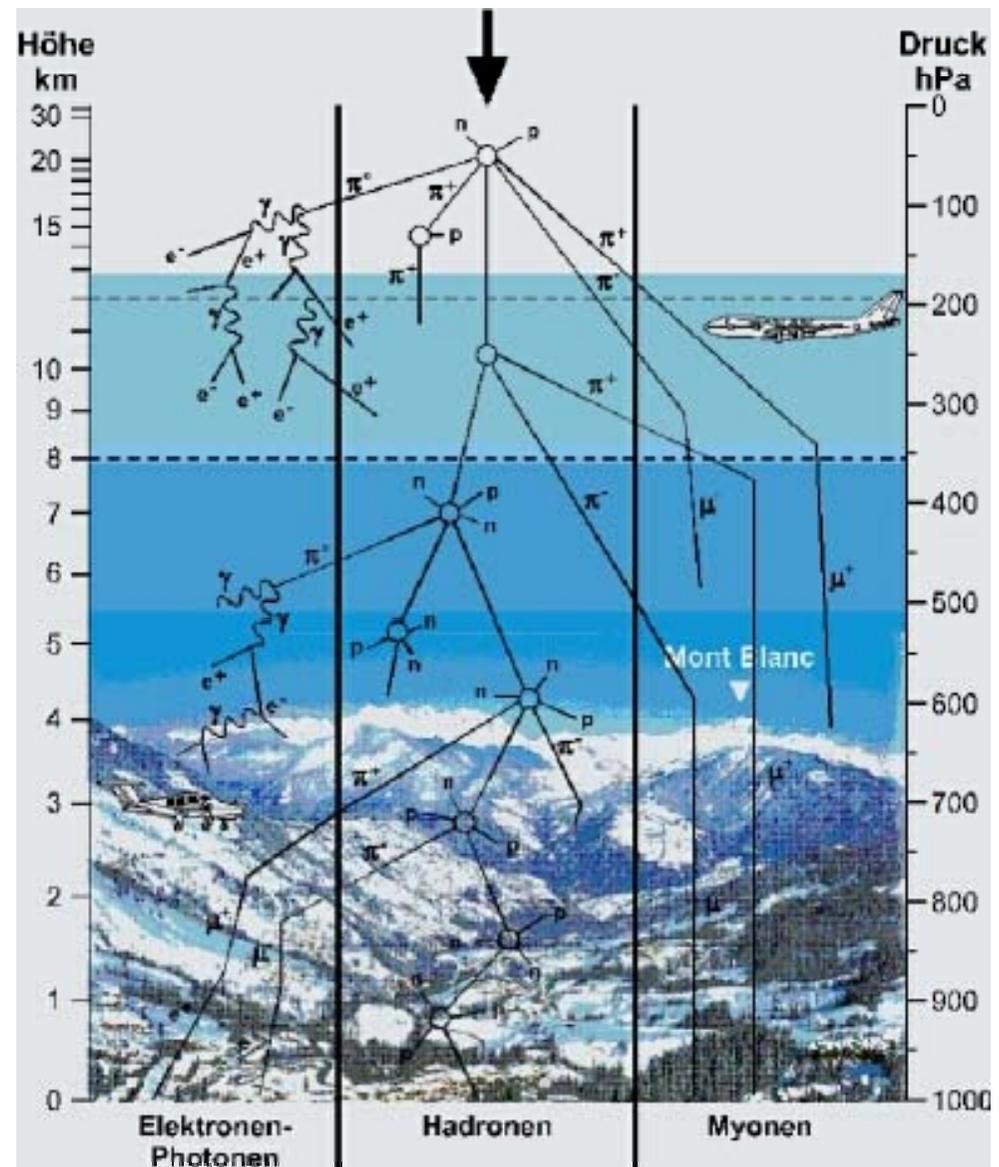


Detection of Cosmic Muons

Detektion kosmischer Myonen

Gliederung

- ▶ Myonendetektion
 - Szintillatoren
 - NIM
 - VME
 - Steuerung der Datenerfassung
 - Auswertung
- ▶ Anwendung
 - Vulkane
 - Cern
- ▶ (VMEbus)
- ▶ Quellen

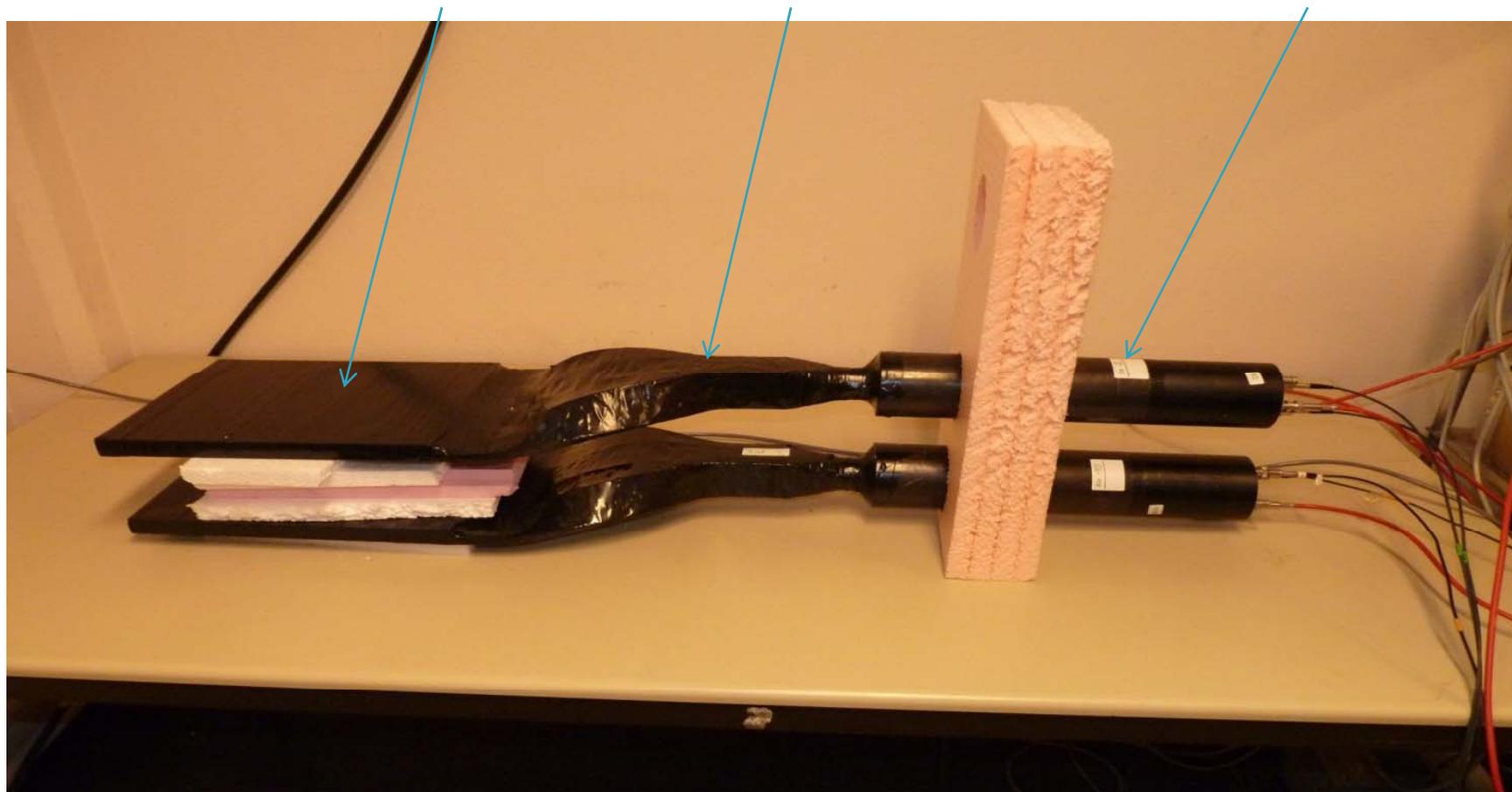


Szintillatoren

Szintillatorfläche

Lichtleiter

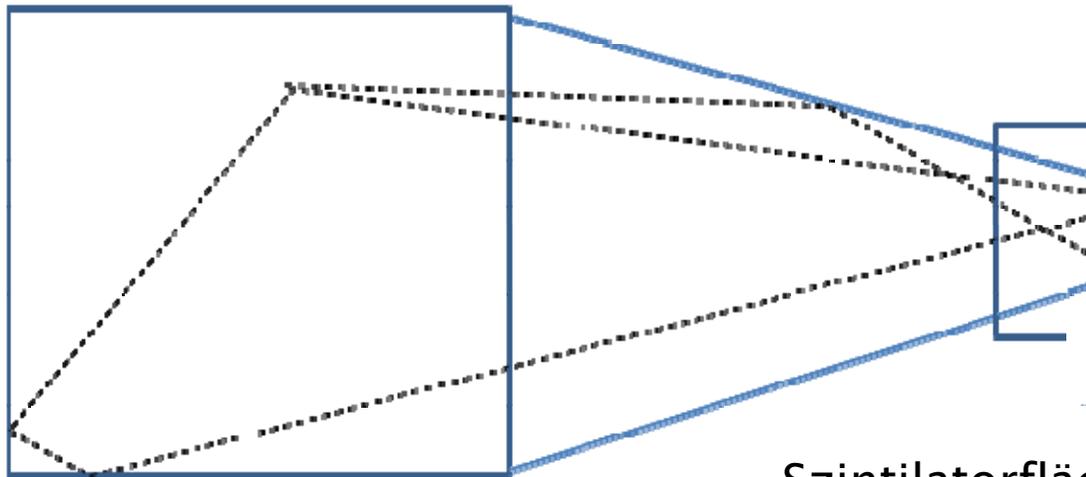
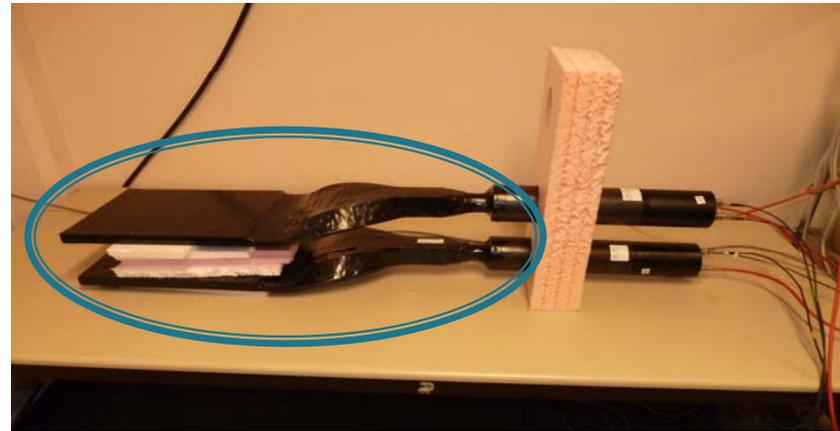
Photonendetektor (PMT)



Szintillatoren

Bestandteile:

- Kunststoff
- Aluminiumfolie
- schwarzes Klebeband



Szintillatorfläche:

Myon setzt Photonen frei
Photonen werden gesammelt

Photonendetektor

Photokathode

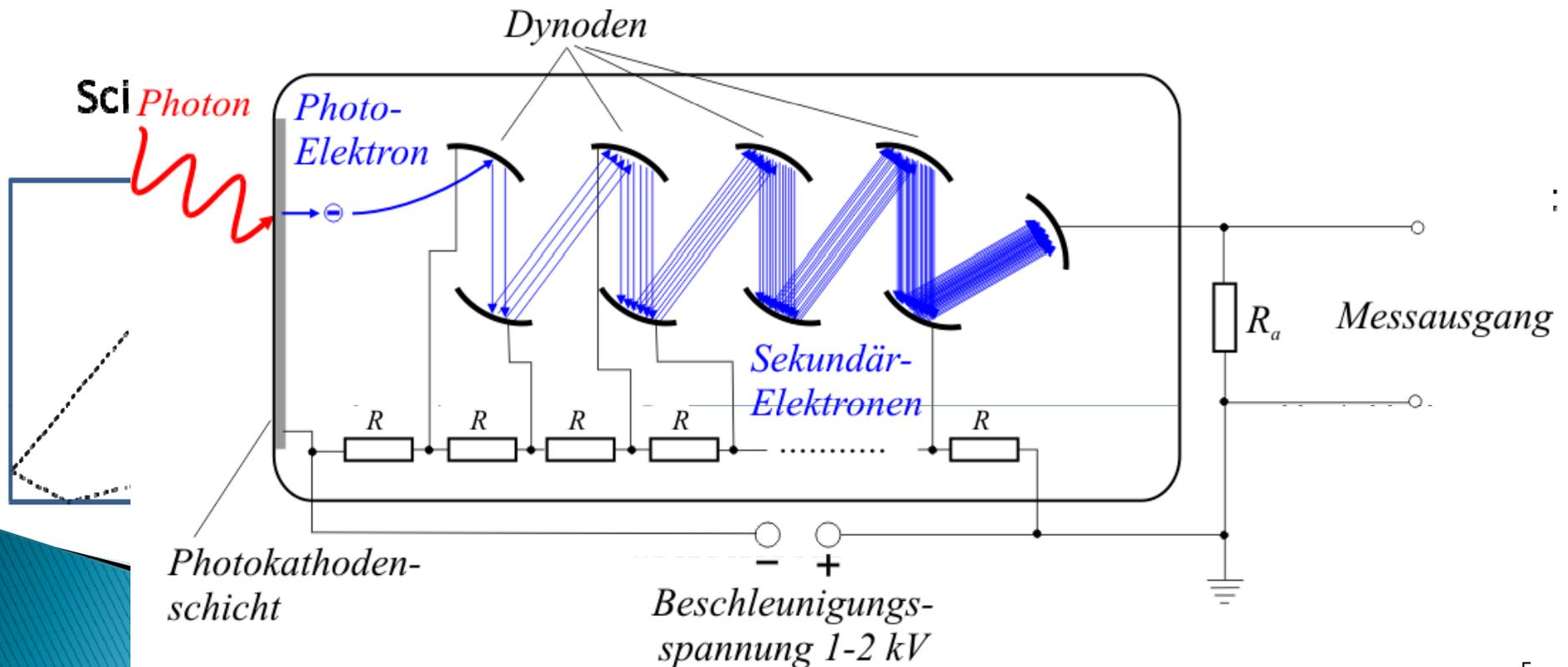
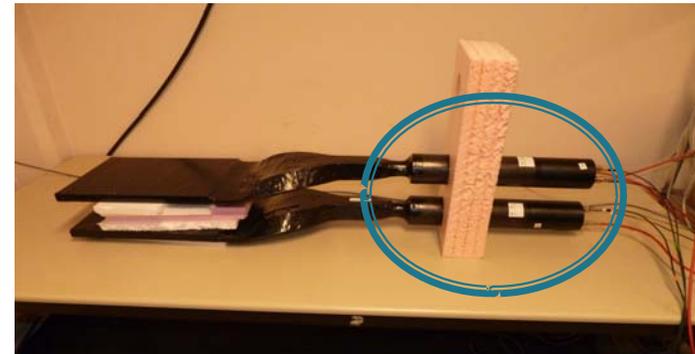
Photon \rightarrow Elektron

Dynoden unter Hochspannung (2 kV)

Beschleunigung +

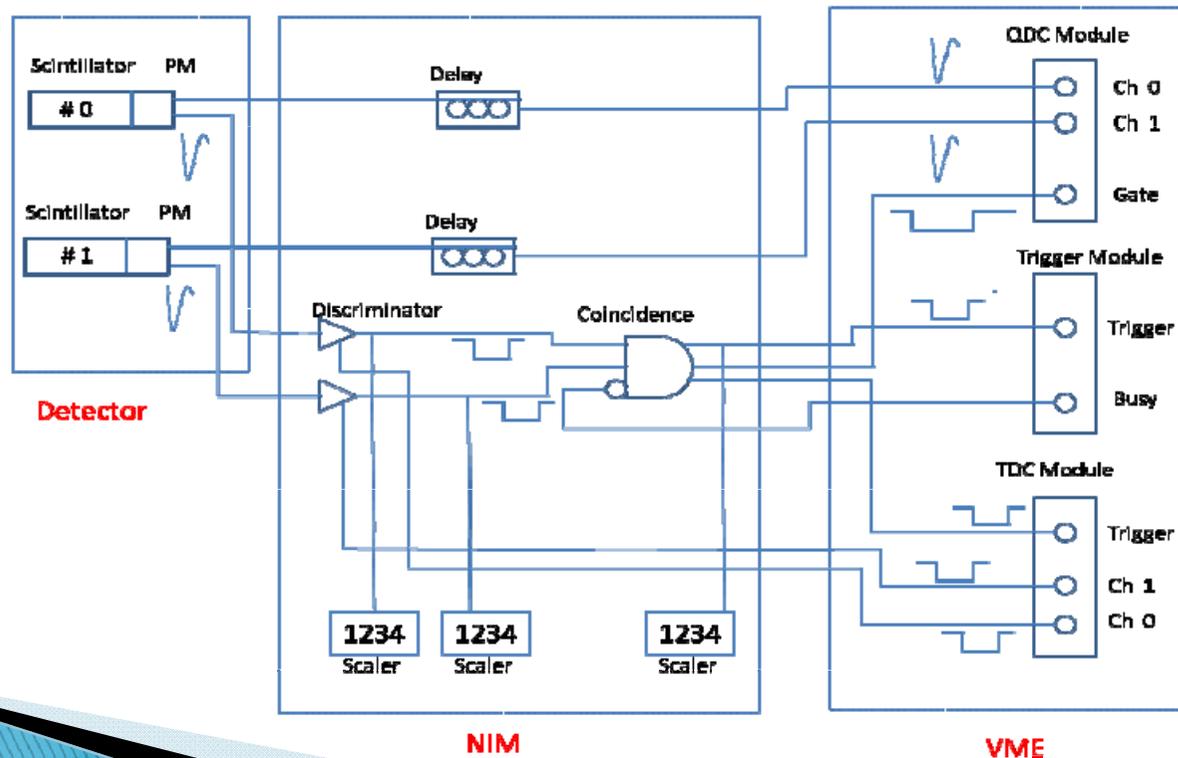
Vervielfachung der

Elektronen + (Hintergrund)

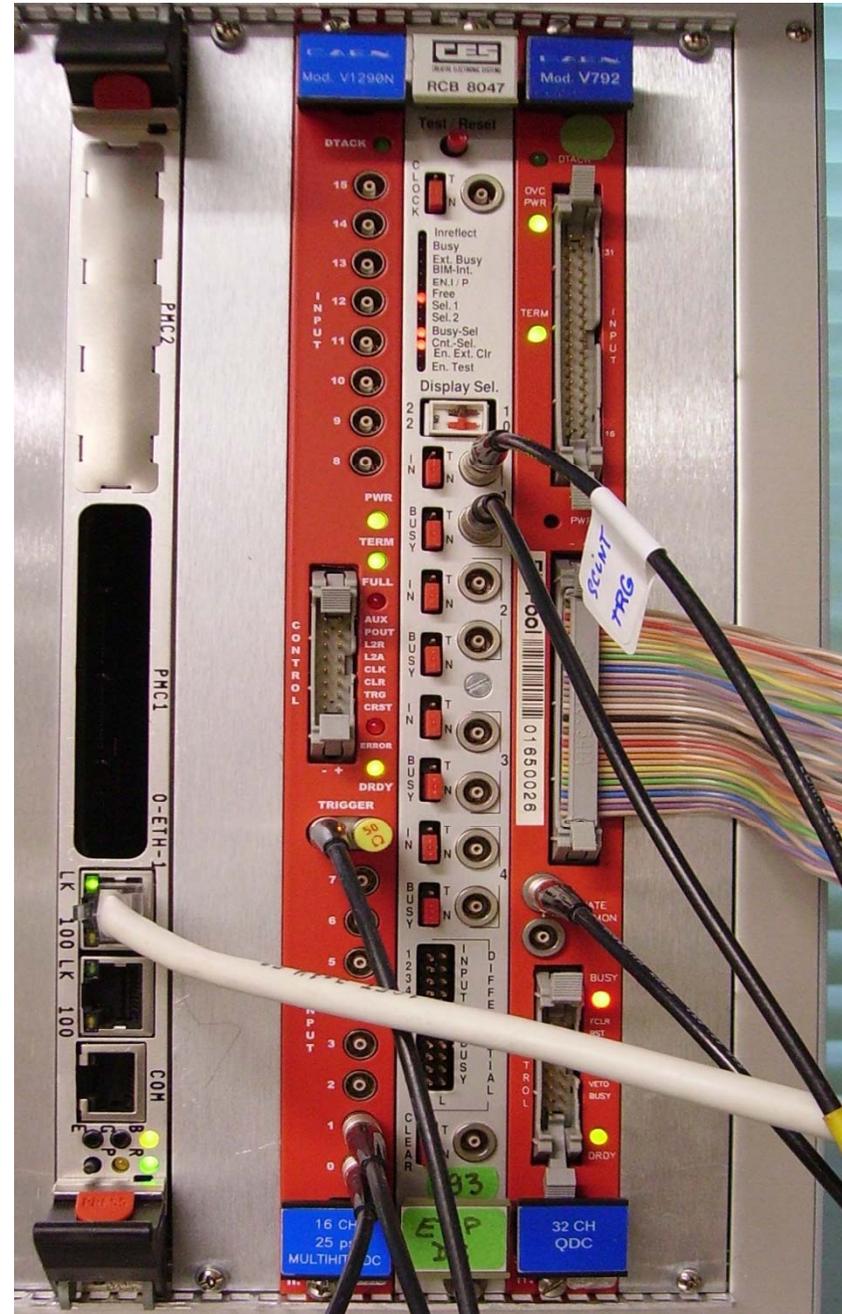


VME I/O Module

- ▶ Ladungs-Digital-Converter (QDC)
- ▶ Time - Digital-Converter (TDC)
- ▶ Trigger Modul
 - unterbricht Datenstrom, wenn verarbeitet wird



VME



Steuerung der Datenerfassung

- ▶ ATLAS TDAQ Software
 - für ATLAS-Experiment entwickelt
 - ist auf beliebig kleine Systeme anwendbar

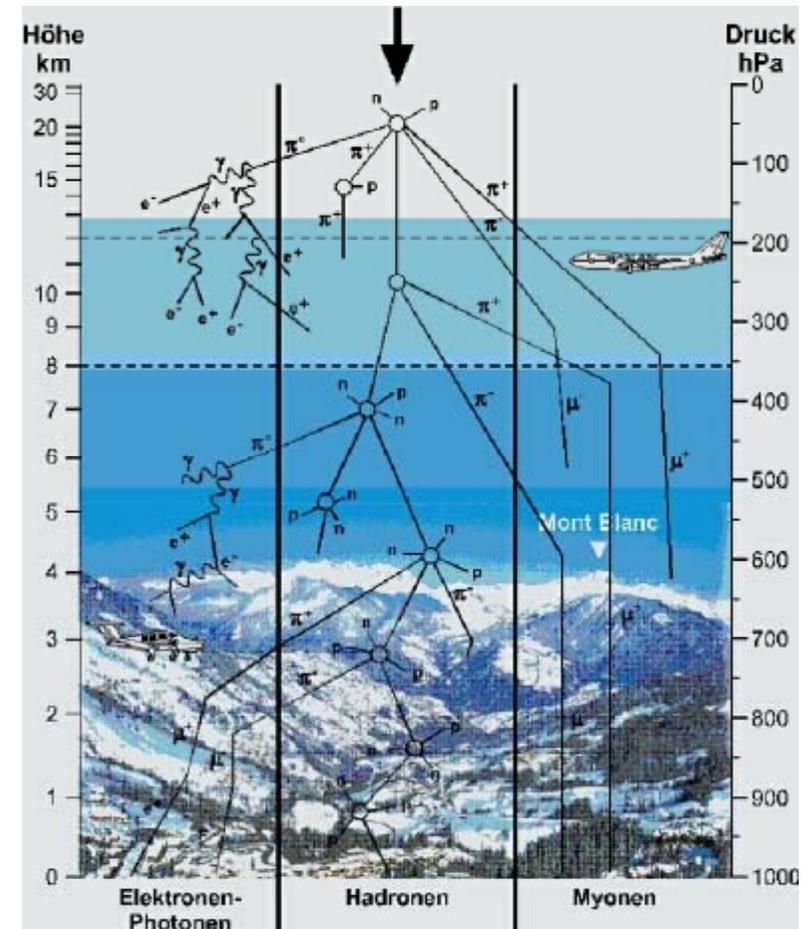
The screenshot displays the ATLAS TDAQ Software interface for the 'Partition part_Scintillator'. The window title is 'ATLAS TDAQ SOFTWARE - Partition part_Scintillator'. The interface is divided into several panels:

- Run Control State:** Shows 'NONE' and 'NONE' buttons.
- Run Control Commands:** Includes buttons for SHUTDOWN, BOOT, TERMINATE, INITIALIZE, UNCONFIG, CONFIG, STOP, START, HOLD TRG, and RESUME TRG.
- Beam Stable:** Shows a green indicator and 'Warm Start' / 'Warm Stop' buttons.
- Run Information & Settings:** Displays run details such as Run type (Physics), Run number (1257947892), Super Master Key, Detector Mask, Recording (Disabled), Start time (11-Nov-2009 14:58:12), Stop time (11-Nov-2009 15:01:53), and Total time (0 h, 3 m, 41 s).
- Run Control Panel:** Shows a tree view with 'NONE' selected, containing 'RootController' and 'ScintillatorSegment'.
- RootController Panel:** Displays a tree view with 'HW', 'PMG', and 'Infrastructure' components.
- Subscription criteria:** Includes checkboxes for WARNING, ERROR, FATAL, INFORMATION, and Expression.
- Message Log:** A table showing system messages with columns for TIME, SEVERITY, APPLICATION, NAME, and MESSAGE.

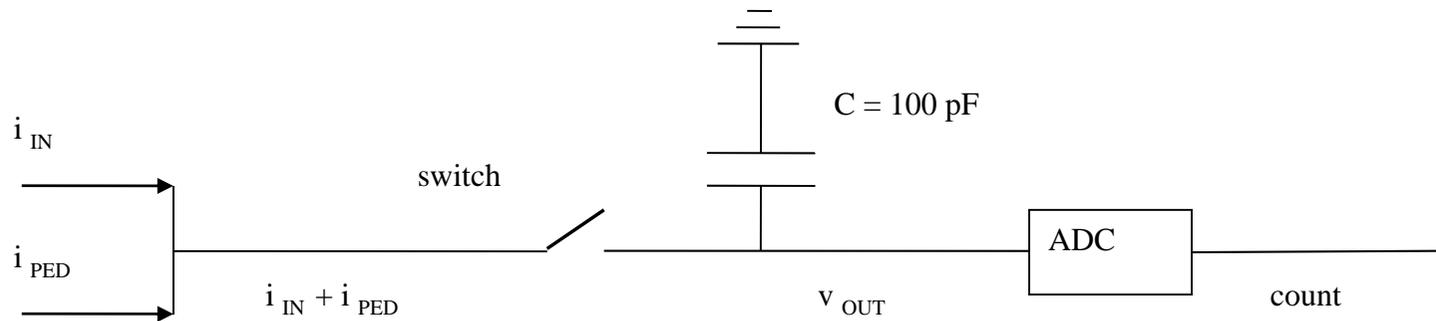
TIME	SEVERITY	APPLICATION	NAME	MESSAGE
15:13:30	INFORMATION	IGUI	INTERNAL	All done! IGUI is going to appear...
15:13:29	INFORMATION	IGUI	INTERNAL	Waiting for the "Dataset Tags" panel to initialize...
15:13:29	INFORMATION	IGUI	INTERNAL	Waiting for the "Segments & Resources" panel to initialize...

Auswertung: Anzahl Myonen

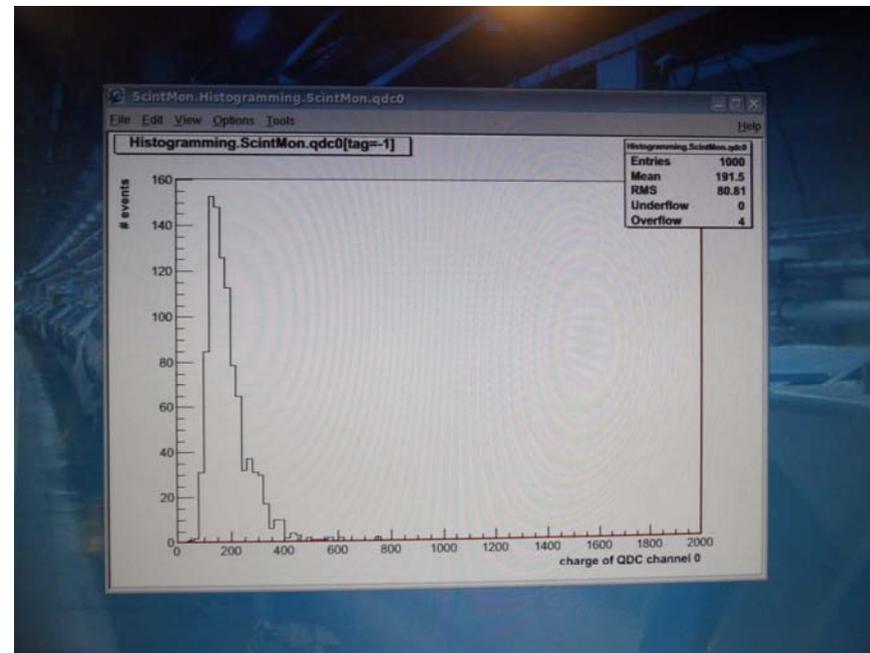
- ▶ Warum koennen wir auf der Erdoberflaeche Myonen detektieren?
 - Lebenszeit: 2,197 μs
 - Resultierende Wegstrecke: 600m mit c nach klassischer Physik
 - Entstehungsort: 20–30 km über NN
 - Zeit ist relativistisch
 - $v_{\text{min}}=99,976\%$ von c
- Datenerfassung misst Myonenfluss mit Frequenz (f) von 5–6Hz auf einer Szintillatorflaeche (A) von 1/16 m^2
- Messhaufigkeit: $f/A = 80\text{--}96 \text{ 1}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$
- Erwarteter Wert: $\sim 100 \text{ 1}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$



Auswertung: Ladungsmessung mit V792

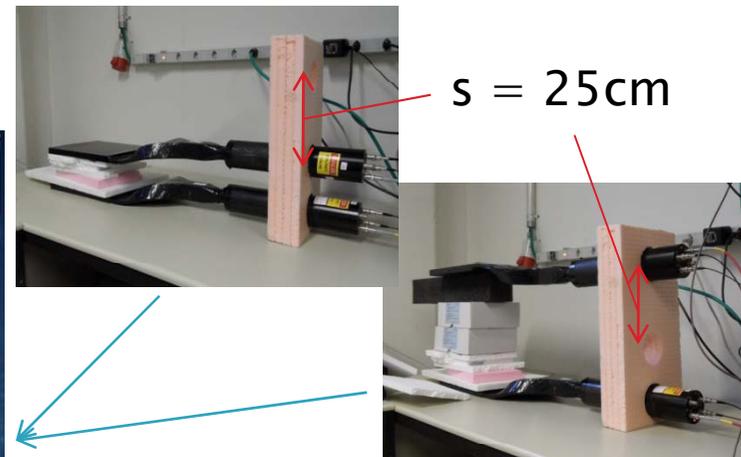
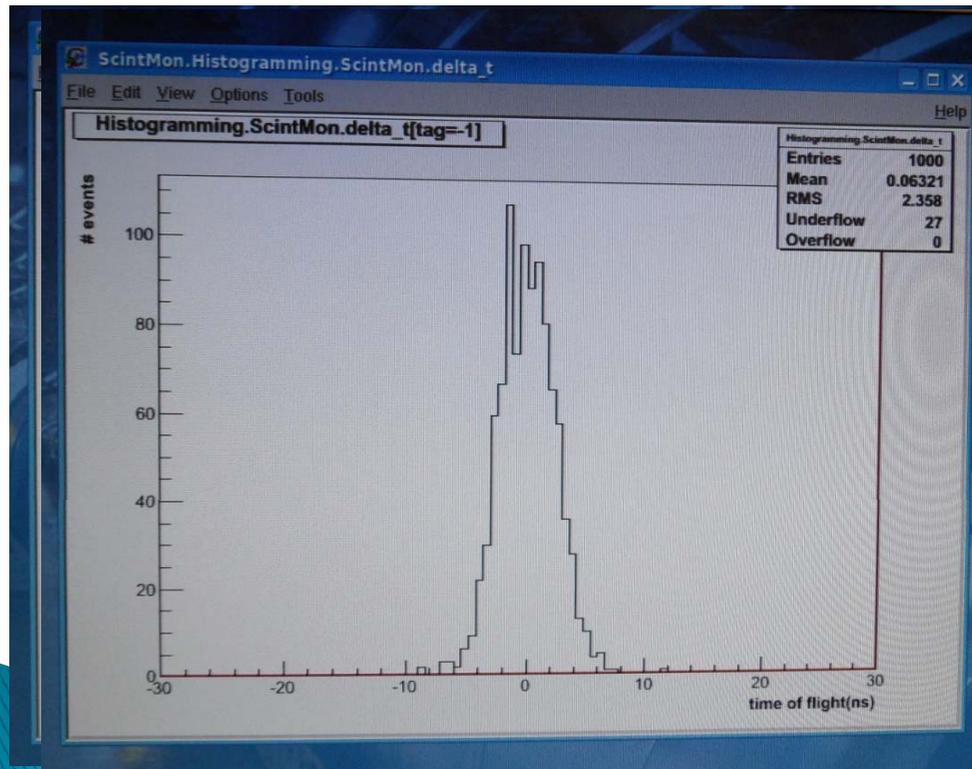


- ▶ Count Q1 = 191.5
- ▶ Count Q2 = 201.4
- ▶ Count Q1 hintergrund = 23
- ▶ Count Q2 hintergrund = 70.04
- ▶ Über Formel ($Q = 0.1 * (\text{count Q} - \text{Count Q hintergrund}) * \text{pC}$):
 - Q1 = 16.85 pC
 - Q2 = 13.14 pC



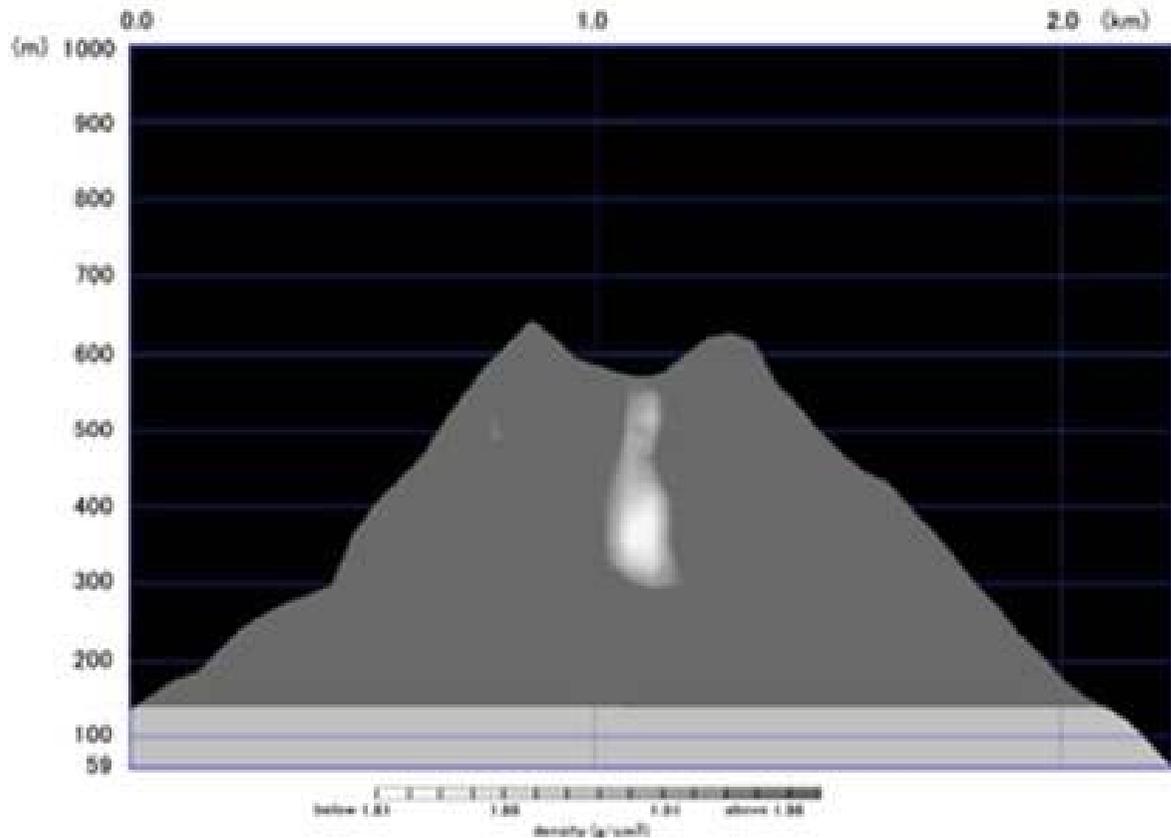
Auswertung: Zeitunterschied

- ▶ TDC modul misst Myon Flugzeit (Zeitsignale von 2 Szintillatoren)
 - Messfehler durch z.B. unterschiedliche Kabellängen
- ▶ Fehlerkompensation: 2 Messungen mit unterschiedlichen Abstand (s) der Detektoren
- ▶ Bildung der Differenz der 2 Zeiten (Δt)
- ▶ $v = s/\Delta t$



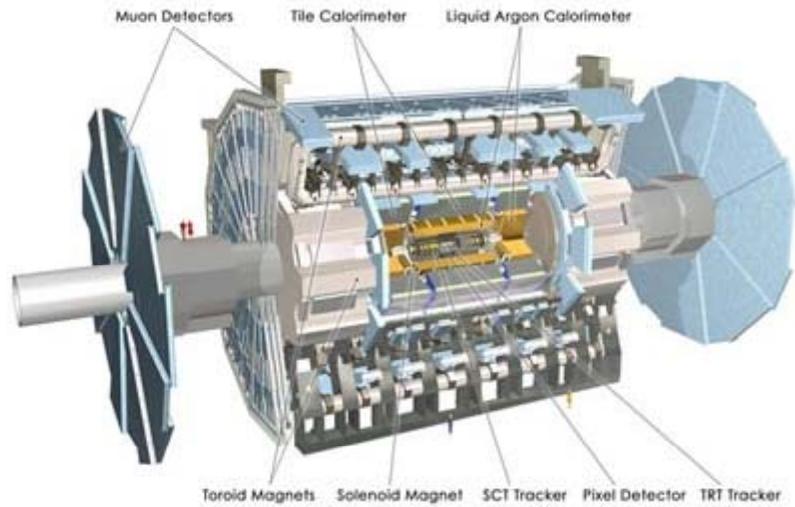
- $s = 25\text{cm} = 0.25\text{m}$
- $\Delta t = 0.11\text{ns} - (-0.81\text{ns}) = 0.92\text{ns} = 9.2 \cdot 10^{-10}\text{s}$
- $v = 2.72 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 2.72 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

Anwendung – Vulkanforschung

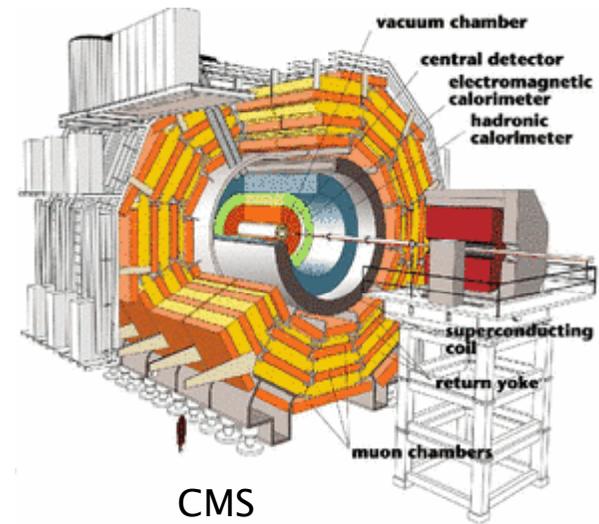


Gestein / Lava hat unterschiedliche Transparenz fuer Myonen
Über tomographische Verfahren kann man in den Vulkan schauen

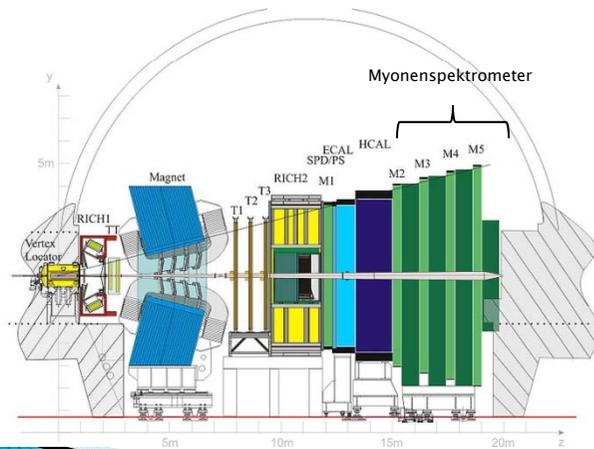
Anwendung – Cern



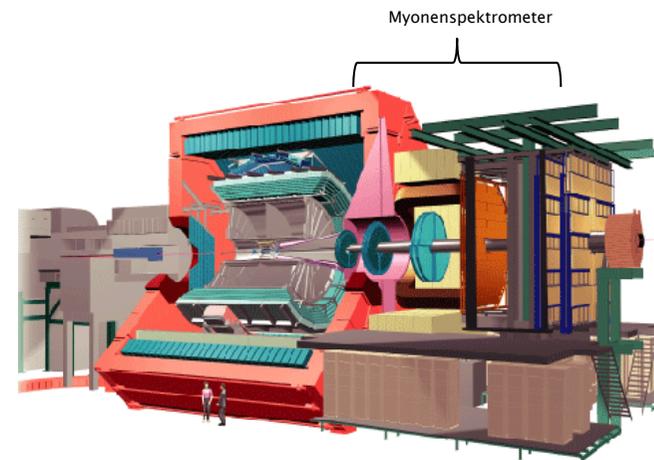
ATLAS



CMS



LHCb

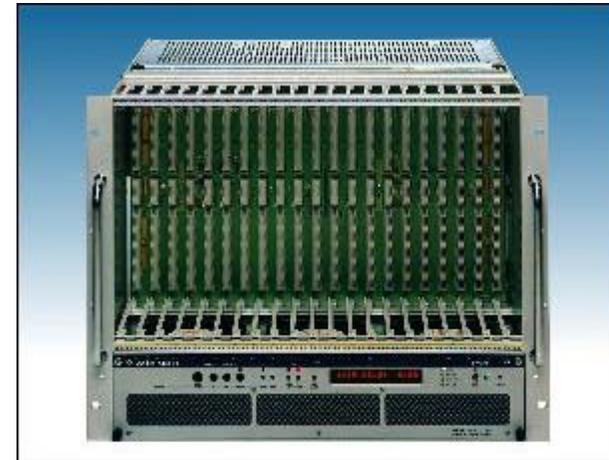


ALICE

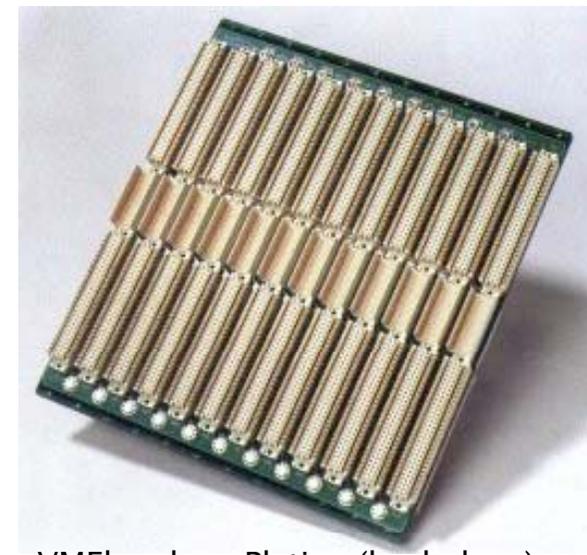
VMEbus

- Wird haeufig in der Datenerfassung verwendet um Daten aus den Detektoren auszulesen
 - Besteht aus einem Datenbus, welcher aus einzelnen Leitungen besteht, an welche VME-Karten angeschlossen sind
 - 21 der 84 Datenleitungen werden zur Zugriffskontrolle verwendet
 - 32 Datenleitungen
 - 31 Adressleitungen
 - Controller steuert den Zugriff auf VMEbus
 - I/O Karten (slaves) erhalten Signale von Detektoren und digitalisieren diese
 - Auslesekarte (bus analyzer) zeigt an, welchen Zustand die einzelnen Leitungen haben
- Schreibvorgänge
- VMEbus System ähnlich wie Computer aufgebaut
 - Prozessor + Linux + externe I/O Module
 - Zeitliche Aufteilung bei einem Schreibvorgang:

	Softwareseite	VMEbus Aktion
Schreiben	21 μ s	1 μ s
Lesen	20 μ s	1 μ s



VMEbus Gehäuse



VMEbus bus-Platine (backplane)

VMEbus

- Auslagern der Schreib-/Lesefunktion: +4 μ s
- Leistungsanalyse der S/W
 - Treiber (kernel) und eigentliches C-Programm (user) teilen sich den Prozessor
 - es kann nur einer den Prozessor gleichzeitig nutzen
 - bei Nutzerwechsel (context switch) müssen Prozessdaten gespeichert werden
 - um Zeit zu sparen möglichst wenige Nutzerwechsel
 - Einfluss dieser auf die Verarbeitungszeit

	Softwareseite (je nach CPU)	VMEbus	Gesamt
Sicheres Schreiben (4 Byte)	20 μ s	0.5 μ s	21 μ s
Schnelles Schreiben (4 Byte)	0.28 μ s	0.5 μ s	0.78 μ s
Blocktransfer Schreiben	overhead: 20 μ s	\sim 150 ns / 8 byte (50 MB/s)	z.B. 39 μ s für 1kB
Sicheres Lesen (4 Byte)	19 μ s	1 μ s	20 μ s
Schnelles Lesen(4 Byte)	0.8 μ s	1 μ s	1.8 μ s
Blocktransfer Lesen	overhead: 20 μ s	\sim 150 ns / 8 byte (50 MB/s)	z.B. 39 μ s für 1kB

Safe: Treiber & user code

Fast: Nur user code

Blocktransfer: spezielle H/W (DMA controller) entlastet CPU

Quellen

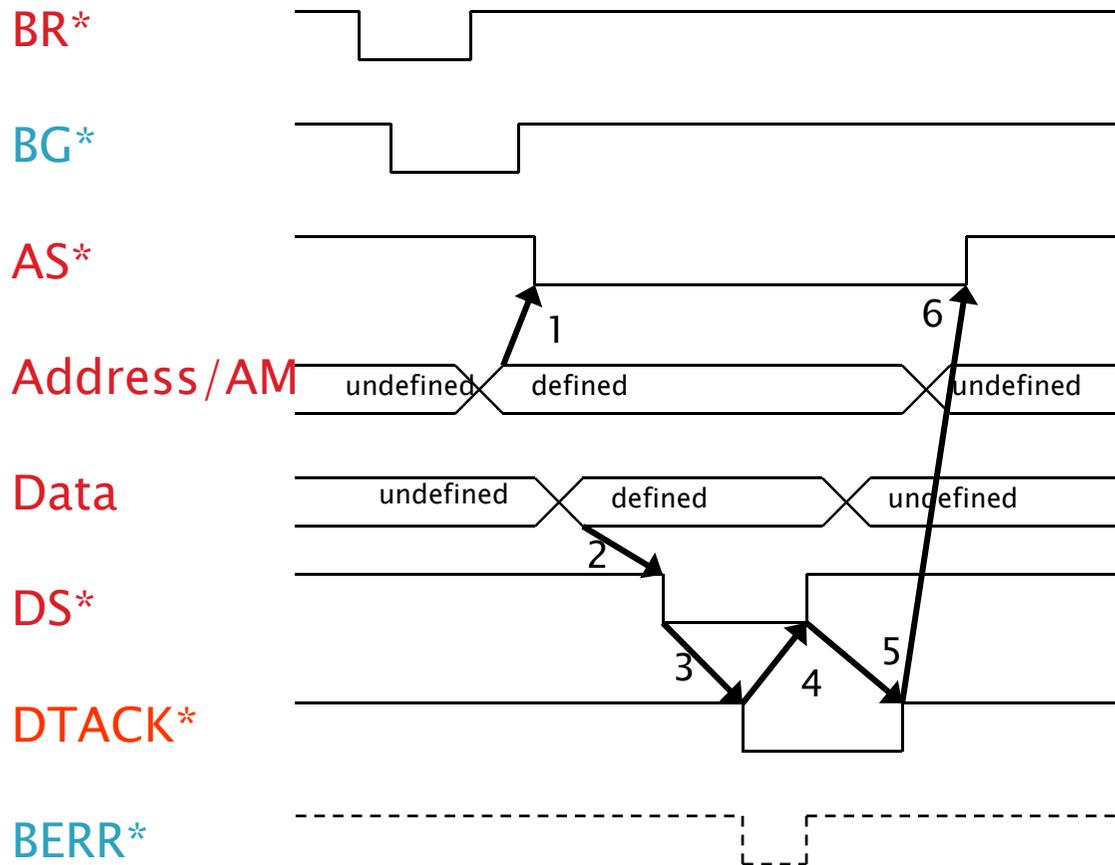
- ▶ <http://indico.cern.ch/scripts/SSLPdisplay.py?stddate=2009-06-29&nbweeks=8>
- ▶ <http://atlas.ch/fact-sheets-view.html>
- ▶ <http://indico.cern.ch/getFile.py/access?resId=1&materialId=slides&confId=57337>
- ▶ <http://cdsweb.cern.ch/record/844564/files/ROS-MAG-RT2005.pdf>
- ▶ <http://cdsweb.cern.ch/record/991113/files/daq-conf-2006-016.pdf>
- ▶ <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/Sandbox/DaqSchoolExercise2>
- ▶ <http://www.e12.physik.tu-muenchen.de/stud/vorlesungen/kruecken/KT-Skript/6-Detektoren.pdf>
- ▶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Photomultiplier_schema_de.png
- ▶ http://de.wikipedia.org/wiki/Constant_Fraction_Discriminator
- ▶ http://pages.unibas.ch/physikdidaktik/DPK_TEILCHEN_01/MyonImWeb/myflussweb/Beschreibung_Ver1_4.pdf
- ▶ <http://www.ptb.de/de/org/6/64/flugdosis/hoehenstrahlung/hoehe.htm>
- ▶ <http://www.lhc-facts.ch/index.php?page=szintillator>

Einzelne VMEBuskanäle

Name	Description
BBSY*	Bus Busy. Once a master has been granted the bus it drives BBSY*. As long as BBSY* is asserted no other master can get the bus
A[31..1]	Address lines (can carry data in D64 multiplexed transfers). A00 does not exist
D[31..0]	Data lines
AM[5..0]	Address modifier. Defines the number of valid address bits and the cycle type
DS0* and DS1*	Data strobes. Tell the slave when the master is ready. Also encode the number of bytes to be transferred
LWORD*	Contributes to the definition of the transfer size and carries data in multiplexed block transfers
AS*	Address Strobe. Tells the slaves when the address on the bus is valid
WRITE*	Defines the direction of the data transfer
DTACK*	Data acknowledge. Used by a slave to tell the master that it has read / written the data
BERR*	Bus error. Used by slaves or arbiters to signal errors
IRQ1* .. IRQ7*	Interrupt request lines. Asserted by the interrupter
IACK*	Interrupt acknowledge. Used by the interrupt handler to retrieve an interrupt vector from the interrupter

Single cycles

Example: (Simplified) write cycle

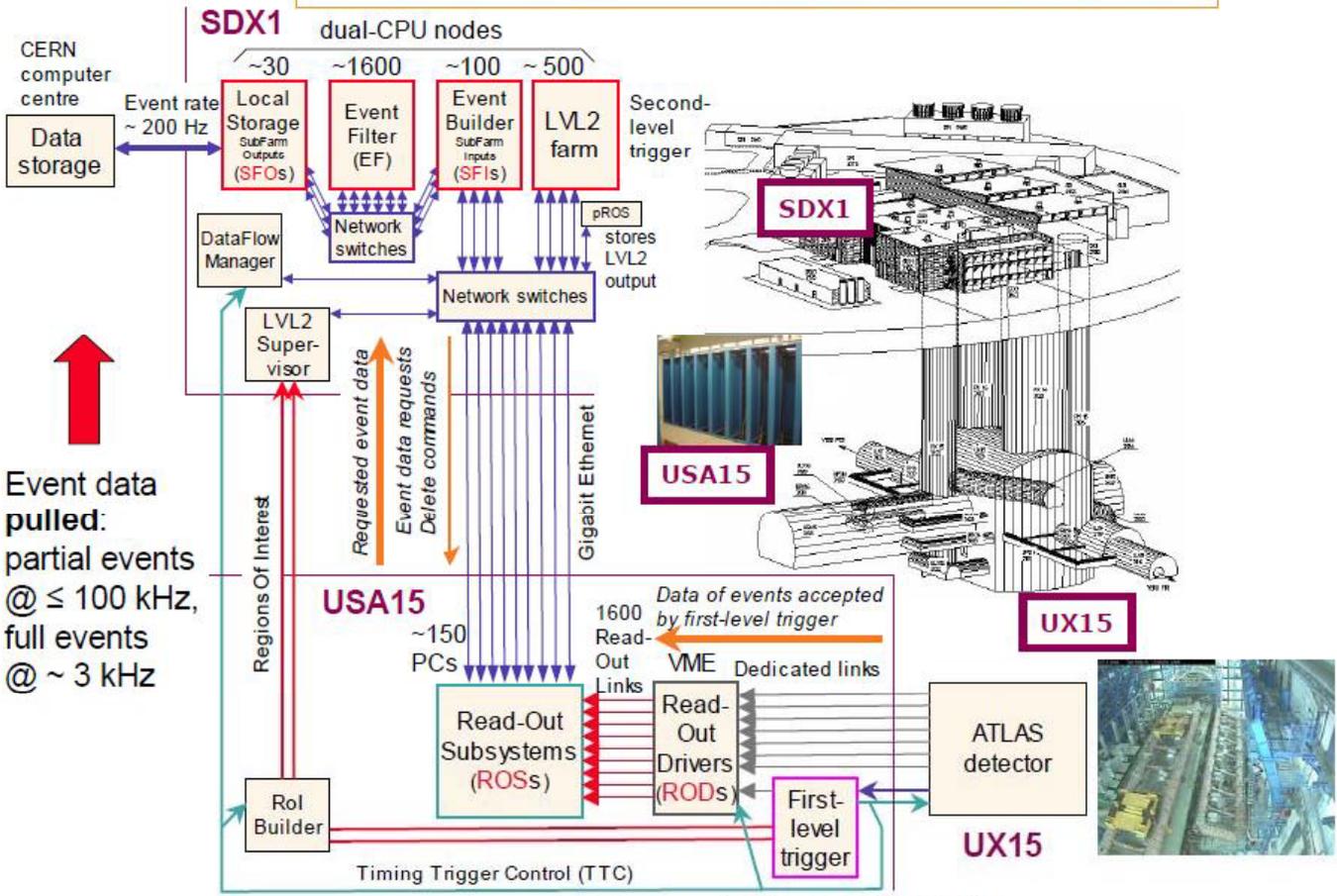


- 1: **Master** drives address and AM code. Then it asserts AS
- 2: **Master** puts data on the bus. Then it asserts DS
- 3: **Slave** latches data and drives DTACK
- 4: **Master** removes DS
- 5: **Slave** removes DTACK
- 6: **Master** releases Address, AM and data lines. Then it releases AS

Color code: **Master** **Slave** - **Arbiter**

Datenverarbeitung ATLAS

ATLAS Trigger / DAQ DataFlow Overview



Event data **pulled**:
 partial events
 @ ≤ 100 kHz,
 full events
 @ ~ 3 kHz

Event data **pushed** @ ≤ 100 kHz,
 1600 fragments of ~ 1 kByte each

Q-Diagramme

