

Optisches Synchronisationssystem

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

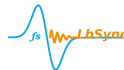
Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

Marie Kristin Czwalinna,
...für das LbSync-Team

Beschleuniger-Betriebsseminar 2015

24. März 2015





Übersicht

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- 1 Wie funktioniert die optische Synchronisation.
- 2 Synchronisierte Stationen bei FLASH.
- 3 Nutzen für den Maschinen-Betrieb.
- 4 Was kommt als nächstes: Verbesserungen & Erweiterungen.

Wie wird synchronisiert?

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

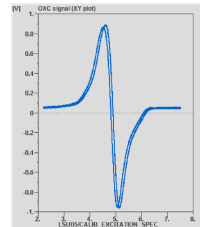
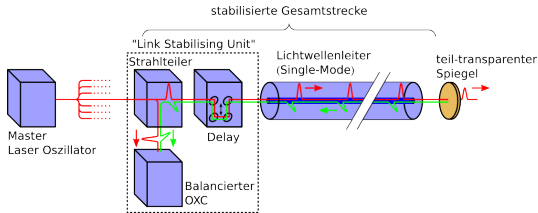
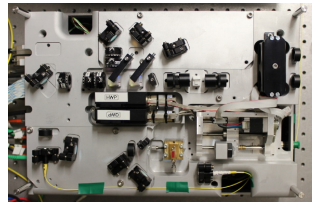
Wie?
Wozu?
Was?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- 1 *Optical Cross-Correlation (OXC)* : Messung des zeitlichen Überlapps zweier optischer Pulse
- 2 Sensitivität typ. $\leq 300 \text{ as/mV}$
- 3 Regelung zur langsamen Driftkompensation : motorisiertes optisches Delay
- 4 Regelung mit $\leq 3 \text{ kHz BW}$: piezo-elektrisches optisches Delay
- 5 *out-of-loop* Jitter im Zeitbereich: $\leq 1 \text{ fs RMS}$ (300 m Link)



...und warum mit gepulsten optischen Signalen?

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

Wie?

Wozu?

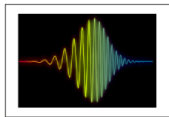
Was?

Synchronisation
bei FLASH.

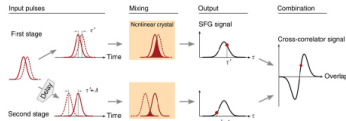
Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

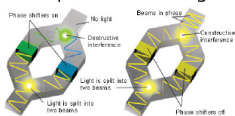
Zeitgenauer Laserpuls (modengekoppelt)



Zeitvergleich zweier Laserpulse

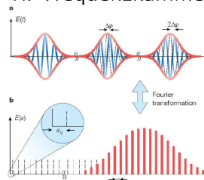


Mischen von Laserpuls und HF-Signal



Zeitvergleich zwischen Laserpuls und HF Signal

Erzeugung eines HF-Frequenzkammes



Harmonische der
Laser-Wiederholrate



Angebundene Stationen bei FLASH.

LbSync@FLASH

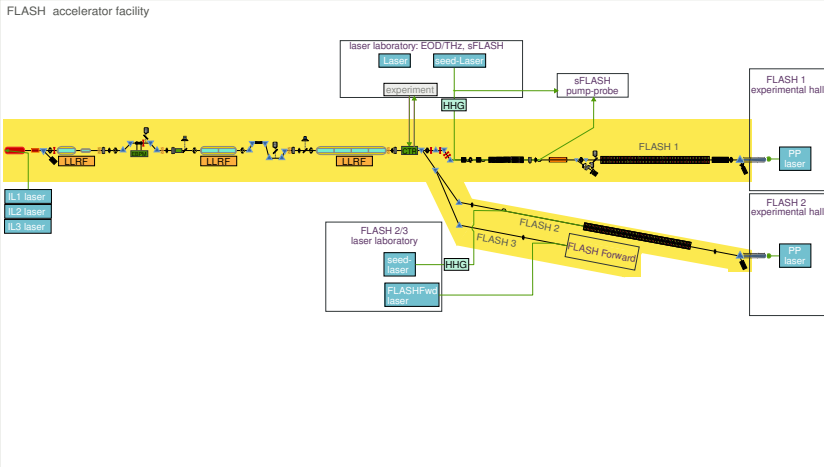
Wie und Wozu?

Wie?
Wozu?
Was?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.





Angebundene Stationen bei FLASH.

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

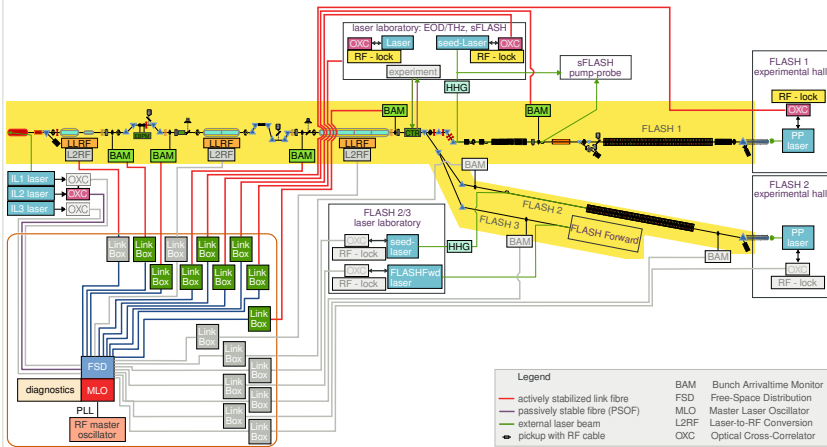
Wie?
Wozu?
Was?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

FLASH accelerator facility & laser-based synchronisation system



LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.



- Sync.-Labor in Halle3: konstruiert in 2006
- Mittlerweile: neue Klimaanlage mit Luftfeuchte-Regelung
- Synchronisiertes optische Signal über Lichtwellenleiter (LWL) verteilt
 - Anfangs 11 Stationen bei FLASH1
 - In 2012/2013 erweitert um 9 Stationen (4 noch offen)
 - + 3 Kabel in die Injektor-Hütte & 1 Kabel zum Injektorlaser-Labor
- Insgesamt: 672 Glasfaser, P2P Verbindungen bei FLASH
- Gemeinsam genutzte LWLs von MSK/MS4: Synchronisation, Timing & MPS



Synchronisations Labor

LbSync@FLASH

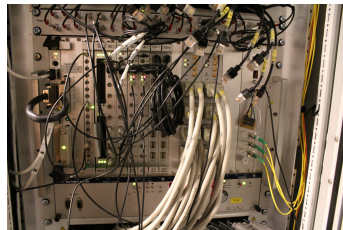
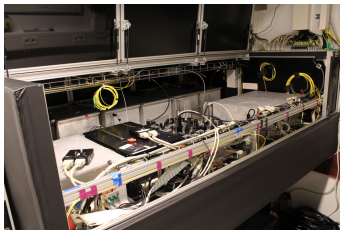
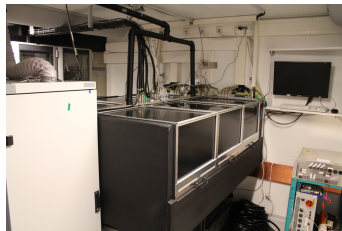
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.





LbSync in JDDD

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

FLASH.
Free-Electron Laser JDDD

Navigation Bar: Status, Operations, Procedures, Feedbacks, **Diagnostics**, Tools

Main Grid:

- BLMs:** Overview, Alarm Overview, per Section, FLASH2 Alarm Overview, FLASH2 Dump BLMs
- BPMs:** Status List, Sections Overview, Expert, FLASH2 BPMs, BPM Tests, Manuals
- Bunch Length:** All Cynos, BCM Motor Stages, BCM GUI, BCM FLASH2, Manuals
- ORS:** Menu, Manuals, WireScan, Menu, Manuals
- Energy:** Energy Gain Overview, Energy Dogleg, Energy Dogleg (exp.), Energy Dogleg (Balancing)
- F Cups:** FC 2GUN TD, FC 2GUN, FC 3GUN TD, FC 3GUN, FC IDUMP, Darkcurrent Monitor, Charge DAMON 7DBCZ
- HOM:** Displays, BPM, HOM 3.9GHz, Manuals
- WireScan:** Menu, Manuals
- Screens:** OTR and Camera Control, OTR Cameras, OTR Stations, DOOCSS Server, Data Base, Manuals
- Toroids:** Transmission, Transmission Other, All Toroids, FLASH2 Charge Stuff, Toroid Timing
- Dosimetry:** Dose @ Undulators, Cherenkov, D3 Radiation
- LOLA:** LOLA Section Overview, LOLA Monitor Settings, LOLA Matlab GUI, LOLA Display, LOLA Chassis, Manuals
- SYNC:** LbSync Main, Master Oscillator, **BAM**, **BAM XL**, BAM-Tool GUI (Matlab)
- Miscellaneous:** Undulator Temperature, Air Temperature, 220 V Mains, RF Cable Temperature, Stretched Wire, FLASH2 Diagnostics



LbSync in JDDD

LbSync@FLASH

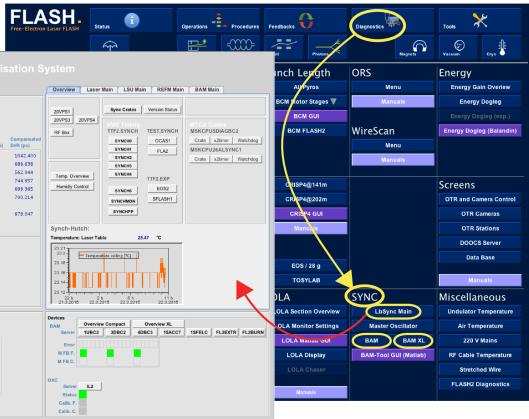
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Überblick
BAM

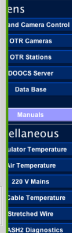
Nutzen für die
Maschine

Ausblick.





Ausblick.



Messung der Ankunftszeit von Elektronen-Bunchen mit synchronisierten Laser-Pulsen.

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

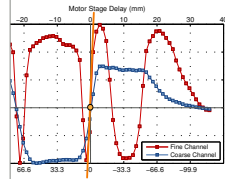
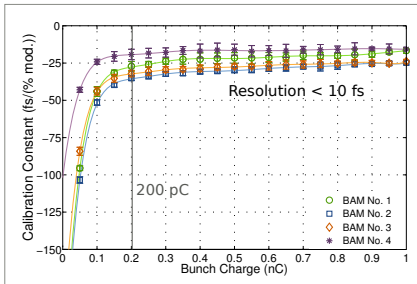
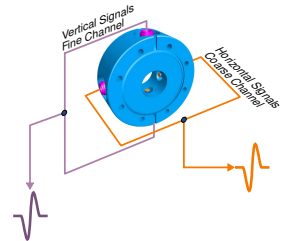
Synchronisation bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die Maschine

Ausblick.

- 1 RF-Signal Pickup-Up (> 10 GHz)
- 2 Signal-Kombination wegen Orbit-Abhängigkeit
- 3 Mischen von optischem und HF-Signal
- 4 Amplitudenmodulation des optischen Pulses
- 5 Sensitivität: 15 – 30 fs/%



Messung der Ankunftszeit von Elektronen-Bunchen mit synchronisierten Laser-Pulsen.

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

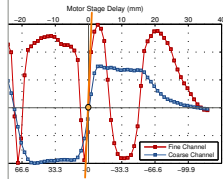
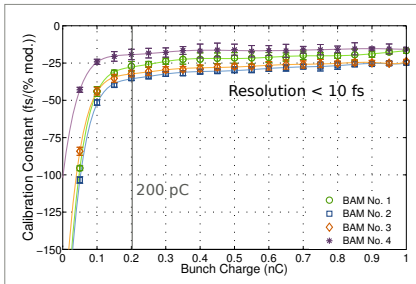
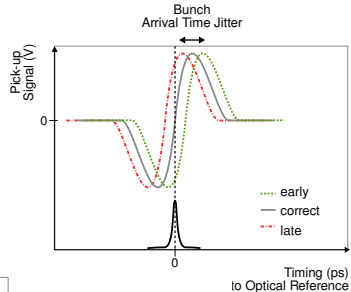
Synchronisation bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die Maschine

Ausblick.

- 1 RF-Signal Pickup-Up (> 10 GHz)
- 2 Signal-Kombination wegen Orbit-Abhängigkeit
- 3 Mischen von optischem und HF-Signal
- 4 Amplitudenmodulation des optischen Pulses
- 5 Sensitivität: 15 – 30 fs/%





Wo finde ich Informationen über das Bunch-Timing?

LbSync@FLASH

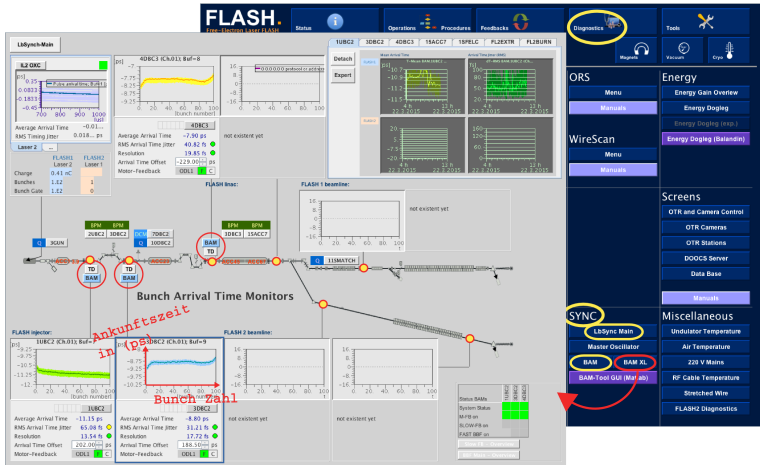
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.





Wo finde ich Informationen über das Bunch-Timing?

LbSync@FLASH

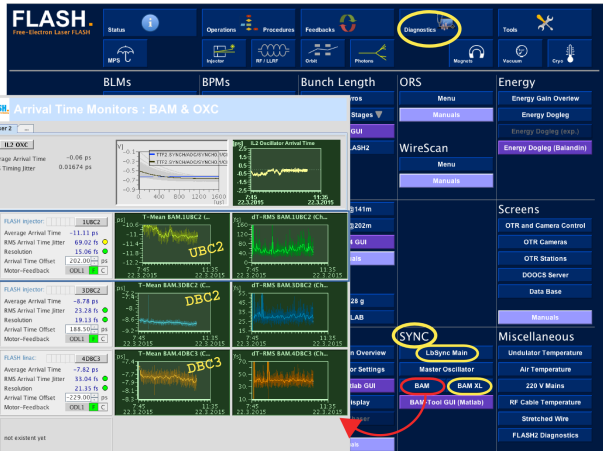
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Überblick
BAM

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.





Wie können die Timing-Monitore den Maschinen-Betrieb verbessern?

LbSync@FLASH

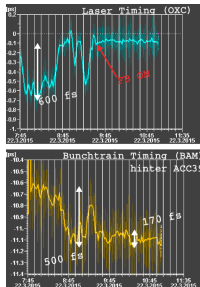
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- Stabilisierung des Injektorlaser-Oszillators : Matlab Tool (noch)
- Kompensation der Strahlenergie-abhängigen Drift : *slow feedbacks*
- *on-crest* Phasen-Bestimmung der Module vor den Magnetschikanen: Matlab Tool
- Ankunftszeit-Stabilisierung innerhalb des Bunch-Trains: *fast feedback*



Wie können die Timing-Monitore den Maschinen-Betrieb verbessern?

LbSync@FLASH

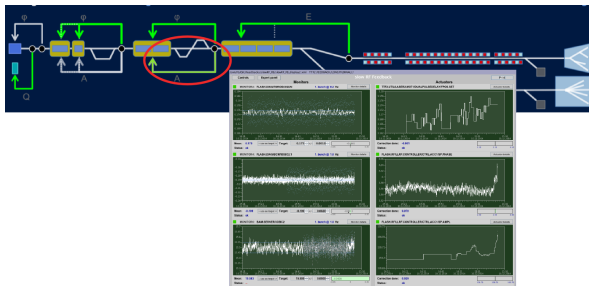
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- Stabilisierung des Injektorlaser-Oszillators : Matlab Tool (noch)
- Kompensation der Strahlenergie-abhängigen Drift : *slow feedbacks*
- *on-crest* Phasen-Bestimmung der Module vor den Magnetschikanen: Matlab Tool
- Ankunftszeit-Stabilisierung innerhalb des Bunch-Trains: *fast feedback*





Wie können die Timing-Monitore den Maschinen-Betrieb verbessern?

LbSync@FLASH

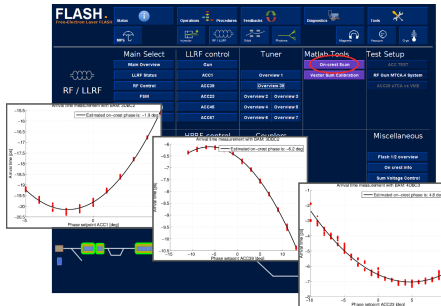
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- Stabilisierung des Injektorlaser-Oszillators : Matlab Tool (noch)
- Kompensation der Strahlenergie-abhängigen Drift : *slow feedbacks*
- *on-crest* Phasen-Bestimmung der Module vor den Magnetschikanen: Matlab Tool
- Ankunftszeit-Stabilisierung innerhalb des Bunch-Trains: *fast feedback*



Wie können die Timing-Monitore den Maschinen-Betrieb verbessern?

LbSync@FLASH

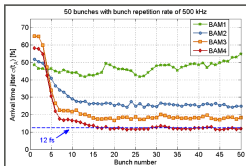
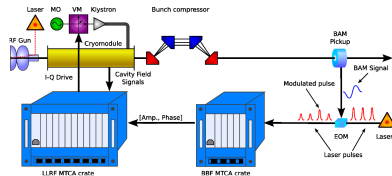
Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- Stabilisierung des Injektorlaser-Oszillators : Matlab Tool (noch)
- Kompensation der Strahlenergie-abhängigen Drift : *slow feedbacks*
- *on-crest* Phasen-Bestimmung der Module vor den Magnetschikanen: Matlab Tool
- Ankunftszeit-Stabilisierung innerhalb des Bunch-Trains: *fast feedback*



Jitter verbessert sich mit den beiden LLRF/BAM FB entlang der Maschine



Das LbSync-Team und unsere Pläne für die nahe Zukunft.

LbSync@FLASH

Wie und Wozu?

Synchronisation
bei FLASH.

Nutzen für die
Maschine

Ausblick.

- **Infrastruktur:** neue Glasfaser, Langzeitstabilität,
- **Optik, Mechanik:** Platzoptimierung, bessere Wartbarkeit,
- **Hardware, Firmware:** Ersatz alter Elektronik (VME) durch neues System (MTCA),
- **HF Design, Optik, Elektronik :** BAMs für kleinere Ladungen & FLASH1+2 Betrieb
- **Software :** "Exception Handling", Automatisierung, Zuverlässigkeit

LbSync in MSK-Gruppe

	Systeme	FLASH	FLASH1 +FLASH2 +XFEL
		jetzt	final
Cezary Sydlo	Koordination		
Falco Zummack	Link-Stabilisierung	8	42
Matthias Felber	Hardware & Elektronik	viel	noch viel mehr
Jost Müller (FLA)	Laser-zu-Laser Synchronisation (OXC)	3	13
(Thorsten Lamb)	HF-zu-Laser Synchronisation (REFMopt)	0	14
Marie Kristin Czwalinna	Elektronen Ankunftszeit-Monitore (BAM)	3	18

+ zeitweise Unterstützung durch Techniker, Ingenieure, Programmierer & Doktoranden.

