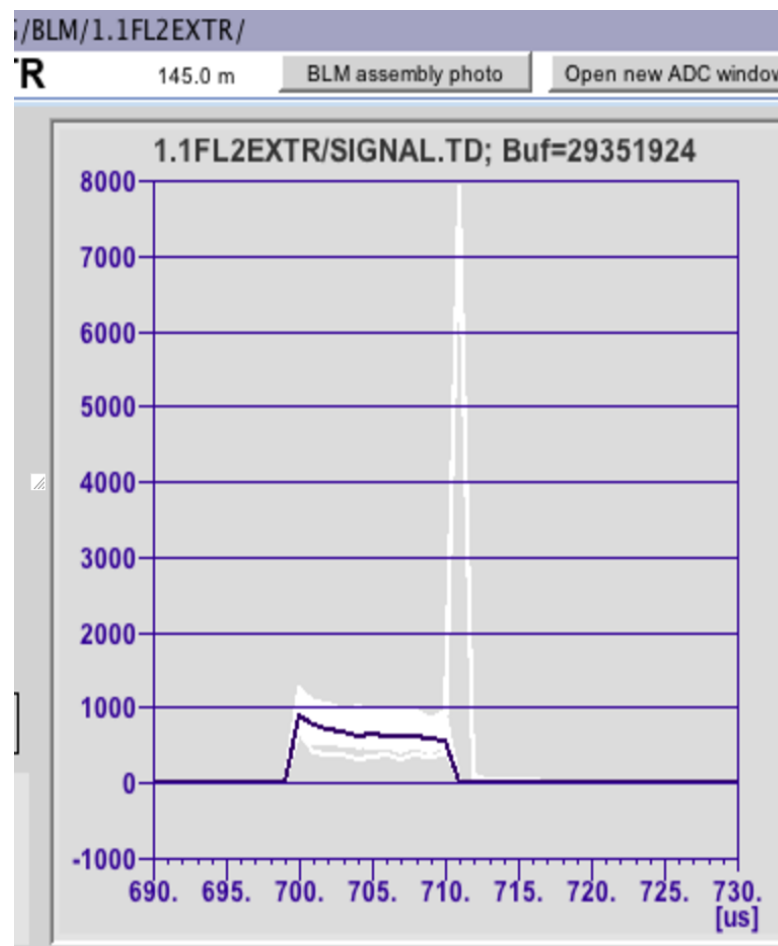


- LOLA Modulator HV-Puls : beginnt ein paar μs vor dem LOLA Bunch

- ElektroMagnetische (Interferenz := Beeinflussung)
 - LOLA PFN Puls schmutzt in **crate** von BCM 4DBC3 hinein.
 - Wenn wenige Bunche in **FL1** → 1ter Bunch betroffen
 - slowLongRF-FB (Kompr.-FB) benutzt Bunch 1
- ⇒ **Aufpassen** oder Elektronik reparieren. . .

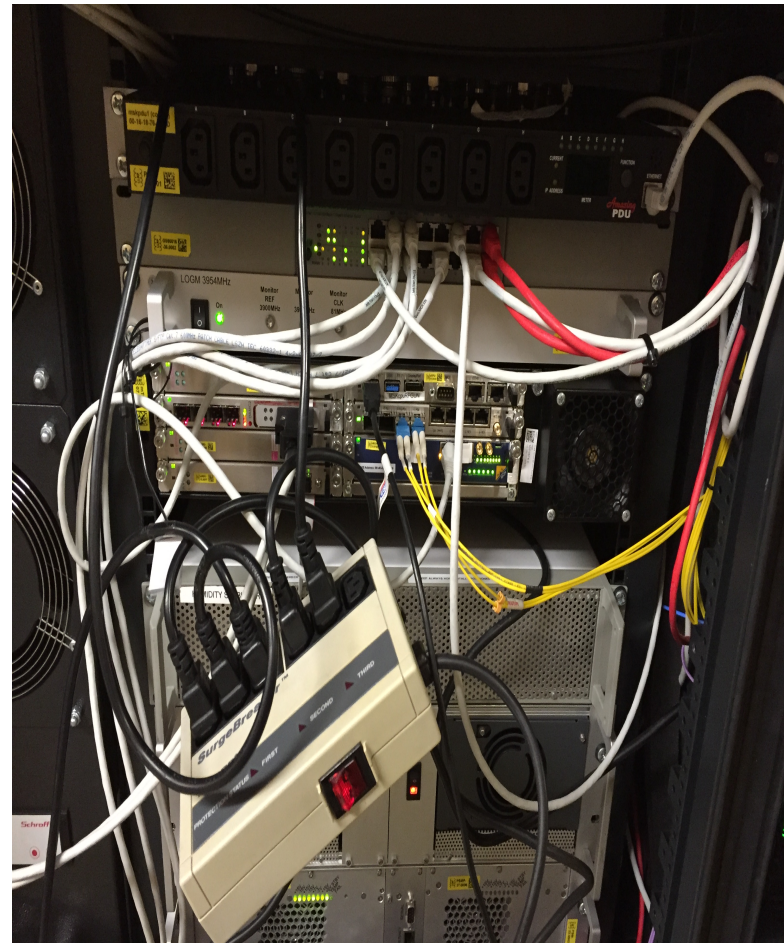
CRISP (141m) Kicker ↔ FL2 long train mode

- Das alte CRISP (nach ACC7) kickt Bunch...
 - Ob nun EMI oder echte Verluste...
- FLASH2 BLMs geben Alarm! Und zwar
- **Vor dem ersten FL2-Bunch!**
- ⇒ **kein long-train Betrieb in FL2 möglich**
- wenn CRISP 141m kickt!
- An Maskierungen wird gearbeitet !?



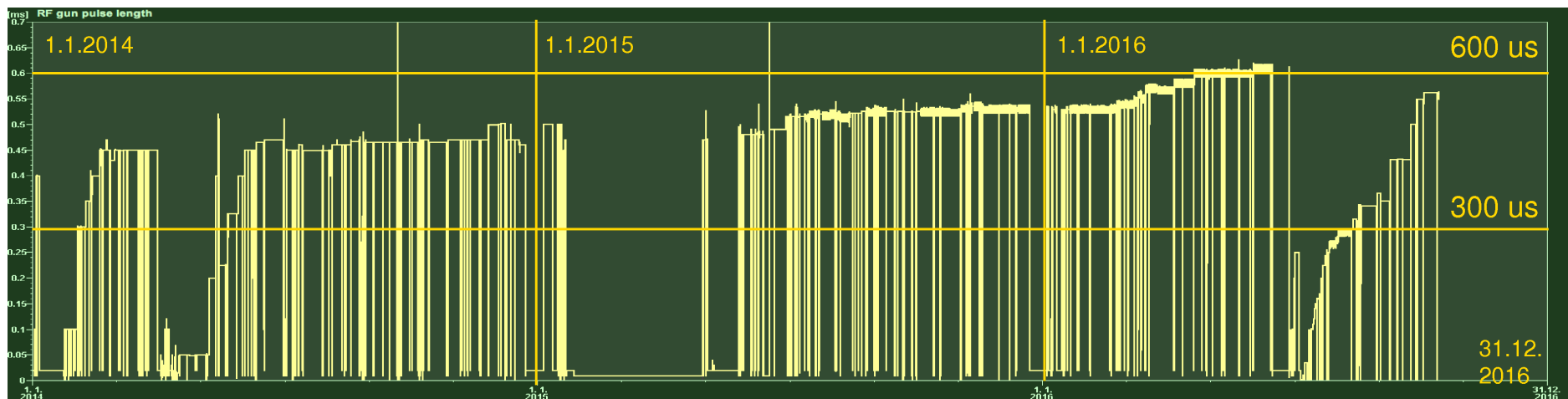
Zu smarte “amazing PDU” ↔ verlässliche doofe Steckerleiste

- Was ist mit den LLRF crates im Tunnel ???
 - ... wenn die mal hängen
 - Powercycle mit ethernet-gesteuerter intelligenter “Steckerleiste” = **Power Distribution Unit**.
 - Verbauter Typ: “Amazing PDU” :-)
 - Amazingly gar nicht so besonders Robust. . .
 - Hilfe vom Kicker-Labor :-)
- Kaltgerätesteckerleiste!



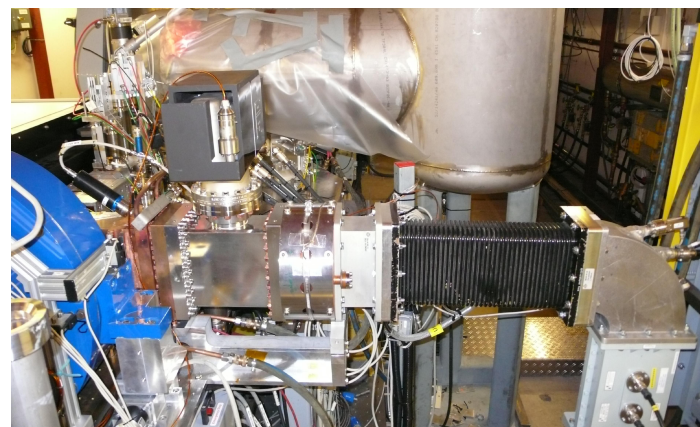
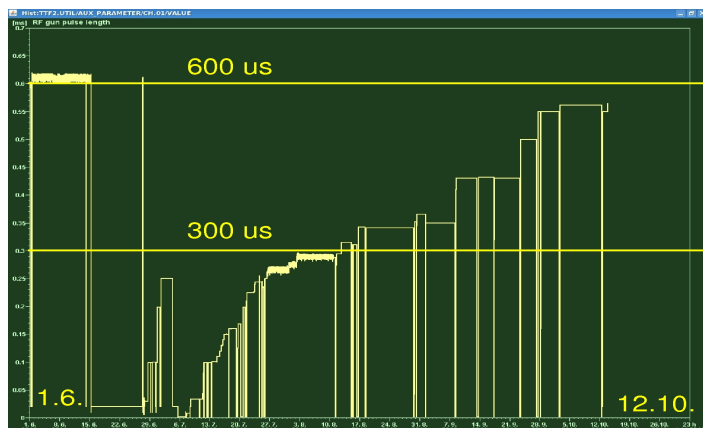
Die RF-Gun

Unsere RF Gun : 2014 bis Heute

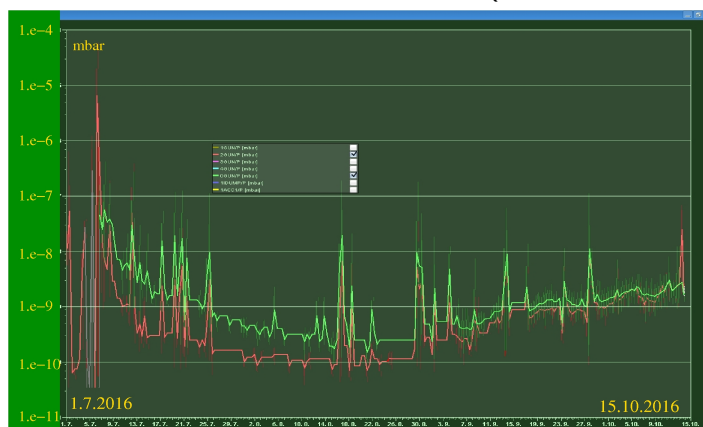


- Anfang 2014 Betrieb mit Thales Fenster
→ wurde leider Leck
- April 2014 Tausch auf "Gamp Fenster"
- Relativ schnell auf 400 μs aber danach langsamer Fortschritt
→ zu viel Angst???
- bis auf $\sim 620\mu\text{s}$ Juni 2016.
- Neues Sicherheits feature → "fast protection"
- Juni 2016: "Mini-Shutdown"
- Direkt danach : kein Problem bei voller Leistung. . .
- bis heftiger Event, nur teilweise Rekonditionierung, dann Leck entdeckt, Fenster getauscht.
- Wir sind schon fast wieder bei 600 μs !
- Trotz Vakuum Problem zwischen Gun und ACC1!
- Soll langsam weitergehen.
- Hoffentlich nicht zu mutig. . .

Wiederanlauf nach Minishutdown Juni 2016 / Fenstertausch im Juli



Vakuum **0GUN** und **2GUN** ↓ (beide Koppler)

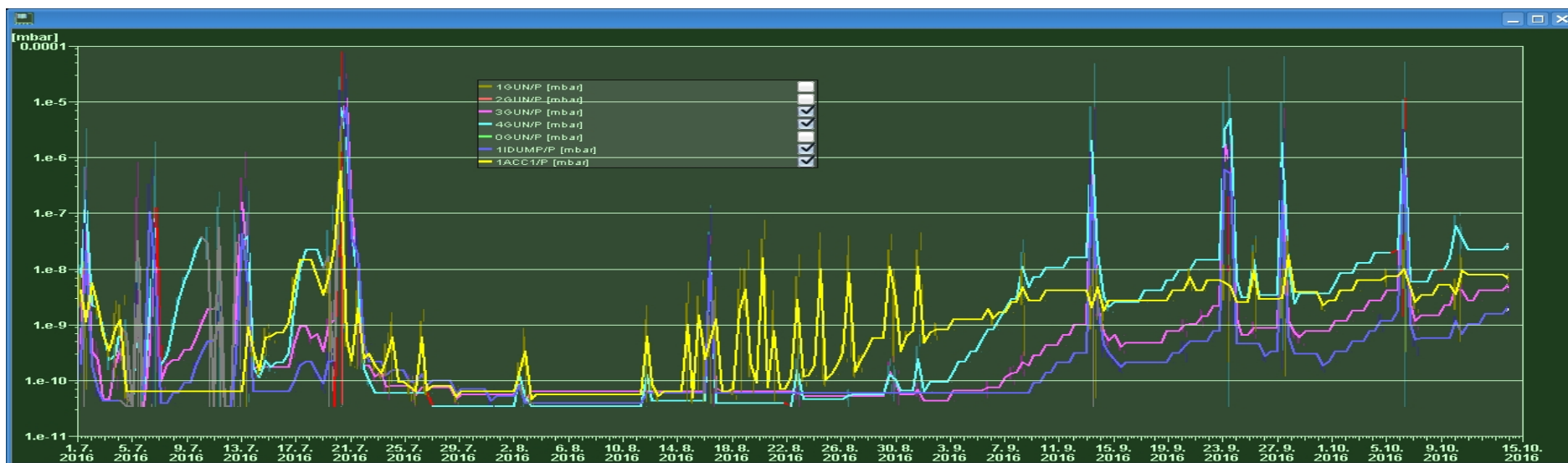


- 2h stab. Betrieb bei 5 MW & 610 μ s,
→ dann mehrere Trips kurz hintereinander, der letzte heftig,

→ Rekond. auf 100 μ s → Betrieb,
→ Nach einer Woche Leck entstanden,
→ Fenstertausch durch MVS, pumpen.

- Konditionierung begonnen mit \sim 100 ns Pulsen (RF-gate!)
 - Der "Schwarze Juli2016":
→ missing triggers (MOD-3),
→ "amazing PDU" bei LLRF.
 - Gun macht alles brav mit —
jetzt bei 5 MW und 575 μ s.
- ... wenn nicht das Vakuum 3/4GUN wäre...

Die "Gun Sektion" : 4GUN 'n' Friends



- Bereits **im** Mini-shutdown: 4GUN auffällig
 - Ärger mit 4GUN während der kompletten Konditionierungsorgie
 - Verdacht: DunkelstromKolli
→ war's nicht...
 - 20.07.: Korrosions-Leck in Schiebesütck downstream Toroid 3GUN
- ← vermutlich Kondenswasser von Kryo-feed & Radiochemie
- Mit Teroson gedichtet
 - Hielt zunächst hervorragend, jetzt langsam anst. Druck
 - Tausch: hoffentlich erst im Dez.-Shutdown!

Optik / Dispersion

Injektor Match: Fast schon Routine

- Auswertung der Messungen & Rematch mit
`MultScrnMethod_wErrors.sh`
`runMatch_new.sh`
 (beide J.Zemella)
 funktioniert Routinemäßig!
 - 11.10.2016 : 6 Ladungen/BSA's in 8h gematched:
- | Ladung
/nC | BSA
/mm | $\gamma_L \epsilon_{x/y}^{1\sigma}$
/1.e-6 m | inv. mismatch
Ampli. ($x&y$) |
|---------------|------------|---|-----------------------------------|
| 0.29 | 1.2 | 0.5/0.5 | < 1.1 |
| 0.41 | 1.2 | 0.5/0.5 | < 1.1 |
| 0.47 | 1.3 | 0.5/0.5 | < 1.1 |
| 0.57 | 1.5 | 0.6/0.6 | < 1.1 |
| 0.29 | 1.0 | 0.6/0.5 | < 1.1 |
- Mit dem Profileserver (J.Wilgen) und dem (alten) EmittanzTool (S.Meykopff) kann man in DBC2 zügig qualitativ gute Strahlprofile nehmen.
 - Voraussetzung:
 → Laser **gut** auf Virt.Cath. in BSA
 → Gun Amplitude/Phase & Solenoid getuned,
 ACC1/39 → min- E -spread,
 Orbit in ACC1 gut, d.h. horz. mittig und vert, deutlich tief!

- **Das Aufwendige ist nicht die Bedienung der bash Skripte, sondern die Präparation des Strahls!**
- Dies wird vermutlich Expertenarbeit bleiben!

Probleme

Problembär ACC2:

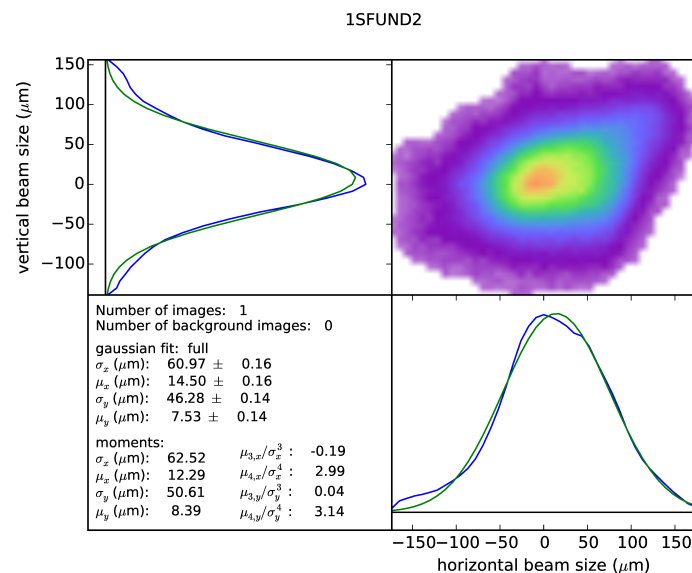
- Bekannte Optikstörung, vermutlich \sim Anfang ACC2.
- Wenig (bis keine) Möglichkeiten vor der Extraktion nachzumachen:
 - Quadscan DBC3: kaum Freiheitsgrade zum Matchen & nicht besonders Robust
 - Quadscan TCOL: 1TCOL ist ein "Guckschirm", 9TCOL eigentlich schon zu spät

Hardware/Servers/etz.:

- Frisch reparierte Kameras/ServerPCs halten z.T. nur wenige Tage im Tunnel aus.
- Wire scanners in UNDU: gehen auch oft kaputt.
- Iteration f. PMT Spannung nicht Robust!
- (gefühl) Ständig neue Kamera server features.
- Profile server tut sich schwer mit sFUND und SEED.
- Teilweise immernoch ausgelutschte Kameras (kleine signal2noise ratio).

Beispiel: Re-Match der sFUND Sektion

- Datennahme mit `MultQuadMultScrnScan_new.sh` (ProfileServer stirbt manchmal bei der letzten Kamera). Skript kennt verschiedene Methoden f. $\sigma_{x/y}$: rms, Gauss, core-Gauss, Asymm. Super-Gauss
- Erfolg verlangt geschlossene Dispersion im Dogleg
- Verlangt min- E -spread nach linac: → Prüfen mit LOLA-umme-Ecke
- Skript kommt mit allen 4 sFUND Kameras klar.



- `MultScrnMethod_wErrors.sh`
→ etwas Glück damit mismatch anfänglich nicht zu groß
- `runMatch_new.sh`
- Mehrere Iterationen
→ mismatch < 1.5 (x & y)

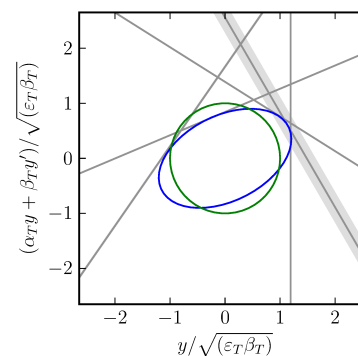
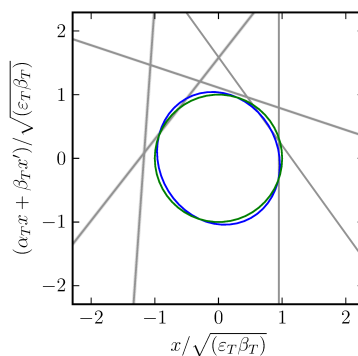
FLASH1 Undulator match in eine $70^\circ/70^\circ$ Optik für die angepasste Energie (770MeV)

- Injektor \rightarrow sFUND
 \rightarrow UNDU
- Theorie Optik **im** Undul.
angefahren ($70^\circ/70^\circ$ bei
700 MeV)
- Schier unendlich oft die
Drähte fliegen lassen bis
endlich genügend brauch-
bare & ungesättigte scans
vorhanden waren.
- Problem: 5UND5 und
5UND6 z.T. unsinnige
Daten genommen \Rightarrow

WIRE5UND1 WIRE5UND2 WIRE5UND3 WIRE5UND5 WIRE5UND6

$\beta_T = 13.06$ m	$\beta_M = 12.15 \pm 0.60$ m	$\beta_T = 6.30$ m	$\beta_M = 9.14 \pm 0.38$ m
$\alpha_T = 1.18$	$\alpha_M = 1.20 \pm 0.10$	$\alpha_T = -0.66$	$\alpha_M = -1.37 \pm 0.08$
$\varepsilon_T = 1.05$ μm	$\varepsilon_M = 1.05 \pm 0.06$ μm	$\varepsilon_T = 1.52$ μm	$\varepsilon_M = 1.52 \pm 0.06$ μm

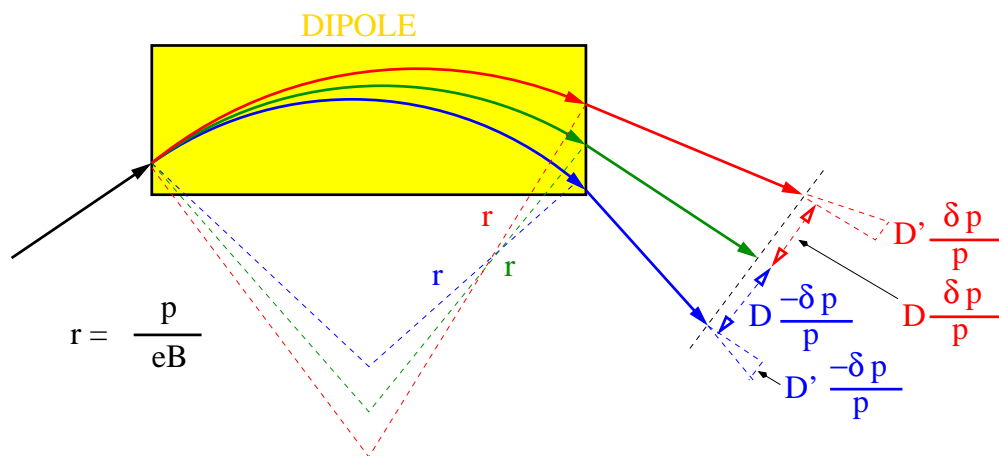
$m_P = 1.01$	$\lambda_P = 1.14$	$m_P = 1.13$	$\lambda_P = 1.66$
--------------	--------------------	--------------	--------------------



\Rightarrow verwirrt den PMT Spannungsoptimierer vollends (\leftarrow abwechselnd kein Strahl oder Chaos-Strahl...)) Schlussendlich:

- Mismatch von 2.3/3.5 \rightarrow 1.15/1.7

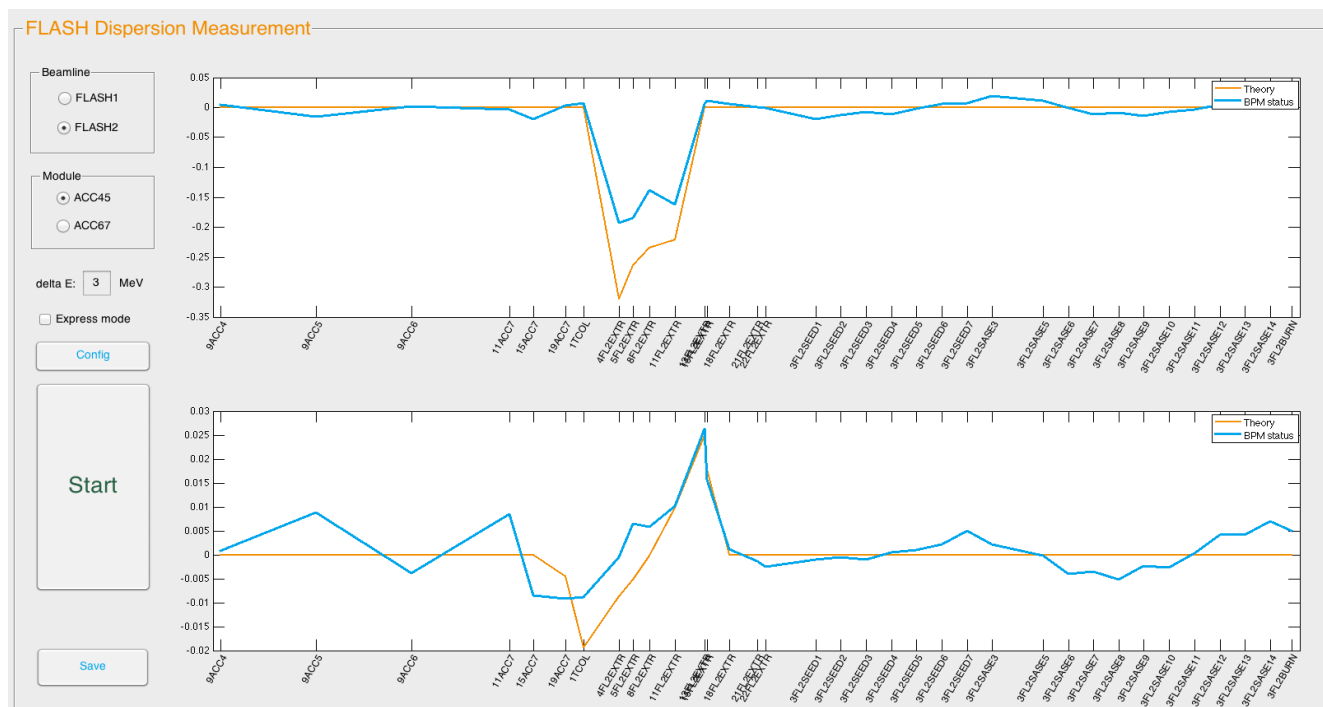
Dispersion



- Strahlsteifigkeit: $Br = \frac{p}{e}$
- Dipol mit festem B -Feld:
- größere Energie \Rightarrow größerer Impuls $p \Rightarrow$
- \Rightarrow größerer Radius $r \Rightarrow$ kleinere Krümmung $1/r \Rightarrow$
- \Rightarrow (in Dipol fester Länge L): kleinerer Ablenksteigung $x' = L/r \Rightarrow$
- \Rightarrow (nach Zurücklegen der Strecke s): kleinere Auslenkung $x = sx'$
- **Im Dipol, aber auch danach!**

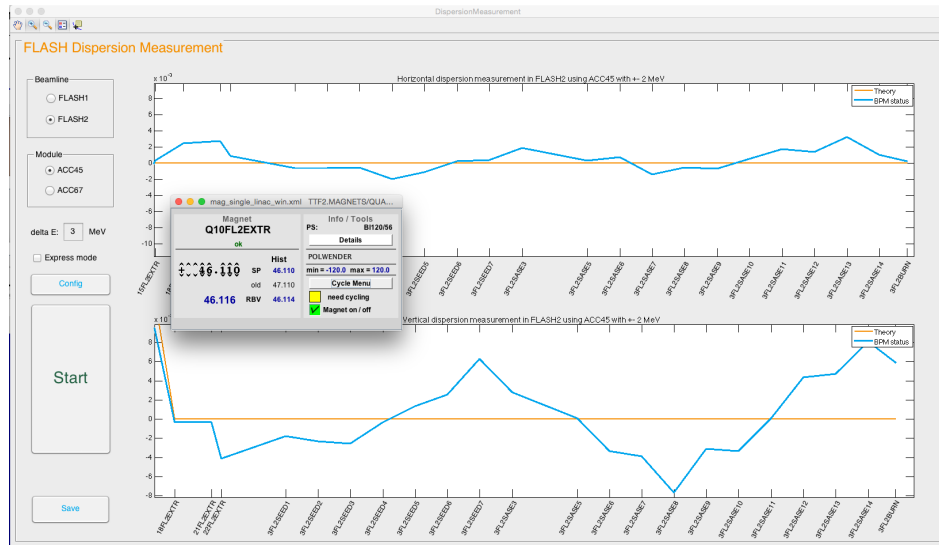
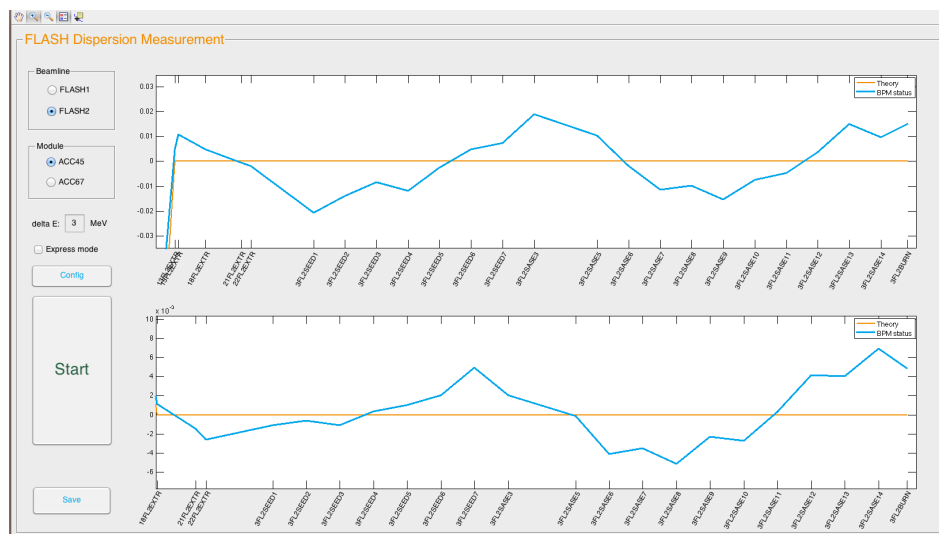
- Dispersion D ist die Änderung der Ablage mit dem Impuls (\sim der Energie).
- Sie wird von **dipolartigen** Feldern erzeugt/geändert (Dipol, Steerer, CombinedFunction, **offcenter** Quad).
- Dazwischen ist sie Betatrontrajektorie mit Courant-Snyder **Invariante** $H = D^2\gamma + 2\alpha DD' + (D')^2\beta$.
- \Rightarrow Man kann sie auch nur mit **dipolartigen** Tüddeldüts wieder "schliessen".
- Quadrupole können nur die Phasen und Stärken der Dipole aneinander anpassen!
- Wie bei geschlossenen Orbit-Beulen !

Dispersion in FL2 aus der Extraktion



- Man kann die Dispersion auch Messen → Differenzorbit nach Energie-Änderung
- Matlab GUI von M.Scholz, Skript von J.Zemella und DispersionfreeSteering GUI (c++) von J.Zemella
- Bild: Scholzches Matlab GUI: Gold= Design, Cyan= gemessen
 - **oben:** horizontale Dispersion & **unten:** vertikale Dispersion
- Mitte: Extraktion mit Kickern, Septum und Dipolen.

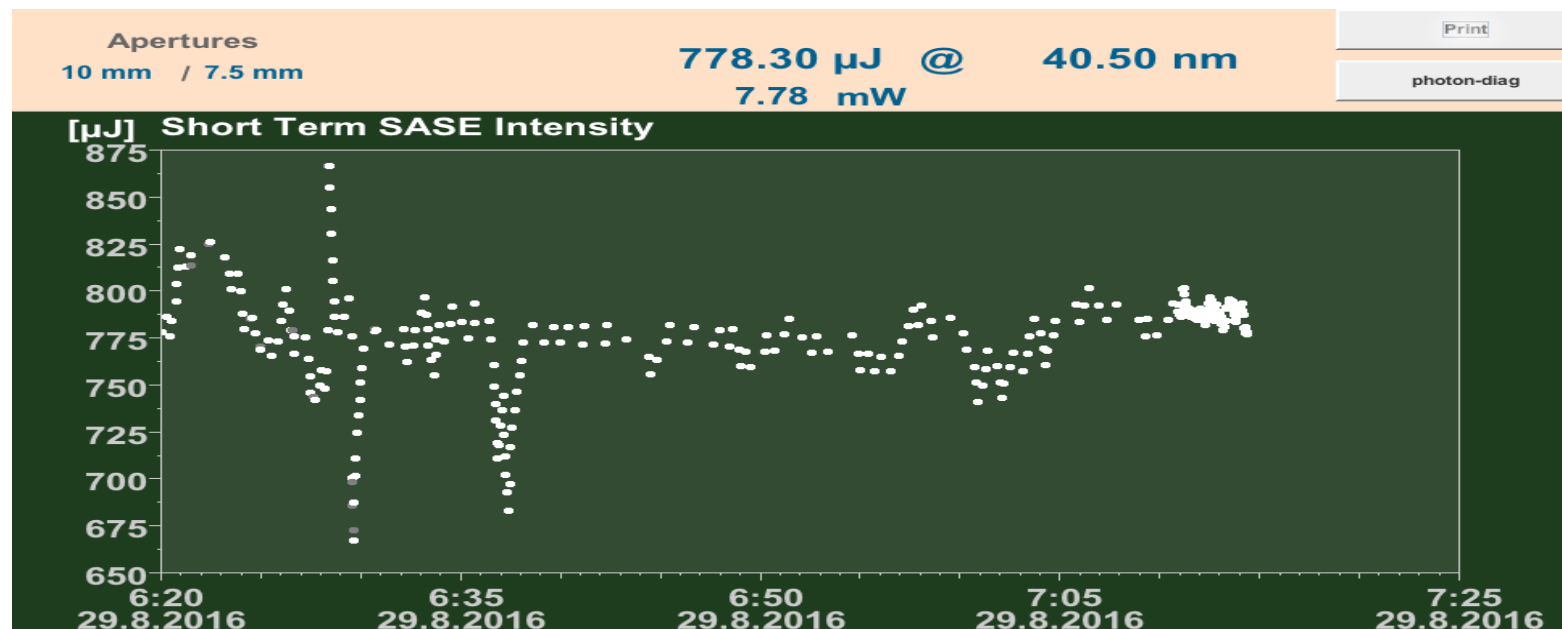
Dispersion in FL2 aus der Extraktion **gezoomt**



- Oben: Vor Korrektur:
 $|D_x| < 20 \text{ mm}$
 $|D_y| < 6 \text{ mm}$
 → schon **sehr gut!!**
 (< 50 mm OK)
- Unten: noch besser
 $|D_x| < 4 \text{ mm}$
 $|D_y| < 8 \text{ mm}$
 → SupiDupi!
- **FLASH2**: Knöpfe :
 $D_x \rightarrow \text{Q10FL2EXTR}$,
 $D_y \rightarrow \text{Q15FL2EXTR}$
- ... und **FLASH1** natürlich
 $(D_x \rightarrow \text{Q3.5ECOL})$

FLASH1 ↔ FLASH2

FLASH2 Operateure (nicht Operatoren!!)



- Seit ca. 1 Jahr gibt es neue FLASH Kollegen,
 - die **vorher** mit FLASH herzlich wenig zu tun (und am Hut) hatten,
 - und die erstmal an der neuen beamline üben sollten.
 - Ich denke, dass hat hervorragend geklappt!
 - Die allermeisten haben sich schnell an **FLASH2/FLASH** gewöhnt!
 - Und einige sonst eher unscheinbarer Operateure haben schon (fast) Schneidmiller-mäßige SASE getuned (**siehe oben**)
- ⇒ Danke und Herzliche Glückwünsche an alle Beteiligten!

FLASH1 ↔ FLASH2 Operating

- Kommunikation zw. **FL1** & **FL2** noch nicht immer optimal.
 - Sprecht Miteinander!
 - Es gibt keine verbotenen Knöpfe...
- ... es ist nur echt **unfair**, dem/der Kollegen/in mit dem Solenoiden (...) die Maschine unter dem Hintern wegzudrehen!
- Richtiger Einschuss in die Extraktion ist immer noch schwierig
- ... und geht nur wenn die beteiligten Dipole und die Energien alle miteinander konsistent sind!
- Bald gibt es hoffentlich einen doocs server der die “Zwickel-Steerer” H4/V4/H8/V8TCOL, H2/V3/H5FL2EXTR entkoppelt. (Wenn man dem Vogt mal etwas Zeit gibt...)
 - Split Flat Tops (“steps”) immernoch nervig → mein talk Morgen.
 - Auf der anderen Seite, sind die variable gap Undulatoren eine echte Vereinfachung

Zusammenfassung

- FLASH ist 2015/2016 sehr gut und stabil gelaufen.
- **FLASH2** ist im User-Betrieb angekommen!
- Wir hatten Rekord-SASE, und Rekord-kurze Bunche.
- Die Konsolidierung der Strahloptik geht voran.
- **FLASH1** und **FLASH2** laufen im Routinebetrieb zusammen — meistens harmonisch.
- **Vielen Dank an alle, die mitgeholfen haben, FLASH/1/2 voran zu bringen!!!**

Vielen Dank für's Zuhören!