

GSi HEST OP-Schulung 2024

“Wiederinbetriebnahme“ Strahlagementore

O. Chorniy, H. Bräuning, W. Kaufmann,
C. Krüger, K. Lang, A. Reiter
und R. Hari (BPM FESA Klasse, Cosylab)
Dezember 2024

Detektoren für die schnelle Extraktion: Strahllagemonitore / Beam Position Monitors (BPM)

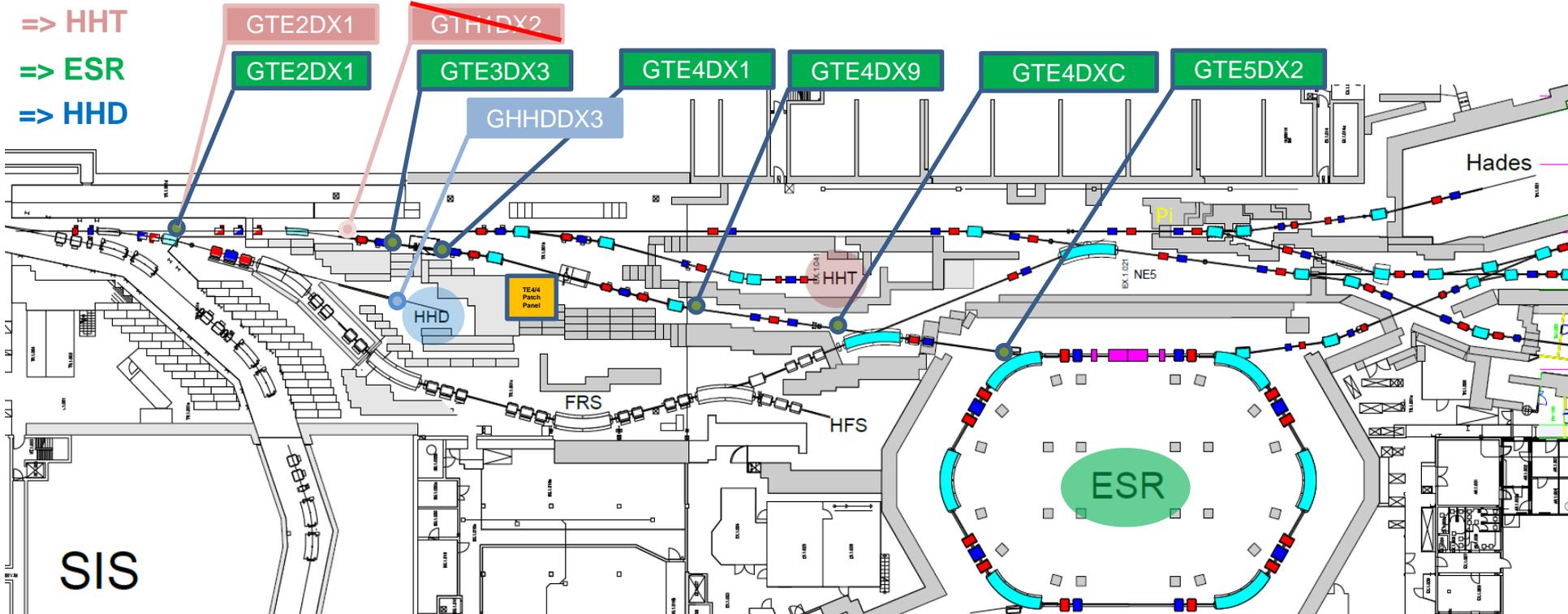
- Ausgangspunkt
 - BPMs nicht benutzt seit ~10 Jahren
- Ziel
 - Test von FAIR HEBT Hardware inkl. Software (Version V1)
 - Kontrollsystem-Integration (Timing, Datenversorgung LSA, etc.) für spätere Anwendungen
- Status: Wiederinbetriebnahme Strahllagemonitore
 - Übersicht Detektoren & Aufbau der Datenerfassung
 - Erste Messungen an HHD und bei „sauberem“ Transfer SIS18 – ESR
 - Messungen bei „unsauberem Transfer“: Betrieb mit Stripper-Folie
 - „Ergebnisse“

1 – Übersicht & Aufbau der Datenerfassung



BPM@GSI HEST

Überblick BPM Detektoren



- => HHT
- => ESR
- => HHD

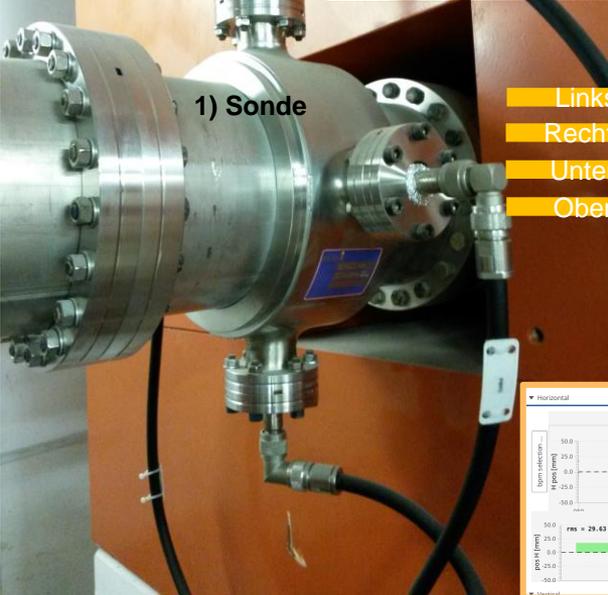
BPM Hardware Setup

Gleiches Auslesekonzept wie in SIS18 (, HEBT, SIS100,..)



HEST BPMs sind segmentierte Phasensonden mit nicht-linearer Antwort auf Positionsablagen.

Aktuell: HPA110 mit 50 Ohm Eingängen (wie ehem. DAQ), so dass die Signableitung erfasst wird.
Option: Hoch-ohmige Vorverstärker für niedrigere Intensitäten (aktuelle Entwicklung BEA-ELD für ESR)



1) Sonde

- Links
- Rechts
- Unten
- Oben



2) Front-end: HPA110 Verstärker
50 Ohm, BW = 55 MHz, Gain = [-50,+60] dB



3) DAQ system: 2x Libera Hadron HEBT
(250 MSa/s, 16 nom./12 eff. bits)



5) HKR
GUI Orbit Control
Positions-/Trendanzeige



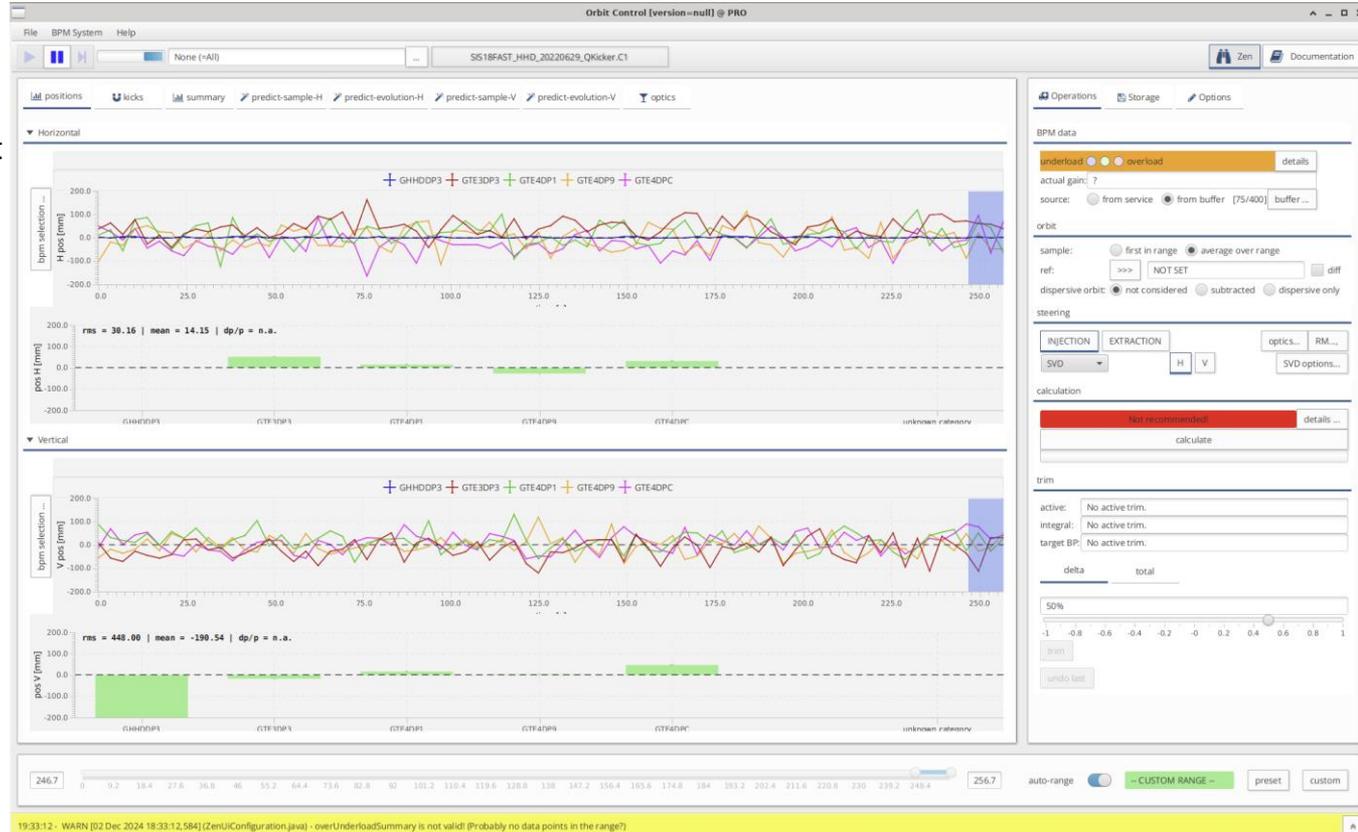
4) Concentrator PC
SDDSC058
BG2.009b

BPM Software Integration

Orbit Control HEBT



- HEST BPMs sind in Orbit Control verfügbar
- Anwahl des gewünschten Zyklus liefert Positionswerte als Bar-Chart oder zusätzlich als Trenddaten.



Datenerfassung – Software V1

Grobes Schema

1) Filterung der Rohdaten verbessert die Signalqualität

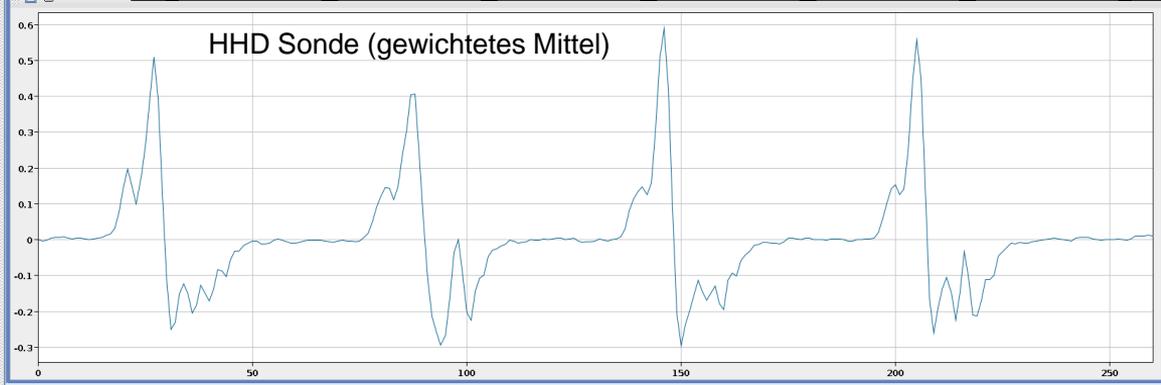
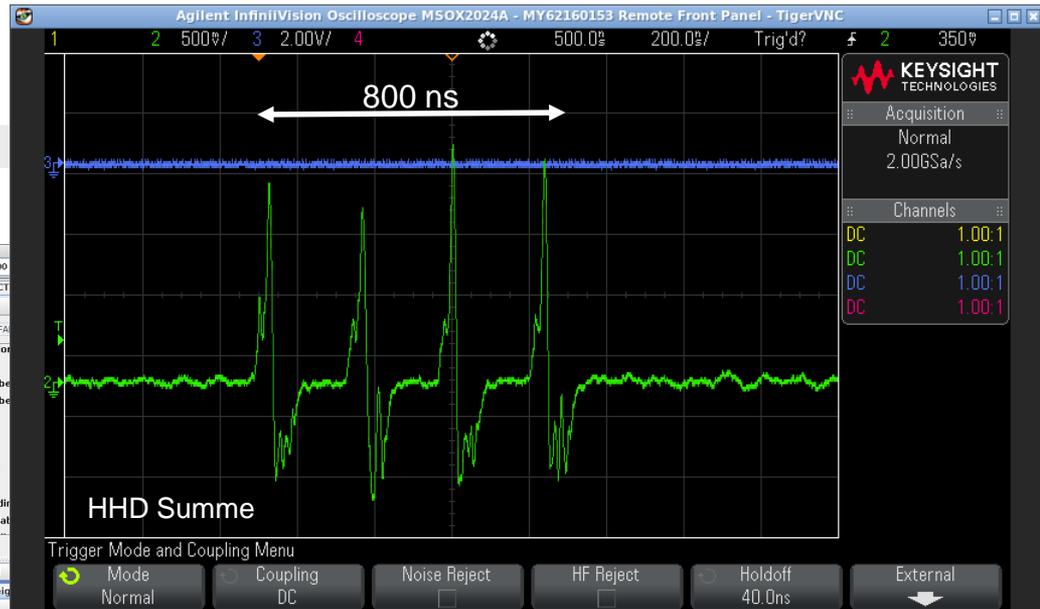
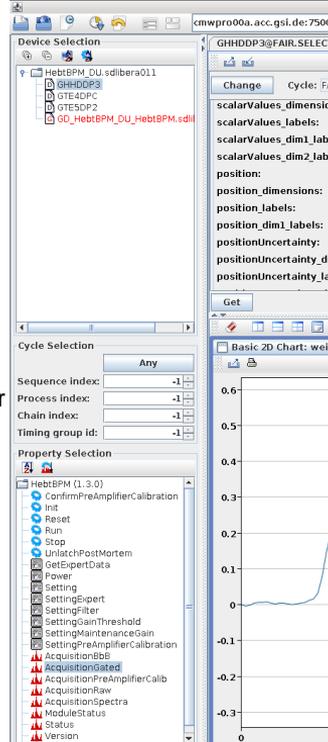
- HPA110 hat schaltbaren Filter am Ausgang: Bandbreite 55 MHz => 7 MHz
- Basis-Software enthält rekursive Filter (Hoch-/Tiefpass, Notch, gleitender Mittelwert)

2) Gating selektiert Strahlpuls

- DAQ erfasst < 50 μ s (12500 Punkte)
- Umlaufzeit SIS18 ~ 1 μ s
- V1: Zuschnitt des interessanten Bereichs durch einfache Schwellenanalyse und Kenntnis der Umlaufzeit
- V2: Automatische Gate-Berechnung per LSA-Anbindung (Flugzeit, Umlauffrequenz, etc.) ab 2025

3) Positionsberechnung

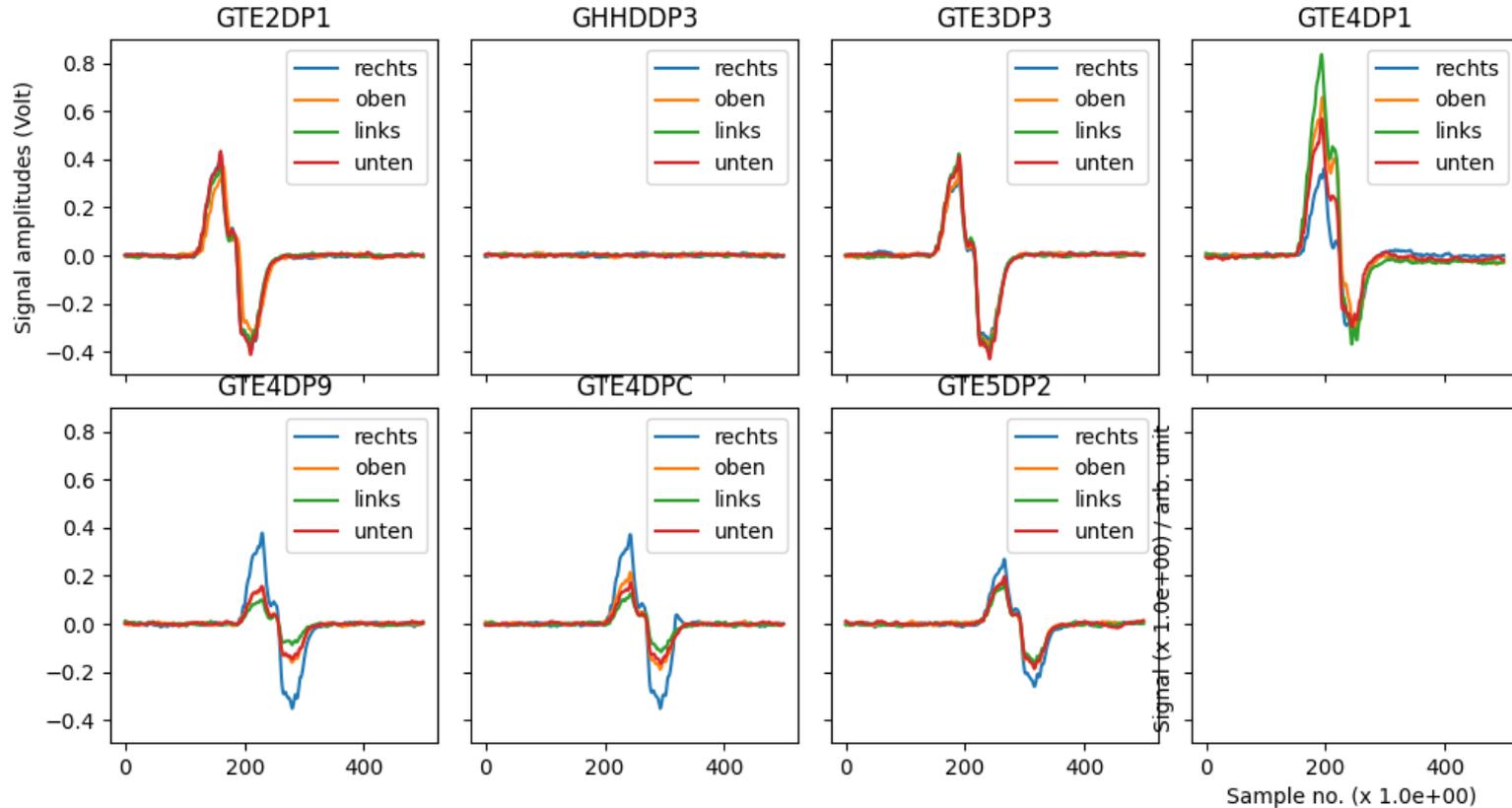
- Messung der Asymmetrie mit Ansatz:
 $x = \frac{\text{Differenz}}{\text{Summe}}$
- Alte Koeffizienten werden benutzt für Polynom 2. Ordnung
- Pos (m) =
 $0,0348 x^2 + 0,0171 x - 0,0015$



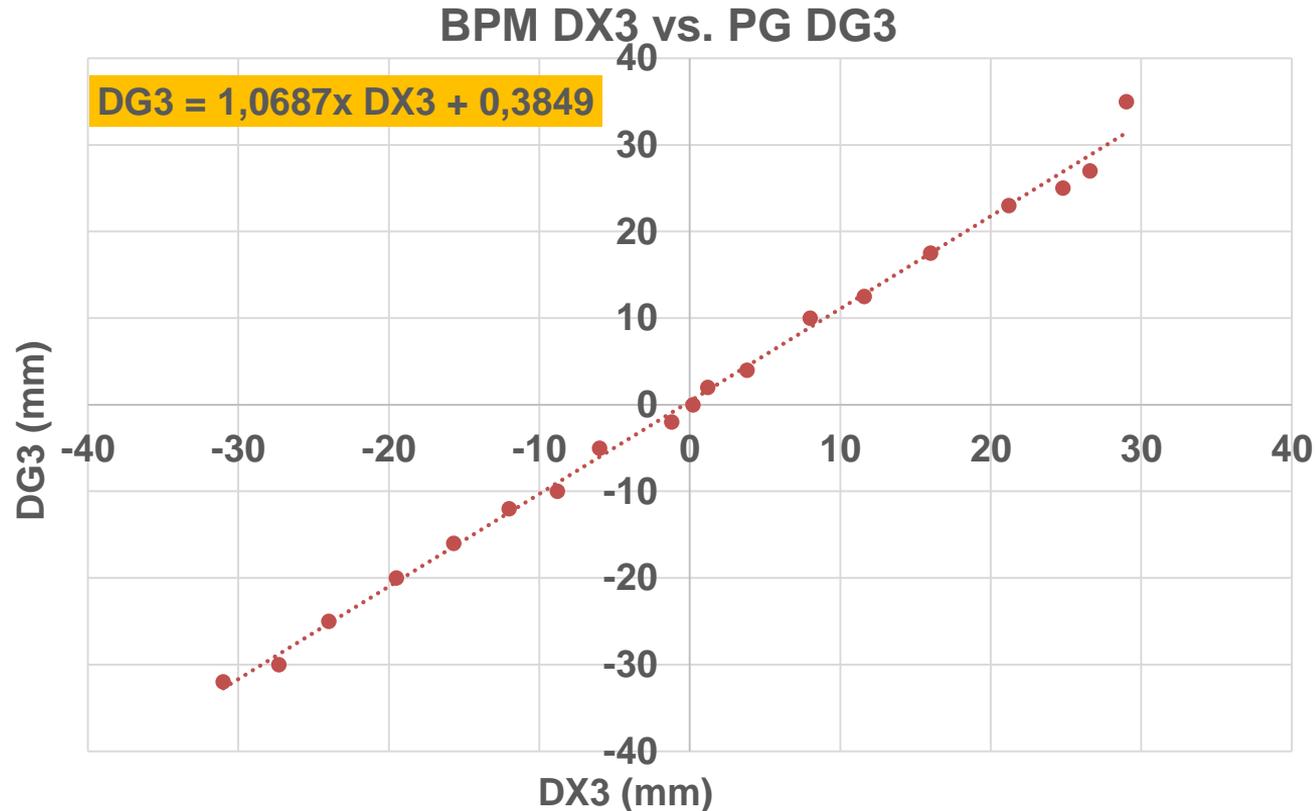
2 – Erste Messungen



- HPA110 gain: 50 dB
- Direkter Transfer SIS18 und ESR
- GHHDDP3 nicht in Strahlweg.
- „Saubere“ Signale entlang des Strahlwegs



- Positionsvariation durch Änderung an GTS1MU2.
- Reduktion von Rauschen und Störungen durch starke Filterung
- Vergleich der Positionen ist grob OK. Klare Korrelation zwischen Detektoren.
- SEM-Grid: Positionen sind etwas größer (~7%).



Trend hor. Position (m) – 1100 Transfers zum ESR

Uran-Strahl nach HTA



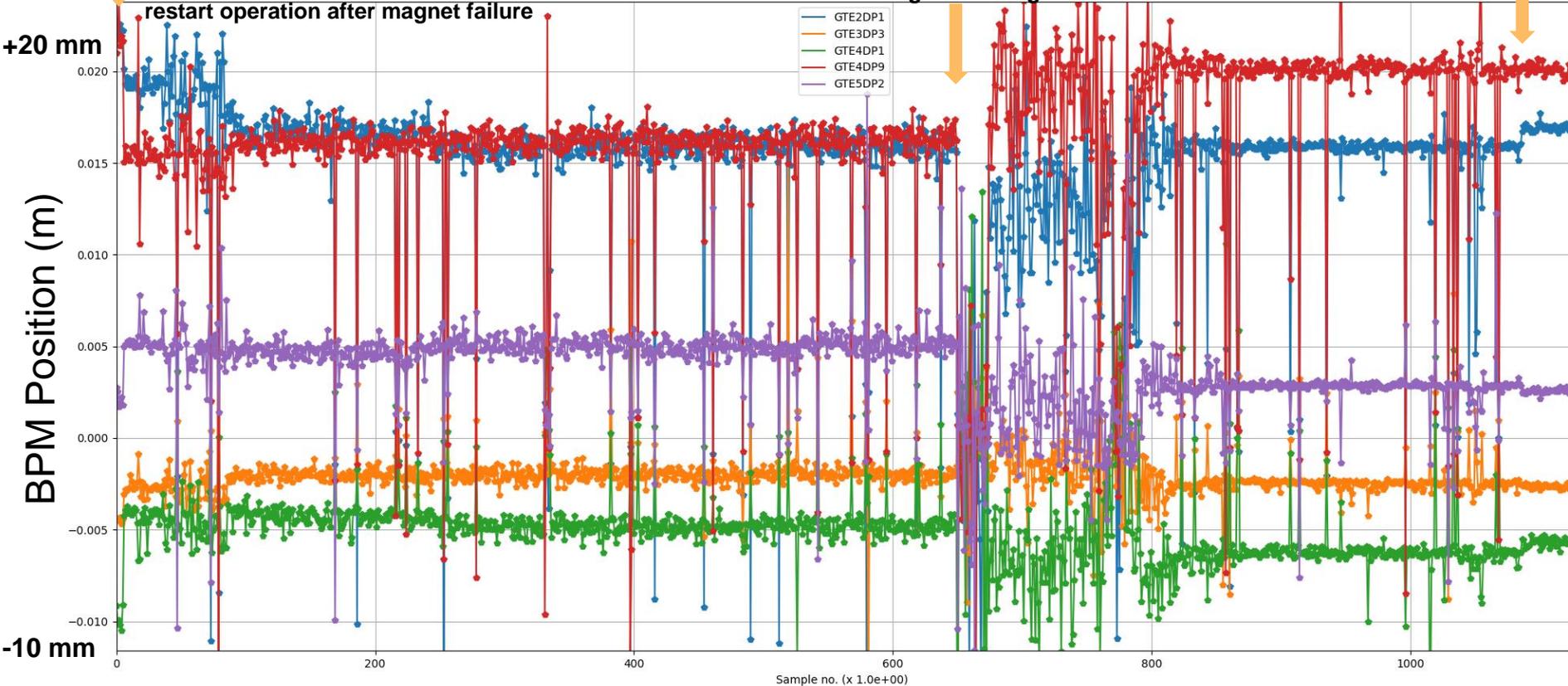
HPA110 amplifier
in-situ calibration

Sunday, 16:00

restart operation after
magnet cooling failure

Saturday, 1st of June

restart operation after magnet failure



3 – Messungen bei “unsauberem” ESR Transfer



März 2024: 197-Au-65+ Strahl 65 MeV/u

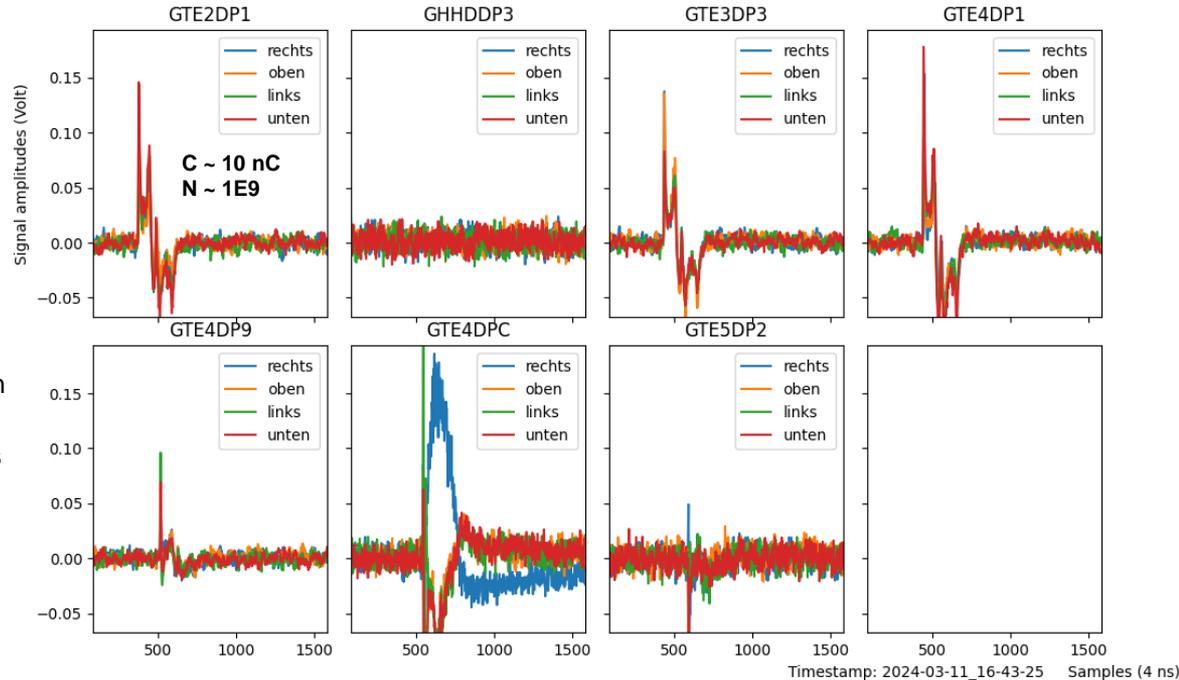
SIS – ESR Transfer „SIS18_FAST_Au_ESR“

- Transmission FCTs GTE1DT und GTE5DT ~ 0.2
- Gain: 60 dB, low-pass Filter aktiv
- SIS18-ESR-Transfer: GHHDDP3 nicht in Strahlweg.

Nach Folie und vielen Magneten entstehen „undefinierte“ Verhältnisse im Strahlrohr.

- Die ersten 3 BPMs bis kurz nach der Stripping Folie zeigen identische Signalformen.

- Auf dem 5. BPM GTE4DPC wird wohl die rechte Elektrode getroffen, so dass auf allen anderen Elektroden die Signalform verzerrt wird.
- Auf dem letzten BPM GTE5DP2 vor dem ESR Einschuss ist das Signal nicht nutzbar.



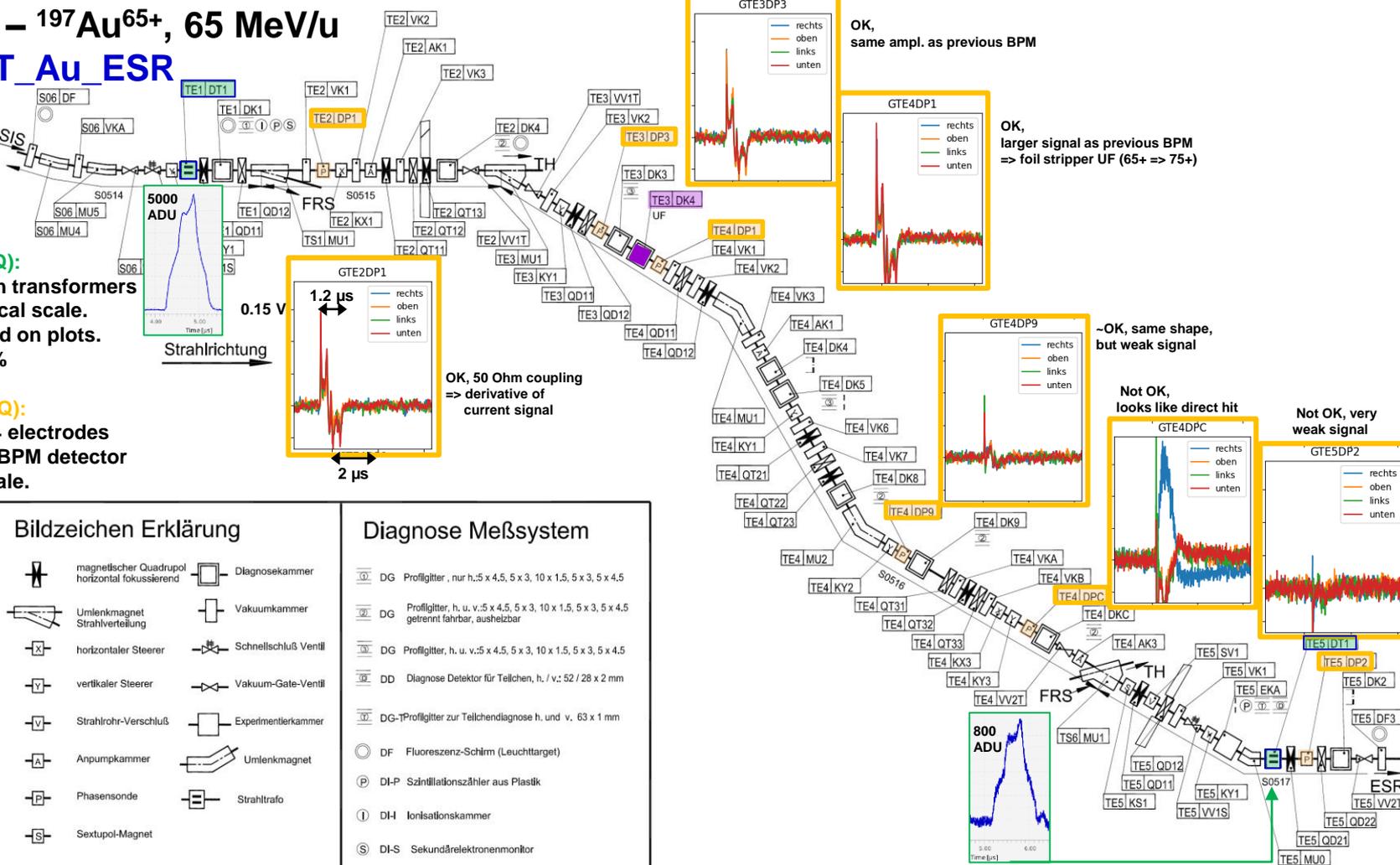
ESR via TE – $^{197}\text{Au}^{65+}$, 65 MeV/u

SIS18_FAST_Au_ESR

FCT (new FESA DAQ):
 Signal traces of both transformers with difference vertical scale.
 Amplitudes indicated on plots.
 Transmission ~ 16 %

BPM (new FESA DAQ):
 Signal traces of all 4 electrodes are shown for each BPM detector in same hor./ver. scale.

RT (old DTC DAQ):
 GTE1DT1C ~7.0 nC
 GTE5DT1C ~1.3 nC
 Transmission ~18 %



OK,
 same ampl. as previous BPM

OK,
 larger signal as previous BPM
 => foil stripper UF (65+ => 75+)

OK, 50 Ohm coupling
 => derivative of current signal

~OK, same shape,
 but weak signal

Not OK,
 looks like direct hit

Not OK, very
 weak signal

Bildzeichen Erklärung

- | | | | |
|--|--|--|----------------------|
| | magnetischer Quadrupol horizontal fokussierend | | Diagnosekammer |
| | Umlenkmagnet Strahlverteilung | | Vakuumkammer |
| | horizontaler Steerer | | Schnellschluß Ventil |
| | vertikaler Steerer | | Vakuum-Gate-Ventil |
| | Strahlrohr-Verschluß | | Experimentlerkammer |
| | Anpumpkammer | | Umlenkmagnet |
| | Phasensonde | | Strahltrafo |
| | Sextupol-Magnet | | |

Diagnose Meßsystem

- DG Profillgitter, nur h.: 5 x 4,5, 5 x 3, 10 x 1,5, 5 x 3, 5 x 4,5
- DG Profillgitter, h. u. v.: 5 x 4,5, 5 x 3, 10 x 1,5, 5 x 3, 5 x 4,5 getrennt fahrbar, ausheizbar
- DG Profillgitter, h. u. v.: 5 x 4,5, 5 x 3, 10 x 1,5, 5 x 3, 5 x 4,5
- DD Diagnose Detektor für Teilchen, h. / v.: 52 / 28 x 2 mm
- DG-T Profillgitter zur Teilchendiagnose h. und v. 63 x 1 mm
- DF Fluoreszenz-Schirm (Leuchttarget)
- DI-P Szintillationszähler aus Plastik
- DI-H Ionisationskammer
- DI-S Sekundärelektronenmonitor

4 – Ergebnisse: “Richtungsstreit” BPM – PG



“Wiederhole nie eine Messung. Das macht nur Ärger.”
(Hr. Caps, Physiklehrer)

Ergebnisse: Richtungsstreit

Vergleich BPM und SEM-Grid HHDDG3 (ver.) & GTE4DG9 (hor.)

HEST BPM Positionen in "Orbit Control" Applikation

GHDDG3 (ver.):

- BPM DX & Leuchtschirm DF zeigen in die gleiche Richtung
- SEM-Grid DG zeigt in die andere Richtung

GTE4DG9 (hor.):

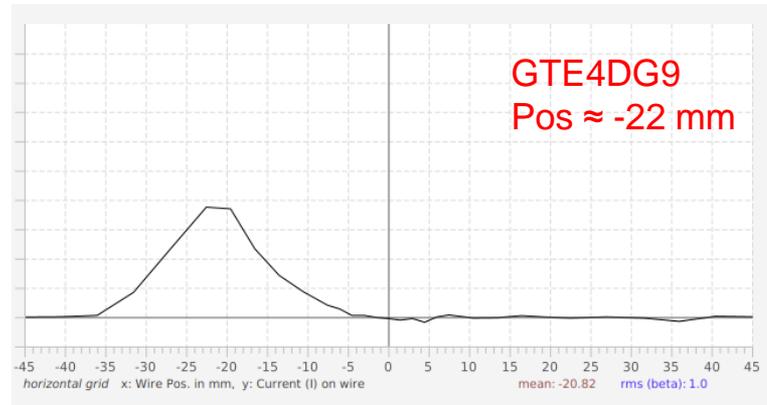
- BPM und SEM-Grid zeigen in verschiedene Richtungen bei ähnlichem Wert der Strahlablage
- GTE4DX9: Test im Shutdown OK
- GTE4DG9: Test im Shutdown deutet auf falsche Konfiguration hin.
- Diese Vermutung gilt auch für 3 andere Gitter in GTE-Linie.**

Prüfung mehrerer GTEx Gitter in nächster Strahlzeit ratsam!

(C. Hessler im Austausch mit OPE)



Vertical



Wieder-Inbetriebnahme BPMs 2023 / 2024

Erste Ergebnisse & Ausblick



November 2023 – erste Tests

- Basis-Software V1 erfolgreich getestet mit BPM in HHD (ausreichend für „einfache“ SIS18 – SIS100 Inbetriebnahme) ~ OK
- HW und SW Filter wirkungsvoll bei Unterdrückung von Störungen und Reduktion von Rauschen ~ OK
- HHD Scan: Vergleich der Positionen von BPM und SEM-Grid ~ OK

Strahlzeit 2024 – erste Messungen

- Winterpause: Störungen weitestgehend eliminiert durch verbesserte „Erdung“ der BPMs ~ OK
- Strahlzeit: Erste Messungen während verschiedener Strahltransfers ~ OK

Strahlzeit 2025 – weitere Entwicklung

- Für FAIR:
 - Test der Software V2 (LSA Datenversorgung und automatische Gate-Berechnung mittels Flugzeit)
 - Integration in Kontrollsystem: FESA Front-End und Concentrator Software wie bei Ring-Systemen
 - SW GUI / Anwendung: Orbit Control
- Für HEST: Entwicklung einer Steering-Applikation mittels BENNO (C. Hessler)
- Für BEA: Prüfung GTE_x Profilgitter!
- Für OPE: Nutzung von Orbit Control Applikation ist grundsätzlich möglich

HEST BPM DAQ project

Purpose & Aim



- Proposal HEST-AP-222.01 by C. Hessler, Commissioning of BPMs in TE beamline and related extensions of BENNO application.
- Revive the BPM readout (old system not used any more for many years) using available hardware for FAIR HEBT
- Test basic sequence-multiplexed DAQ software (front-end software and concentrator) provided by SLO in-kind partner Cosylab in 2021/2022.
- Use HEST system for further software developments (collaboration BEA, ACO, SLO).
- Some signals were duplicated in an active splitter module and fed to an oscilloscope for independent and flexible acquisition.
- Machine experiment HHD (FAST) in November 2023
- Parallel data taking during physics runs in beam time 2024



Data Acquisition – Basic Software

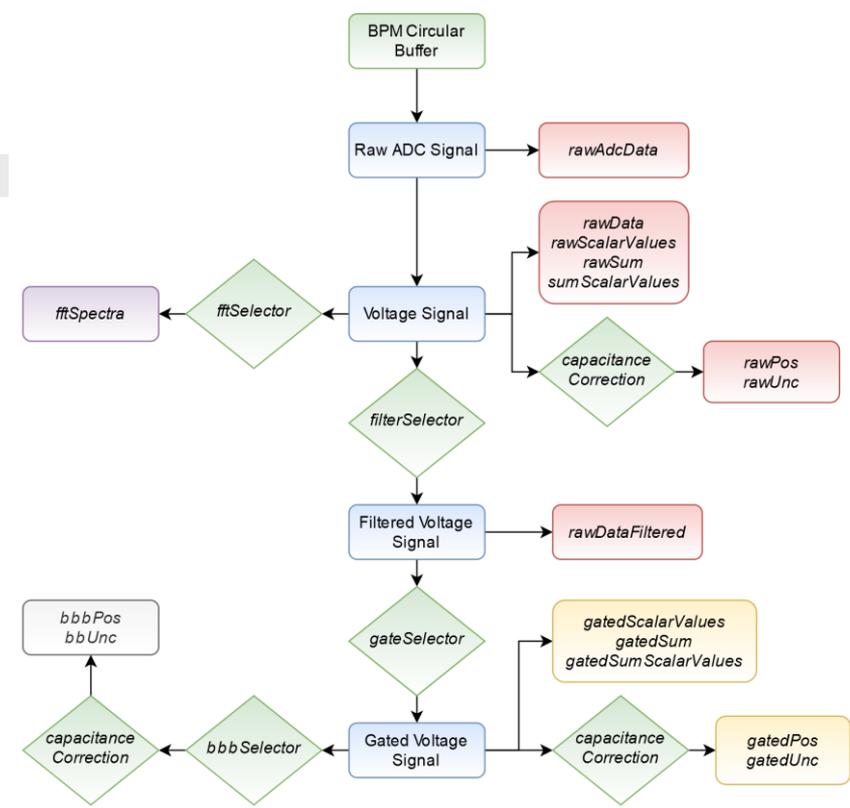
Data Flow Chart

Main software features (SW Version 1):

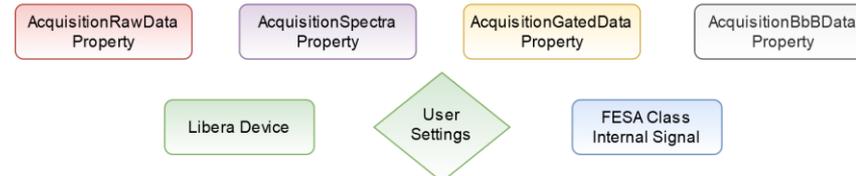
- Raw ADC and scaled voltage signals available and derived quantities
- FFT spectrum to check signal frequency content
- Post-processing:** simple frequency filters (recursive filters)
- Gating:** Position and uncertainty calculations in gated region around beam pulses (batch)
- Different options for gate definition and peak position determination
- Position calculations for single and all bunches** (including possibility of different capacitance values of electrodes = offset) using 2nd order polynomial
- Further data on **system & health status**

Not yet included in current software:

- LSA data supply for relevant parameters like beam energy, charge, harmonic number, rf frequency (**SW Version 2 => beam time 2025**)
- Final details on required timing events for precise trigger/beam pulse gate, e.g. new events 2052 or new kicker timing message (**SW Version 2**)
- Multiple kickers for BPMs behind SIS18 and SIS100
- Booster mode



Legend:



Trend vertikaler Positionen (m)

Uran-Strahl nach HTA

