
Das Triggersystem der CIP2k Kammer bei H1

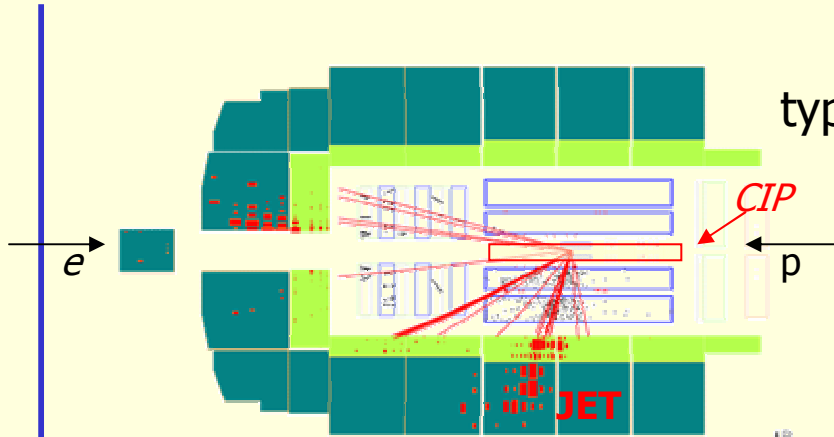
*Max Urban für die H1-Kollaboration,
Universität Zürich*

- I. Motivation: HERA II Upgrade
- II. Der Triggeralgorithmus
- III. Aufbau des Triggersystems
- IV. Status und Erwartungen von H1



I. Motivation: HERA II Upgrade

Wozu dieser Trigger ?



typische Signatur eines Physik Ereignisses

← JA !

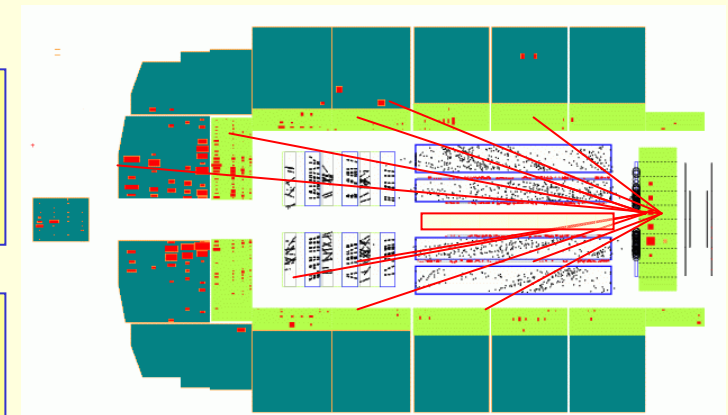
typisches Strahl-Gas Ereignis

↓ NEIN!

H1 Detektor erkennt Ereignis, alle 96ns mögliche ep-Koll. (BC)

Durch HERA II: 4x Luminosität, erhöhte Synchrotronstrahlung und Untergrundrate (bis 500kHz).

Ziel des CIP2k Triggers: schnelle, eindeutige Trennung zwischen Untergrund und zentralen Spuren totzeitfrei bei einer Kollisionsrate von 10.4MHz.



H1 Detektor mit Strahl-Gas Event

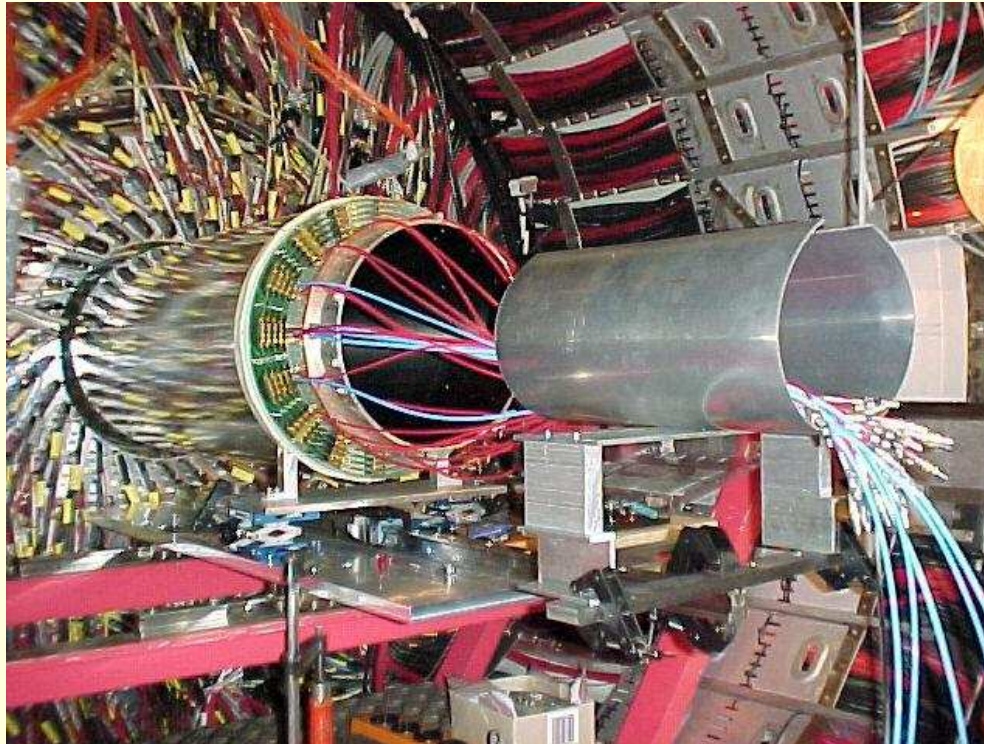
CIP2k

HERA II

Es wurde eine neue zentrale Proportionalkammer (CIP2k) entwickelt:

CIP2k

- 16 φ
- 5 Lagen
- 119 Pads



- Die Kammer ist in Nähe der Strahlachse eingebaut
- ca. 2,2m lang
- 16 azimuthale Sektoren
- 5 radiale Lagen
- zwischen 119-93 Pads entlang der z-Achse pro Lage und Sektor

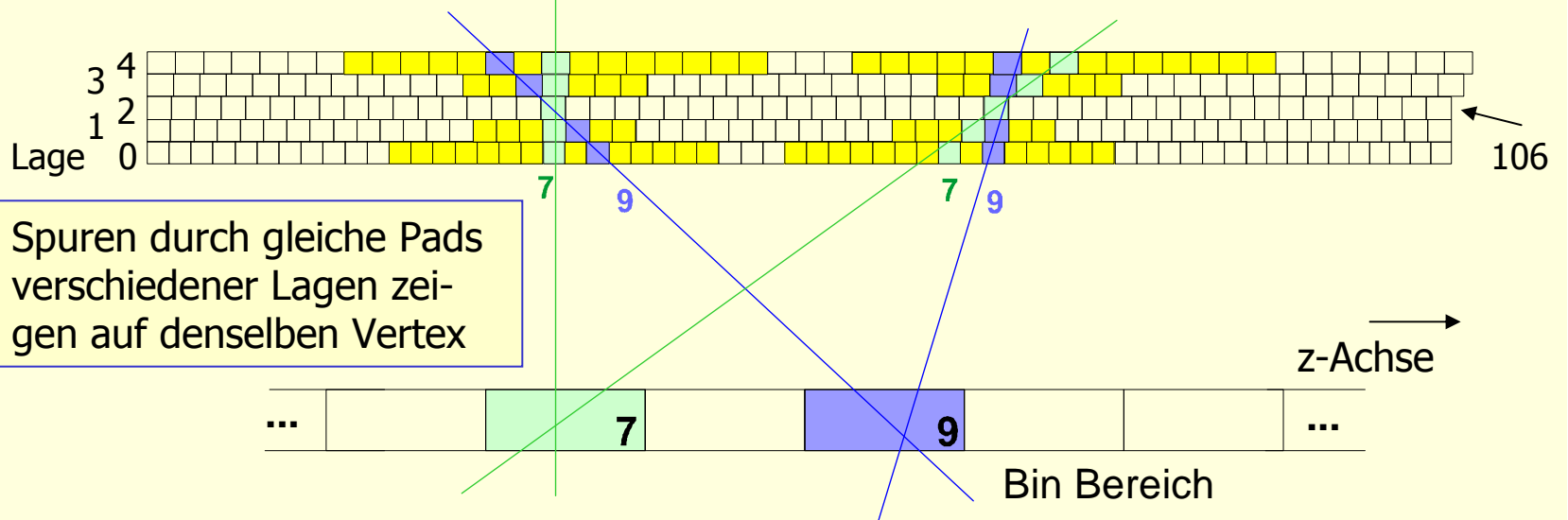
CIP2k im
H1-Detektor

Die Signale der insgesamt ca. 10000 Pads werden einzeln direkt an der Kammer verstärkt und digitalisiert, multiplext und über 40 optische Fasern an die Triggerelektronik geleitet

II. Der Triggeralgorithmus



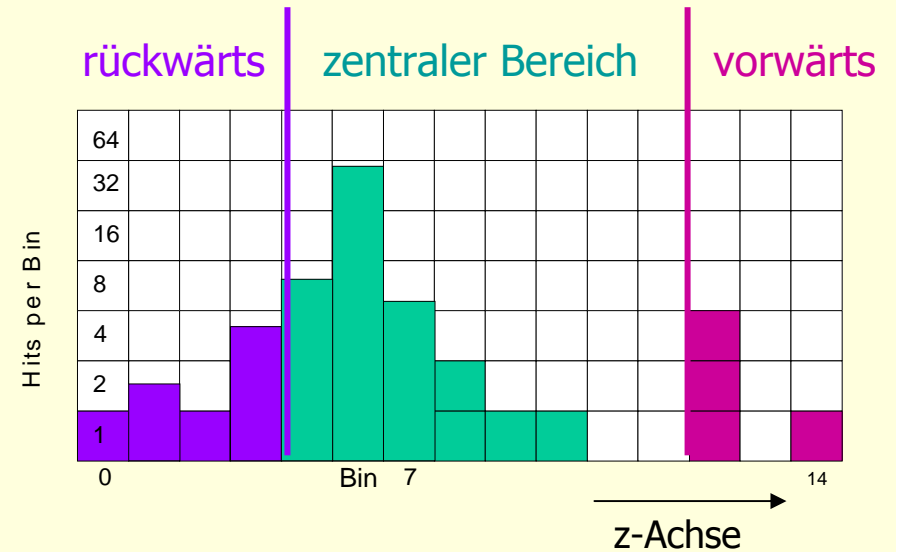
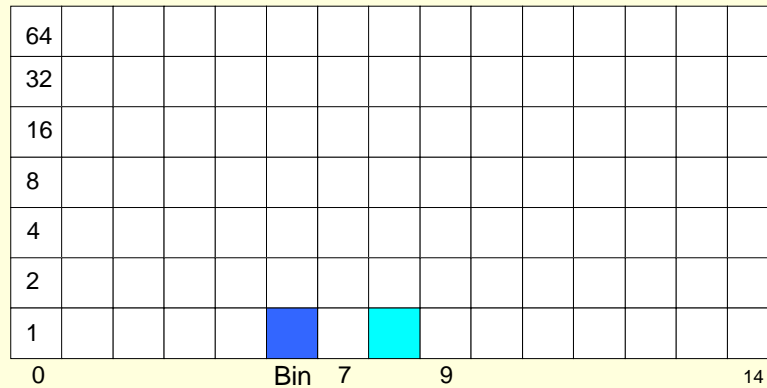
Spurfindung - Der Clou: Projektive Geometrie:



- Für jedes Pad der *mittleren Ebene* wird exakt dieselbe lokale Umgebung (gelb) analysiert, insgesamt 106 Mal
- Identische Spurmuster in der lokalen Umgebung (auch verzogene) sind im selben Vertex entstanden (grün:7, blau:9)
- Die Strahlachse (z) wird in 15 Bereiche (Bins) aufgeteilt



Bildung eines z-Vertex Histogramms:

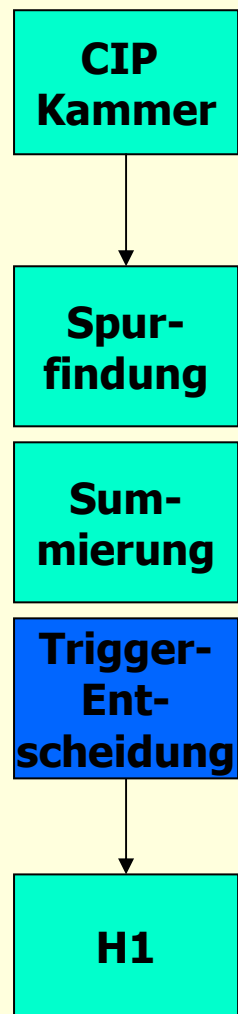


eine lokale Umgebung für ein z-Pad

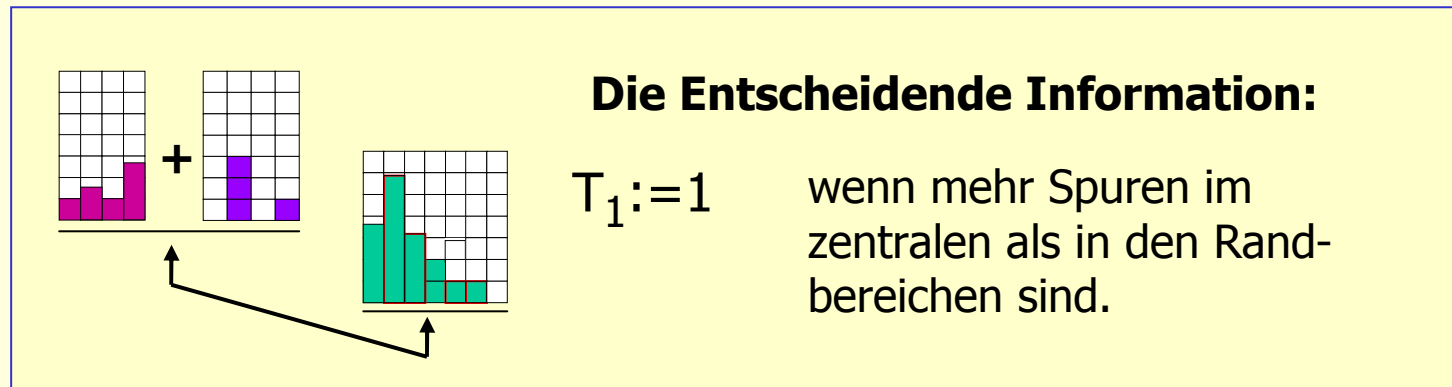


...und alle 106 lokalen Umgebungen entlang der z-Achse für das komplette Histogramm

Histogramm ist entstanden aus Summe der Spuren aller lokalen Umgebungen



Triggerentscheidung: Auswertung des z-Histogramms

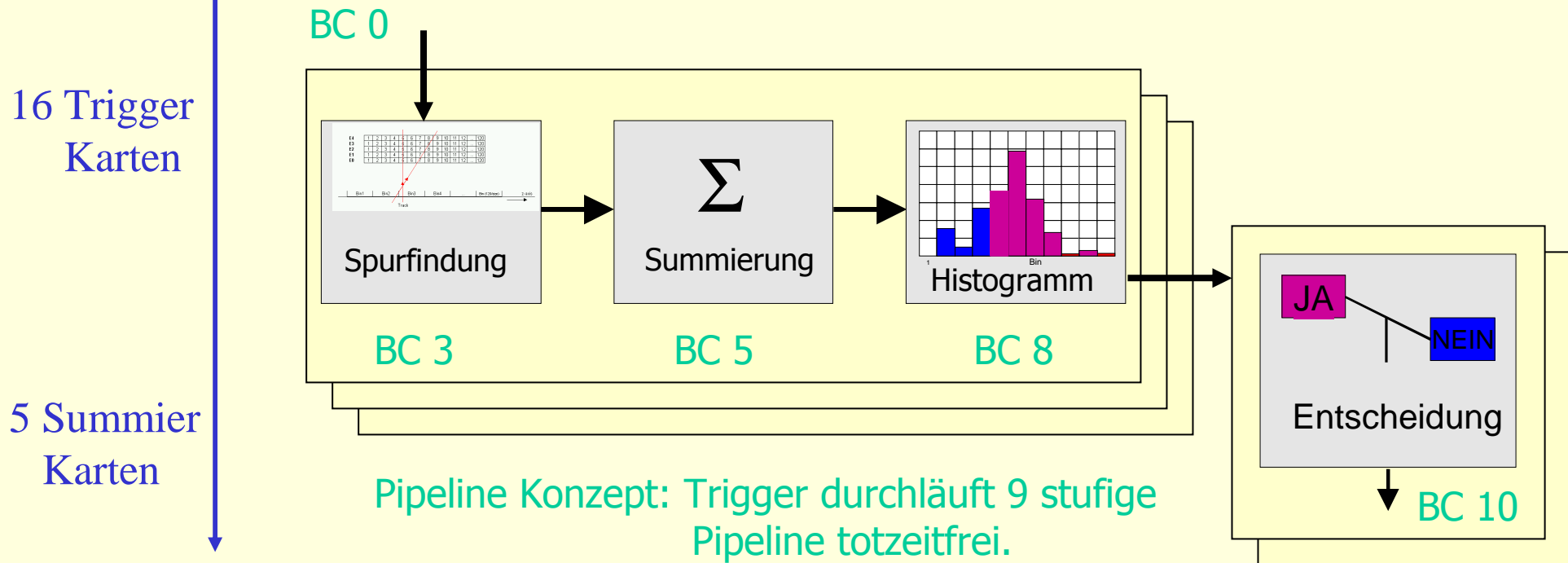


Die Triggerentscheidung wird an die zentrale Trigger-Kontrolle (CTC) von H1 übergeben, wo sie weiter ausgewertet wird. Bei einer positiven Triggerentscheidung werden die Kammerdaten ausgelesen und gespeichert.

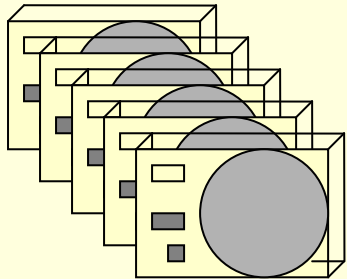
III. Aufbau des Triggersystems

CIP2k

- 16 x 5 x 120 Pads werden φ -sektorweise zusammengefasst und an insgesamt 16 **Triggerkarten** übergeben
- Jede **Triggerkarte** bearbeitet einen φ -Sektor
- Anschliessend werden die Einzelentscheidungen in 5 **Summierkarten** zu einer Gesamtentscheidung addiert

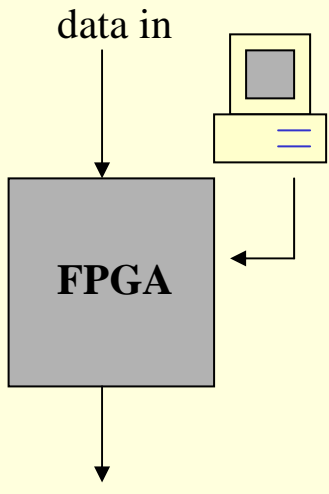


Geschwindigkeit:



5x 20GB HDD/s

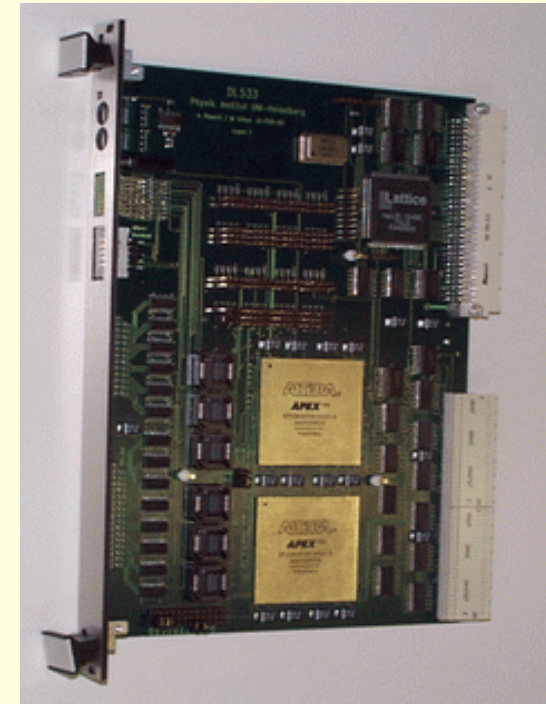
Flexibilität:



Anforderungen an das Triggersystem:

- Verarbeitung von 9600 bits pro BC
:= 12 GBytes/s
- Mit Pipelintiefe von 9BCs =>
108 GBytes/s total
- Speicher in Pipeline = 38,4kByte/Event
- (Vgl. PC: 100MB/s HDD - 0,5GB/s RAM)

- verwende **FPGAs**: programmierbare Logikbausteine mit internem RAM
 - hochparallele Architektur
 - flexibel bei Kammerdefekten und versch. *Physik Signaturen* (HERA II)



Eine von 16 Trigger Karten

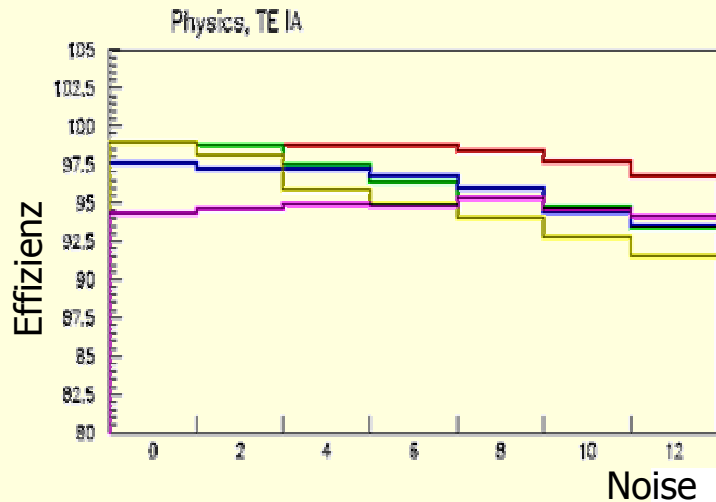
Der Entwicklungsaufwand konzentriert sich auf Programme, die das Verhalten des Systems beschreiben. Man erreicht

- die maximale Geschwindigkeit von Hardware
- die maximale Flexibilität von Software

IV. Status und Erwartungen von H1

Simulationen zum Triggersystem:

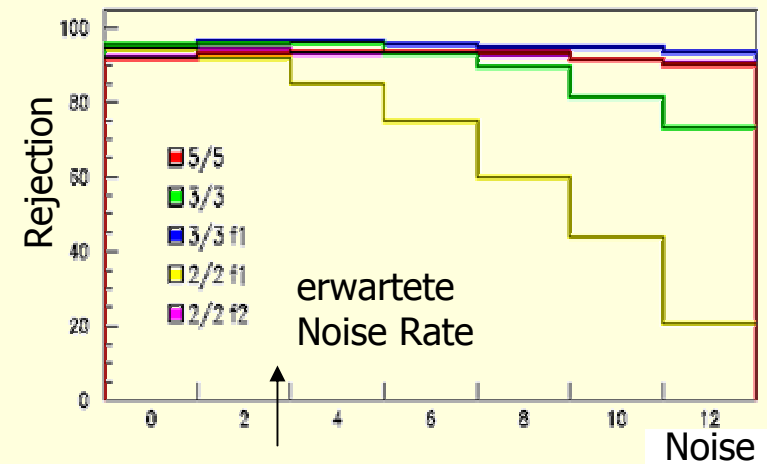
Dargestellt sind Effizienzen des Triggersystems für die Verwendung von 5, 3, 3f, 2 und 2f Lagen:*



Spuren vom zentralen Vertex werden fast unabhängig von der Anzahl der Lagen mit mehr als 92,5% erkannt

Spuren im Untergrundbereich werden abhängig von Noise und Lagenanzahl schlechter erkannt.

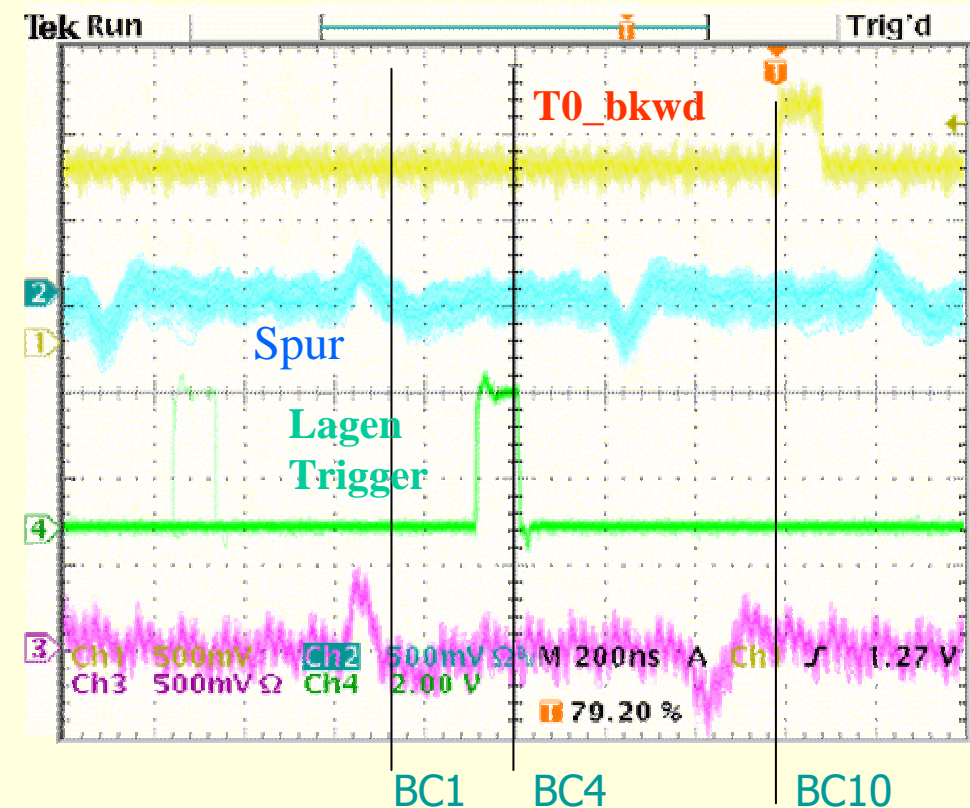
Bei Noise auf bis zu 5% der Pads arbeitet der Trigger mit mehr als 95% Effizienz



*: Aufgrund von Temperaturproblemen werden 2002 nicht alle Lagen für der Trigger verwendet!

Messungen bestätigen Simulationen:

- Mit Testpulsen werden Ereignisse simuliert
- Zur Kontrolle wird ein einfacher Koinzidenztrigger verwendet (Signal nach 4BCs)
- Diese Messung wurde mit Cosmics bestätigt



Trigger erkennt Spur aus Untergrundbereich nach 9BCs ($864ns$)
Dieses Ereignis wird zurückgewiesen

Einblicke und Ausblicke

- Das HERA II Upgrade Projekt ist abgeschlossen. Es wird ein Triggersystem benötigt, dass bei 4facher Luminosität gegenüber HERA zwischen *Untergrund-* und *Physik-*Ereignissen unterscheidet.
- Das CIP2k-Triggersystem erfüllt diese Erwartung:
 - Die Triggerentscheidung wird totzeitfrei nach $1,2\mu\text{s}$ (gefordert: $2\mu\text{s}$) getroffen
 - Das System wurde in 3 Jahren entwickelt
 - Es ist in 37 **FPGAs Altera 20k400** untergebracht
 - Hardwarebeschreibung in 25000 Zeilen Code, wobei ca. 25×10^6 Gatte (10^8 Transistoren) verwendet werden.



Das **CIP2k Triggersystem** wird ab diesem Monat im **H1-Detektor** eingesetzt.