

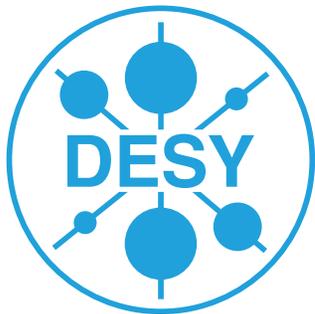
## DESY BBS–2018 Travemünde 19.-22.02.2018

### FLASH Status & Neues, insbes. UBC2

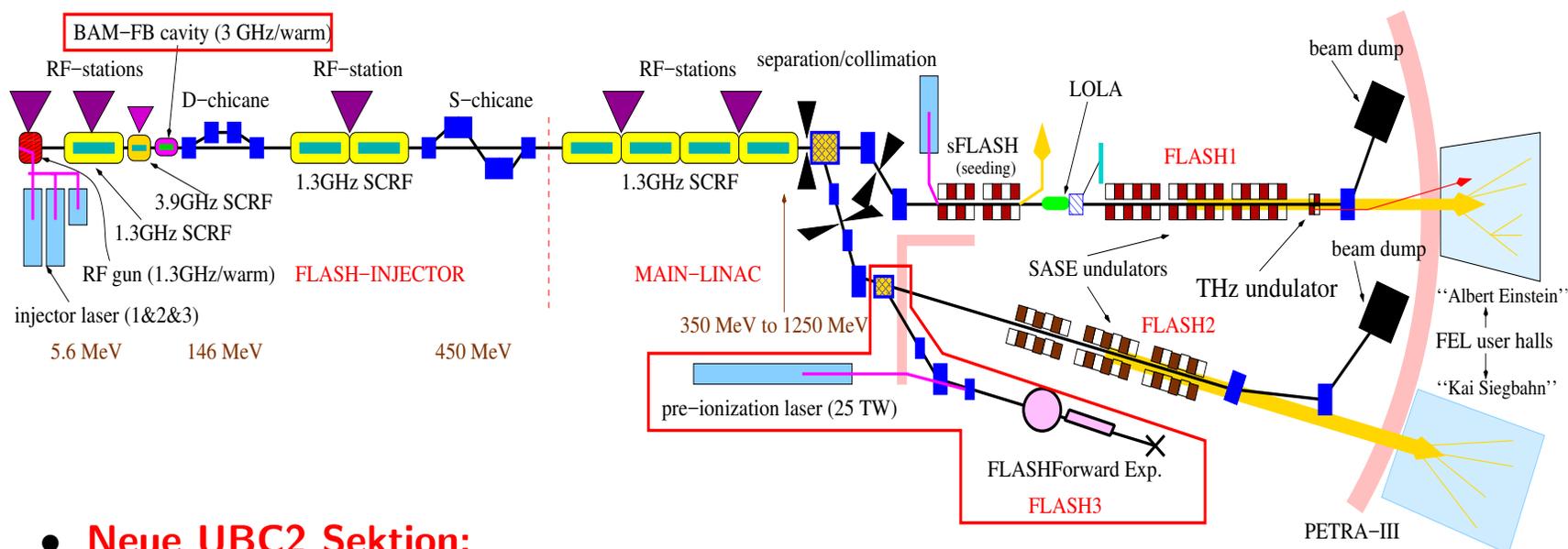
Mathias Vogt (MFL) für das FLASH–team:

A.B., B.F., Ch.G., K.H., K.K., J.R.-S., S.S., J.Z., ...

- FLASH 2016 → 2018
- Highlights aus dem Betrieb
- Unsere RF-gun...
- Operationelles / Kontrollen
- Ausblick (short term)



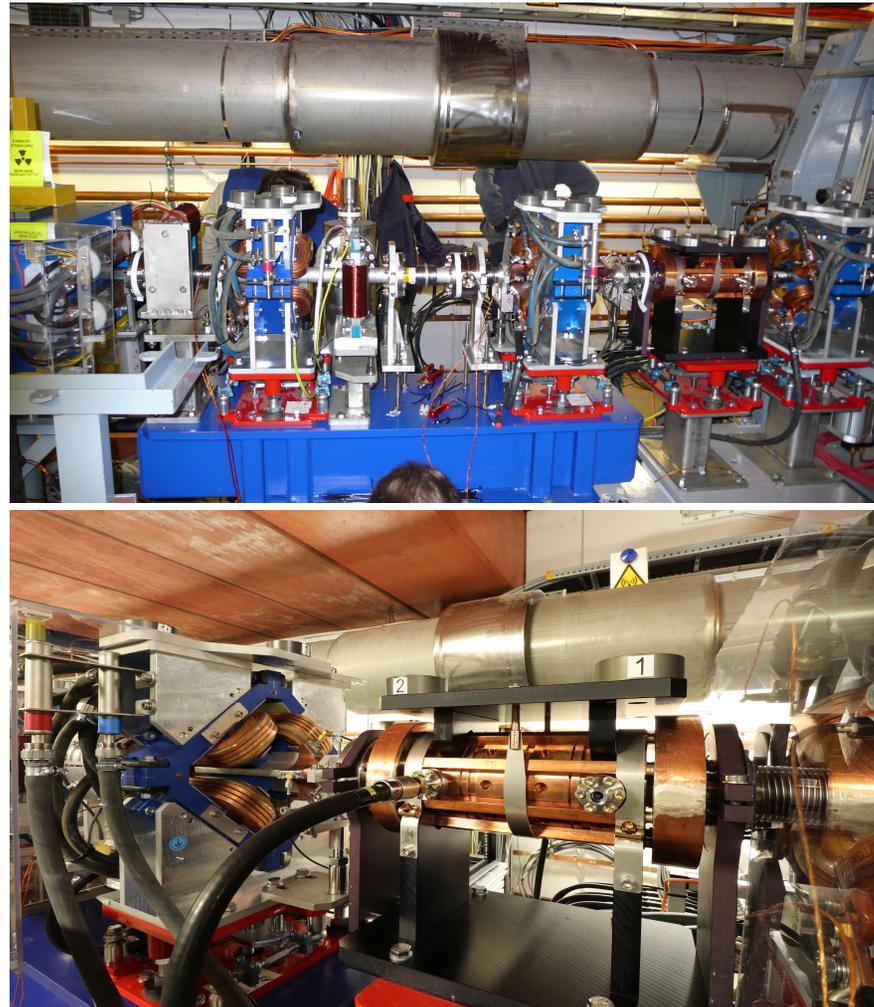
## FLASH : von 2016 nach 2018



- **Neue UBC2 Sektion:**
- Einbau warmes breitbandiges S-Band cavity **"BACCA"** f. **arrival time feedback**
- Kompletter Umbau der Sektion:
  - altes S-Band Triplett raus
  - 3 neue TQAS separate function Quadrupole rein
- **FLASH Forward** Experiment:
- Extraktion aus FL2EXTR
- 3-te beamline (**FLASH3**) in **FLASH2**-“Tunnel”
- Hochleistungslaser in **FLASH2**-“Tunnel”

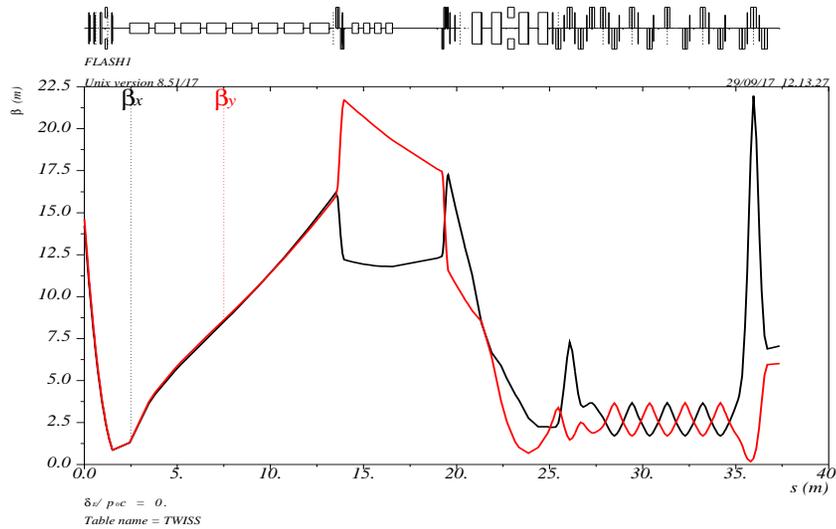
## Die neue UBC2 Sektion

- Für BAM FB:  
ACC1 nicht breitbandig genug
- zusätzl. breitbandiges Cav.  
mit niedrigem Gradienten
- ← S.Pfeiffer (MSK)
- ⇒ Umbau UBC2:
  - **verbesserter injector match!**  
→ altes "gelbes" Triplet gegen  
3 neue "blaue" Quads
  - matching point jetzt  
**upstream** von BC2
- ⇒ match erhält beam waist  
in **D4BC2**



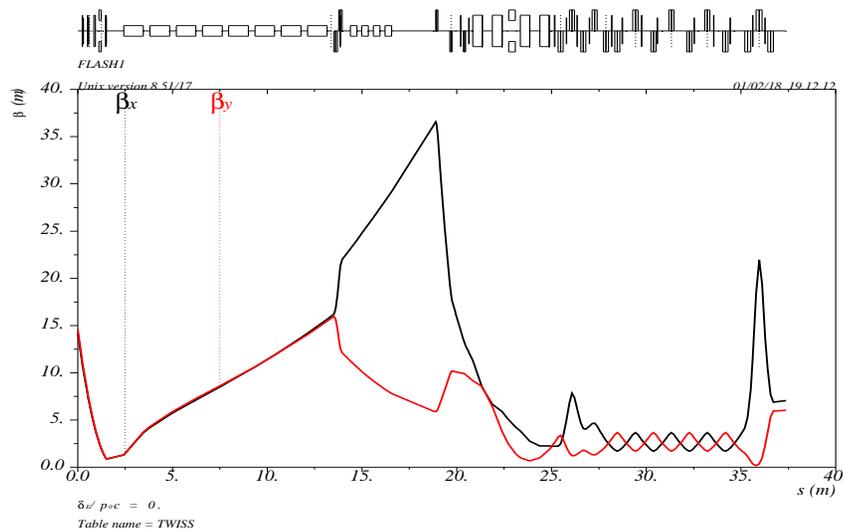


## UBC2: Design-Optik: alt / neu



← ALT:

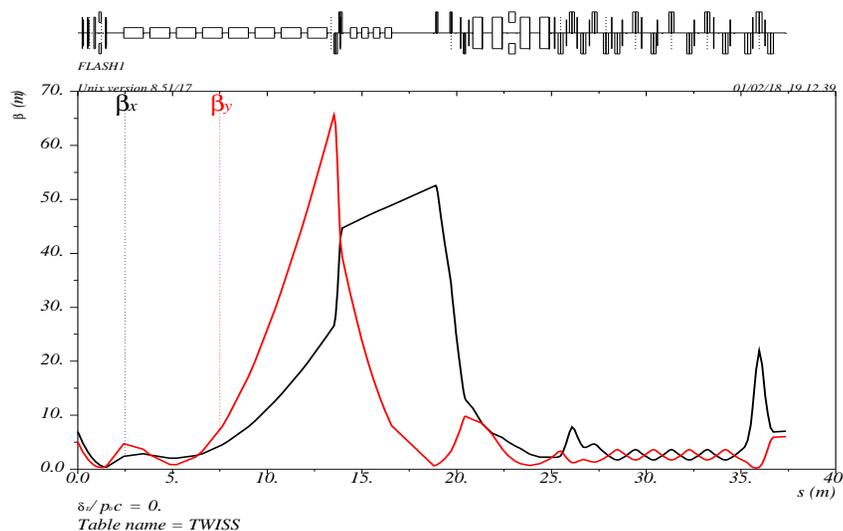
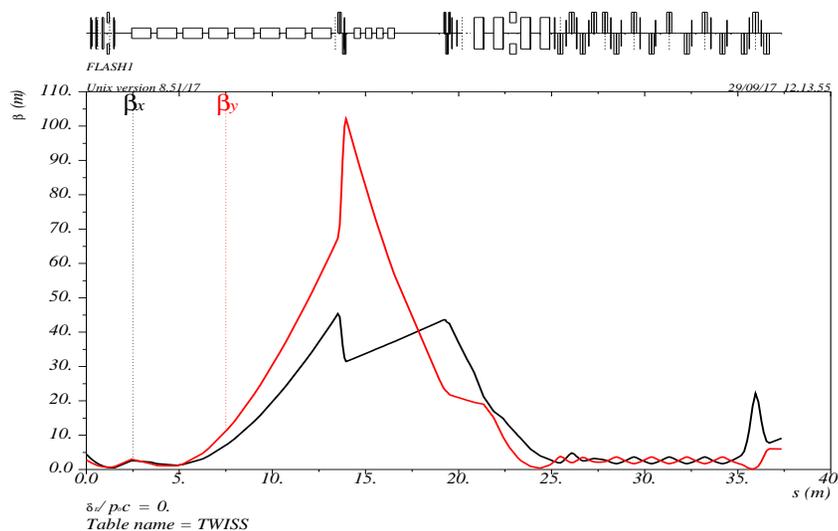
- Triplet =  
3 Quads auf einem  
Eisenjoch



← NEU:

- 3 einzel-Quads
- ⇒ Auf Design Level :  
**nix aufregendes!**

## UBC2: ge-match-te Optik: alt / neu



- ← ALT (gelbes Triplet):
- Größere  $\beta$ -Funktionen
- ✓ NEU (3 blaue Quads):
- + beam waist erhalten

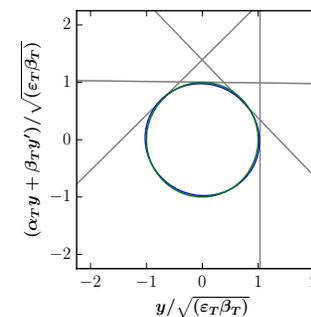
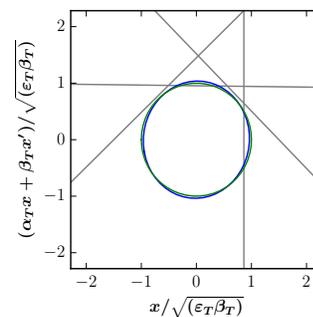
4DBC2 6DBC2 8DBC2 10DBC2

$\beta_T = 2.49$  m     $\beta_M = 2.32 \pm 0.06$  m  
 $\alpha_T = -1.19$      $\alpha_M = -1.12 \pm 0.03$   
 $\varepsilon_T = 0.50$   $\mu\text{m}$      $\varepsilon_M = 0.50 \pm 0.01$   $\mu\text{m}$

$\beta_T = 2.56$  m     $\beta_M = 2.67 \pm 0.09$  m  
 $\alpha_T = 1.21$      $\alpha_M = 1.30 \pm 0.05$   
 $\varepsilon_T = 0.49$   $\mu\text{m}$      $\varepsilon_M = 0.49 \pm 0.01$   $\mu\text{m}$

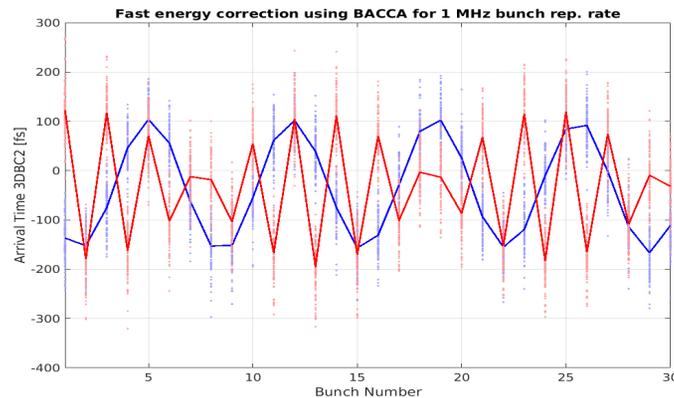
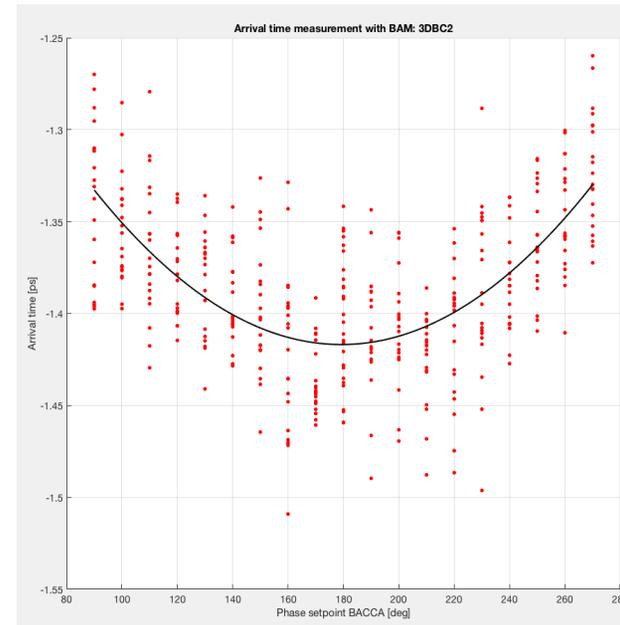
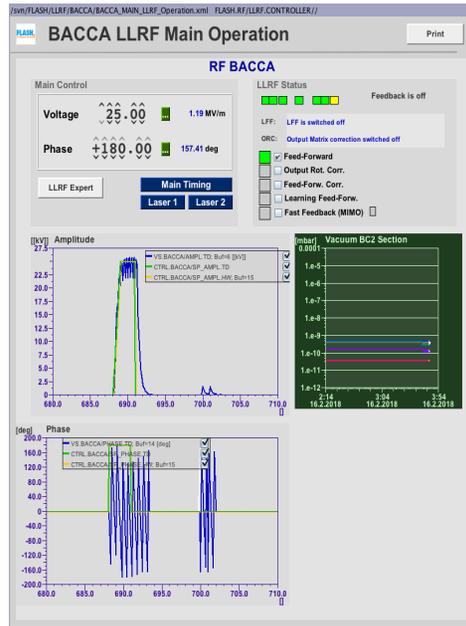
$m_P = 1.00$      $\lambda_P = 1.08$

$m_P = 1.00$      $\lambda_P = 1.05$



## Allererstes Commissioning von "BACCA" in UBC2

S.Pfeiffer, M.Hoffmann, C.Schmidt : Nachtschicht 15.02.2018



aus dem e-log:

- On-crest phase scan
- Kalibration 4.3 fs/kV (mit ACC1)
- BACCA in kV kalibriert
- bis zu 40  $\mu$ s Pulslänge & 40 kV RF Feldmodulation

## Die **FLASH3**Extraktion (in **FLASH2**Extr.)



- Älteres Bild: Quads jetzt berührungssicher
- Temporäre Lösung: HERA-*p* BZ magnete anstelle von **schnellen** Dipolen mit **lauten** Pulsern "Killer" & "Mörder Öne"

## Spaziergang durch FLASH3 (1)



- Eingang FL2SEED
- ... mit der "Lombards-" und der "Kennedy-Brücke"
- zum Überqueren von FLASH3

## Spaziergang durch FLASH3 (2)



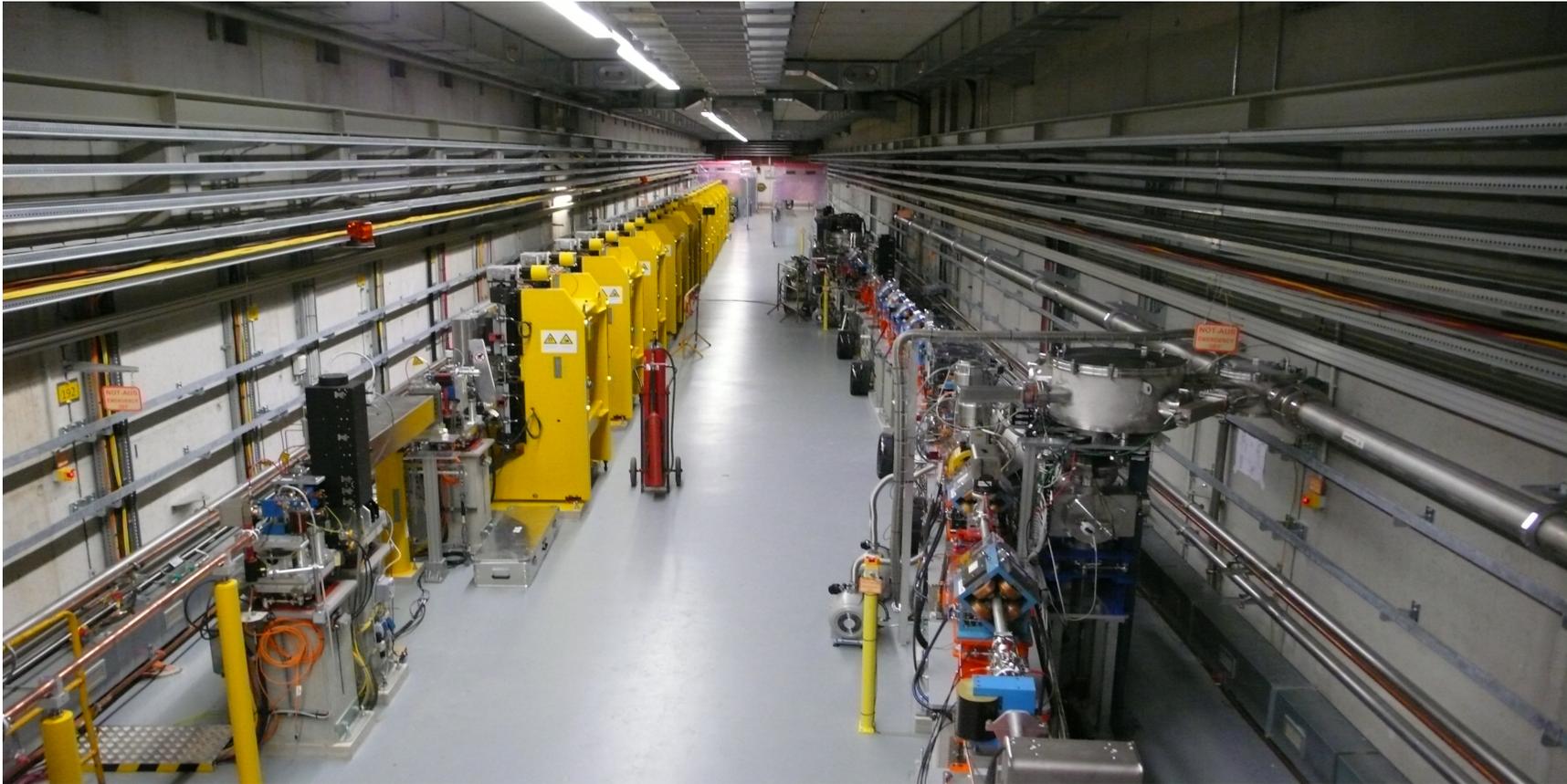
- ... aber der “alte Elbtunnel” ist auch **sehr** praktisch
- ← Eingang FL2SEED /  
Wand zur **Extraktion**
- Weg zw. **FL2** & **FL3**
- angeblich kein Fluchtweg!
- ... ich komme locker durch ...
- ... aber ich bin ja auch schlank :-)

## Spaziergang durch FLASH3 (3)



- Blick von der “Lombards–Brücke” nach Norden
- FL2 an Steuerbord & FL3 an Backbord

## Spaziergang durch FLASH3 (4)



- Blick von der “Kennedy–Brücke” nach Norden
- Man kann schon sehen, dass FLASH3 noch nicht bis zum dump geht!

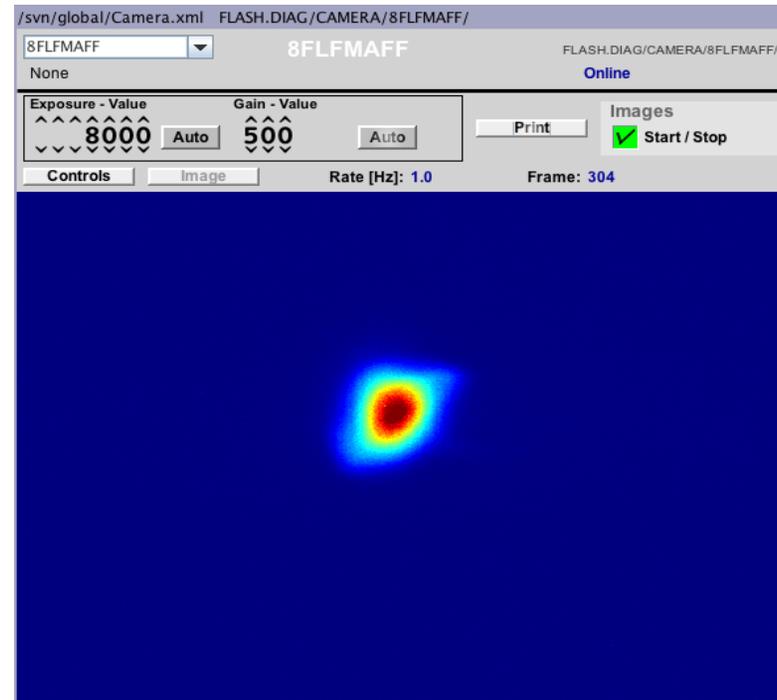
## Spaziergang durch FLASH3 (5)



- Hier wird's eng!
- Offenbar "zu" eng und die Raumkrümmung ist lokal zu groß...

## Einschub : TTFeLOG 20.02.2018 (Heute!) 09:39

- Messungen und Nacharbeiten am letzten Wartungstag (letzter Dienstag)
  - Heute: erste **FLFWD**-Schicht nach Wartung.
  - Bild: OTR8FLFMAFF : nach dem Dipol
- ⇒ ... **Raumzeitmetrik wieder flach**
- m.a.W.: **Strahl kommt durch!**



## Spaziergang durch FLASH3 (6)



- vorne rechts nach hinten links:
  1. final focus
  2. Plasma Kammer
  3. Spektrometer (halbierter DORIS-Dipol)

## Spaziergang durch FLASH3 (7)



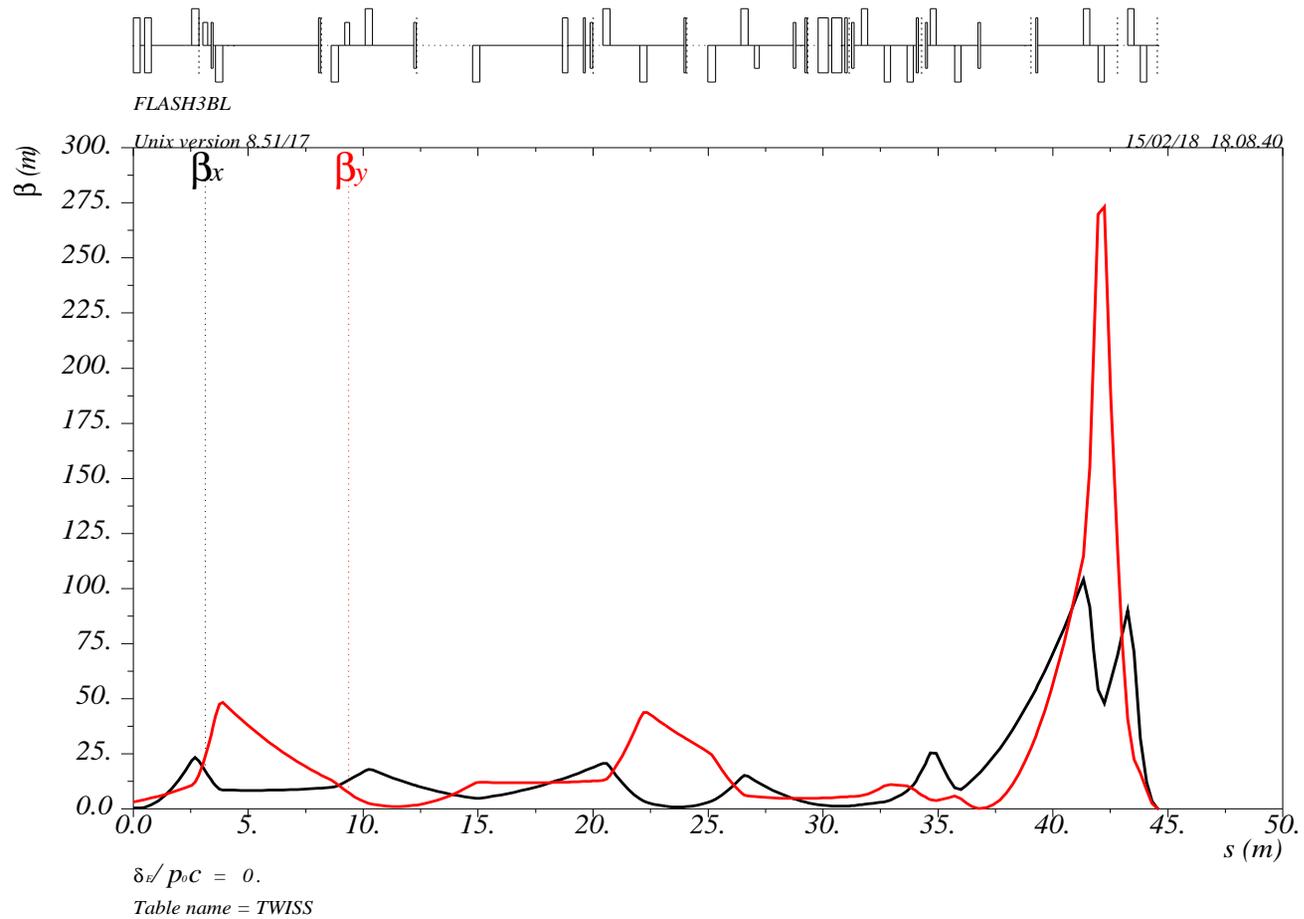
- Hier fehlen noch die XQAs

## Spaziergang durch **FLASH3** (8)



- Weißes Rechteck am Boden:
- Hier wird bald ein Laser-Zelt stehen.
- Jetzt schon : 2 **Suchknöpfe** (für später)

(der Vollständigkeit halber, hier die) **FLASH3** Optik



- Optik endet (z.Z.) mit dem Fokus in Plasma Zelle:  $\beta_x/\beta_y : 2.4/3.6$  **cm**

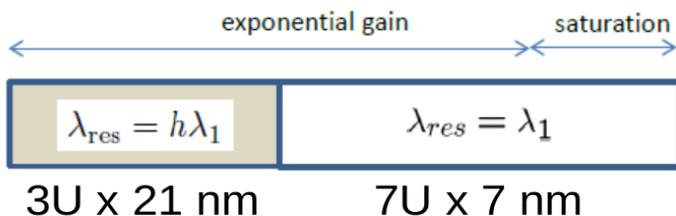
## Highlights der letzten 1.5 Jahre

- Keine Großen Rekorde:
  - 1000  $\mu\text{J}$  bei FLASH2 ( $\rightarrow$  letztes mal)
  - GUN flat top bei 600  $\mu\text{s}$  ( $\rightarrow$  letztes mal)
  - $\approx$  single spike lasing ( $\rightarrow$  letztes mal)
- **außer Michael & Evgeni's Harmonic Lasing / HLSS**
- **und** exotischen Betriebsmodi  $\rightarrow$  **Siggi's talk**
- **und** verbessertes tuning, bessere Zusammenarbeit, etc.
- ein Paar Beispiele. . .

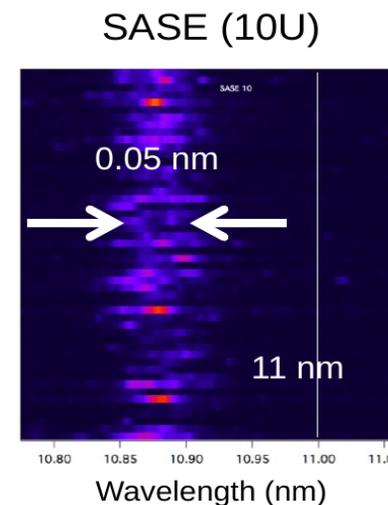
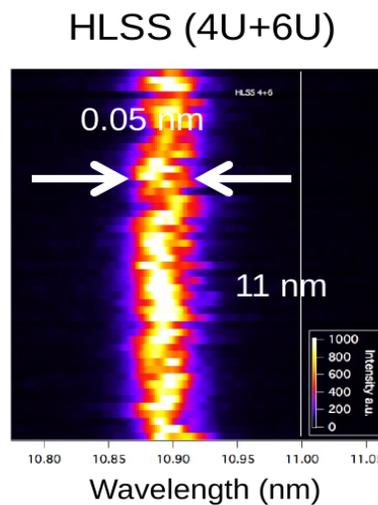
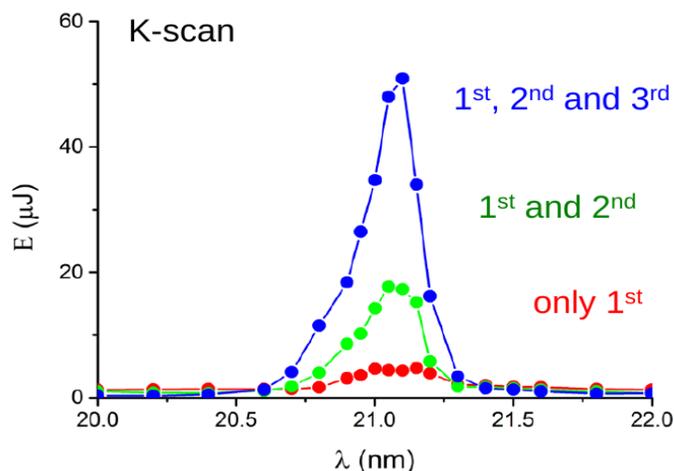
## Harmonic Lasing

### HLSS at FLASH2: 1<sup>st</sup> time harmonic lasing

HLSS: Harmonic Lasing Self-Seeding FEL



- Improvement of spectral brightness in a gap-tunable undulator
- Increase in coherence time
- Significant increase in pulse energy

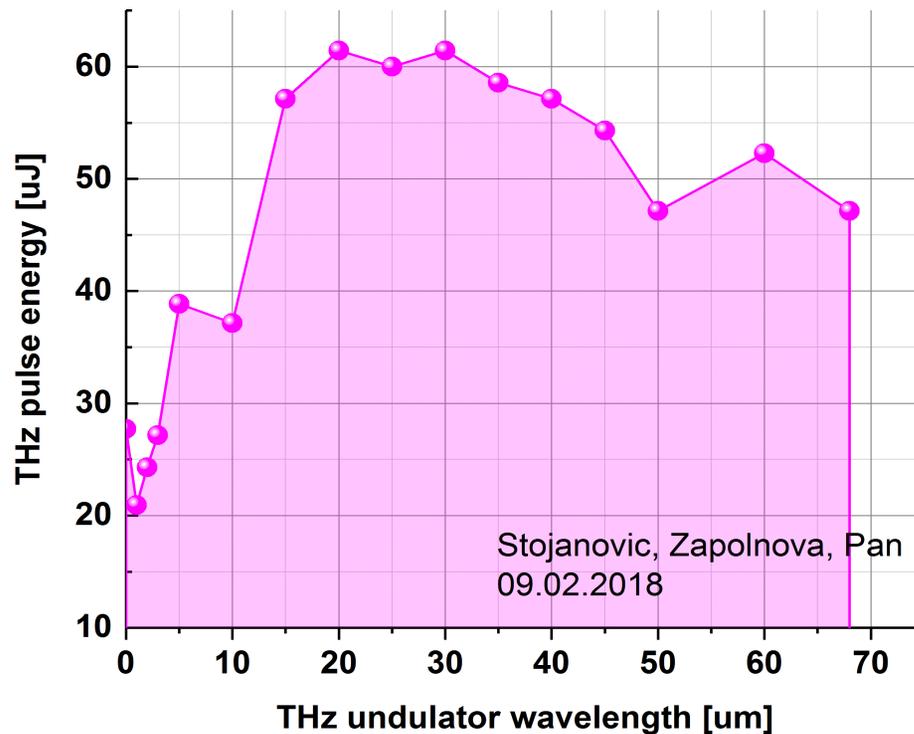


- (Folie bei Siggie gekl — äh: gefunden...)
- FEL prozess, **bunching** startet bei längerer Wellenlänge
- bevor diese in Sättigung geht: FEL auf höhere harmonische “umschalten”

## THz Betrieb

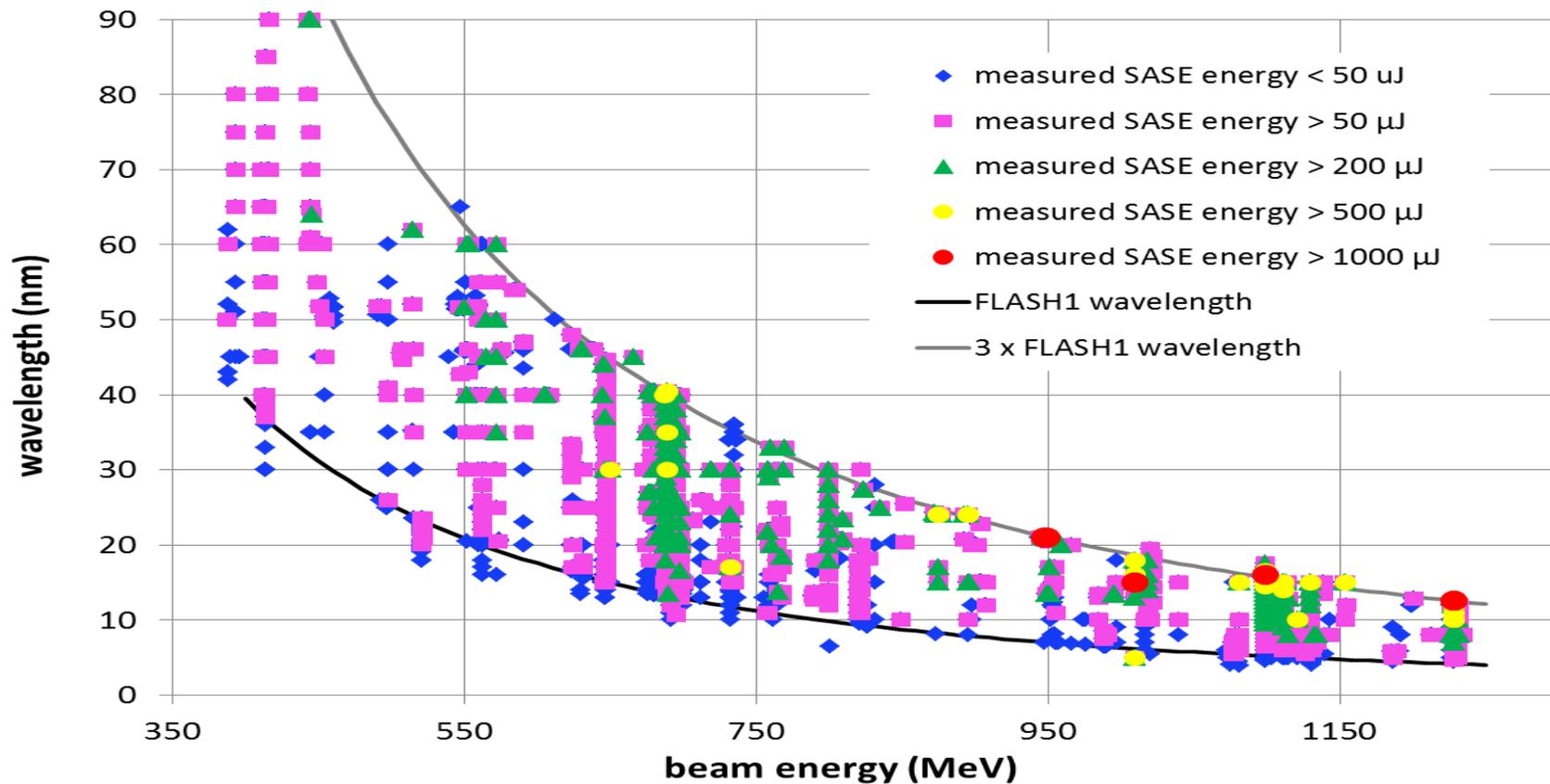
- THz tuning bisher immer noch “black-magic”  
→ urbane Legenden wie: “THz muss man mit  $\sim 1$  nC tunen”...

Pulse energy measured through diamond window



- Jetzt beim Wiederanlauf (09.02.2018): Kampagne zum systematischen THz-Tunen gestartet  
⇒ Bild ← bei ca. 0.4 nC.
- weiter Studien zum THz-Tunen geplant

## Der Zustandsraum der möglichen FL2 SASE set-ups...

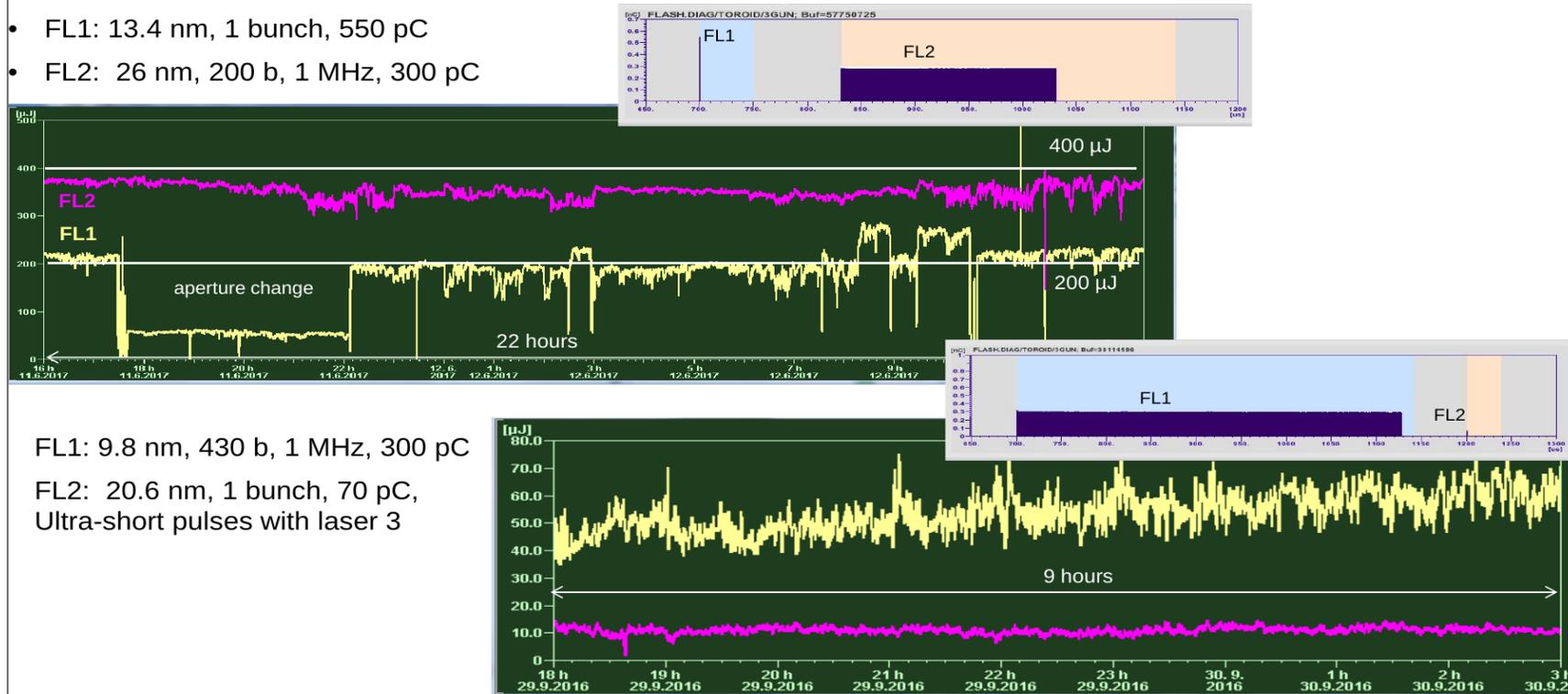


- ... wurde ausgiebig vermessen. Es gibt sogar noch mehr Daten. (Danke an Juliane!)
- Grenzen: 3× FLASH1: Undulator geschlossen & 1× FLASH1: Undulator wird zu schwach



## Super-stabiler Parallel-Betrieb FL1 & FL2

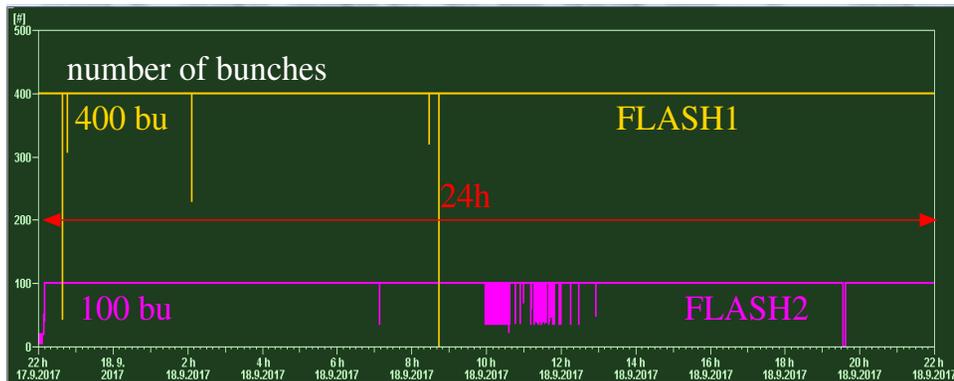
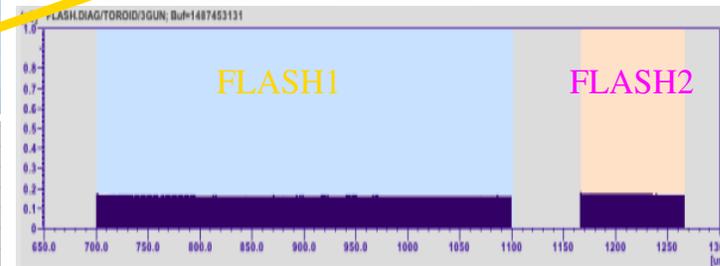
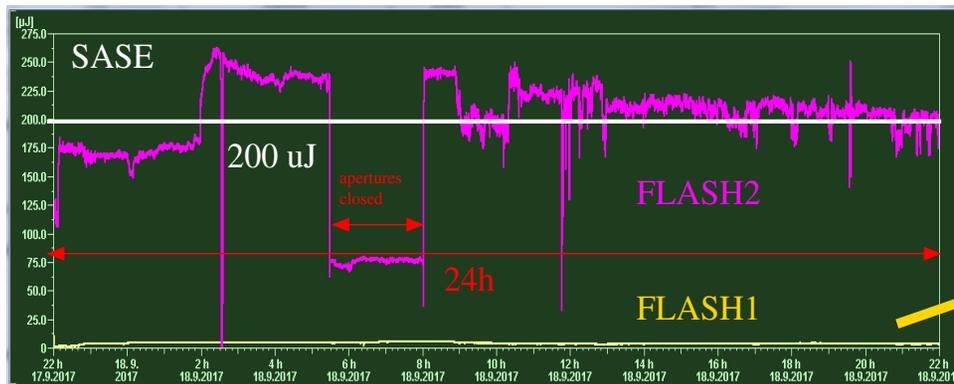
- FL1: 13.4 nm, 1 bunch, 550 pC
- FL2: 26 nm, 200 b, 1 MHz, 300 pC



- FL1: 9.8 nm, 430 b, 1 MHz, 300 pC
- FL2: 20.6 nm, 1 bunch, 70 pC, Ultra-short pulses with laser 3

- Juni 2017 & September 2016 (Danke an Sigggi)

## Super-stabiler Betrieb FL1 & FL2/ beide mit langen bunch-trains

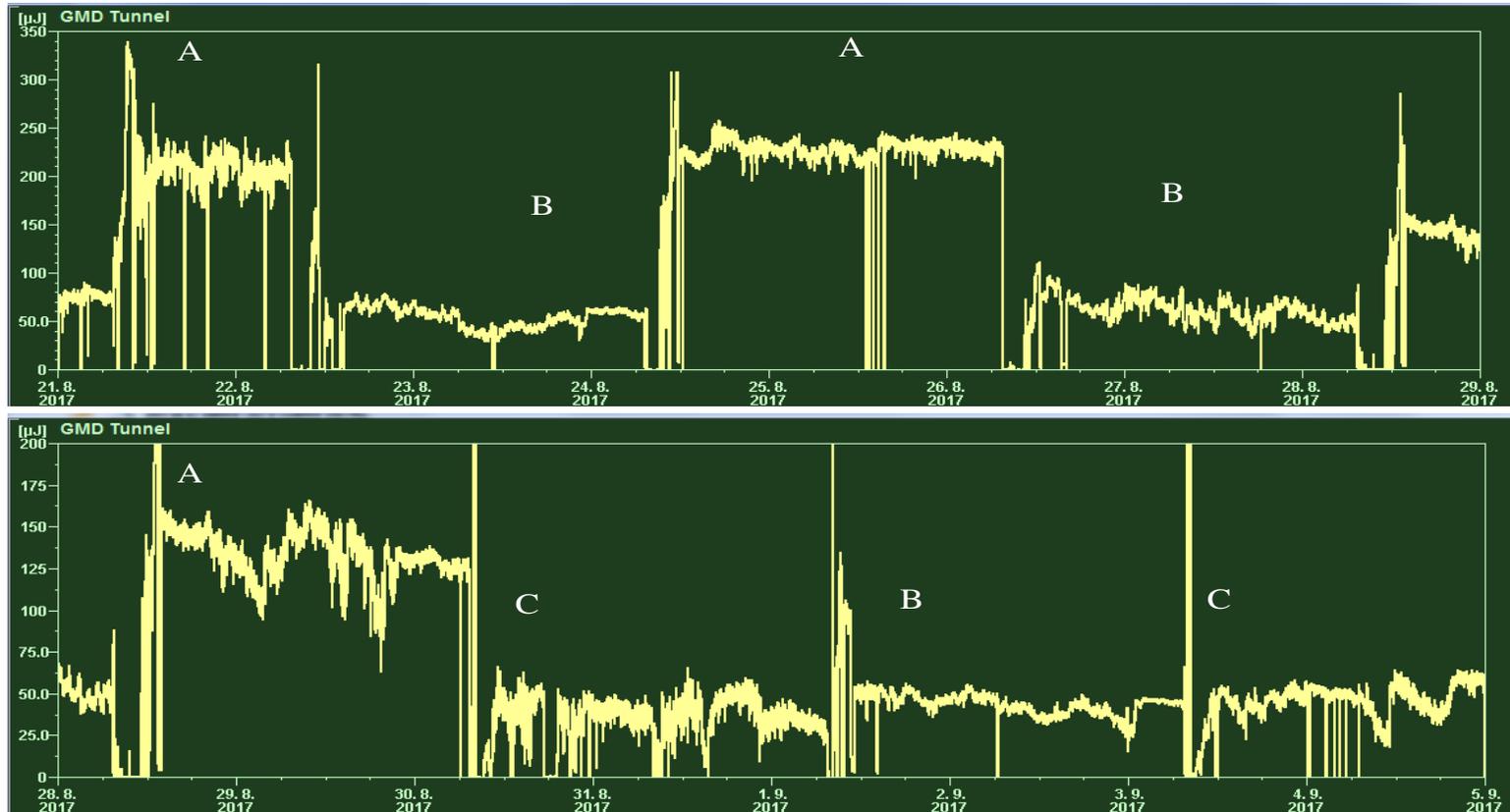


**FL1:** 22.7 nm, 400 bu, 1MHz, 170 pC,  
**1/1 mm apertures(!)**

**FL2:** 61.0 nm, 100 bu, 1 MHz, 180 pC,  
**5/14 mm apertures**

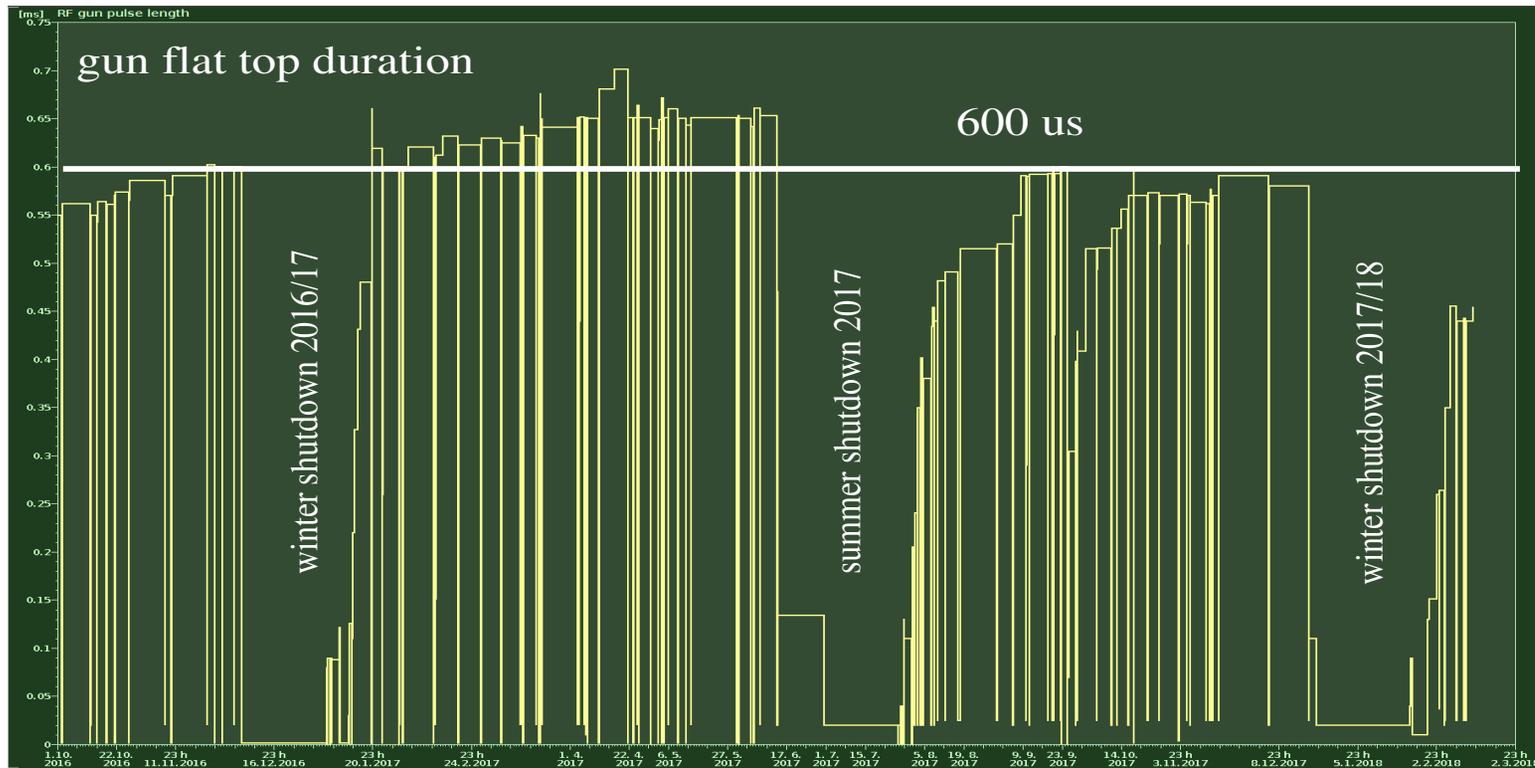
- September 2017 (Danke an Siggi)

## Stabiler Betrieb trotz häufigen Umstellungen



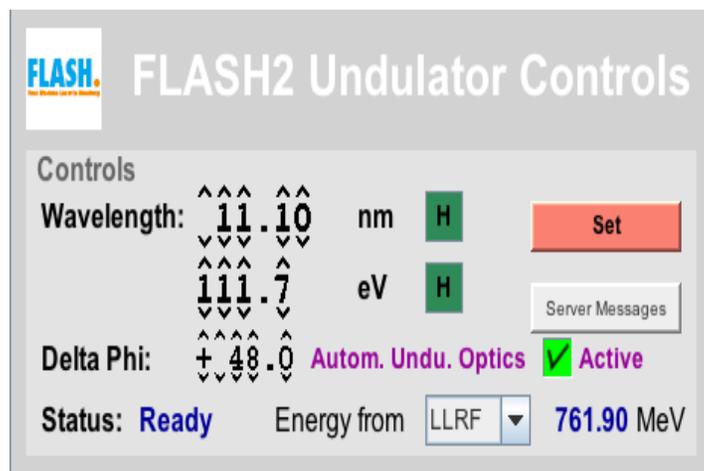
- Oben: 21.08.2017 — 29.08.2017 / Unten 28.08.2017 — 05.09.2017 (Danke an Siggie)
- Oben: A: 13.6 nm, 1 bu, 0.55 nC, 3/3 mm apert.  
B: 20.7 nm, 400 bu, 0.25 nC, 5/5 mm apert.
- Unten: A wie oben, B wie oben mit 3/3 mm apert.,  
C: 5.5 nm, 1 bu 0.35 nC, 10/10 mm apert.

## Unsere RF-gun **10.2016 — 02.2018**



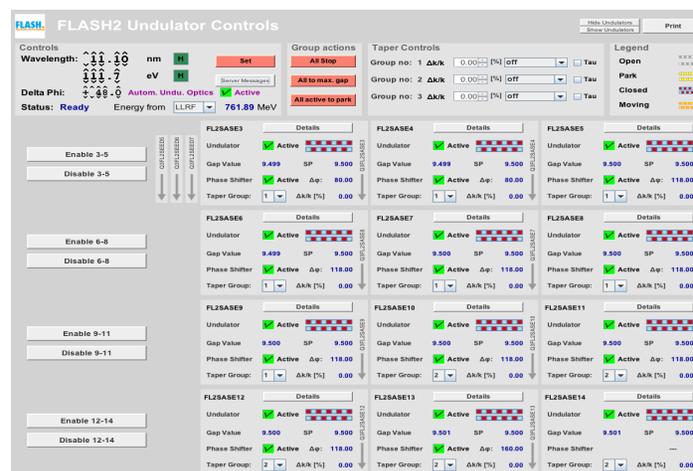
- gun 3.2 (seit anno dazumal) mit RF-Fenster G57 (seit Sommer 2016)
- kaum **gun**-trips (ZZ, oder Ausfall mod-3 sind keine gun-trips!)
- außer September 2017 bei Betrieb  $> 600 \mu\text{s}$
- Wir arbeiten jetzt zügig/vorsichtig(!) auf  $\sim 600 \mu\text{s}$  hin!

## Automatische Anpassung der FL2–Undulator–Optik

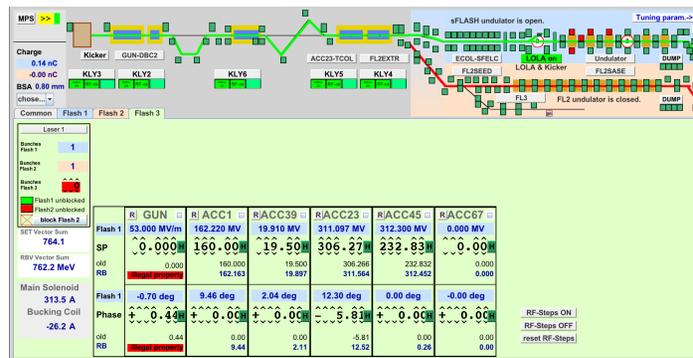
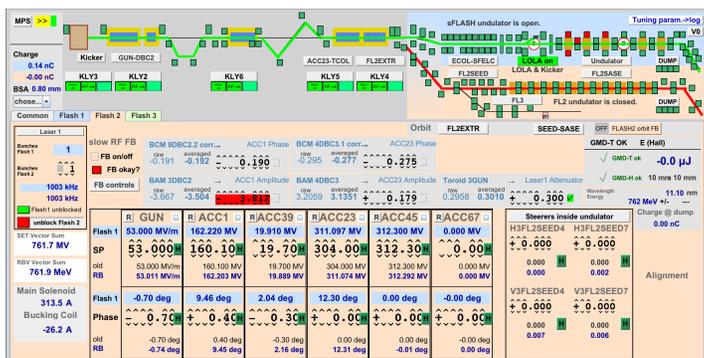
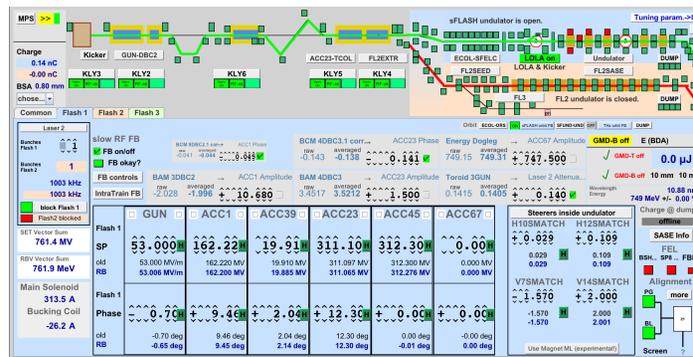
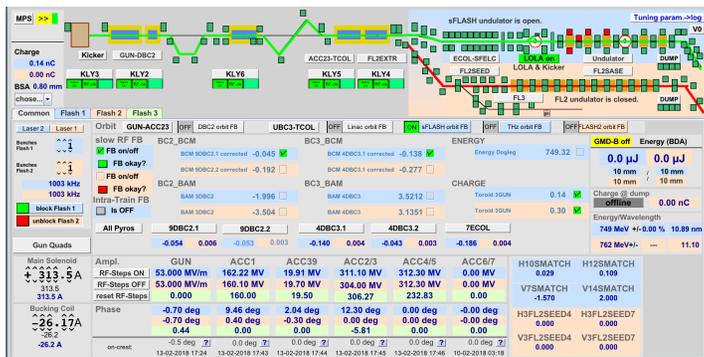


- + berücksichtigt die vertikale, gap–abhängige Undulatorfokussierung
- + berücksichtigt, welche Undulatoren gefahren werden
- approximiert die Optik durch lineare Interpolation
- + kann auch eine vergurkte Optik zurück auf “Soll” ziehen
- zieht auch eine Hand-optimierte Optik zurück auf “Soll” !

- Auf den **FLASH2** Undulator Controls (↓)
- ✓ das kleine grüne Kästchen
- sollte im Normalfall immer angehakt sein
- **außer beim file-Fahren !**  
(→ **Sequencer** : gibt Warnung)

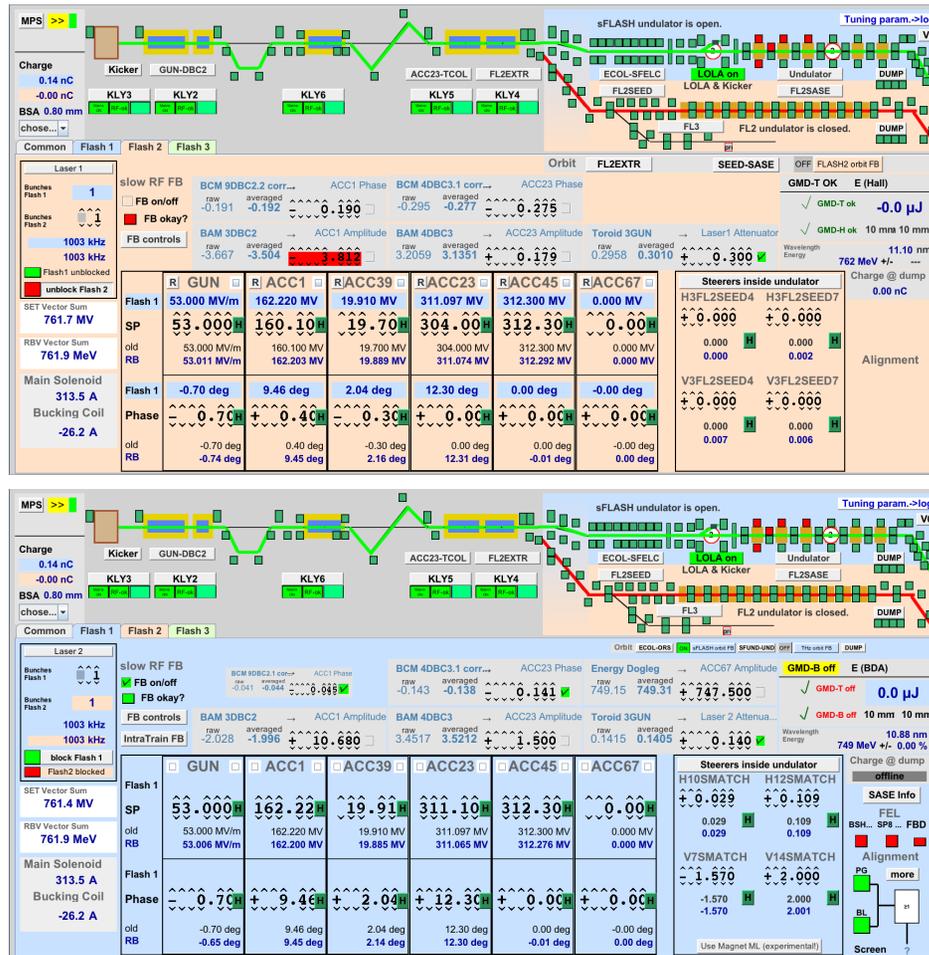


# Neues 16:9 SASE Tuning Panel von J.Z.



- + Enthält schon (rudimentär) **FLASH3**
- + Kann die **Split RF Flat Tops** ("steps") direkt bedienen !!!
- + ist an die 16:9 Geometrie der FLASH Konsolen-Schirme angepasst
- hat noch 'nen bug bzgl. der **monitoring RF readback** Werte

## Split Flat Tops von Johann's Panel



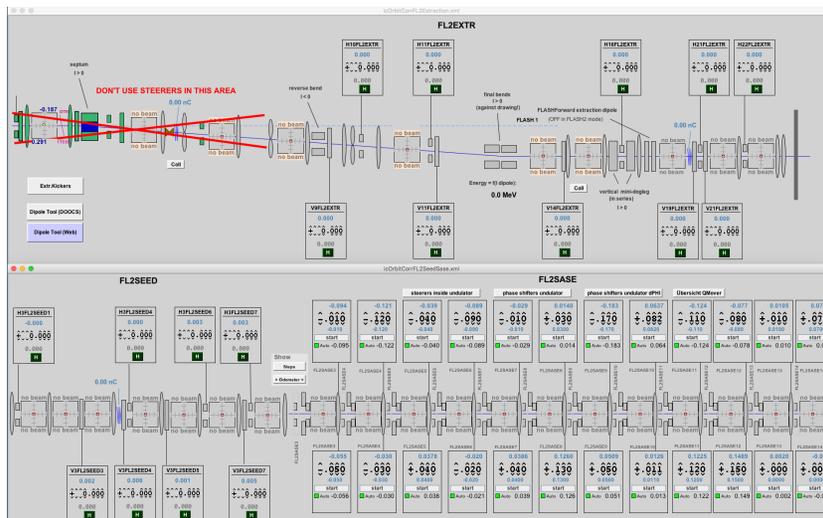
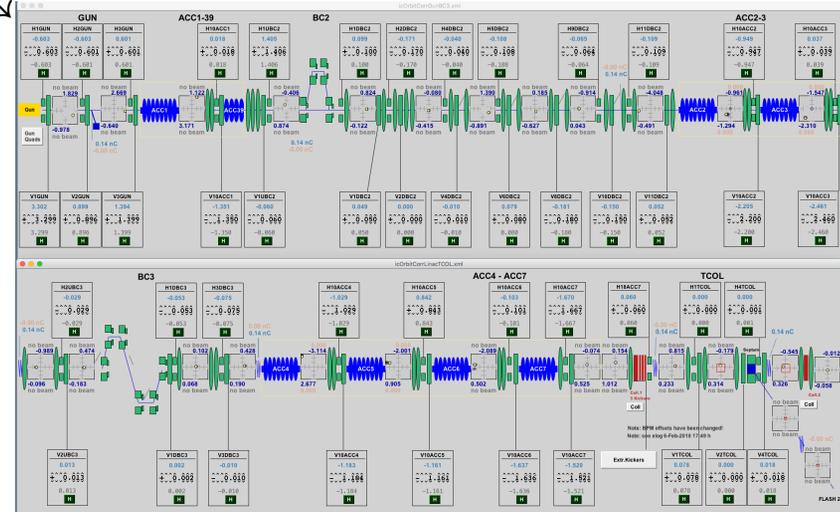
- man kann z.B. bei **FL2** die **SpFITps** aktivieren & re-setzen: →
- der **rechte hookmark** und der **linke toggle** (mit "R") neben jeder HF-Station
- und bei **FL1** den Zust. der **SpFITps** bei **FL2** & **FL3** sehen: →
- die Indikatoren **links** und **rechts** von jeder HF-Station

Ach ja...

... ansonsten sind die Split RF Flat Tops immer noch genauso toll zu bedienen, wie vor 1.5 Jahren!!

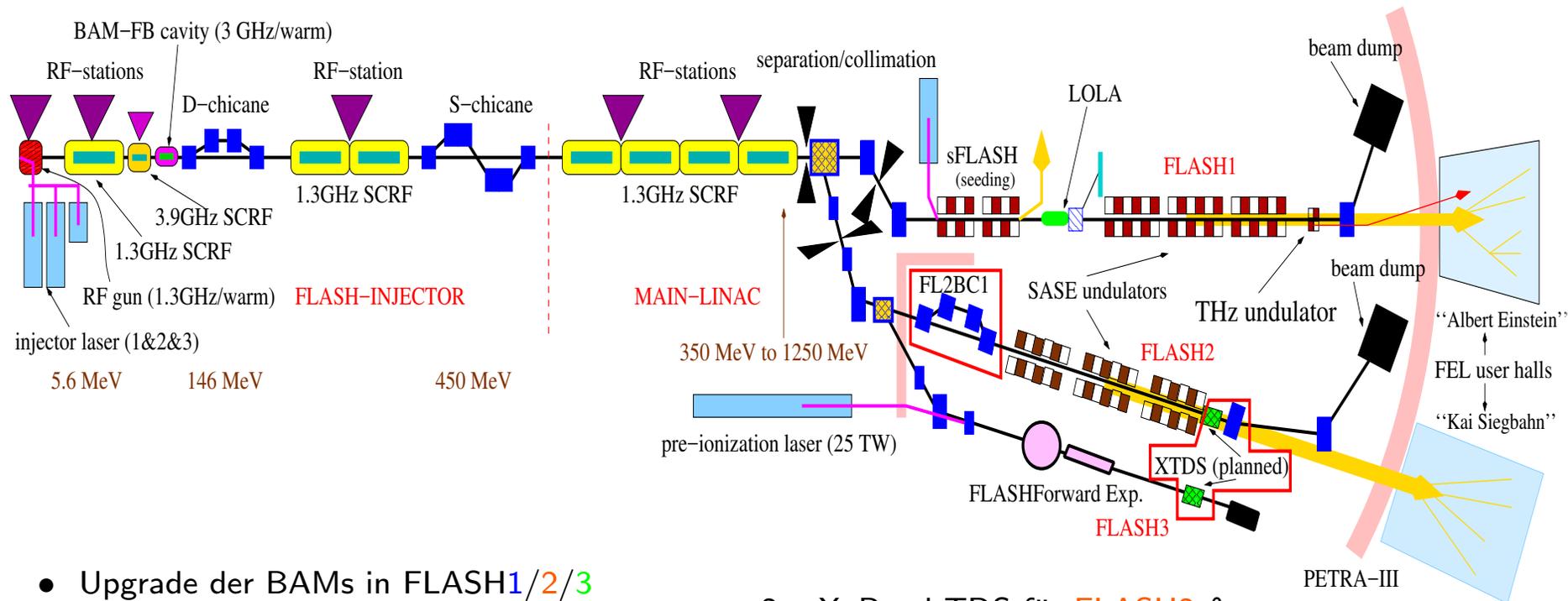
## Große Orbit Panels im 16:(9/2)-Format von J.Z.

- dies sind 2 panels übereinander  
Gun → UBC3 & BC3 → TCOL
- enthalten “mehr beamline” pro panel
- gibt's schon für (fast) alle Sektionen



- ← dies sind 2 panels übereinander  
FL2EXTR & Anfang FL2SEED →  
Ende FL2SASE
- manchmal will man aber auch  
“weniger beamline” → alte Panels

## Die nächste Zukunft



- Upgrade der BAMs in FLASH1/2/3
- Eine weitere Kompressor-Schikane in FLASH2 (BC1FL2)
- Letzte Kompression **nach** dem ExtraktionsArc
- ⇒ Kompression in BC2 & BC3 reduzieren
- 2× X-Band TDS für FLASH2 & 1× für FLASH-Forward
- Bessere Auflösung als LOLA
- Energie-Verteilung **ohne/mit** SASE ⇒ untere Schranke f. Photonpulslänge

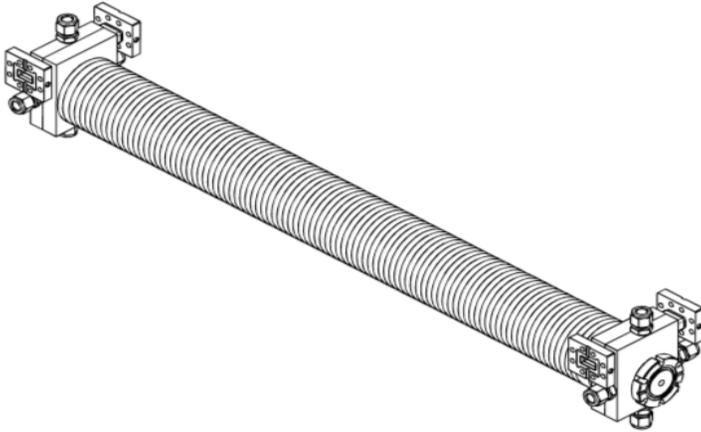
## FL2BC1

- D-Schikane am Anfang von FL2SEED
  - Zur Verbesserung der Strahlqualität  
← weniger Kompression **vor** der Extraktion
  - **Johann Zemella:**  
Design und Simulation
  - Magnete sollen “jetzt” bestellt werden
- vermutlich TDA's

## BAM Upgrade

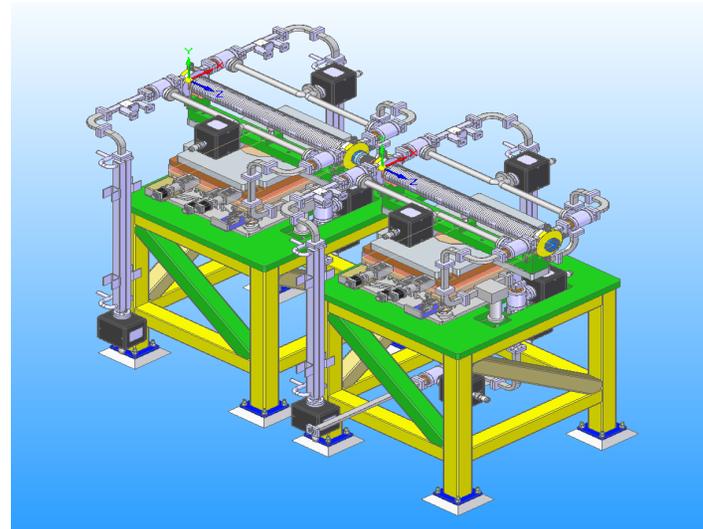
- Komponenten sollen fertig sein !
- Upgrade soll sobald wie möglich beginnen
- benötigt upgrade der optischen Synchronisation
- dauert u.U. lange → schwer in schedule einzupassen

## (Je) eine X-Band TDS für FLASH-Fwd & FLASH2



- TDS := Transverse Deflecting Structure  
≈ "LOLA"
- X-Band := 12 GHz = 4 × S-Band  
⇒ potentiell bessere Auflösung  
→ "Super-LOLA"
- **FL2**: nach dem Undulator  
⇒ sieht Energieverlust durch SASE  
→  $\gamma$ -Pulslänge!

- Kollaboration DESY / PSI / CERN  
→ **Barbara Marchetti**
- CERN: Design TDS & HF-Komponenten
- PSI: super-akkurate Fertigung von TDS
- DESY: Design **support structure**  
→ MIN: Modulator/Klystron/Hohlleiter  
→ MSK: LLRF ; MKK: Kühlung ; etc.
- **FLASH2**: **Florian Christie**
- **FLASH-Fwd** : **Richard D'Arcy**



und eventuell kriegen wir auch noch vor  
2020 besser bedienbare Split RF Flat Tops

siehe: mein Vortrag von vor 1.5 Jahren...

## Zusammenfassung

- FLASH ist in den letzten 1.5 Jahren prima gelaufen!
- Highlight: Harmonic lasing / harmonic self seeded lasing.
- Exotische Betriebsmodi → **Siggi's talk morgen**
- Die Kommissionierung der **FLASH3 / FLASH-Fwd** beamline hat jetzt begonnen.
- Sektion UBC2 wurde (ganz frisch) umgebaut: neues FB Cavity & optische Verbesserung.
- Es gibt eine automatische Anpassung der **FL2**-Optik und die Stellung der Undulatoren
- In der näheren Zukunft wollen wir die BAMs erneuern, eine Kompressionsschikane **nach** der **FL2**-Extraktion, sowie "Super-LOLAs" für **FL2** & **FL3** einbauen, und natürlich **FL-FWD** fertigstellen und Kommissionierung.

Vielen Dank an **alle**, die beim Betrieb, bei der  
Wartung, bei den Studien und bei der Gestaltung  
der Zukunft von FLASH mitgearbeitet haben, und  
vor allem denen, die vorhaben, dies auch weiterhin  
zu tun !!!

und ...

Vielen Dank für's Zuhören!