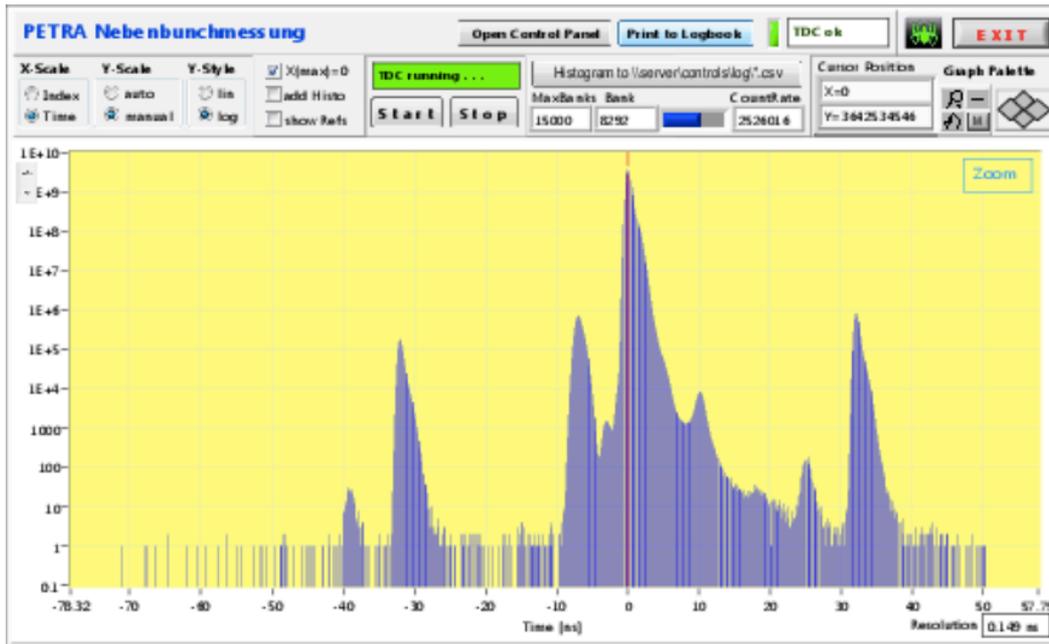


Nebenbunche bei PETRA III

ein undankbares Thema...



Heiko Ehrlichmann, MDE
Beschleunigerseminar
Grömitz, 23.-26.3.2015

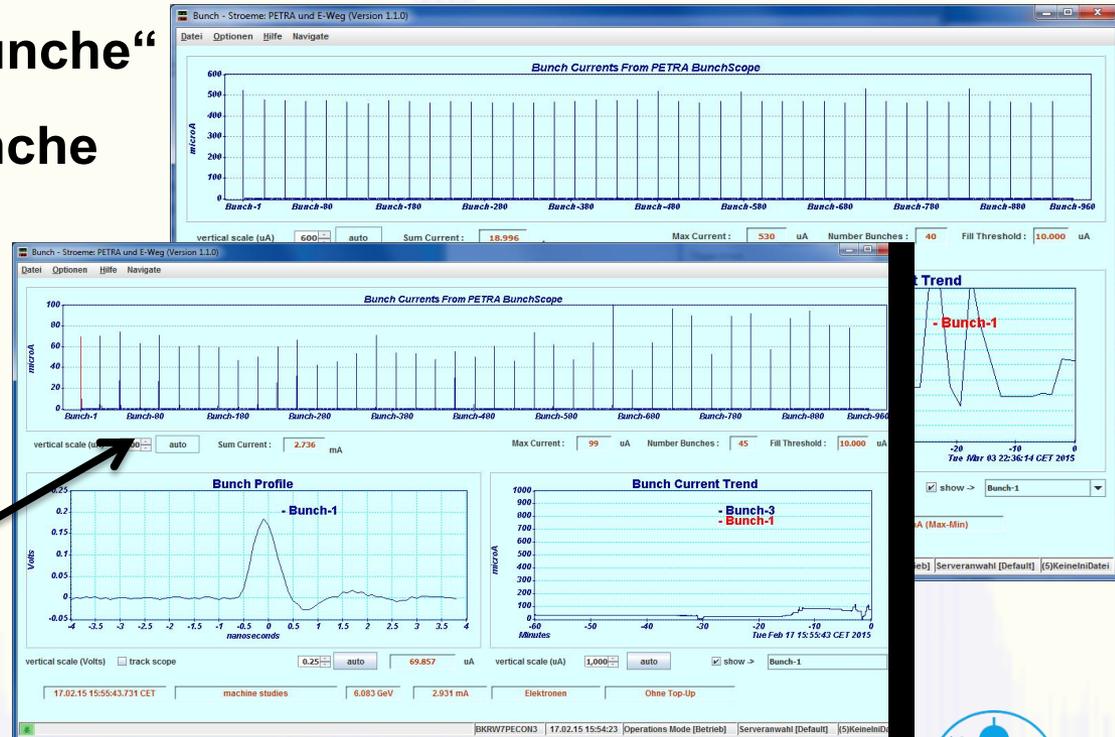
die Motivation oder wie viel darf's denn sein

- > einige Nutzer (PU1) wünschen wegen zeitaufgelöster Messungen
 - einen ausreichenden zeitlichen Abstand zwischen den Bunchen
 - => 40-Bunch-Füllung = 192ns Bunchabstand
 - „saubere“ Bedingungen: Synchrotronlicht wirklich nur von den „Soll-Bunchen“, nicht von gespeicherten Teilchen dazwischen

=> keine „Nebenbunche“
keine Nachbunche

> **Präzision: 10^{-9}**

bei 10^{11} Teilchen / Bunch ...



das erste Problem: die Messung selbst

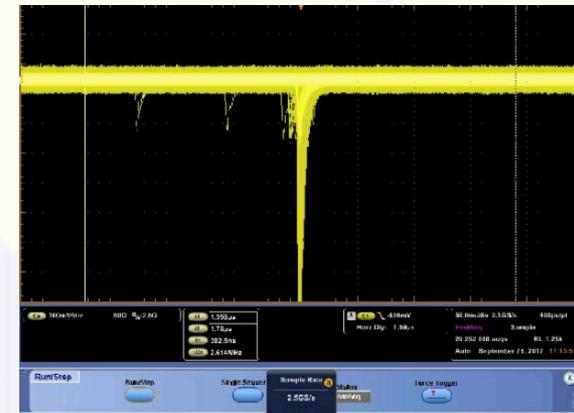
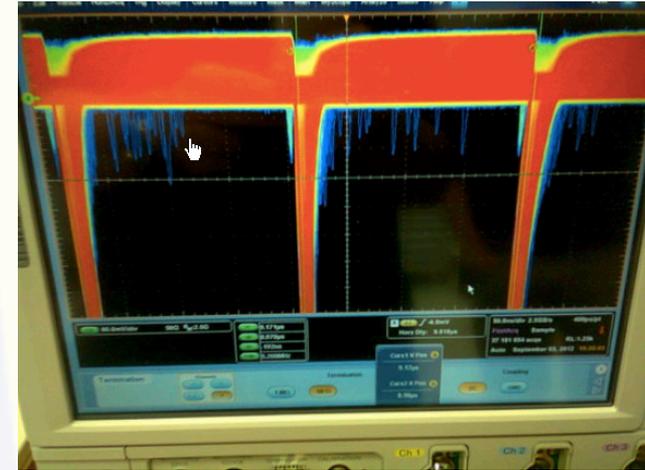
> einzige Möglichkeit: zeitaufgelöste Einzelphoton-Zählung

- Synchrotronlicht zeitaufgelöst detektieren (einzelne Photonen)
- Detektor: Avalanche-Photodiode im Röntgenbereich

auch direkt mit einem hochauflösenden Speicherscope möglich

- Zeitmessung zwischen Photonsignal und nächstem Hauptbunchtrigger
- wichtig: Einzelphotonen! -> deutlich weniger als ein Einzelphotonsignal pro Umlauf
- Nebenbunchintensitäts-Auflösung in Abhängigkeit von der Zählzeit

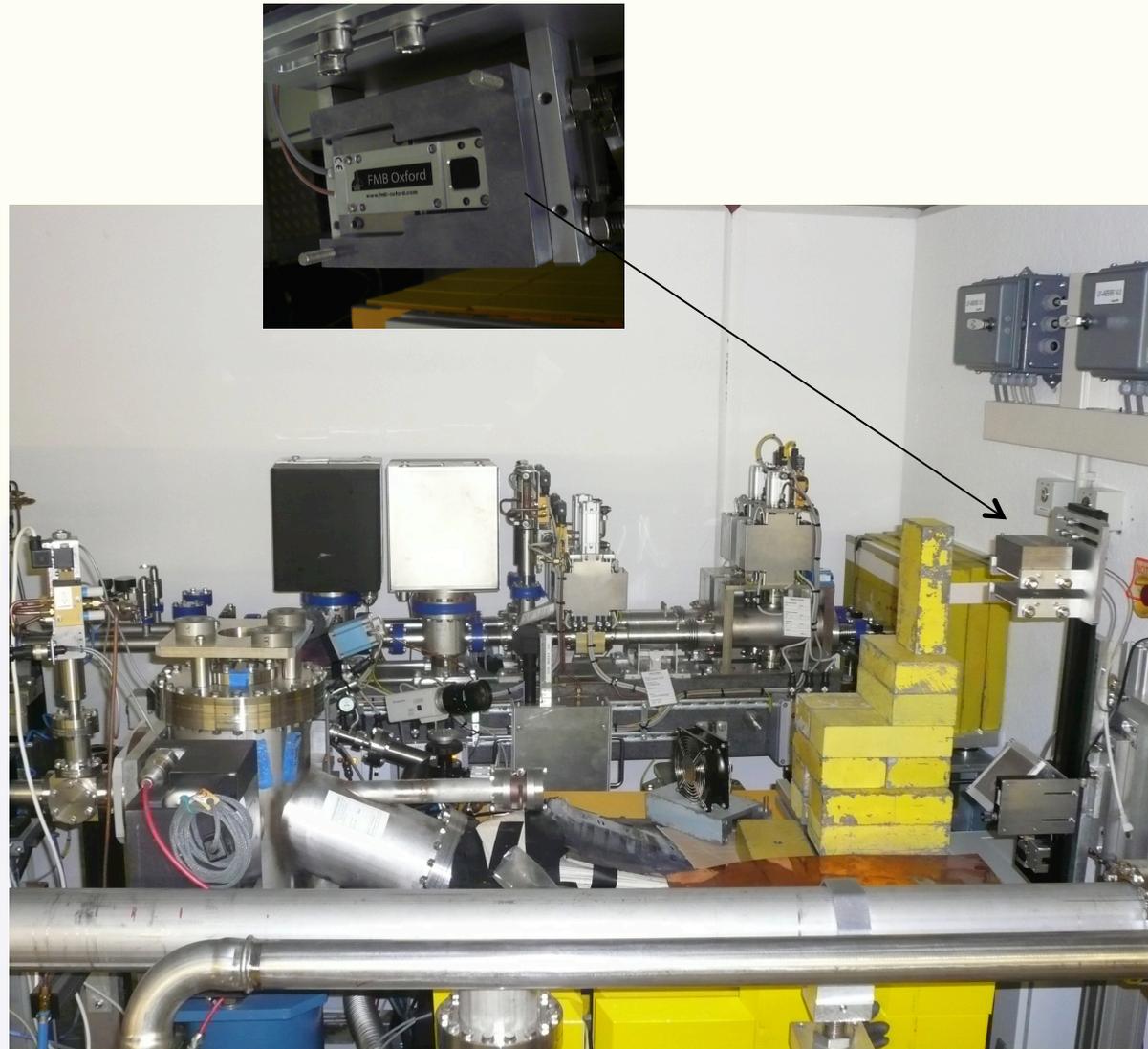
> natürlich immer Untergrund durch „Cosmics“



der Messaufbau in Farbe

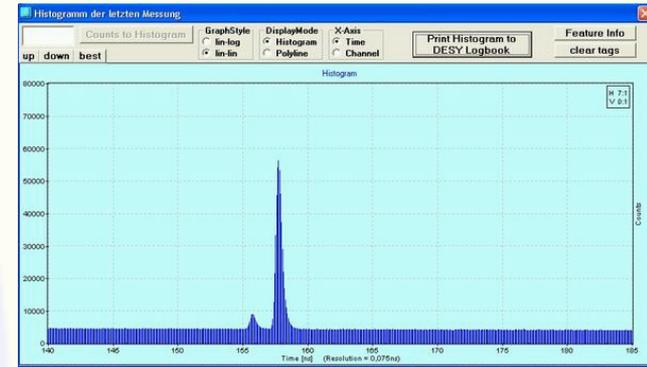
- Diagnosebeamline
- Monochromator
- Spaltsystem
- Streuplatte
- Avalanche-Photodiode
- viel Abschirmung...

Photonen →



die Schwierigkeiten (1)

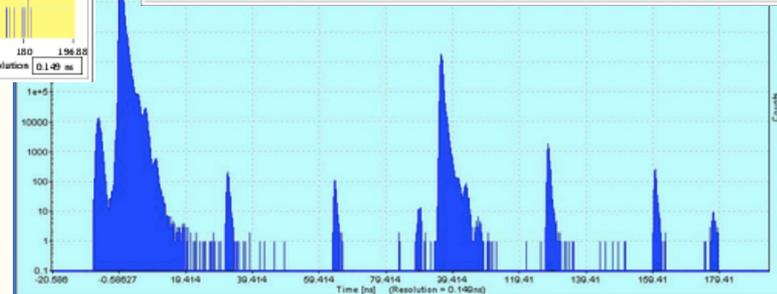
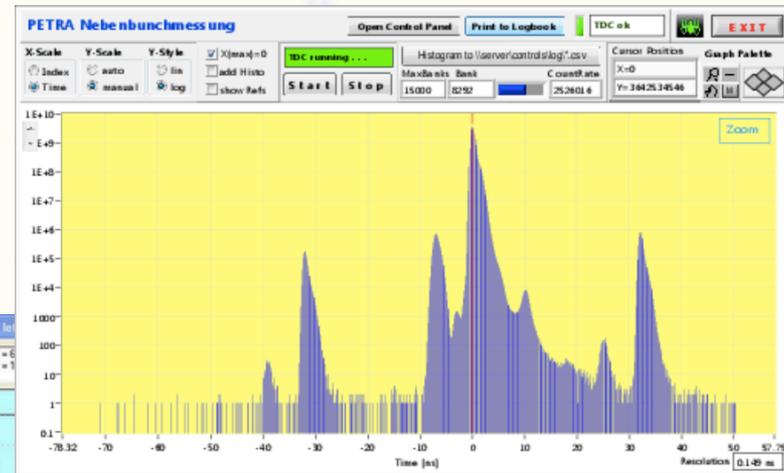
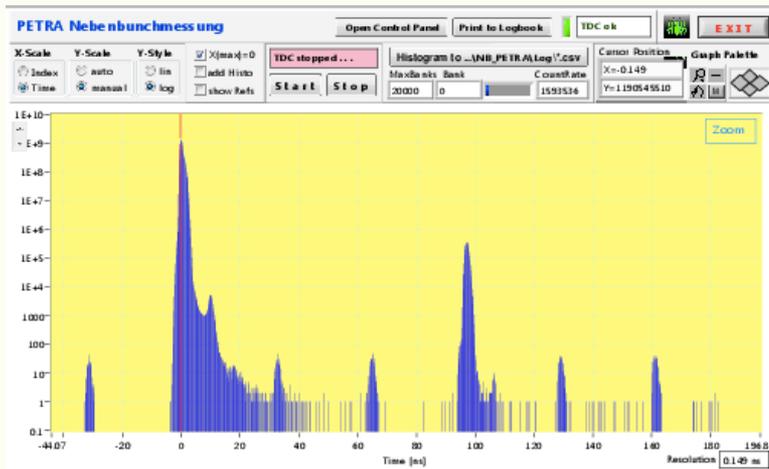
- > Messung in DESYII praktisch unmöglich bzw. ohne die nötige Präzision
 - => nur in PIII selbst möglich
- > Problem in PIII: Akkumulation von Nebenbunchen
 - die Lebensdauer der Nebenbunche ist besser als die der Hauptbunche
 - „Säuberung“ einer „kontaminierten“ PIII-Füllung nur per Dump möglich
- > Experimente sehr mühsam
 - lange Zählzeiten nötig
 - bei Parameteränderungen: Dump in PIII nötig, um den Effekt sehen zu können



Nebenbunchmessung in DESYII

die Schwierigkeiten (2): Fehlmessungen

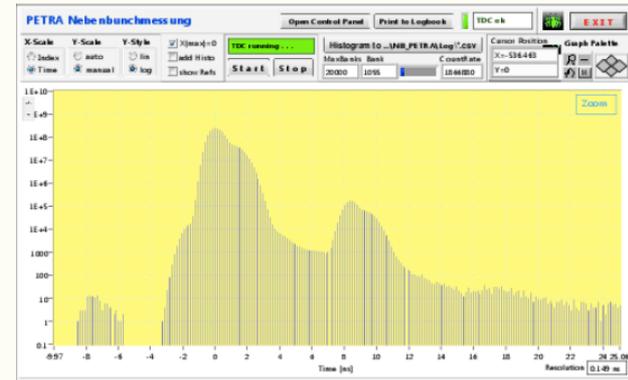
➤ wenn die Messung nicht sauber gestartet wurde...



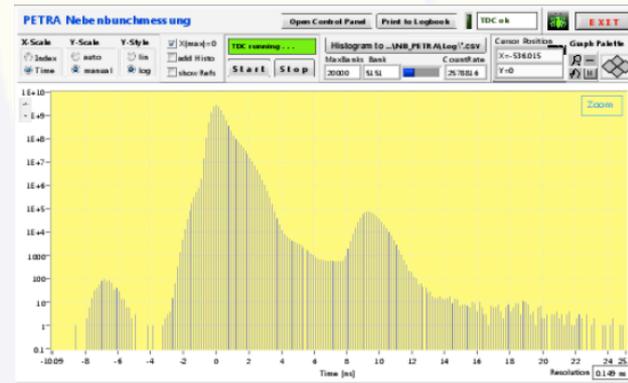
es folgen viele solche Bilder: Photonzählrate über Zeit (ns)

die Schwierigkeiten (3): Störsignale durch Reflektionen

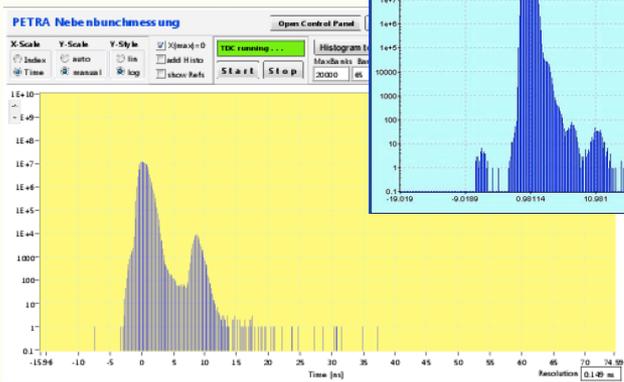
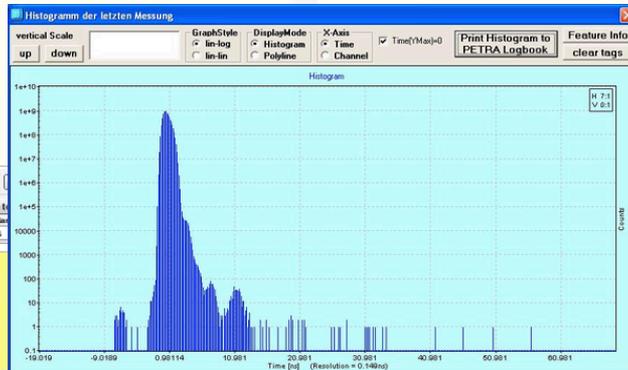
- bei 10ns gibt es immer ein Signal
 - „Reflektion“, Fluoreszenz
 - meistens kein 8ns-Signal zu sehen
 - alle Nebenbunche direkt nach dem Hauptbunch werden überlagert



8ns-Nebenbunche provoziert



ohne makroskopische 8ns-Nebenbunche



die Schwierigkeiten (4): die Messprozedur

- > bislang keine automatisierte Messung
- > bislang keine automatisierte Auswertung
 - Nebenbunchgehalt, „Reinheit“ der Füllung
- > bislang keine Archivierung der Daten
 - nur manuelle Ausdrücke ins Logbuch

in beliebiger x-Achsen-Skalierung

meist ohne genaue Beschreibung der Randbedingungen

=> Logbuchbilder nicht direkt vergleichbar

=> wenig Systematik



die triviale Ursache: Fehlfüllung

> Signatur:

- ein oder mehrere massive Nebenbunche
- auf einer Nominalposition im 8ns-Raster

> Erklärung:

- aus Versehen wird ein nicht zum Soll-Füllmuster gehörendes Bucket gefüllt
- ein einziger Transfer reicht!

> Abhilfe:

- automatische, sichere Füllprozeduren

war nie ein Problem



die mehr theoretische Ursache: Bucketwechsel in PETRA

> Signatur:

- 2ns-Struktur, vom Hauptbunch aus exponentiell stark abklingend

> Erklärung:

- einzelne Teilchen wechseln nach Energieverlust ins Nachbarbucket
- laut Theorie im Prinzip denkbar, jedoch ein ausgesprochen unwahrscheinlicher Prozess (siehe Veröffentlichung dazu...)

aber die Speicherzeiten sind lang...

***bei PIII nicht messbar, da zu dicht am Hauptbunch
überhaupt relevant für die Nutzer?***



die altbekannte Ursache: Bucketwechsel in DESYII

> Signatur:

- Nebenbunche in PETRA mit 2ns Abstand
- hinter dem Hauptbunch exponentiell abklingend

> Erklärung:

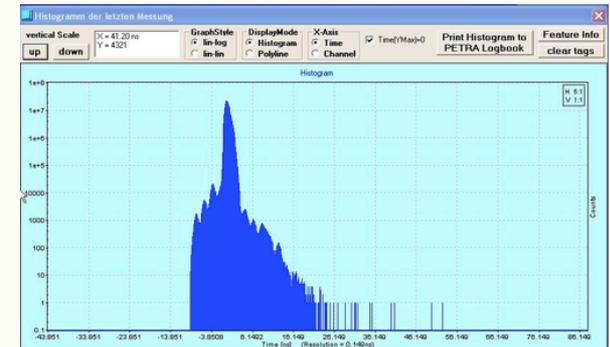
- wenn bei der Injektion die DESY-Energie deutlich niedriger ist als die der zu injizierenden Teilchen, können zunächst nicht gebunchte Teilchen bei ansteigendem Magnetfeld in Nachbarbuckets landen

> Abhilfe:

- DESY-Energie nie zu niedrig einstellen
- Injektion in DESY gezielt nach Bmin
- **stabiler Magnetstrom**

mit den neuen Hauptnetzteilen

kein Problem mehr



provozierte 2ns-Nebenbunche
DESYII-Energie viel zu niedrig

die natürliche Ursache: PIA-Nebenbunche

> Signatur:

- 8ns Vor- und Nachbunche in PETRA

> Erklärung:

- longitudinale Kompression mit 125MHz
- unvermeidbare Nebenbunchbildung im Prozentbereich

> Abhilfe:

- Post-Linac-Chopper im L-Weg
- vertikale Ablenkung mit Plattensystem und steilem Puls
- Blendensystem 90° dahinter

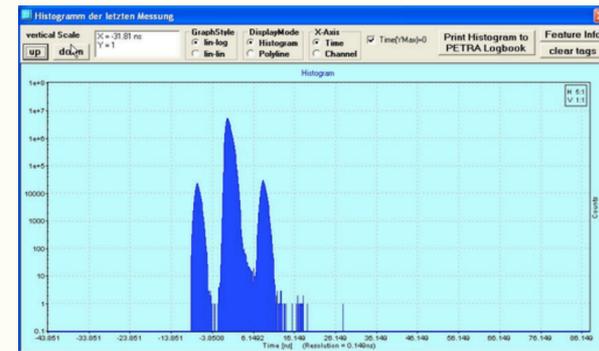
> Probleme:

- Blenden nicht „dicht“
- begrenzte Steilheit des Pulses

> Konsequenz:

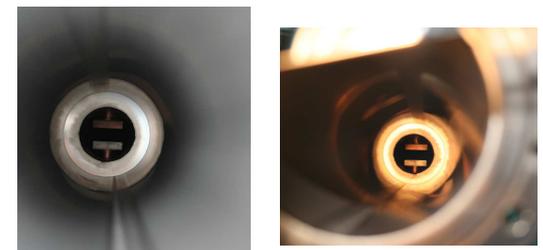
- zwar reduzierbar, aber mit dem bestehenden System nicht vermeidbar

stört es die Nutzer?



Post-Linac-Chopper aus

Linac II: Post-Linac Chopperblenden



Photos der Blenden

die überraschende Ursache: „Dunkelstrom“

> Signatur:

- alle 2ns-Buckets besetzt
- Auslöschungen durch Kickerpulse
(DII-Injektion, DII-Extraktion, PIII-Injektion)
- auch vorhanden, wenn alle PIA-Zyklen unterdrückt sind
- sofort weg, wenn PIA-Septum aus

> Erklärung:

- wenn zum Zeitpunkt der DII-Injektion = PIA-Extraktion die LINAC-HF pulst, können einzelne Teilchen von der Gun durch PIA gelangen

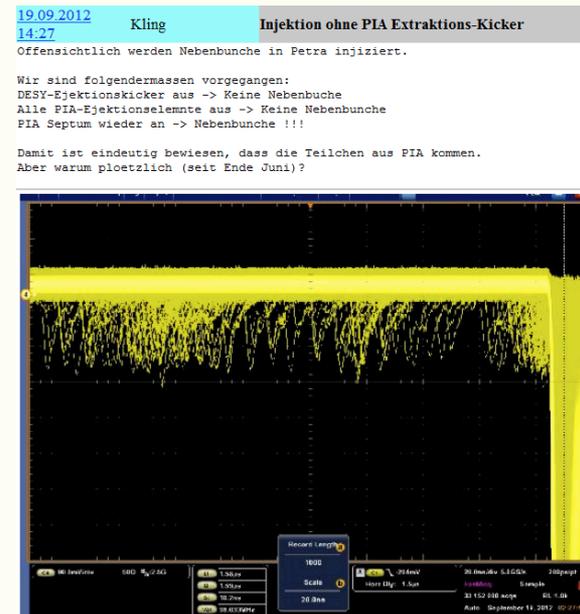
PIA-Extraktion im 50Hz-Pulsschema der LINA-HF, kein Versatz...

> Abhilfe:

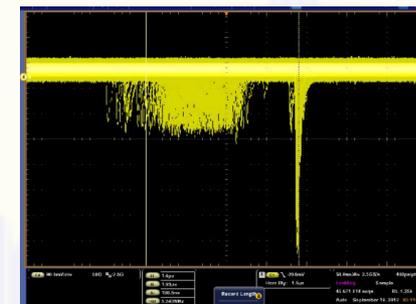
- Zeitversatz für den Gunpuls für alle Leerpulse

war ein Problem im Jahr 2012

seither erfolgreich vermieden



Logbucheintrag vom 19.9.2012



viele Scope-Messungen...

die verwirrende Ursache: Vorzyklusreste aus DESYII

> Signatur:

- Nebenbunche in PETRA in 16ns-Vielfachen
- nicht immer alle Positionen besetzt; komplexe Muster

> Erklärung:

- der Bunch aus dem vorgehenden Magnetzyklus in DESYII wurde nicht vollständig beseitigt
- Position in PETRA abhängig vom Bucketvorschub und HEW-Frequenz (wenn DESY nicht quarzsynchronisiert läuft)

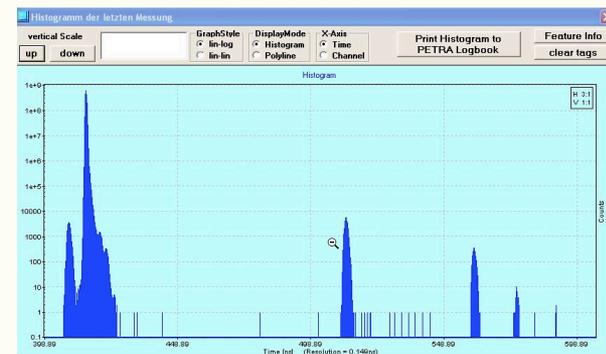
> Abhilfen:

- zwei unabhängige Dumpkicker: Ki16p und Ki24R
- Leerschuss in DESYII vor PETRA-Füllsequenz

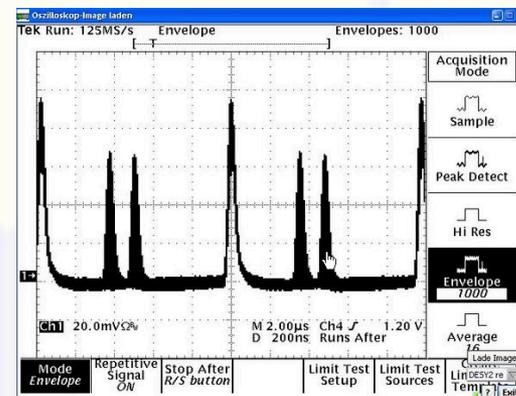
war ein Problem Anfang 2013

seither keine Probleme mehr

(solange die Dumps arbeiten...)



DESYII-Dump aus



DESYII-Dump aus
Umlaufsignal in DESYII

die bisher ungeklärte Signatur: 96ns

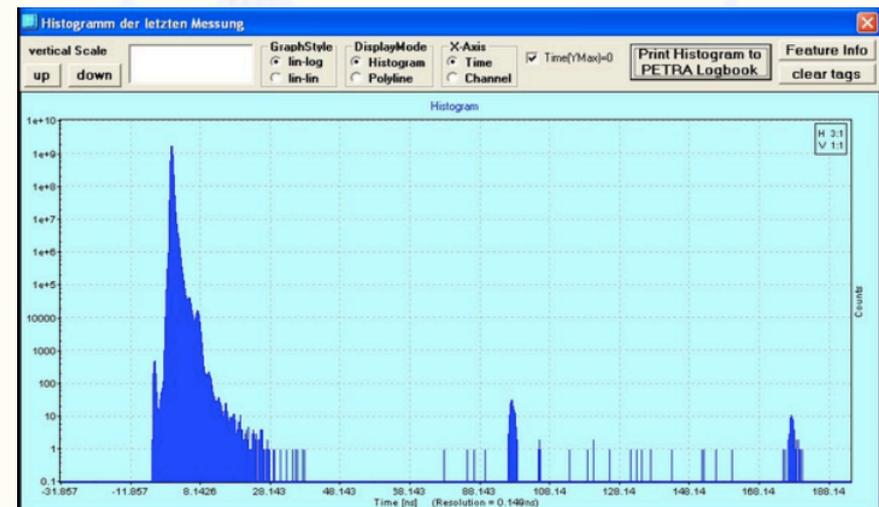
> Signatur:

- ein einzelner Nebenbunch mit 96ns Abstand zum Hauptbunch

> bislang keine Erklärung

- Verdacht natürlich: Teilchen aus einem falschen PIA-Umlauf
- aber bislang kein experimenteller Beweis

war Ende 2013 ein Problem



Messung während eines Userruns Ende 2013

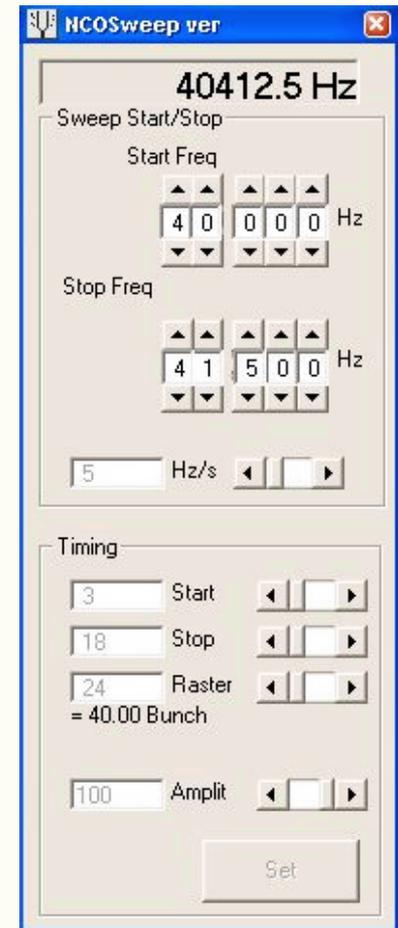
die Säuberungsaktion

- > aktive Nebenbunchbeseitigung mit dem transversalem Feedback
 - resonante Anregung auf der vertikalen Betatronfrequenz
(die Nebenbunche haben einen anderen Tune...)
 - Frequenz-Sweep
empirisch zu ermittelnde Einstellungen
 - beschränkt auf die 8ns-Bucketstruktur
 - es können mittels Gegenkopplung auch gezielt Hauptbunche entfernt werden

bereits getestet

Gefahr des Strahlverlustes

es fehlt eine dedizierte, sichere Bedienoberfläche



die Diskussion

- > was habe ich vergessen?
- > was habe ich falsch dargestellt?
- > Kommentare?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

