

# Messung kosmischer Myonen

*Maximilian Ries*

# Inhaltsübersicht

Myonen und ihre Entstehung

Szintillatoren

Photomultiplier

VMEbus

Mein Praktikum

Quellen

# Myonen und ihre Entstehung

Gleiche Ladung wie Elektronen

Deutlich höhere Masse

Lebensdauer: ca 1,5  $\mu\text{s}$

Entstehung:

- Kosmische Strahlung interagiert mit Teilchen der Atmosphäre
- In 10 – 30 km Höhe (Reichweite rechnerisch nur 450 m  $\rightarrow$  Zeitdilatation)

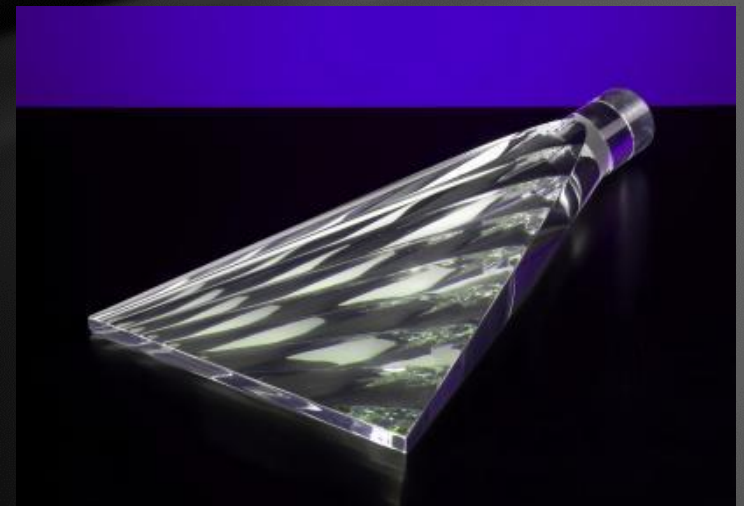
# Szintillatoren

Emittieren Photonen bei Bestrahlung mit geladenen Teilchen

LightGuides leiten Photonen zum Photomultiplier (PM)

Außenseite vor Licht (und anderer Störstrahlung) abgeschirmt

Innen verspiegelt

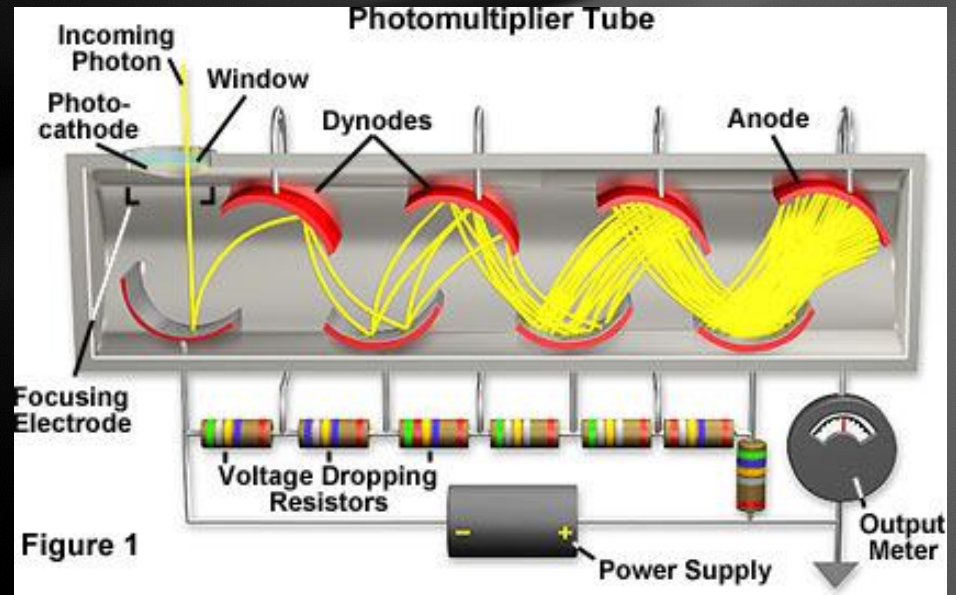


# Photomultiplier

Auftreffendes Photon löst Photoeffekt aus

Durch Dynodenkaskade nimmt die Anzahl der Elektronen näherungsweise exponentiell zu

Hochspannung zum Betrieb notwendig (ca 2kV)



# VMEbus

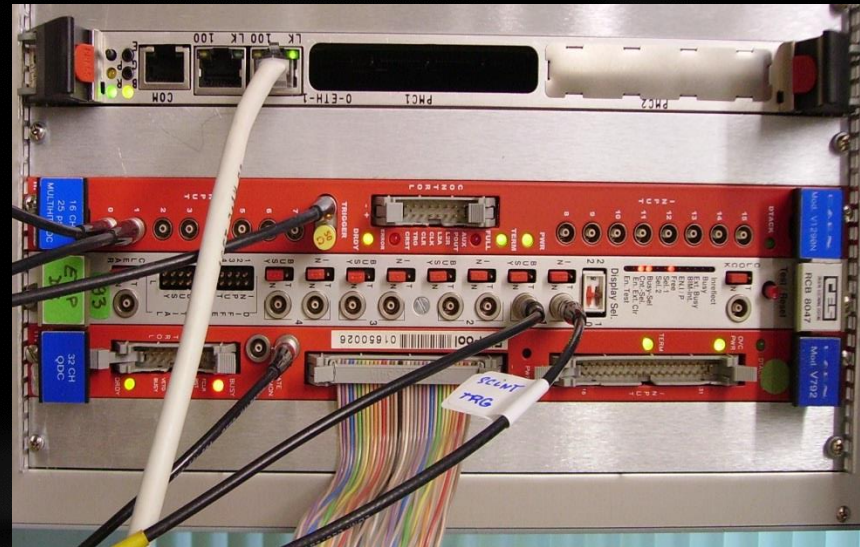
Bus-System aus den 80ern

Wird noch immer in (fast) allen Experimenten verwendet

Datenraten von  
bis zu 80 MB/s

Plattform für Elektronik die speziell für die Experimente entwickelt wird

Kommerzieller Prozessor (SBC) liest die I/O-Karten aus und gibt die Daten über das Netzwerk weiter



# VMEbus

Vorteil gegenüber neueren Systemen:

- Hohe Flexibilität
- Einfach zu implementieren (z.B. in FPGA)
- Viele Module und Experten vorhanden (Industrie, CERN)
- Wird über langen Zeitraum hinweg unterstützt (Kostenvorteil)
- Einfache Analyse, da Bus-System
  - Moderne Systeme haben Punkt-zu-Punkt-Verbindungen



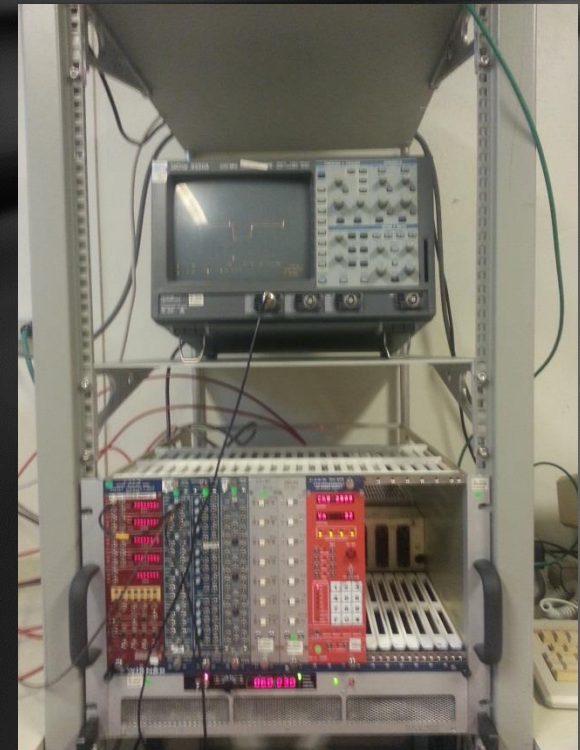
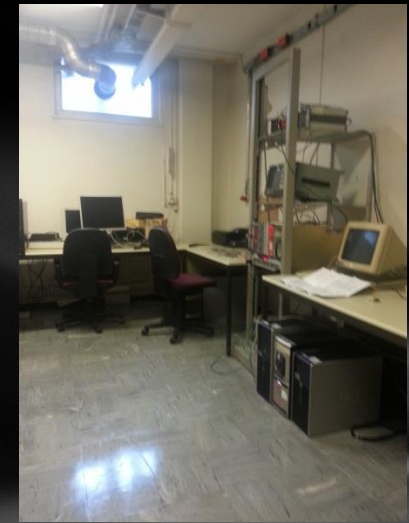
# Mein Praktikum

Messung von Myonenrate mithilfe unterschiedlicher NIM-Module:

- Discriminator: (1 bit) Analog-Digital-Wandler
- Coincidence-Unit: output, wenn an beiden inputs ein Signal eingeht (noise cancelling)
- Counter: zählt Eingänge auf drei Kanälen

Ergebnis:

- Zwischen 300 und 330 Myonen pro Minute (Erwartungswert: 360/Minute)





# Mein Praktikum

Bestimmung der Anzahl der ausgelösten Photonen pro Myon

- Spannungsmessung mit Oszilloskop
- Rückrechnung auf Anzahl der Photonen

Ergebnis:

- Es werden ca 25.000 Photonen von einem Myon ausgelöst

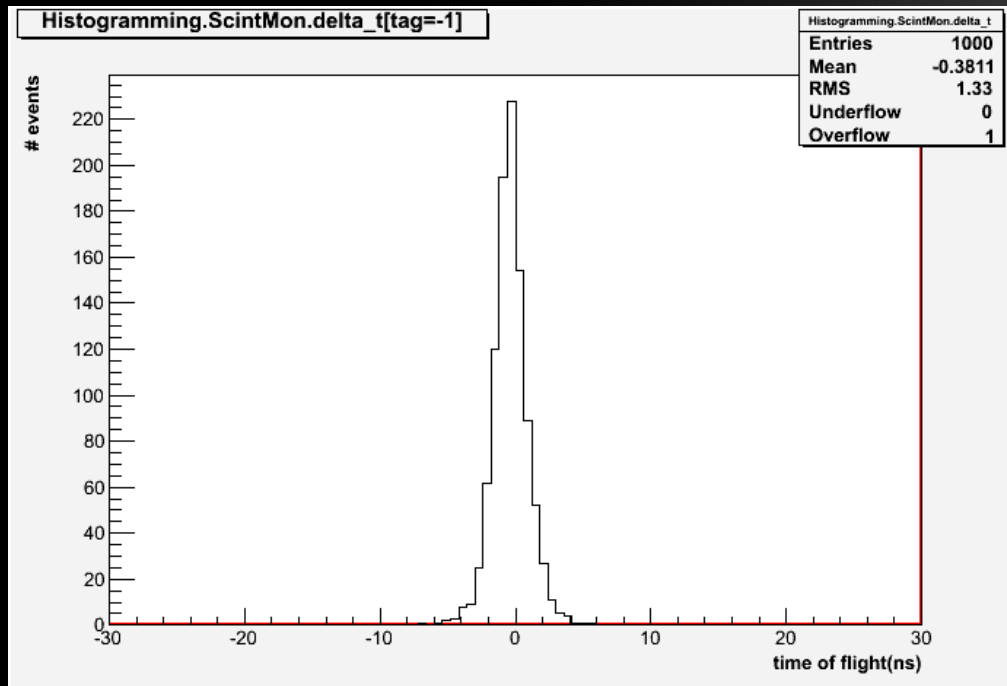


# Mein Praktikum

Messung der Zeit zwischen den Myonen-durchgängen durch die Szintillatoren (VME)

- Fehler bei der Zeitmessung (konstant)

Ergebnis: ca 0,2 ns  $\Rightarrow v \approx 0,95 c$



# Quellen

<http://www.carvilleplastics.com/wp-content/uploads/2011/07/Acrylic-Light-Guide.jpg>

[http://www.hofstragroup.com/media/product\\_images/productimage-picture-ascop-emr-541e-ruggedized-venetian-blind-photomultiplier-tube-970.jpg](http://www.hofstragroup.com/media/product_images/productimage-picture-ascop-emr-541e-ruggedized-venetian-blind-photomultiplier-tube-970.jpg)

<http://www.olympusmicro.com/primer/digitalimaging/concepts/images/photomultiplier.jpg>

<https://indico.cern.ch/event/230300/session/10/contribution/30/material/slides/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Myon>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Szintillator>

Markus Joos

Eigene Bilder

**Vielen Dank für eure  
Aufmerksamkeit**

# Anwendung: Vulkan-Tomografie

