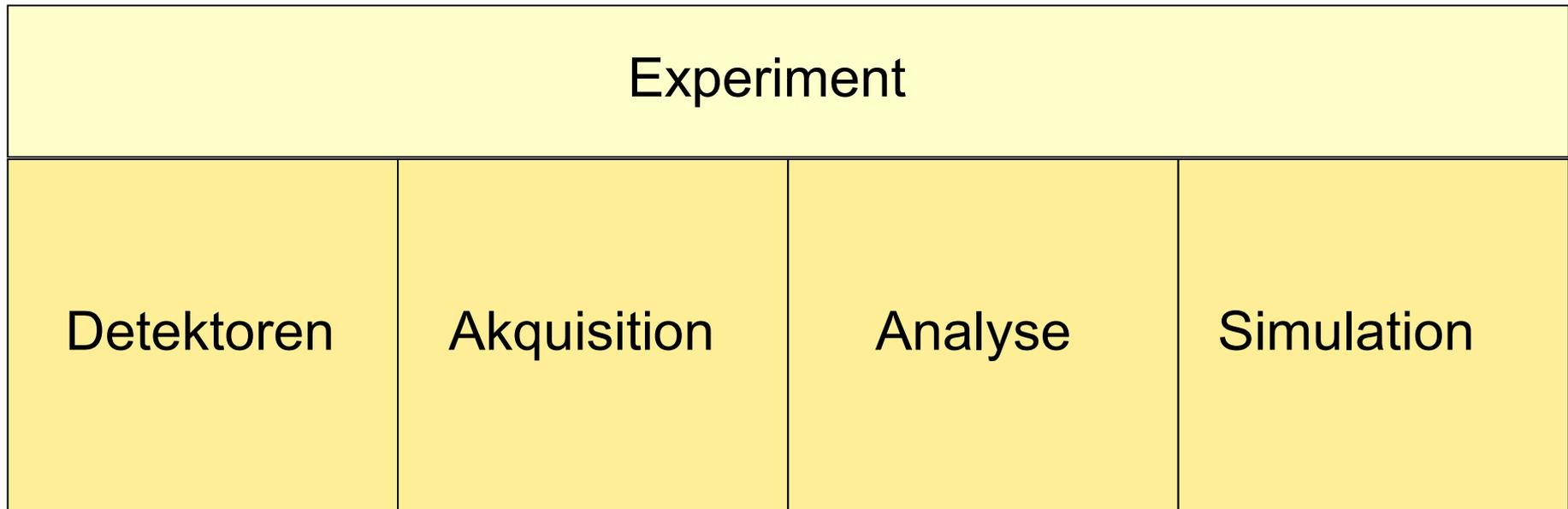
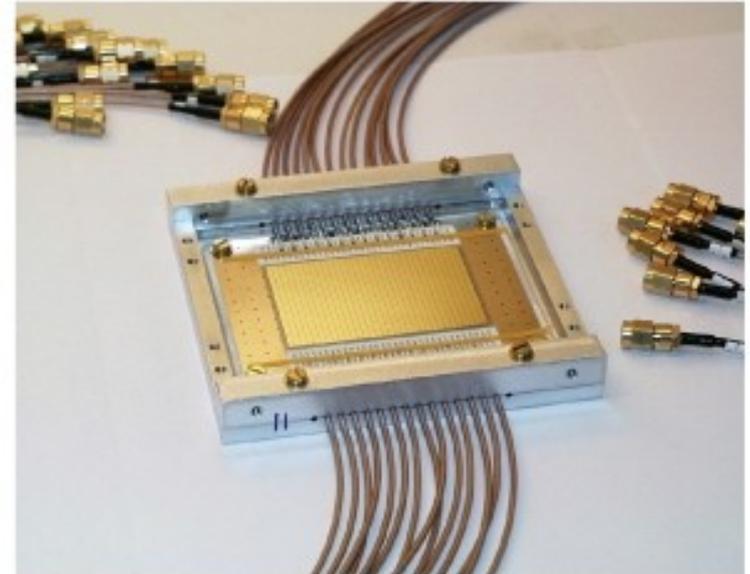
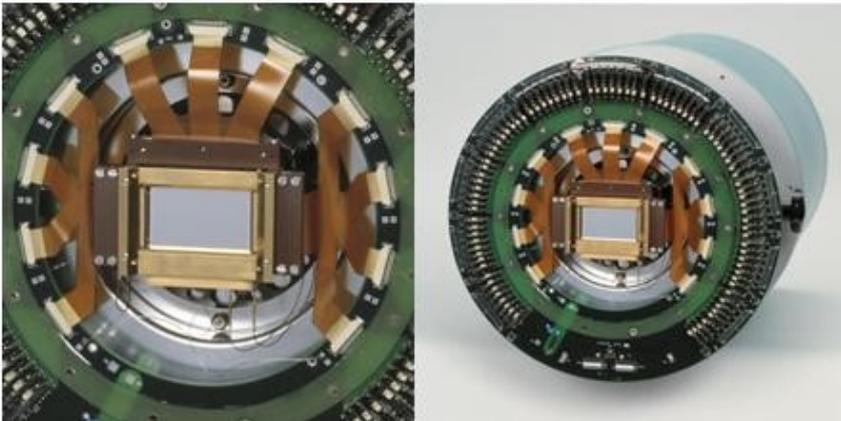


## High Scale Rate Processing and Analysis Initiative

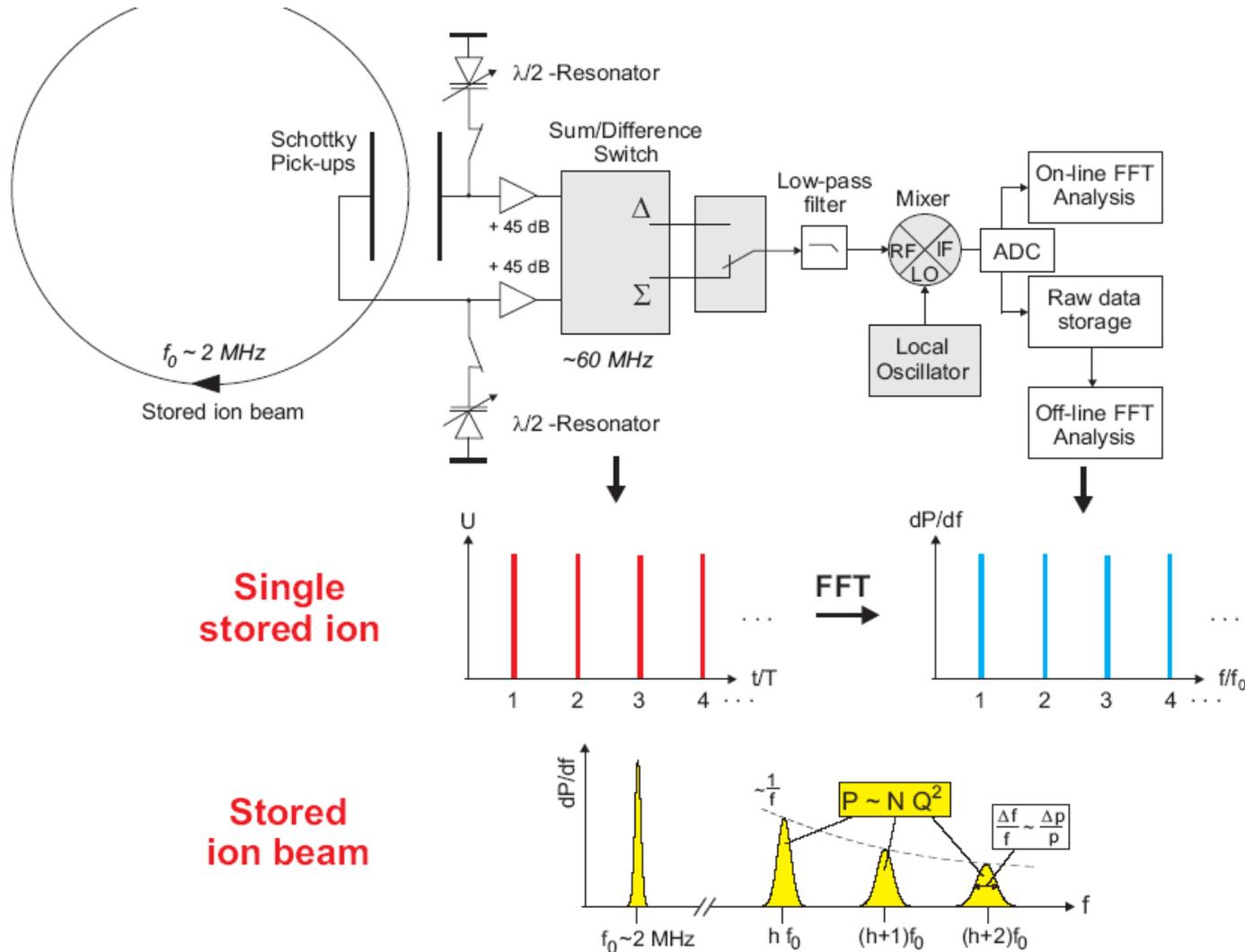


## Segmentierte Halbleiterdetektoren für Röntgenstrahlung

- Si(Li) oder Ge(i)
- 2 dimensional ortsauflösend
- energieauflösend
- zeitauflösend
- große aktive Fläche
- multi-hit fähig



Diamantdetektoren für hochgeladene Ionen

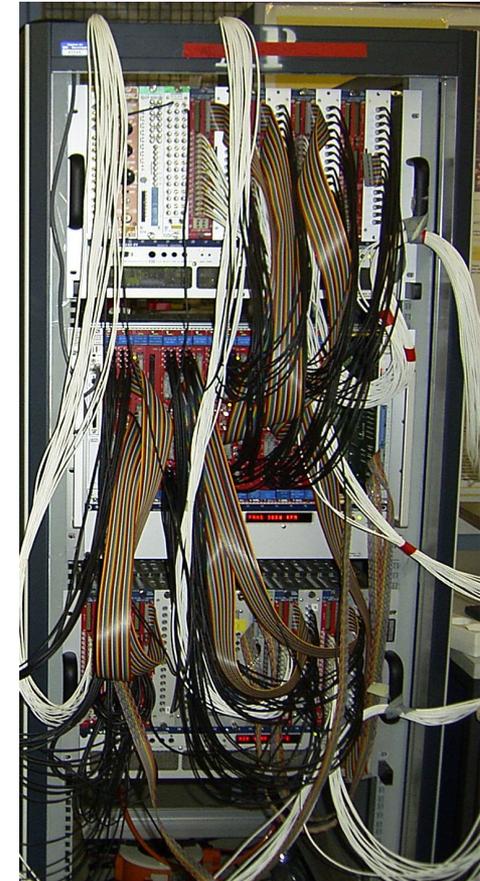
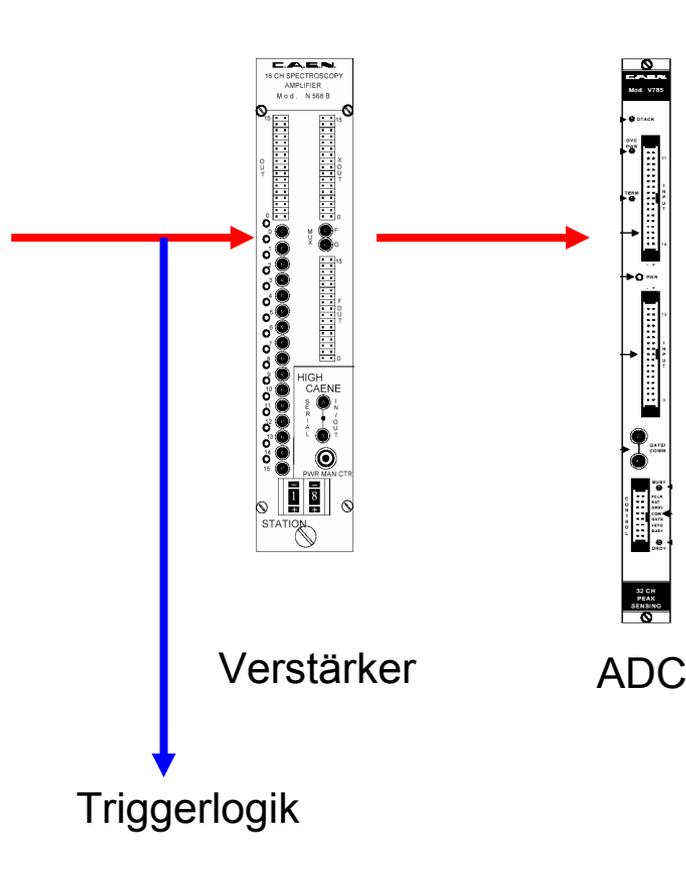


## Standardauslese segmentierter Halbleiterdetektoren

Analoger Puls



Zahl: Pulshöhe



Logische Verknüpfung



Ein Trigger/Event

## Standardauslese verschenkt Information!

- 3D Ortsinformation (Eindringtiefe)
- Subpixel Ortsauflösung

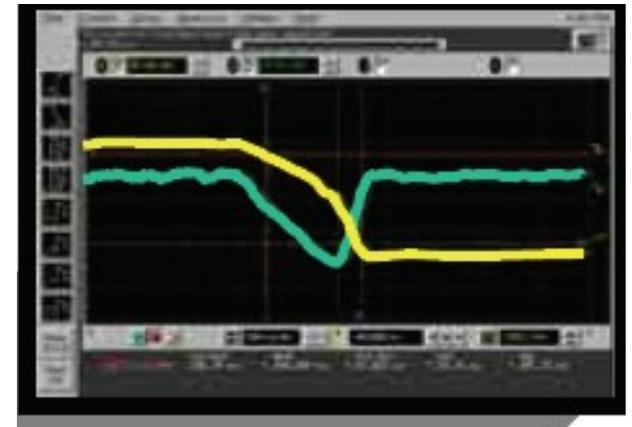


Analyse der Pulsform

Notwendig: Digitalisierung der gesamten Pulsform  
Durch Sampling-ADCs ist heute problemlos möglich



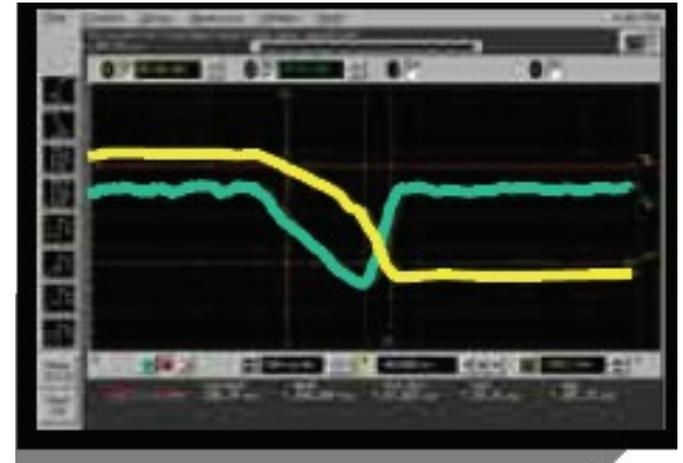
100 MHz sampling  
14 bit Auflösung  
16 Kanäle pro Modul



Folge: Feature-Extraktion online (FPGA/DSP) und/oder offline  
(Transport, Speichern und Managen großer Datenmengen)

## Pulsformanalyse

- Entwicklung von entsprechenden Algorithmen
- Anpassung an die Pulsform des Detektors
- Möglicher Einsatz auch bei
  - Schottky-Massenspektroskopie
  - Diamantdetektoren
  - u.v.m.
- Entwicklung schneller Algorithmen für DSP
- Präselektion von guten Ereignissen bei der Aufnahme



## Standardauslese verschenkt Information!

- Selektion komplexer Korrelationen
- Zeitliche Zusammenhänge



Frei akquirierende  
Detektorsysteme

Notwendig: Präzise Zeitsynchronisation, Verteilung und Timestamping  
Verschiedene Lösungen, z.B. GPS-Empfänger plus Rubidium-Standards

Folge: Korrelation, Filtern, Eventbuilding online (Netzwerke, Filter-Farmen) und/oder offline (Transport, Speichern und Managen großer Datenmengen)

## **ASIC**

QFW, TAC, TDC, preamp., radiation hardness (UMC 180nm)

## **Analog electronics**

Time measurement, clock distribution

## **Digital electronics**

VME, NIM, PCI, PCIeexpress, optics

## **Embedded systems**

FPGA, DSP

## **Control systems**

LabView, EPICS, embedded

## **Data acquisition systems**

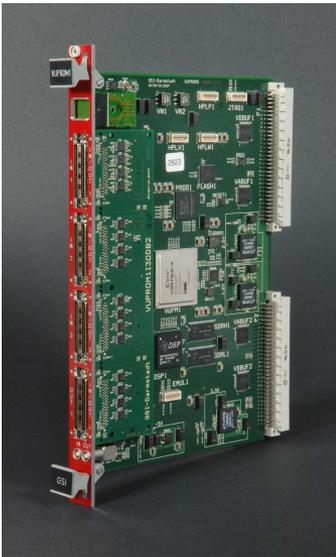
GSI standard DAQ, highspeed DABC

## **Data analysis systems**

On-line / off-line Go4 (ROOT)

## **Layout/Manufacturing**

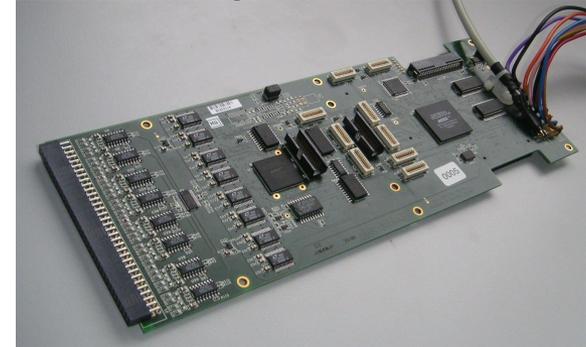
FPGA/DSP  
trigger processor



Silicon strip detector  
readout modul

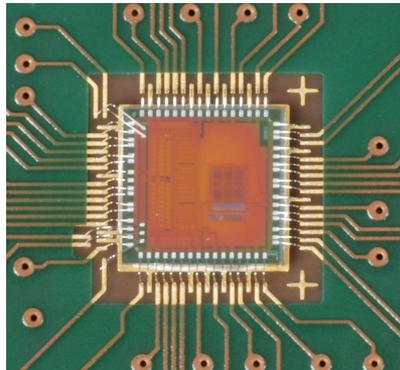


16 channel 7ps time measurement

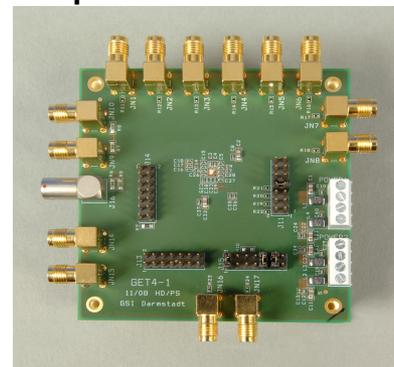


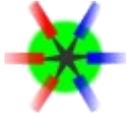
GSI event driven TDC (4 channels)

Bottom side view

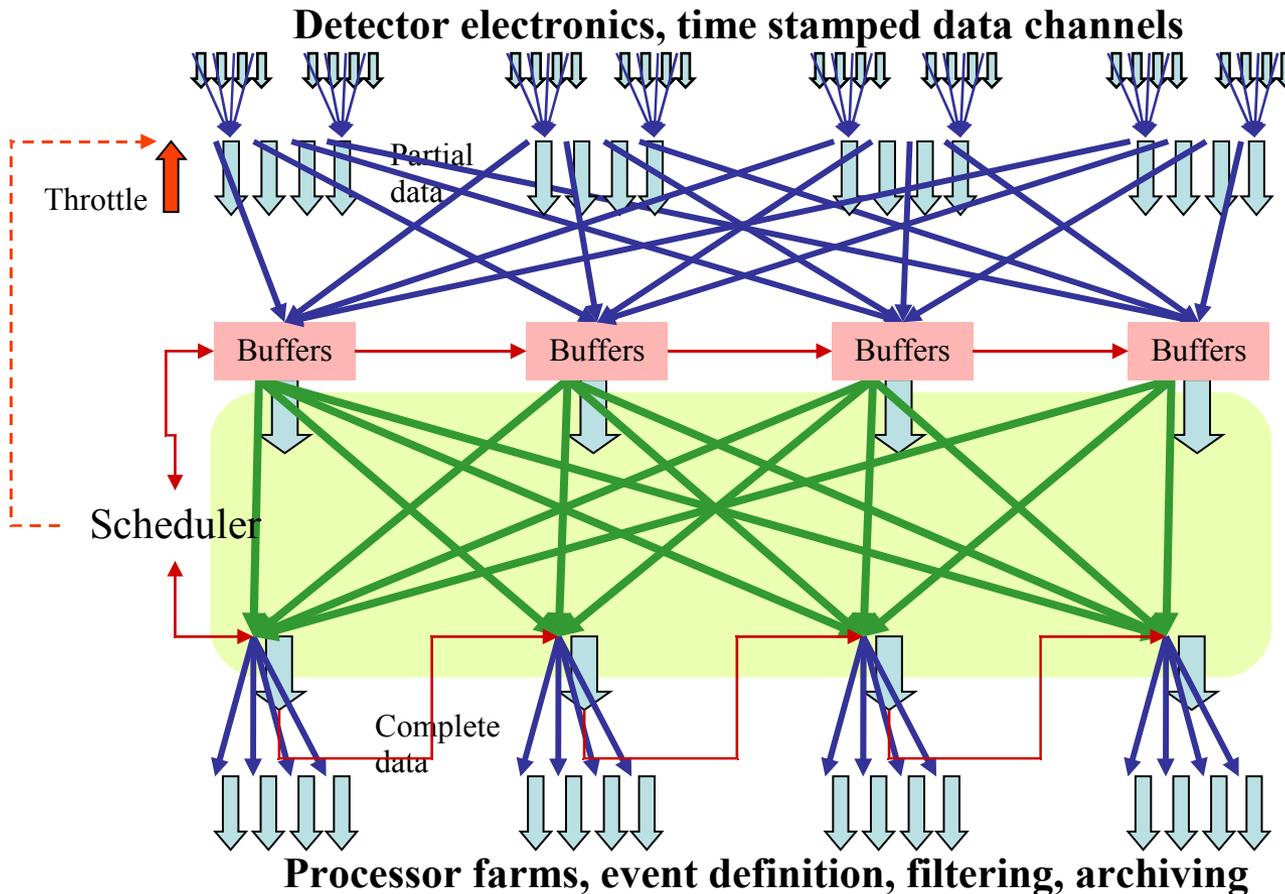


Top side view





## Data Acquisition Backbone Core (<http://dabc.gsi.de>)



Merge channels

optimize for  
partial readout

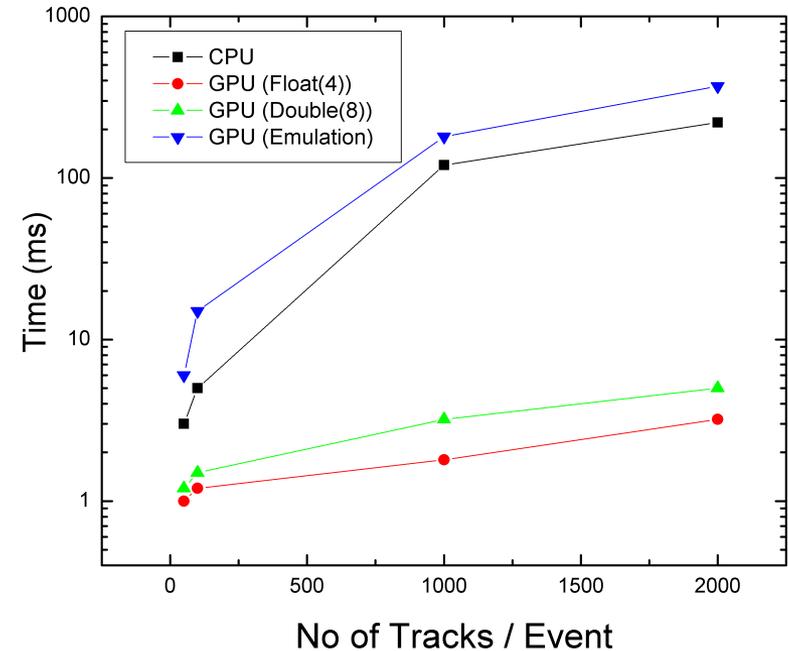
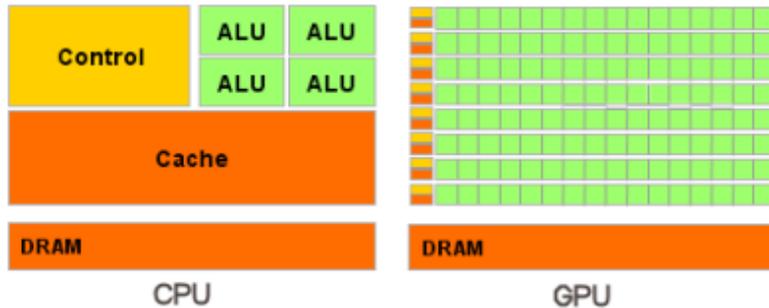
Main buffer space

Network connections  
1 GByte/sec each

Sort over  
switched network,  
units are not events,  
but time slice data!

Distribute  
complete data

# Grafikprozessoren für schnelle Mustererkennung



	50	100	1000	2000
GPU (Emu)	6.0	15.0	180	370
CPU	3.0	5.0	120	220
GPU (D)	1.2	1.5	3.2	5.0
GPU (F)	1.0	1.2	1.8	3.2

Für Präzisionsexperimente ist eine detaillierte Simulation der Detektorresponse entscheidend !

Existierende Monte-Carlo Codes

Notwendiger User-Input

EGS5 (Kek, SLAC)

Geant (Cern)

Fluka (INFN)



Modellierung der Detektorgeometrie

Modellierung der Strahlungsquelle



Artwork by Michael Sharpe

Geant 4



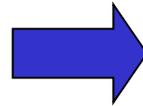
## Zukünftige Aufgaben:

Existierende Monte-Carlo Codes

EGS5 (Kek, SLAC)

Geant (Cern)

Fluka (INFN)



Simulieren lediglich die Wechselwirkung von energiereichen Teilchen (Photonen, Elektronen, Ionen) mit Materie

Wichtig für komplette Simulation:

Signalform am Ausgang des Detektors

Wu simulierende Prozesse:  Ladungstransport im Detektor

zeitabhängige Signalbildung

Induktion / Überkoppeln auf benachbarte Streifen

Verfügbare Rechenleistung macht zunehmend Bottom-Up statt parametrisierter Simulationen möglich

Eigenschaften atomphysikalischer Experimente bzgl. der Datenanalyse:

- ☑ wechselnde Anzahl an Parametern (einige 10 bis weit über 100)
- ☑ wechselnde experimentelle Bedingungen (Detektoren)
- ☑ wechselnde Fragestellungen

Flexibles, modulares, leicht zu erlernendes und bedienendes Framework zur Datenanalyse

Anforderungen:

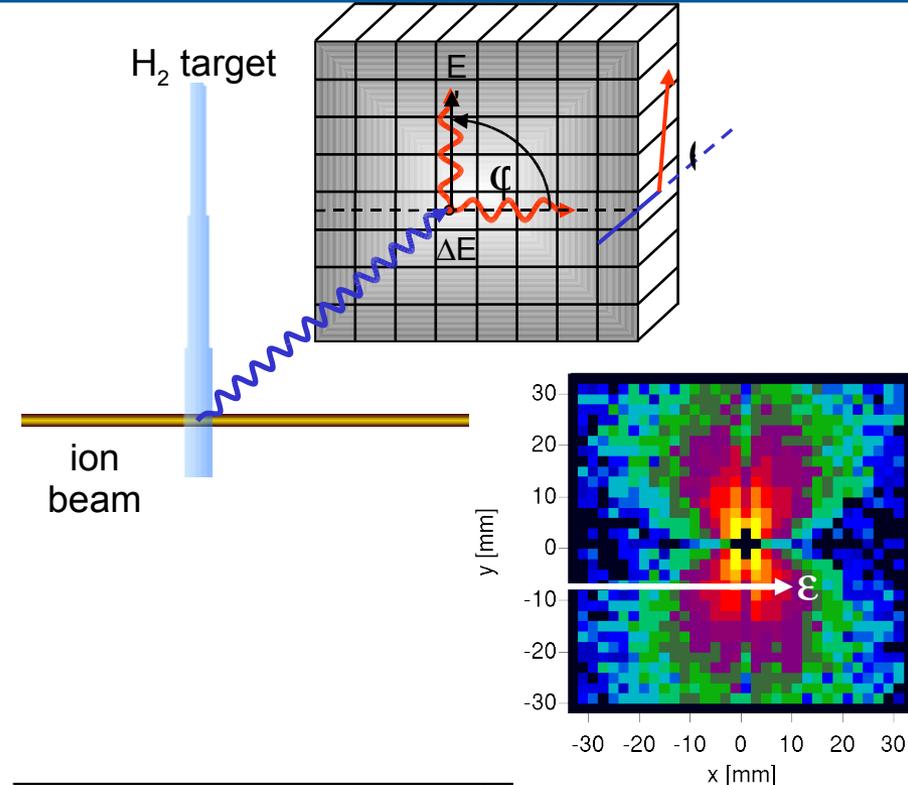
- ❖ hohe Stabilität
- ❖ graphische Benutzeroberfläche
- ❖ lauffähig auf PCs ohne enormen Verbrauch an Rechnerressourcen
- ❖ **Bibliothek von definierten und getesteten Modulen für Standardaufgaben und Detektoren**

## Geplante Standardmodule

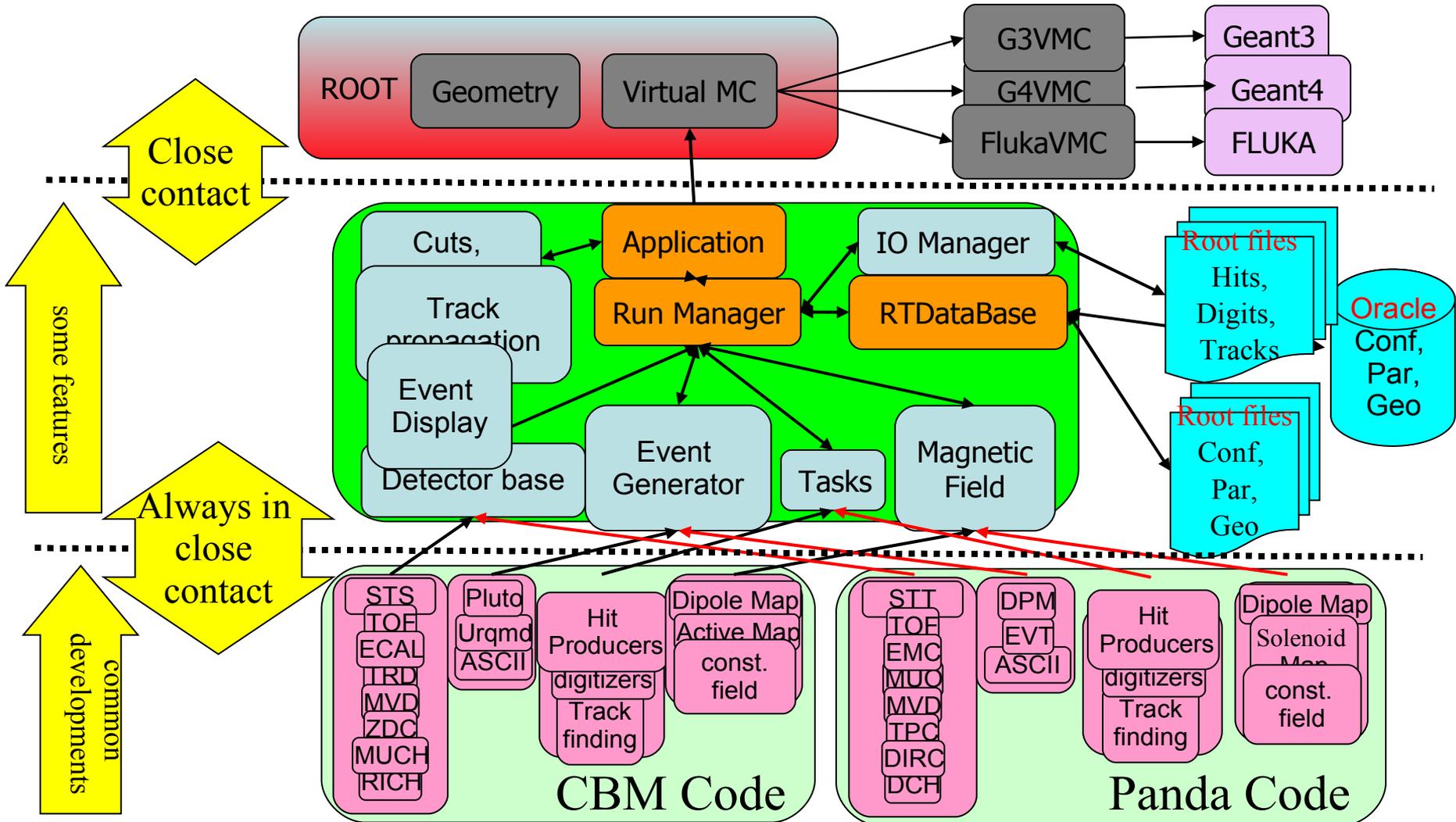
### Rekonstruktion von Compton-Ereignissen

### Pulsformanalyse

- ❖ Bestimmung der Pulshöhe (z.B. Energie)
- ❖ Zeitbestimmung
- ❖ Bestimmung weiterer detektorspezifischer Parameter:
  - ❖ Ort
  - ❖ Eindringtiefe
  - ❖ u.v.m.

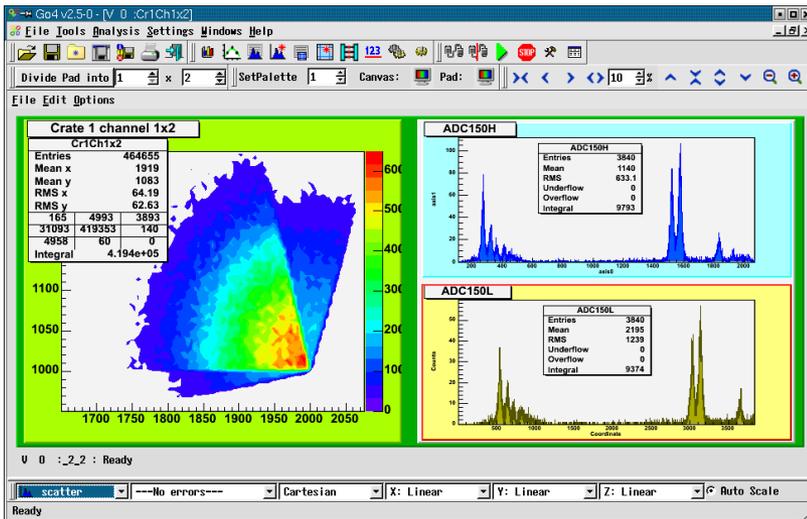


# FairRoot – Common Framework

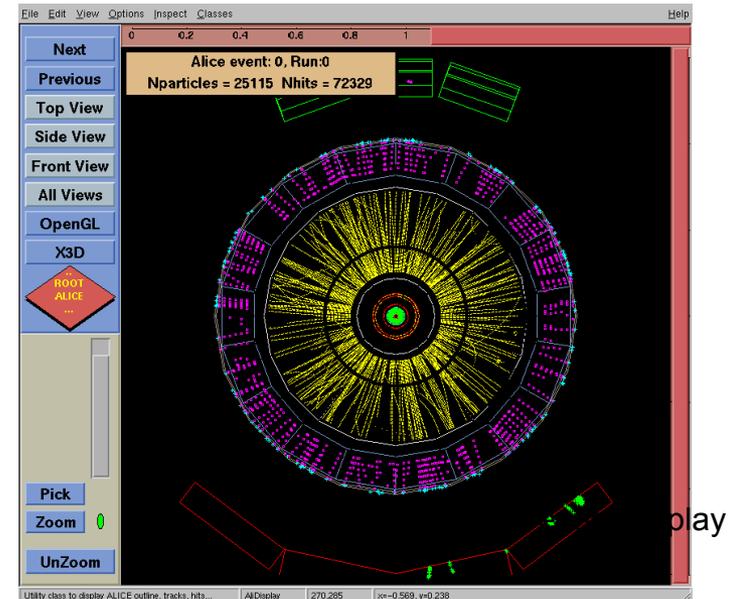


## Nachteile des für HEP entwickelten Frameworks ROOT und der darauf basierenden Systeme GO4 und MARaBOU

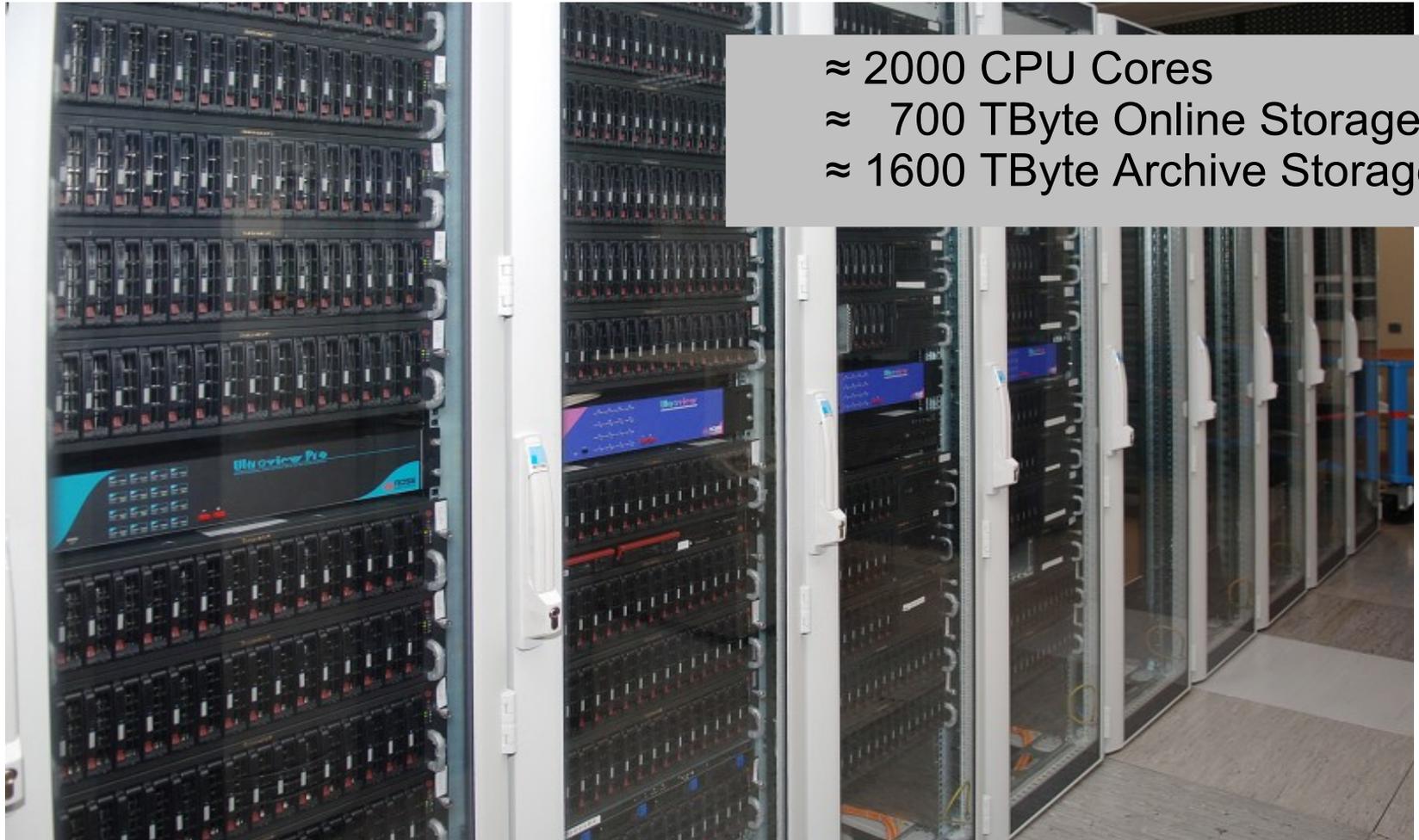
- sehr steile Lernkurve (besonders bei ROOT)
- Abhängigkeit von großen Bibliotheken (z.B. bei GO4)
- i.d.R. nicht auf PCs unter MS Windows lauffähig



GO4 Beispiel



# GSI-IT Compute Cluster



## **GSI IT is engaged in LHC Computing since 2001**

- Part of WLCG (ALICE-Tier-2) is located at GSI
- GSI is developing software and operating procedures for LHC
- Actively taking part in LHC boards and committees, e.g.
  - WLCG Computing Resource Review Board
  - GridKa: Technical Advisory Board and Overview Board
  - ...

**Verbundprojekt D-Grid\_HEP-Grid:** Entwicklung von Anwendungen und Komponenten zur Datenauswertung in der Hochenergiephysik in einer nationalen e-Science-Umgebung (Projektende Februar 2009).

**Entwicklungen, Daten, Ressourcen können den PNI Usern über eine vorhandene GRID-Infrastruktur verfügbar gemacht werden.**

- Die GSI deckt das gesamte Spektrum vom Detektor bis zur Analyse ab.
- Methoden für die zukünftigen Herausforderungen in PNI wurden für Hochenergie- und Schwerionenphysik entwickelt und sind im Einsatz.
- Spezielle aktuelle Entwicklungen der Atomphysik (Pulsformanalyse, Time Distribution etc.) werden im Haus betrieben.
- Die PNI User der GSI sehen besonderen Bedarf für Entwicklung und Anpassung in den Bereichen Digitalelektronik und Simulations-/Analysesoftware, daher möchte sich die GSI in diesen Bereichen innerhalb des Bonusprogramms besonders engagieren.