

Zuverlässiges Detector Control System Board (DCSB) für das ALICE Experiment, CERN

R. Erdmann, G. Hartung, T. Krawutschke

14. April 2010

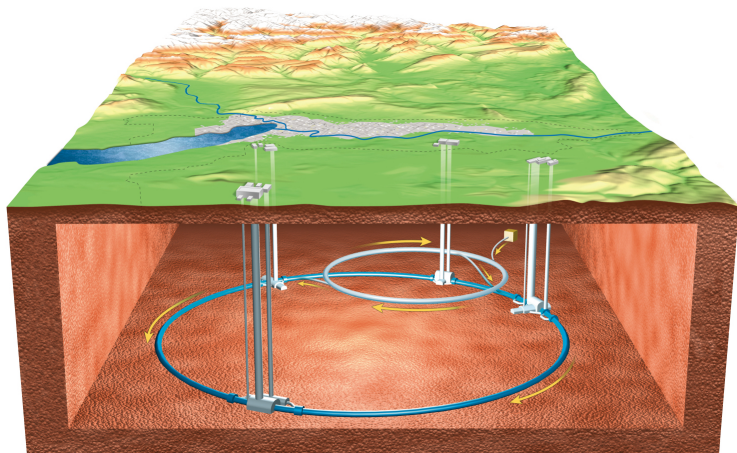
Struktur

- ▶ Überblick
- ▶ Hardware / Software
- ▶ Redundanz
- ▶ Zuverlässigkeit

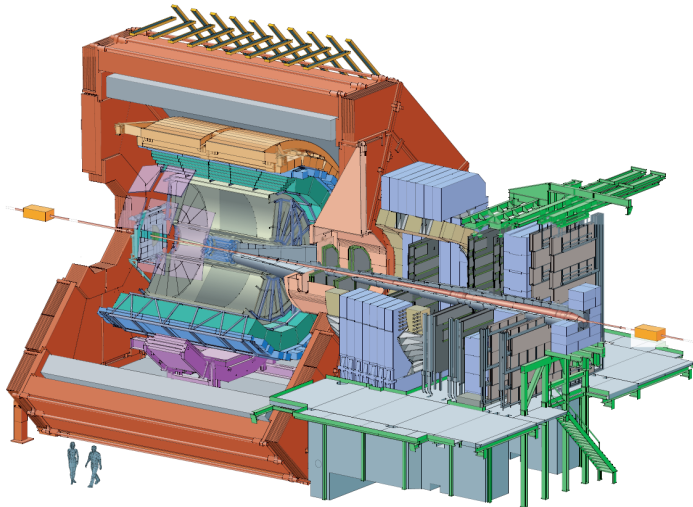
Am CERN, Genf wurde der LHC (Large Hadron Collider) aufgebaut. ALICE (A Large Ion Collider Experiment) ist ein Experiment, das den Beschleuniger nutzt.



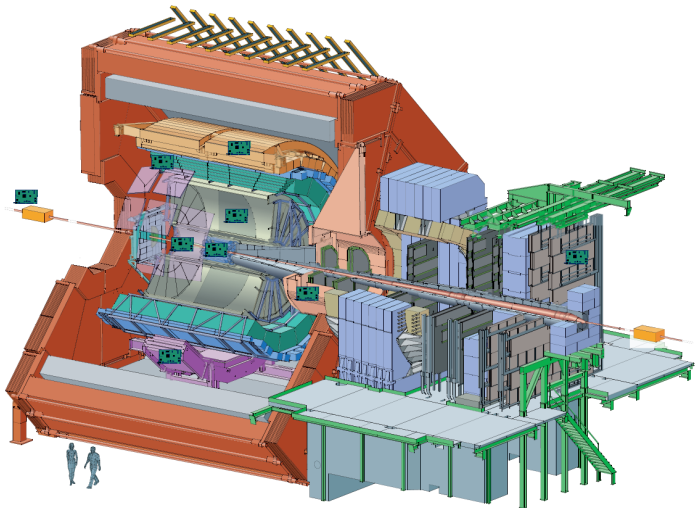
Beschleuniger und Experimente liegen 100 Meter unter der Erde



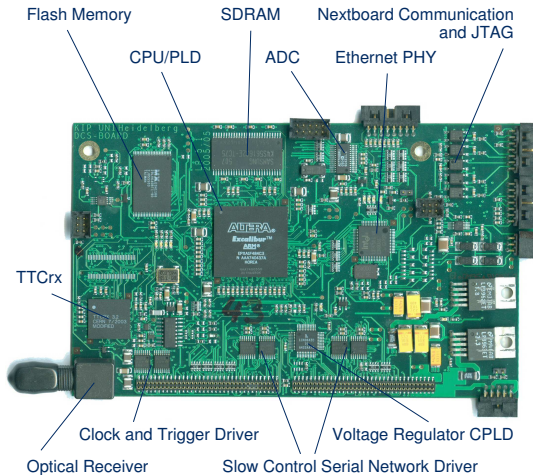
ALICE besteht aus mehreren Detektoren



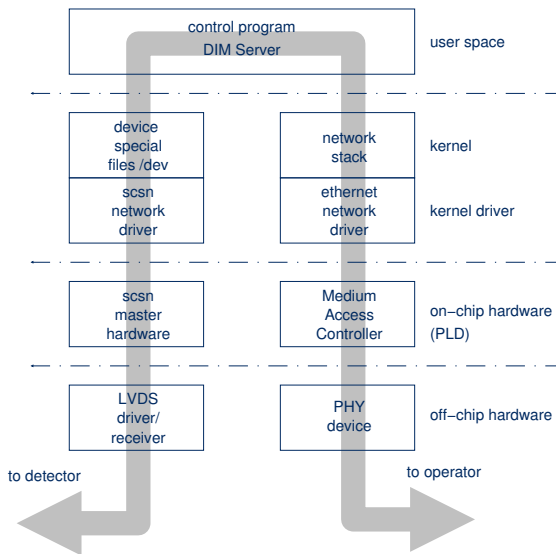
9 Detektoren nutzen das DCS Board in 18 Varianten



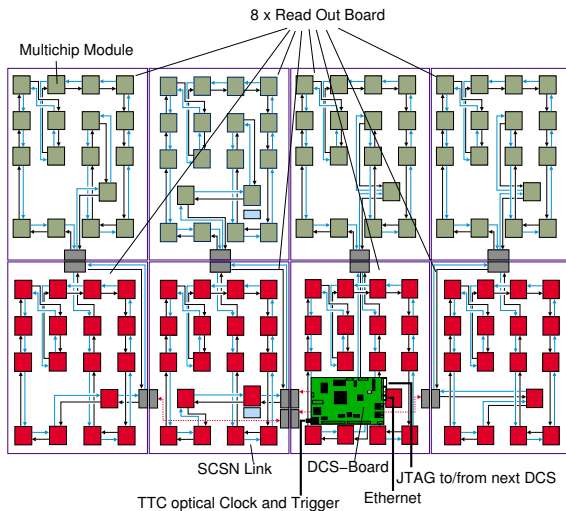
DCS Board Hardware



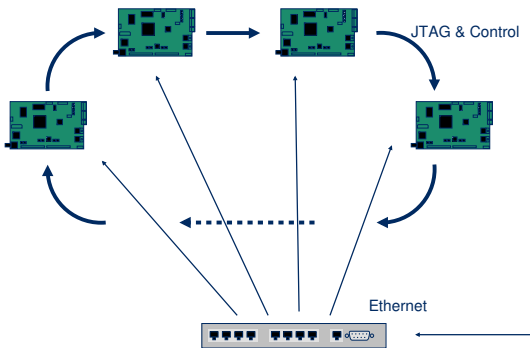
HW ↔ PLD ↔ Betriebssystem ↔ Anwendungssoftware



1/540 TRD Auslesehammer



Fehlertoleranz durch Interkonnektivität



Mehrere Boards formen einen JTAG und Control Ring

- ▶ Kontrolle der Stromversorgung
- ▶ PLD Konfiguration
- ▶ Kommunikation
- ▶ Boundary Scan = Funktionsübernahme

DCS Board Strahlungstoleranz

Hardware, anfällig für SEUs (Single Event Upsets)

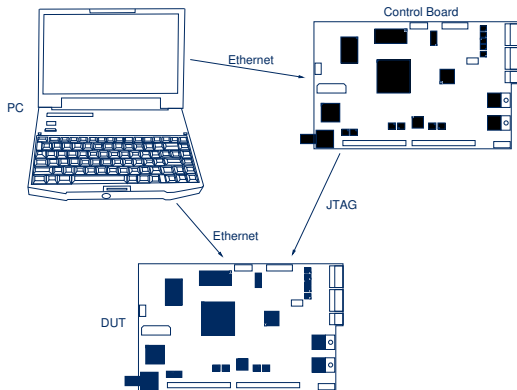
- ▶ Hauptspeicher (SDRAM)
- ▶ PLD Konfiguration SRAM
- ▶ CPU
- ▶ Hardware Register

Strahlungs Level

- ▶ Flux: 400...800 partikel/cm²s⁻¹
- ▶ Cross section 2...8·10⁻⁹cm²

Durchschnittliche Zeit zwischen Fehlern: 1..7 Tage

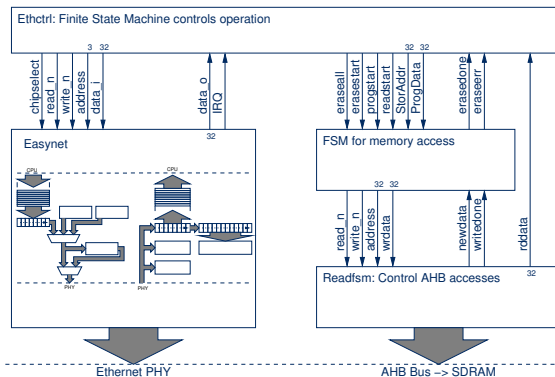
Remote Memory Test (RMT)



Als Test auch im Detektor einsetzbar

- ▶ Kontroll PC
- ▶ Master DCS Board
- ▶ DCS Board under test (DUT)

DUT wird nur vom PLD kontrolliert



Kommunikation über Ethernet

- ▶ PC → DUT Speicher füllen, Testzyklus starten
- ▶ DUT → PC Speicherfehler, Zyklusbeginn

Remote Memory Test Vor und Nachteile

- + Minimaler Kommunikationsaufwand
- + Sofortige Fehlermeldung
- + Kompletter Speicher wird getestet
- + Keine CPU, kein Programmspeicher
- + Im Detektor nutzbar
- **DUT unbenutzbar**

Ein Dauertest, der im Hintergrund läuft benötigt:

- ▶ keine Störung der normalen DCS Board Funktion
- ▶ maximale Abdeckung des Speichers
- ▶ maximale Ausnutzung der Laufzeit

Eingriff ins Memory Management System

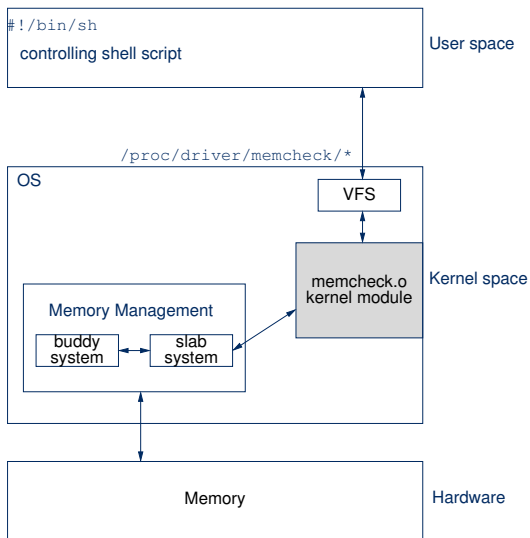
Memory Management Fragmentation - **Buddy System:**

- ▶ Listen mit freiem Speicher der Größe 2^n Seiten
- ▶ Zwei benachbarte, freie Speicherbereiche (Buddies) der Liste 2^n werden zu einem Eintrag der Liste 2^{n+1}

Memory Management Geschwindigkeit - **Slab System:**

- ▶ Caches für häufig genutzte Speicherobjekte
- ▶ z.B. file handle, TCP bind bucket
- ▶ wird aus Cache schneller bereit gestellt, als mit *get free page*
- ▶ Caches werden bei wenig freiem Speicher aufgelöst (kswapd)

Online Memory Selftest Kernel Modul



Device special files:

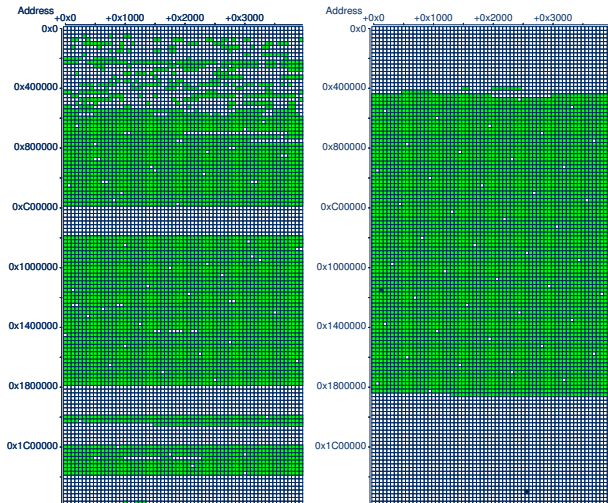
- ▶ info
- ▶ pages
- ▶ pageindex
- ▶ fillpattern
- ▶ fill
- ▶ check
- ▶ threshold

Online Memory Selftest (OMS)

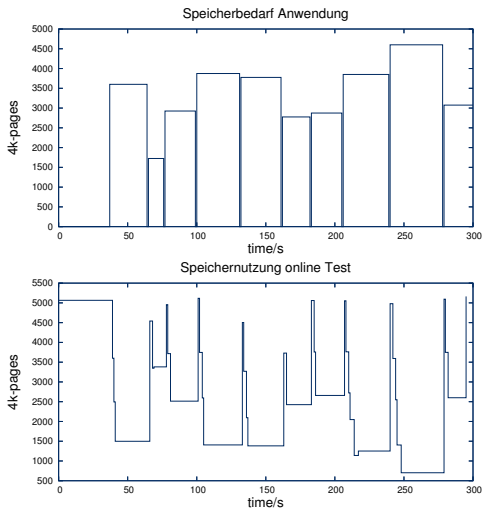
- ▶ nutzt slabs (kernel object caches)
- ▶ caches werden angelegt und gefüllt
- ▶ zyklischer Test des Caches
- ▶ Zwei Ursachen für Memory Fehler
 1. SEU
 2. Freigabe des Caches

slabs usage statistic: `cat /proc/slabs`

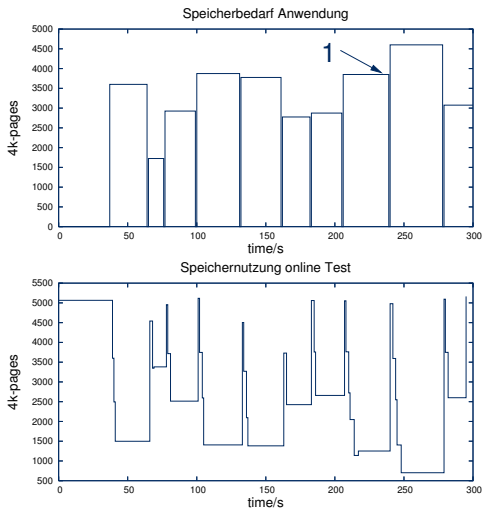
Speicherausnutzung



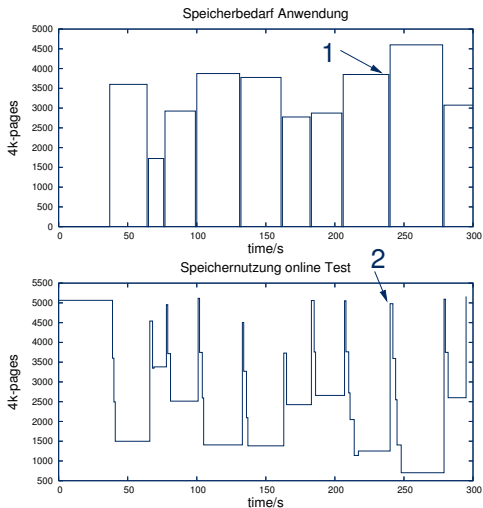
Speicherbereitstellung



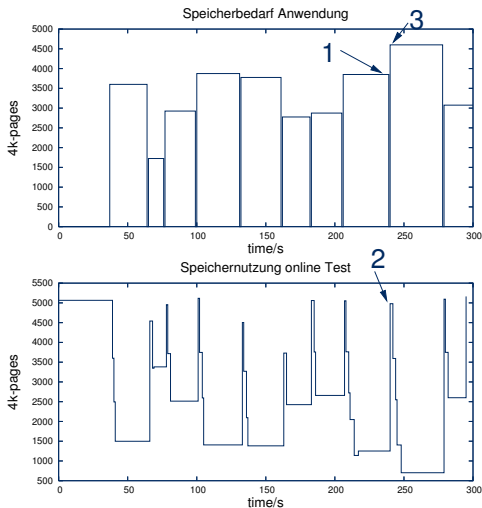
Speicherbereitstellung



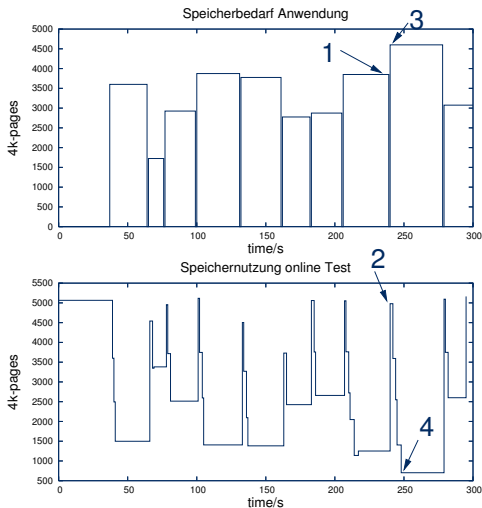
Speicherbereitstellung



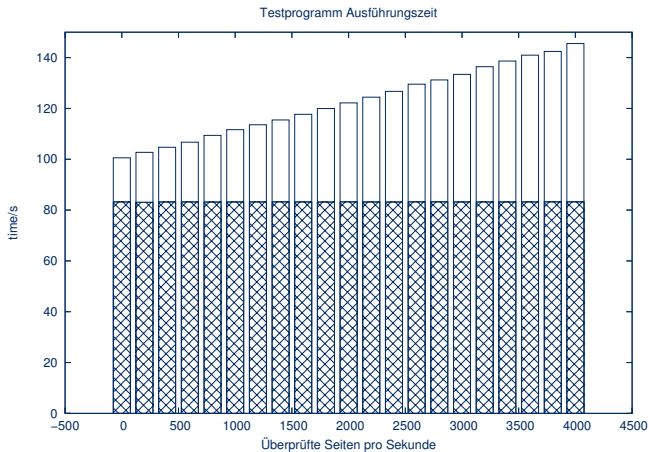
Speicherbereitstellung



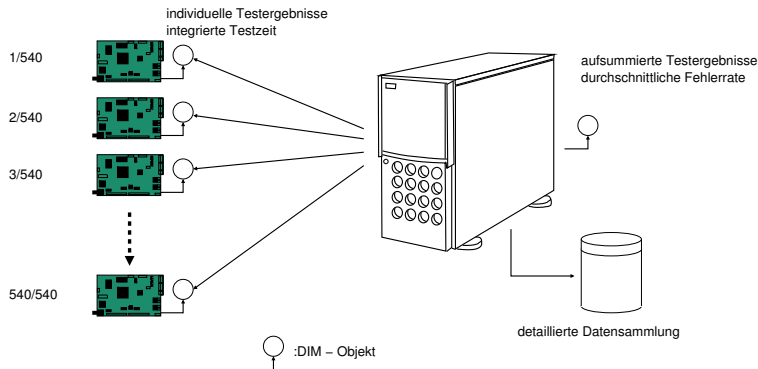
Speicherbereitstellung



CPU Verbrauch



Datenvisualisierung und -archivierung am CERN

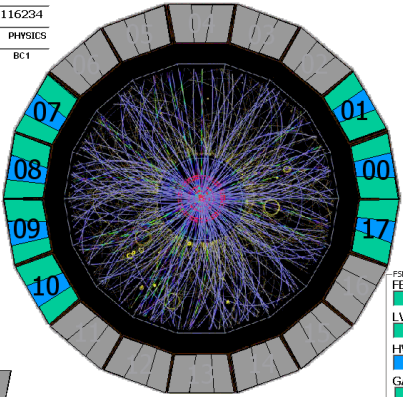


ALICE DCS Monitoring - Main (TRD Main)

- ALICE DCS Monitoring - BETA
 - ALICE DCS
 - Alarms
 - Detectors
 - HMP
 - MTR
 - SSD
 - TOF
 - TRD
 - Main
 - CoolMain
 - CoolTrend
 - Services
 - Environment
 - Safety
 - LHC
 - Other systems
 - More views
- Refresh
Autorefresh...

BEAM_TUNING

Run status: TRUE
 Run no.: 116234
 Run config.: PHYSICS
 PT config.: BC1



2:47:34 PM 4/13/2010

HV

HV RAMP UP:
+ 200 V

HV RAMP DOWN:
- 200 V

Go Help

LOCKED

SAFE

max meas. HV: 1418 V

Alarms

Alarm Info				
FED	LV	HV	HV2	Cool

FSM states

FED	READY	COOLING	READY
LV	READY	PT	READY
HV	BEAM_TUNING	GTU	READY
GAS	READY	PCU	READY
GOOFIE	READY		

- ▶ Rekonfigurierbare PLD + CPU ergeben ein sehr flexibles System, das bisher viele Anwendungen gefunden hat
- ▶ Permanente Fehler können durch Umkonfiguration bzw. Funktionsübernahme kompensiert werden
- ▶ SEU Raten können durch Speichertest und online-Speichertest ermittelt werden und tragen zu einer Vorhersage der Fehlerrate bei

Danke