

Tom Stieler

# Detektoren an Teilchenbeschleunigern am Beispiel des ATLAS-Detektors

Dienstag, 29. November 2022

# Wo soll es hingehen...

- I. Der ATLAS-Detektor
- II. Halbleiter-Spuredetektor
- III. Elektromagnetisches Kalorimeter
- IV. Hadronisches Kalorimeter
- V. Myonenkammer
- VI. Zusammenfassung
- VII. Quellen

# Der ATLAS-Detektor

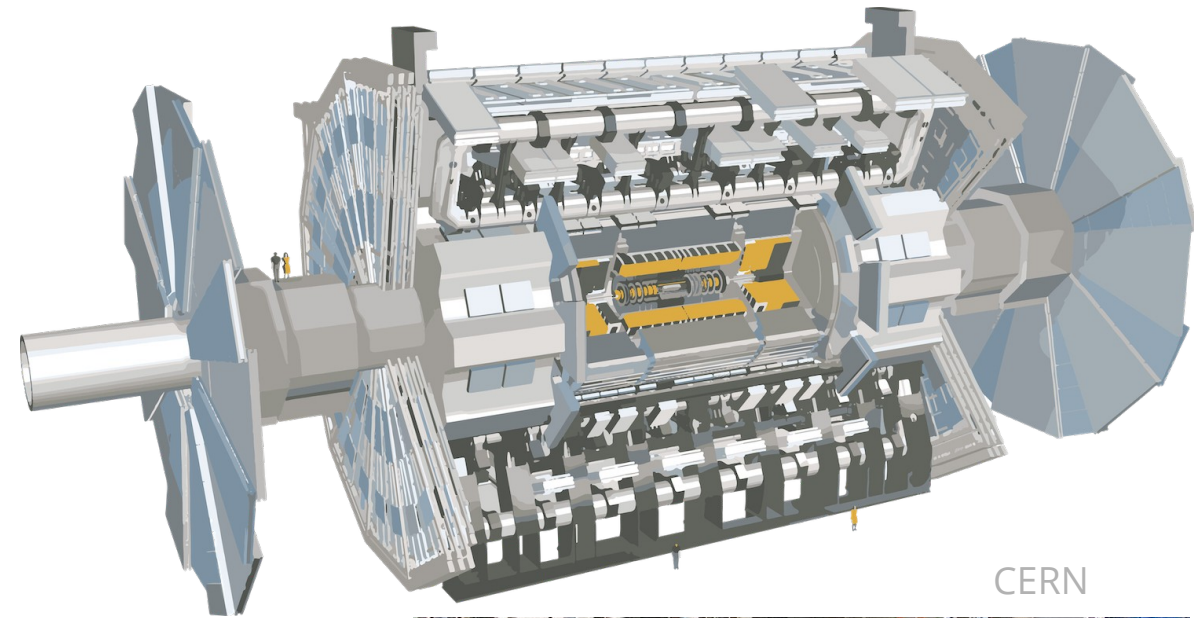
- ATLAS = **A** Torodial **LHC** **A**pparatu**S**
- 45m x 22m (L x D), 7.000t

## Teilchenidentifikation

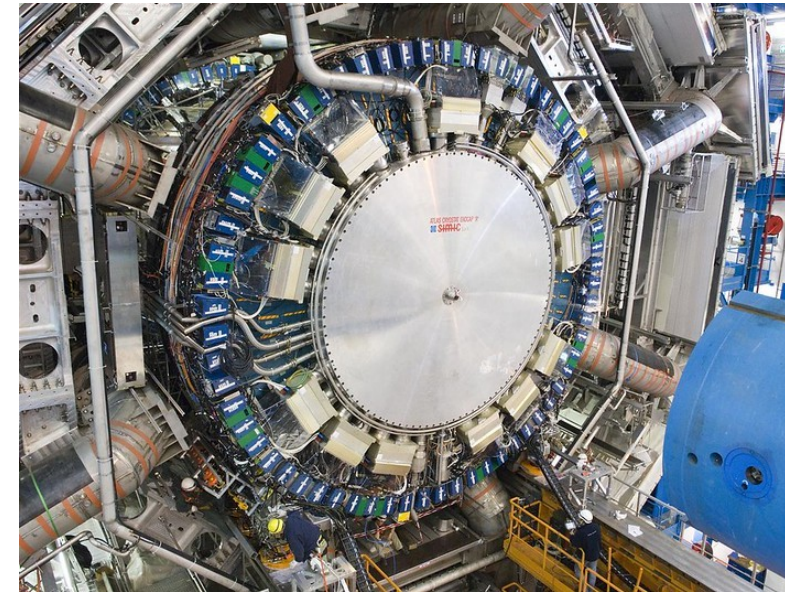
- Elektrische Ladung
- Impuls
- Energie

## Wechselwirkung von Teilchen mit Materie

- Ionisation
- Bremsstrahlung
- Teilchenschauer
- Wechselwirkung mit Photonen (Photo-, Compton-Effekt, Cherenkov-Strahlung, Paarbildung)



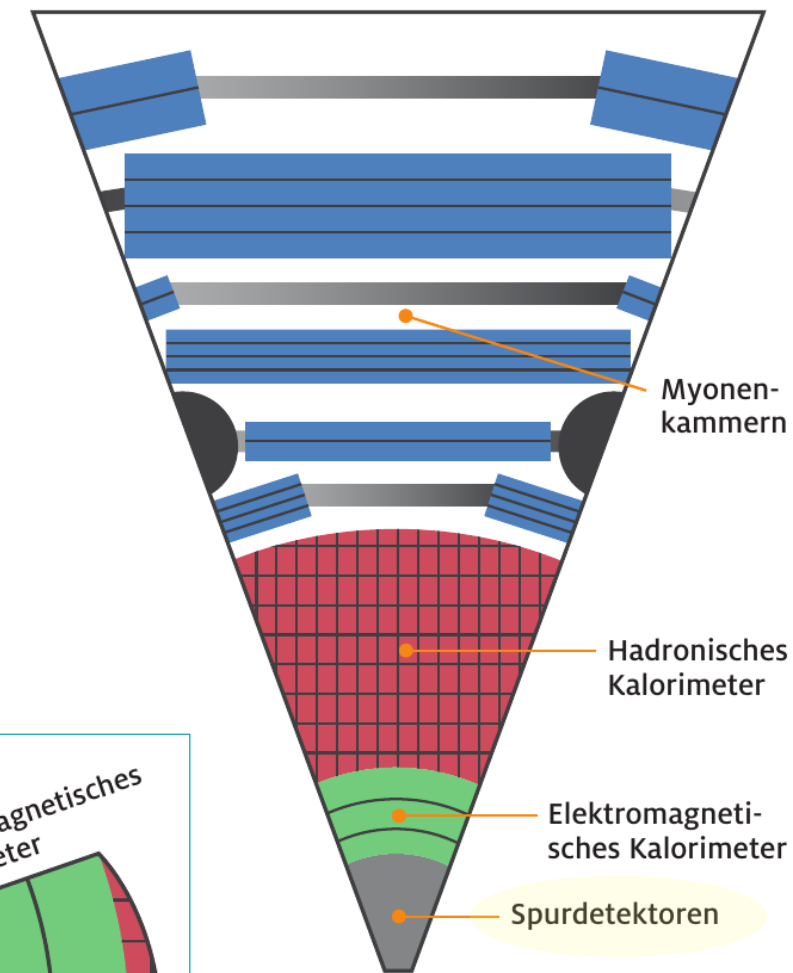
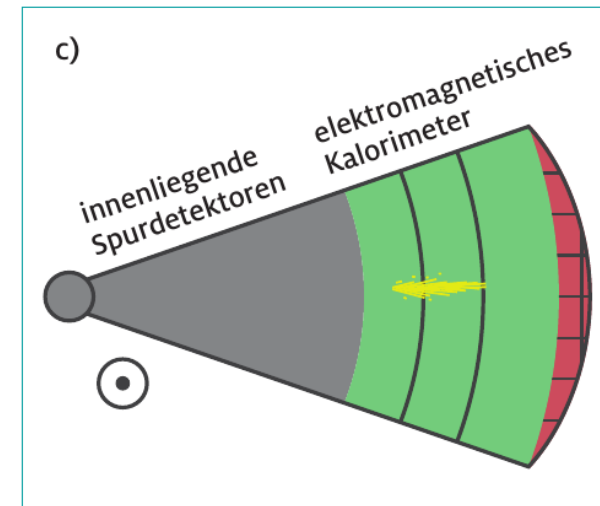
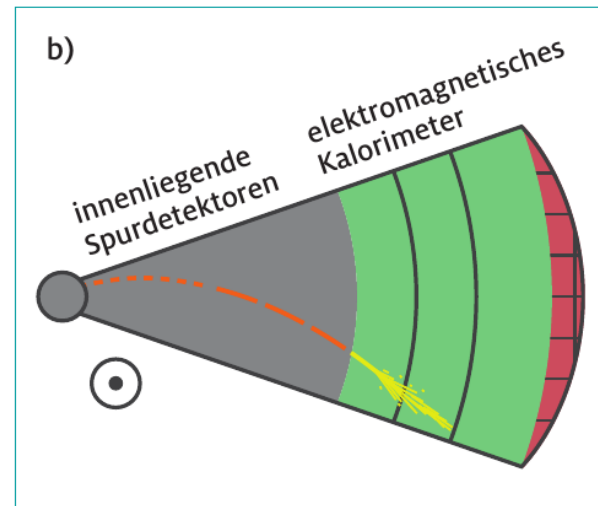
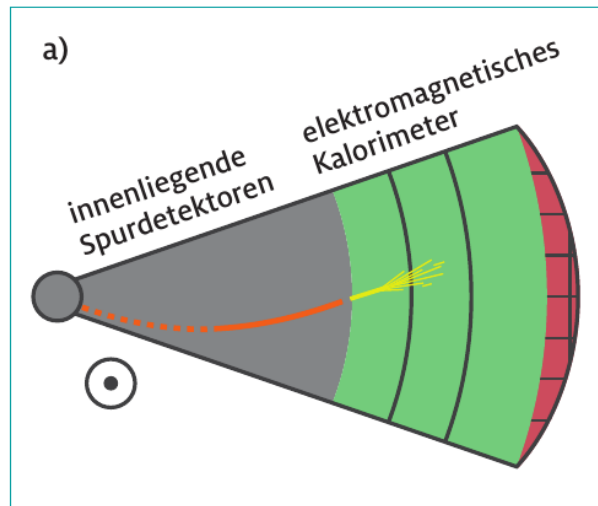
CERN



CERN

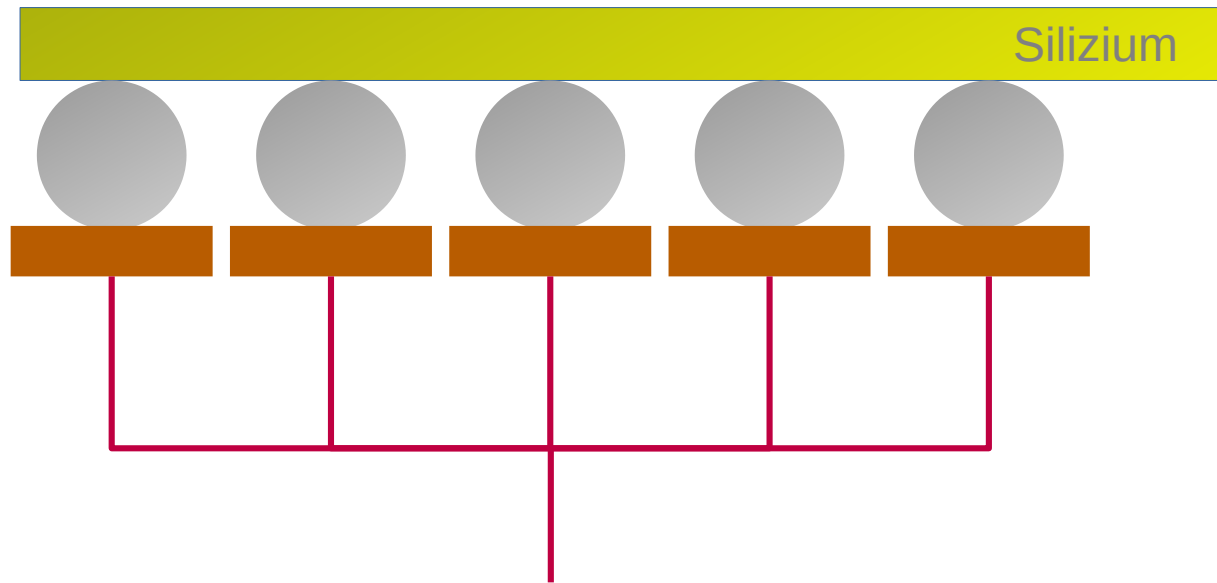
# Halbleiter-Spurendetektor

- Nur Nachweis elektrisch geladener Teilchen
- Messung von Teilchenspür, Impuls und elk. Ladung
- Verwendung starker Magnetfelder  $\rightarrow$  Lorentz-Kraft  $\rightarrow$  Kreisbahn

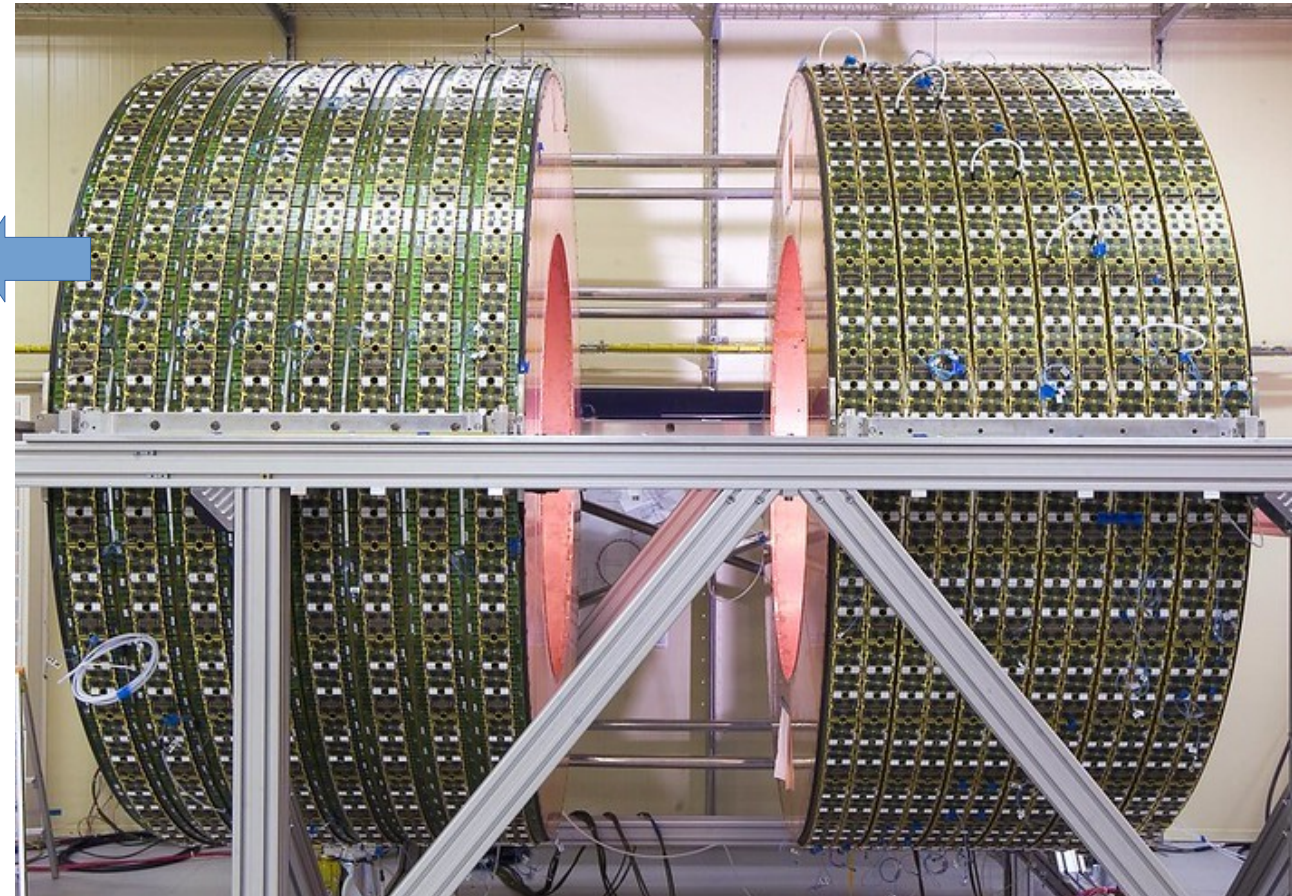


Netzwerk Teilchenwelt

# Halbleiter-Spurendetektor



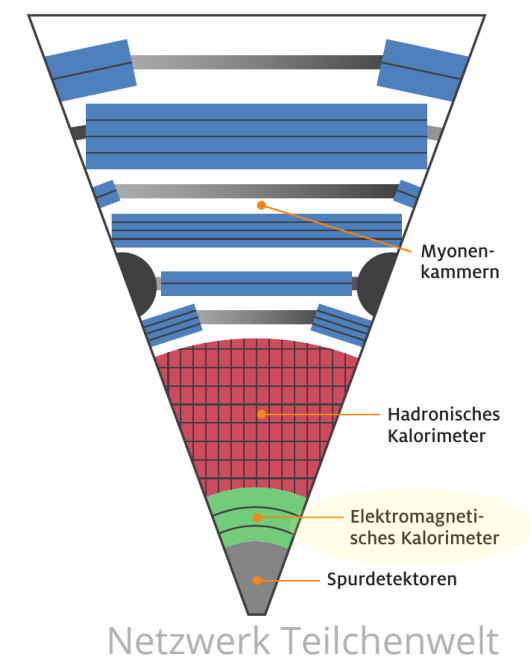
- Teilchen ionisieren Atome im Si-Kristall
- Freie Elektronen wandern zu Löt­kugeln
- Strommessung erfolgt orts­auf­gelöst



CERN

# Elektromagnetisches Kalorimeter

- Nachweis von (hauptsächlich) Elektronen (Positronen) und Photonen
- (Hadronen + Myonen durchfliegen diesen Teil des Detektors)
- Messung der Energie des ursprünglichen Teilchens  
→ Teilchenschauer ( $e^-$ ,  $e^+$ ,  $\gamma$ )

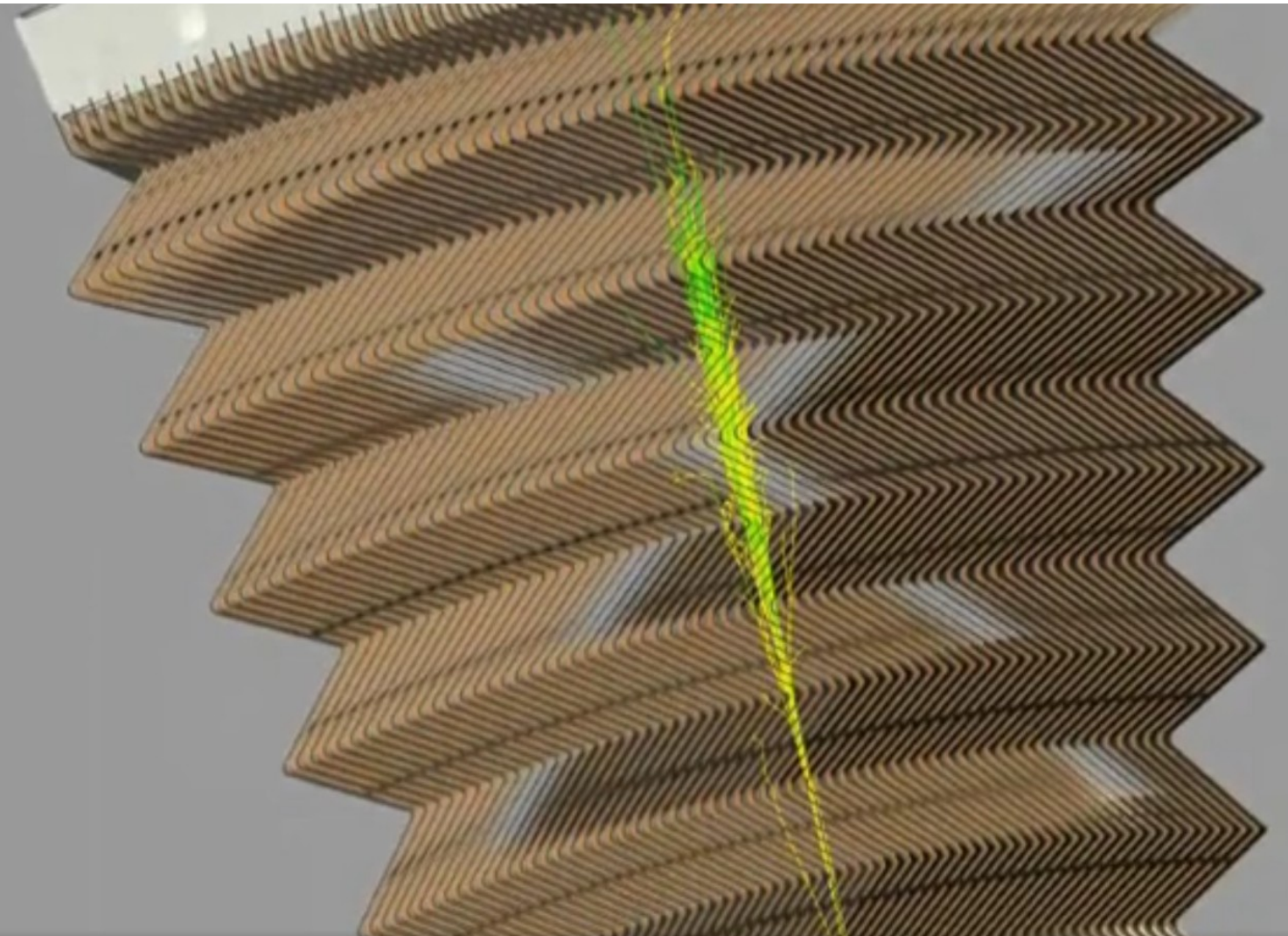


## Messprinzip

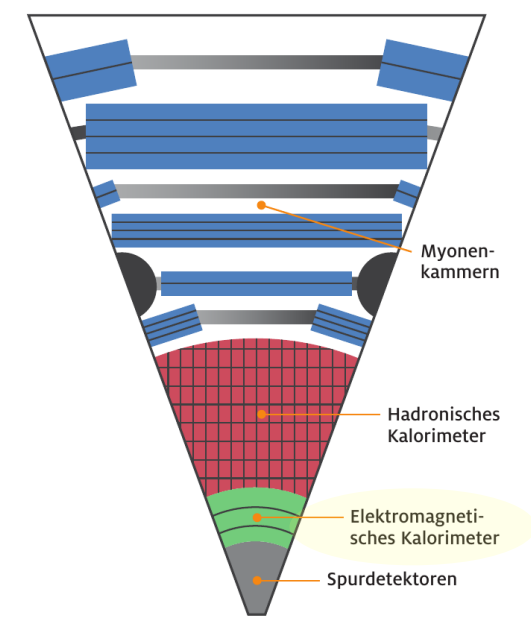
- Blei- und Stahlschichten erzeugen Teilchenschauer
- Diese ionisieren flüssiges Argon ( $-180^\circ\text{C}$ )
- Die freigesetzte elk. Ladung  $\sim$  Energie des Teilchens



# Elektromagnetisches Kalorimeter



CERN

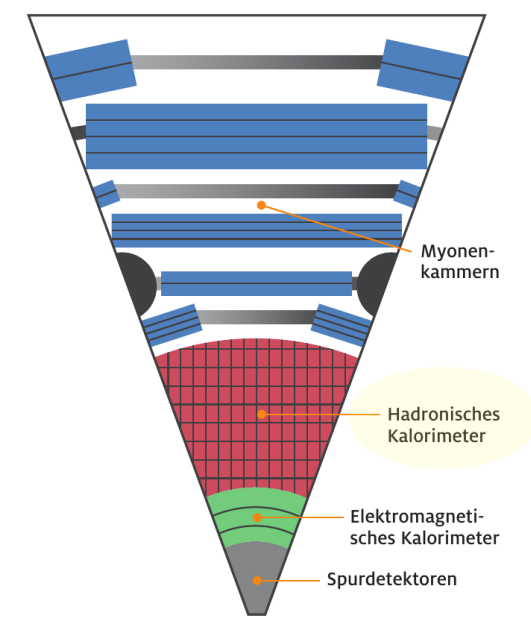


Netzwerk Teilchenwelt

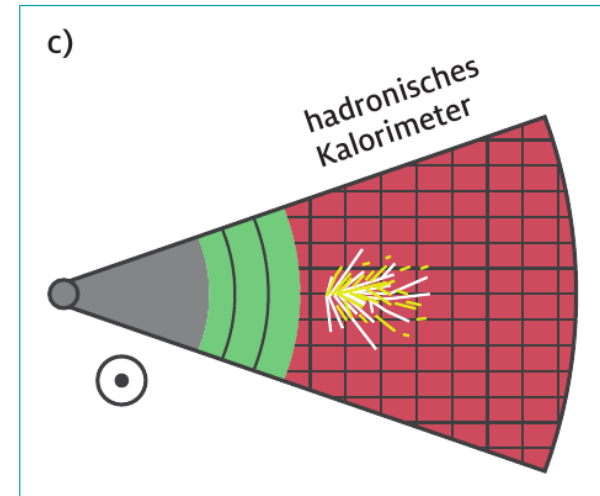
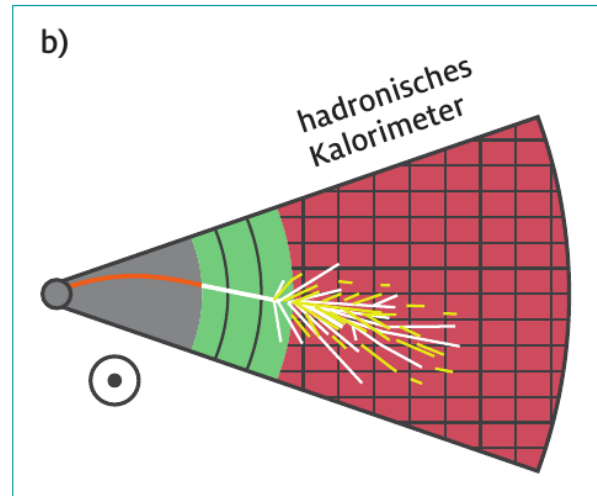
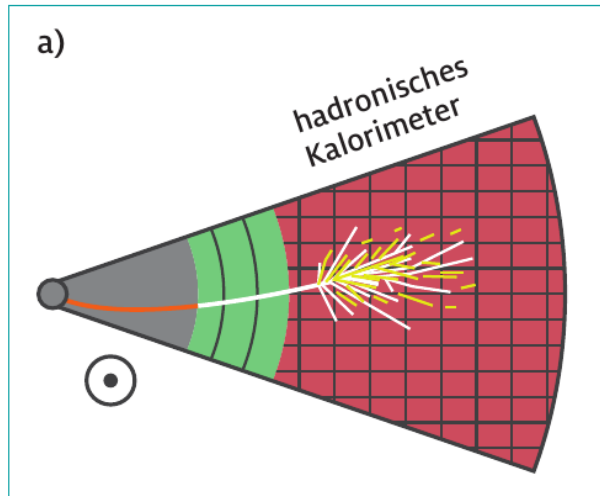


# Hadronisches Kalorimeter

- Nachweis von Hadronen (Protonen, Neutronen, ...)
- Messung der Energie des ursprünglichen Teilchens  
→ Teilchenschauer aus Hadronen



Netzwerk Teilchenwelt



Netzwerk Teilchenwelt

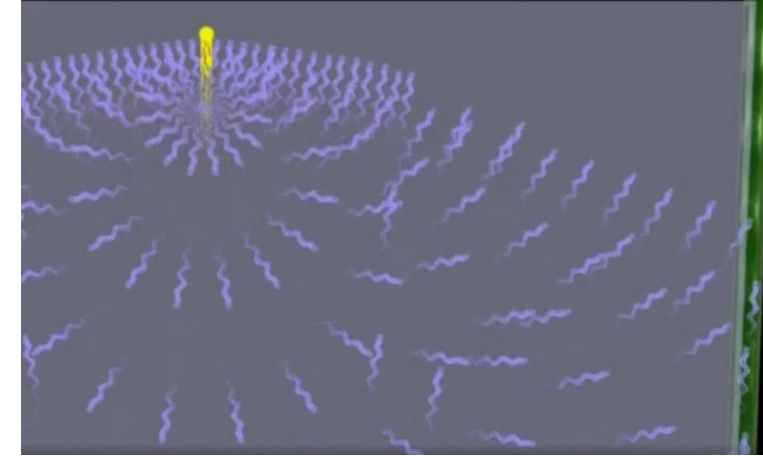
# Hadronisches Kalorimeter

## Messprinzip

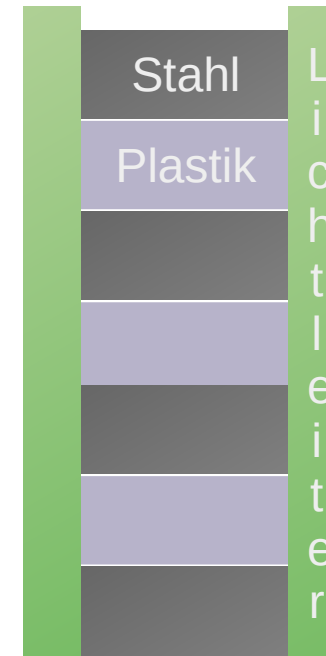
- *Sampling*-Kalorimeter (Absorber- und Nachweismaterial im Wechsel)
- Hadronen ww. mit Atomkernen und erzeugen Teilchenschauer
- Sekundärteilchen erzeugen im Szintillator Photonen
- Aufnahme der Photonen über Lichtleiter
- Intensität Photonen  $\sim$  Energie des Hadrons



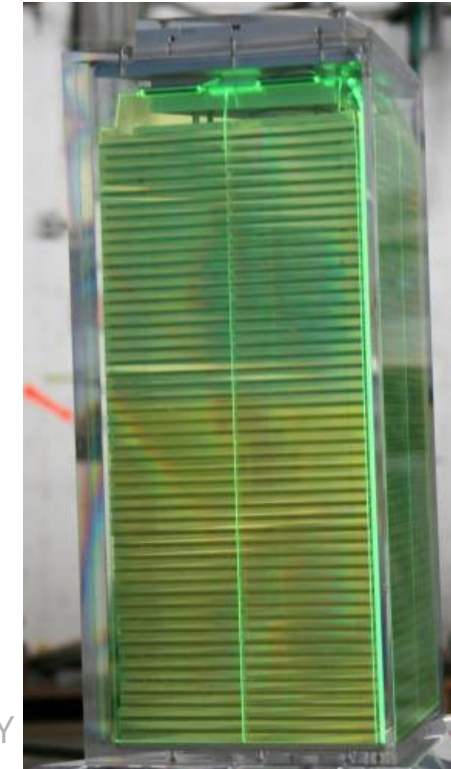
Netzwerk Teilchenwelt



CERN



DESY

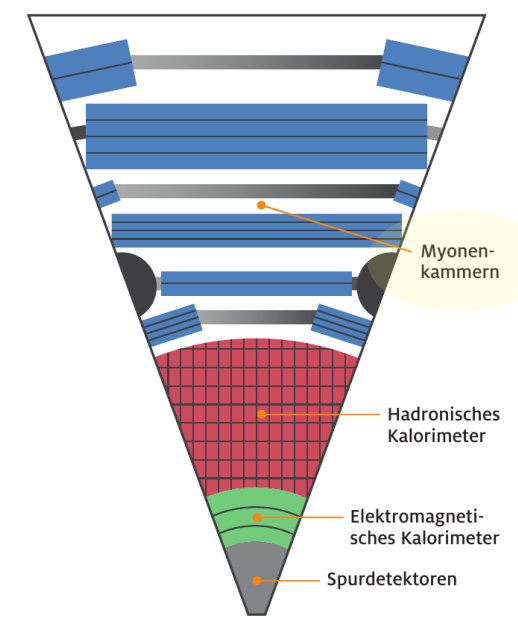
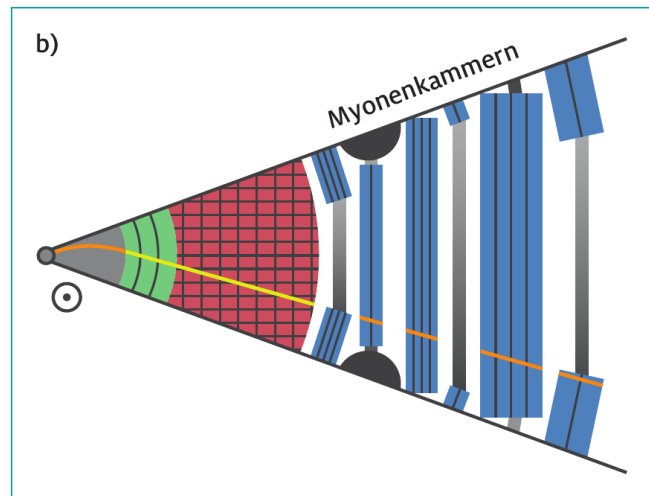
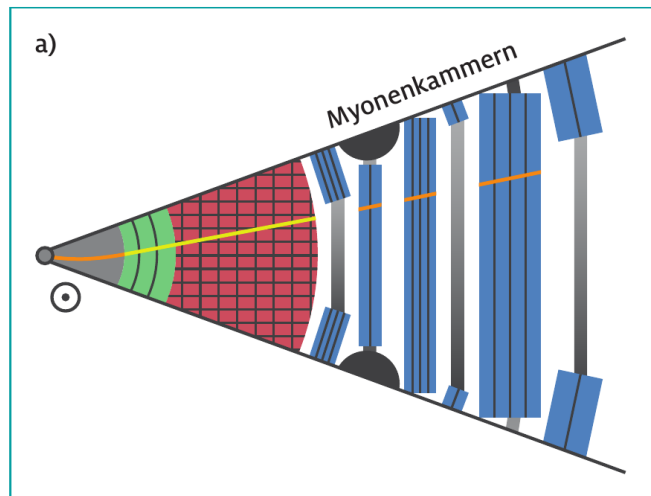


# Myonenkammer

- Messung von Teilchenspur, Impuls und elk. Ladung
- Verwendung starker Magnetfelder  $\rightarrow$  Lorentz-Kraft  $\rightarrow$  Kreisbahn

## Messprinzip

- Ionisation des Gases in den Drift-Röhren
- Driftzeit (pos. und neg. Ladung!) gibt Hinweis auf Ort



Netzwerk Teilchenwelt

CERN

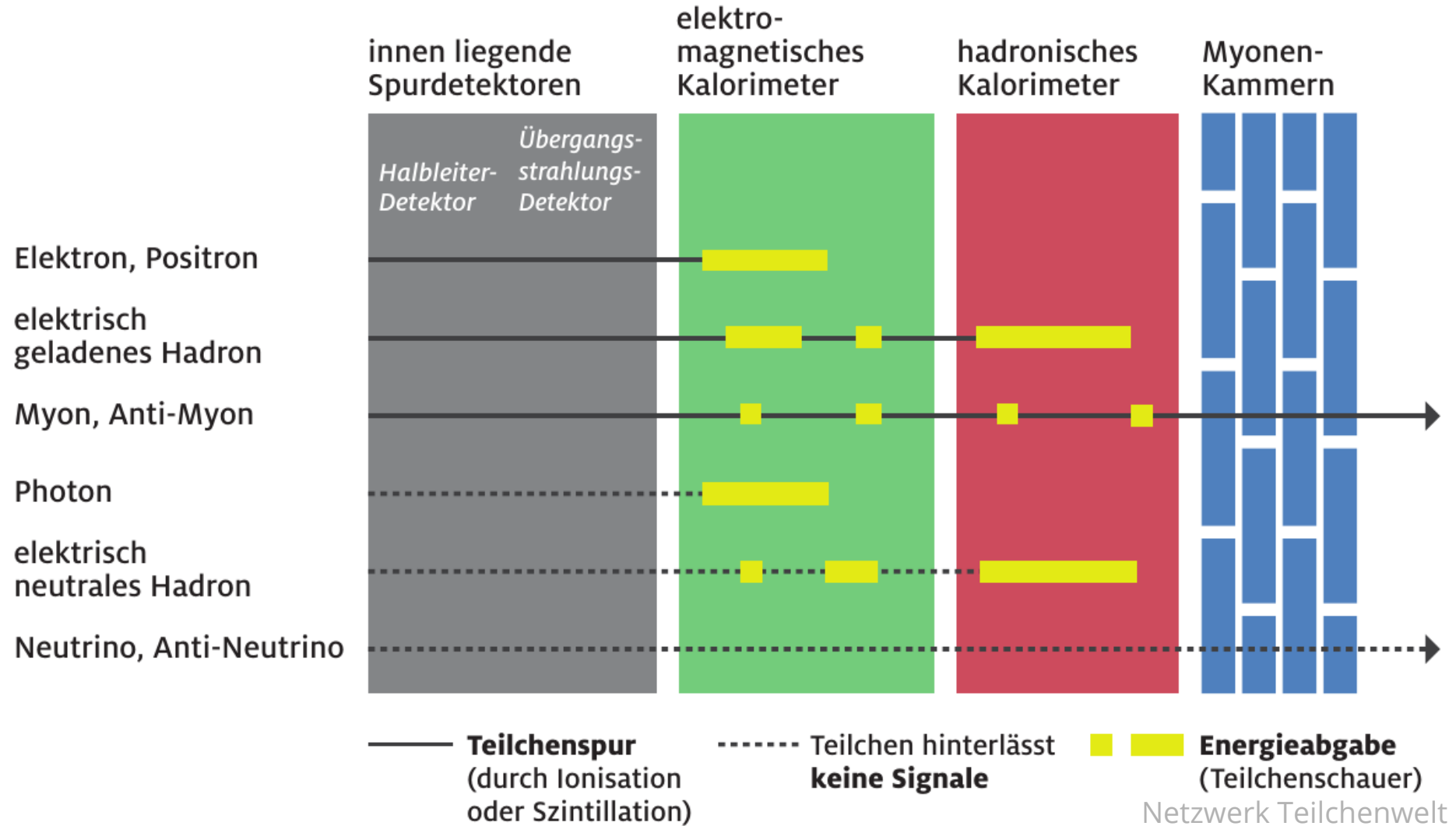
Netzwerk Teilchenwelt

# Zusammenfassung

Abstand von der Strahlachse

innen

außen



## Bessere Zusammenfassung... (12min)



<http://cds.cern.ch/record/1457384>

# Quellen

Kobel, Michael; Bilow, Uta; Lindenau, Philipp [u. a.]: **Teilchenphysik / Unterrichtsmaterial ab Klasse 10: [2] Forschungsmethoden**. 3. Auflage., Netzwerk Teilchenwelt (Hrsg.): Dresden: Joachim Herz Stiftung: 2021. URL: <https://www.teilchenwelt.de/material/materialien-fuer-lehrkraefte/unterrichtsmaterial-teilchenphysik/> - Download vom: 28.01.2022.

Kuhar, Manuela; Fabian, Kuger: **Begleitmaterial / Arbeitsmaterial zum ATLAS-Detektor**. Kobel, Michael (Hrsg.). URL: <https://www.teilchenwelt.de/materialien/begleitmaterial/> - Download vom: 27.11.2022.

Rovh, Bogdan; Rith, Klaus: **Teilchen und Kerne / Anhang A2**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg: 2009. URL: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68080-2> - Download vom: 27.11.2022.