

Das Triggersystem des OPERA- Driftröhrenspektrometers

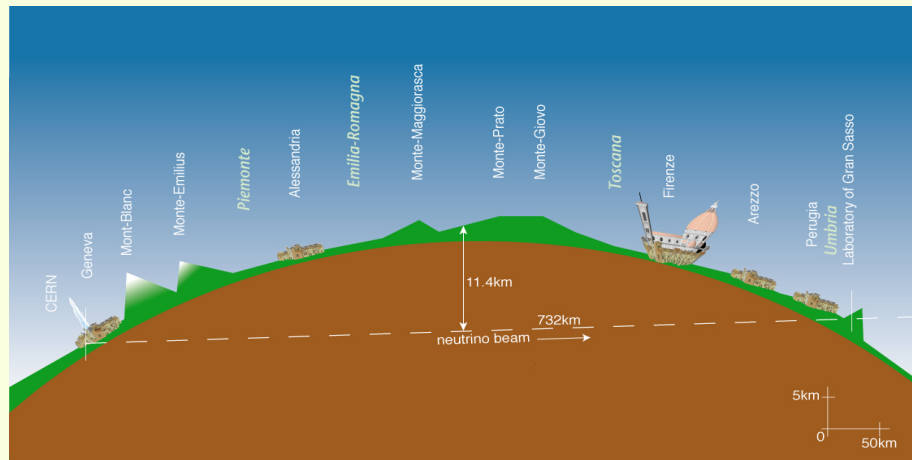


- Das OPERA-Experiment
- Das Myon-Spektrometer
- Das Triggersystem
- Kontrolle durch *Timingspektren*
- Zusammenfassung

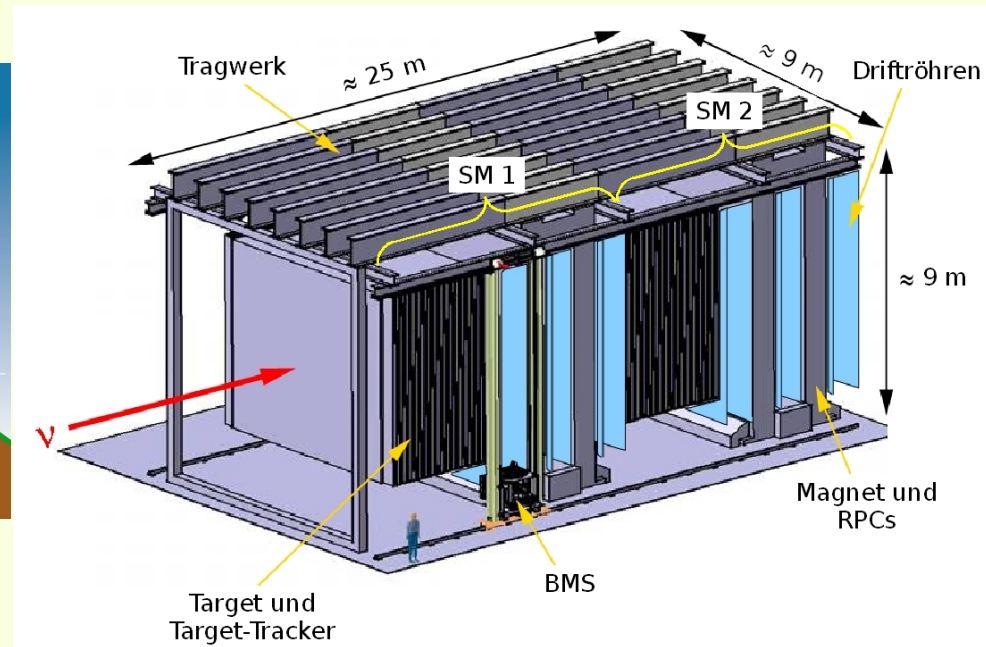
Suche nach Neutrinooszillationen der Art $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$

Hauptziel:

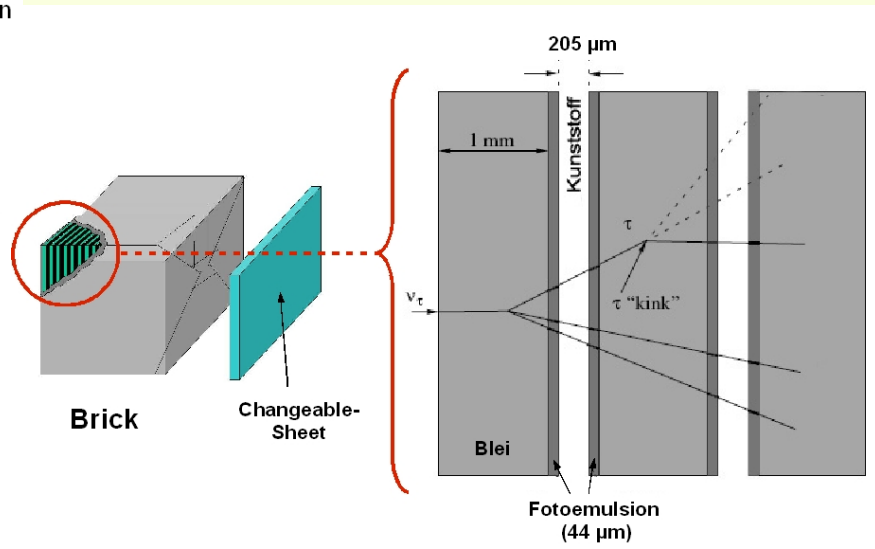
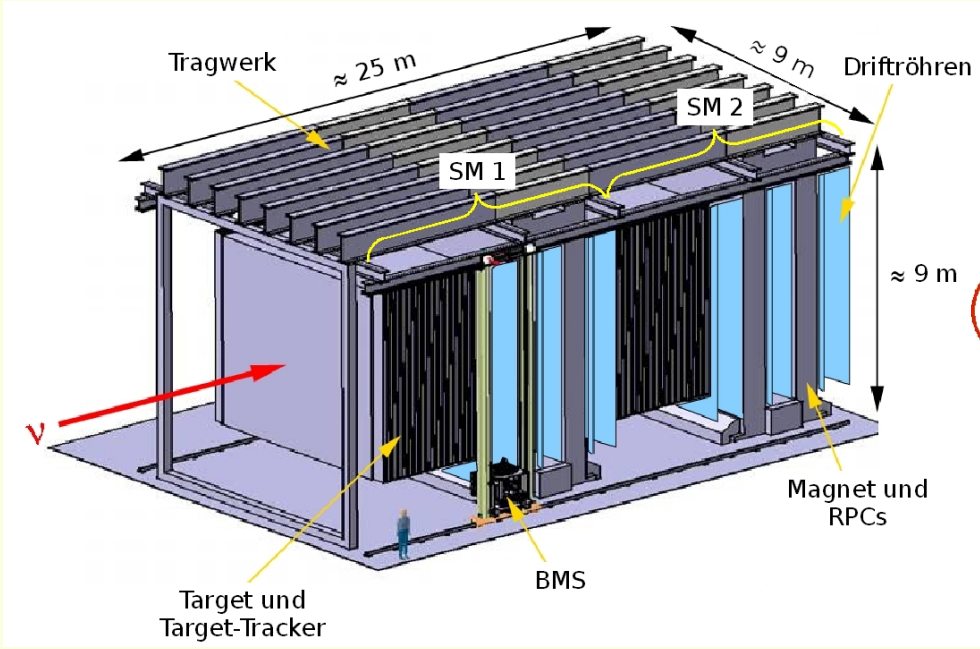
Direkter Nachweis ν_{τ} -Appearance in (fast) reinem ν_{μ} -Strahl



CNGS-Strahl (CERN, Schweiz) →
Gran Sasso Untergrundlabor (Italien)



OPERA-Detektor

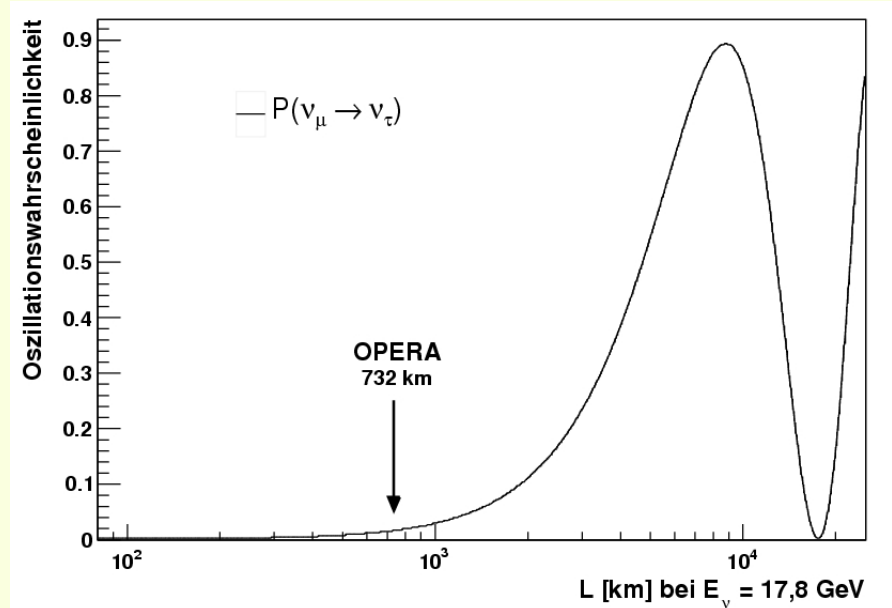
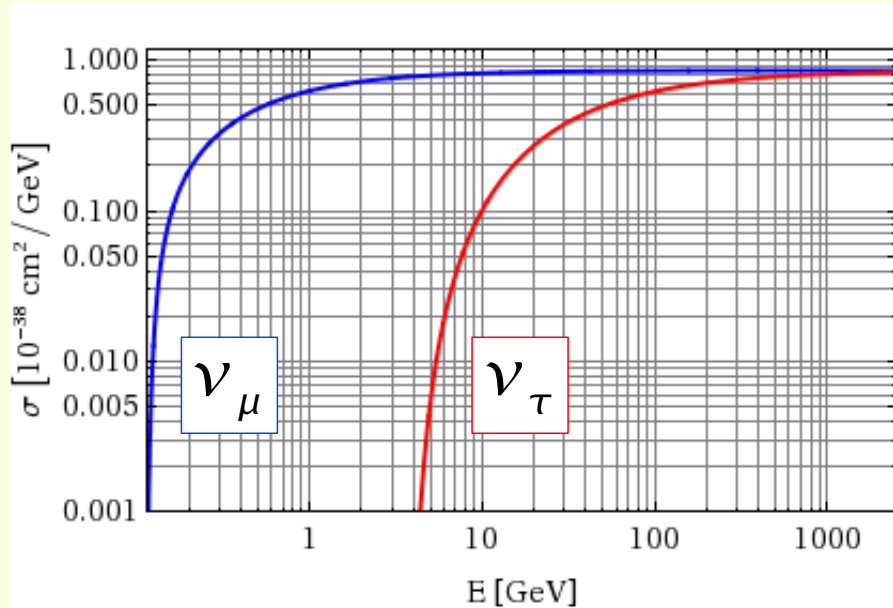


1,28 kt Blei-Fotoemulsions-Target

154 750 „Bricks“

Nachweis der ν_τ -Appearance über Zerfall des geladenen Tau-Leptons, das in ν_τ -CC-Reaktionen entsteht → charakteristische Zerfallstopologie

Der ν_μ -Strahl ist auf maximale Anzahl ν_τ -CC-Reaktionen am OPERA-Detektor optimiert: 17,8 GeV

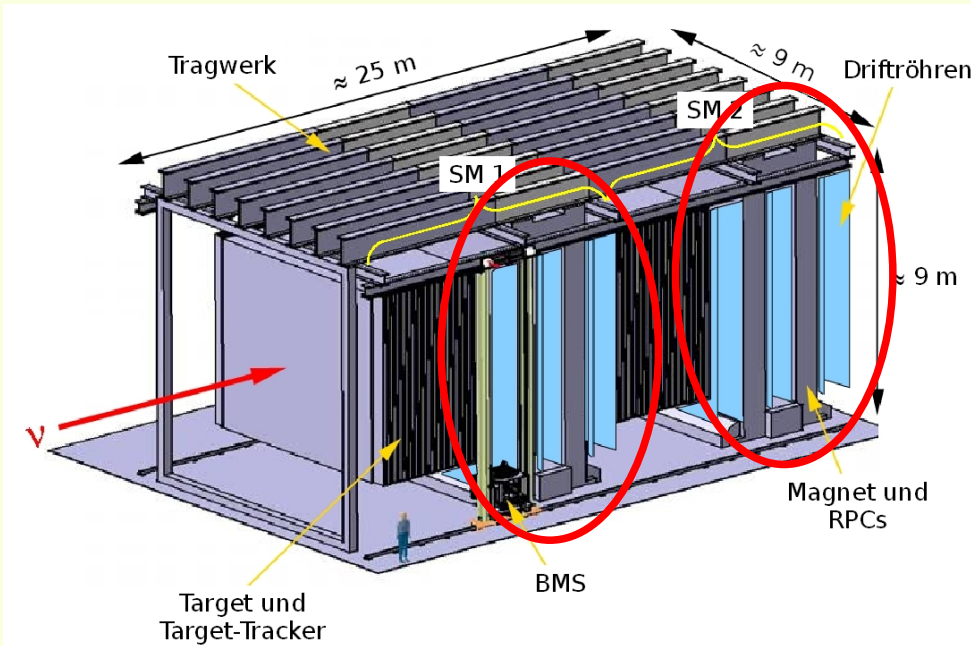


ν -CC-Wirkungsquerschnitte

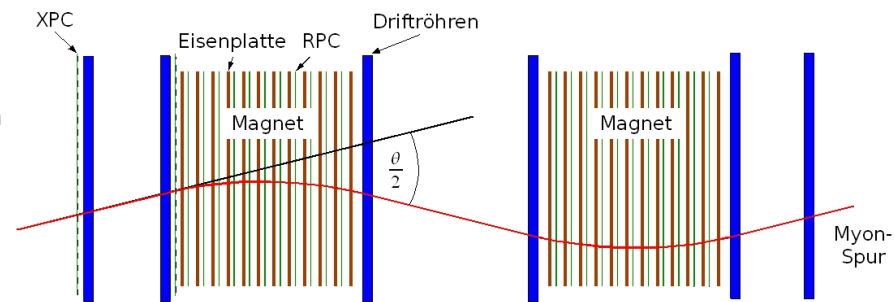
$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau) = \sin^2(2\theta_{23}) \cos^4(\theta_{13}) \sin^2\left(\Delta m_{32}^2 \frac{L}{4E}\right)$$

→ 100-150 nominelle ν_τ -Ereignisse bei 5 Jahren Laufzeit
(10-15 nachgewiesene Ereignisse im Detektor)

2 instrumentierte Magnete



Draufsicht (ein Magnet):



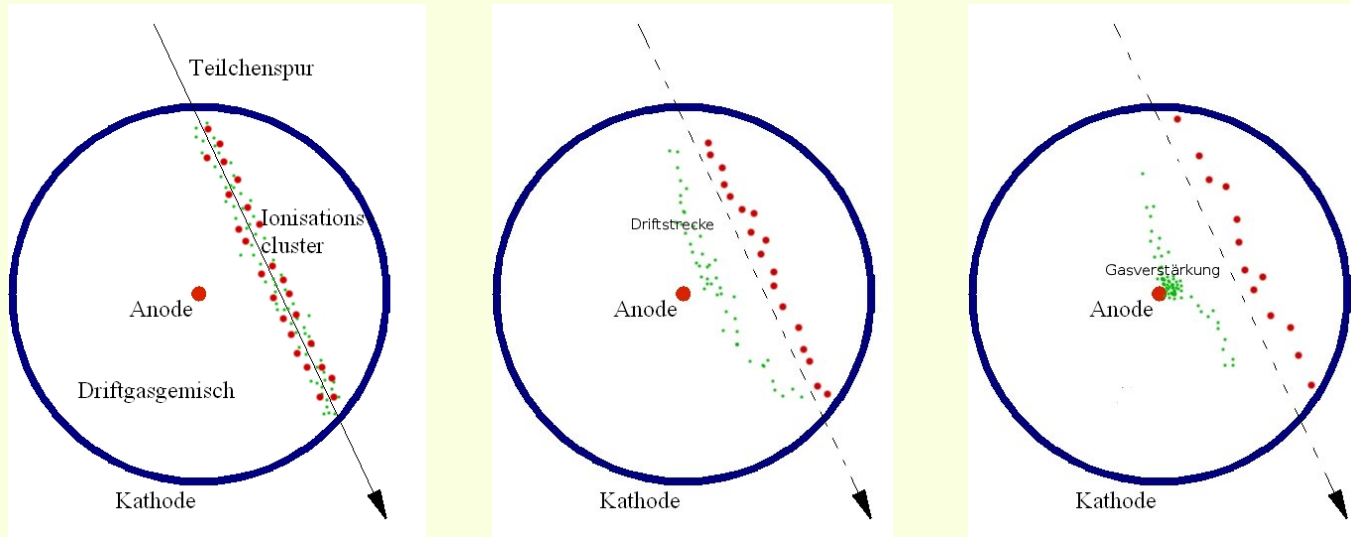
Minimierung des Untergrundes durch Myon-Spektrometer:

Kenntnis des Impulses und Ladungsvorzeichens sekundärer Myonen

Driftröhrenlagen messen vor, hinter und zwischen den Magnetarmen die Myonspuren in horizontaler Ebene

Ablenkwinkel:
$$\theta = \frac{qBd}{p}$$

Funktionsprinzip der Driftröhren:



Spurmessung mit Driftröhren:

Driftzeit ist abstandsabhängig!

Ortsinformation durch Messung der Driftzeit!

Ortsauflösung einer Driftröhre ca. 300 μm

Messung der Driftzeit benötigt zwei Signale:

- 1. Teilchendurchgang**
- 2. Ankunft der Ladungsträger am Signaldraht**

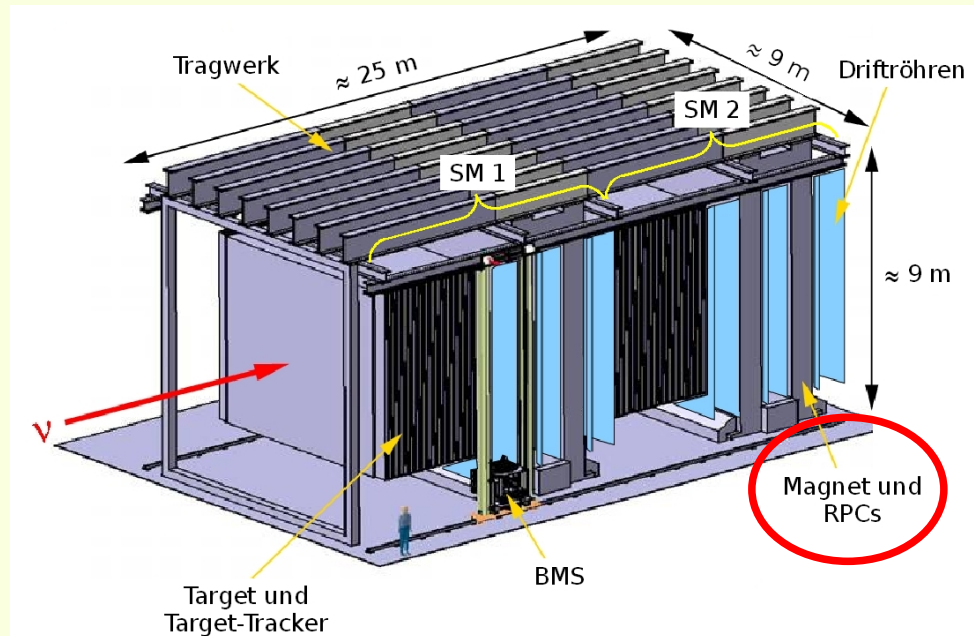
Messung der Driftzeit benötigt zwei Signale:

1. Teilchendurchgang

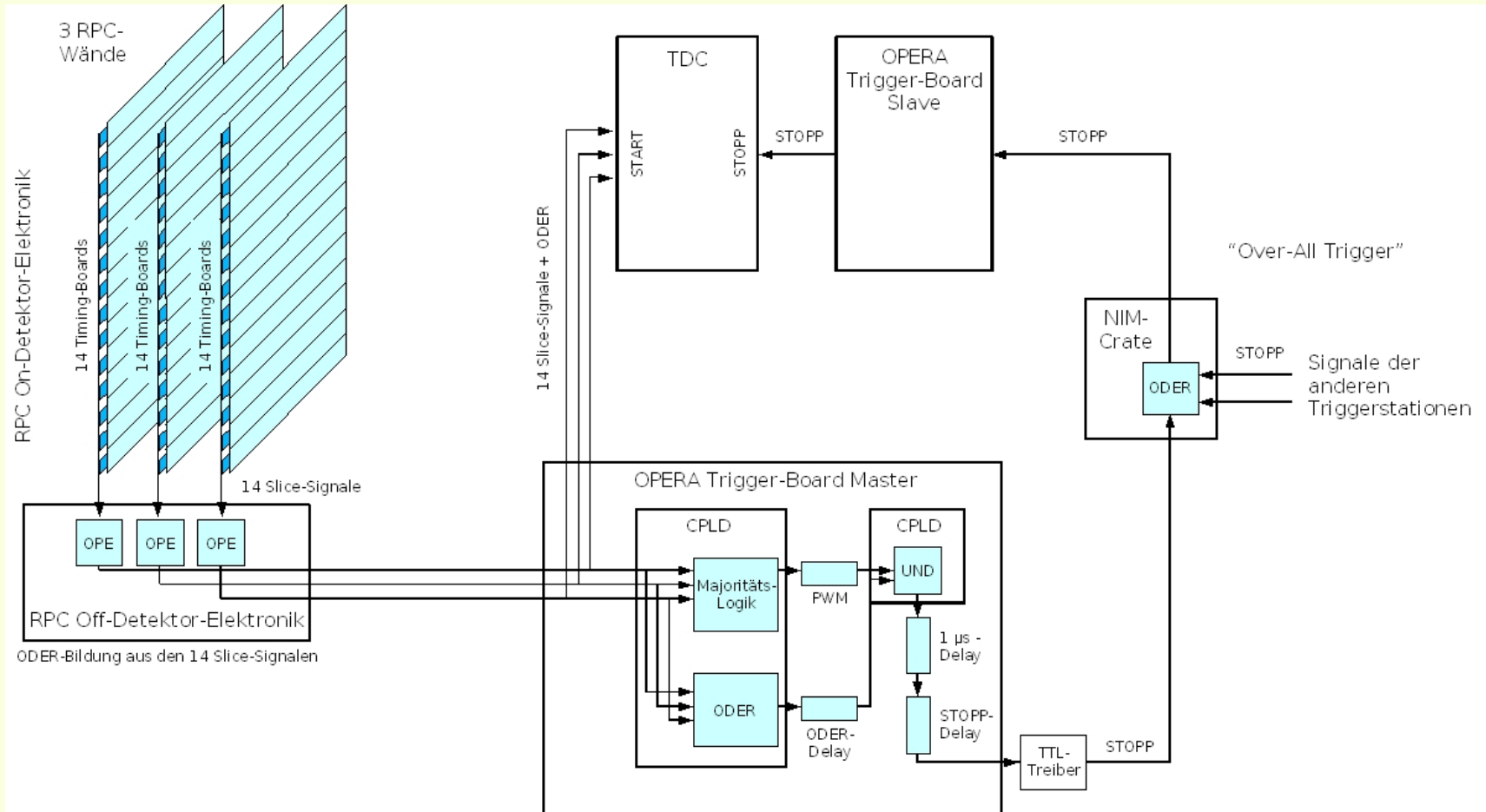
2. Ankunft der Ladungsträger am Signaldraht

Externes Triggersignal

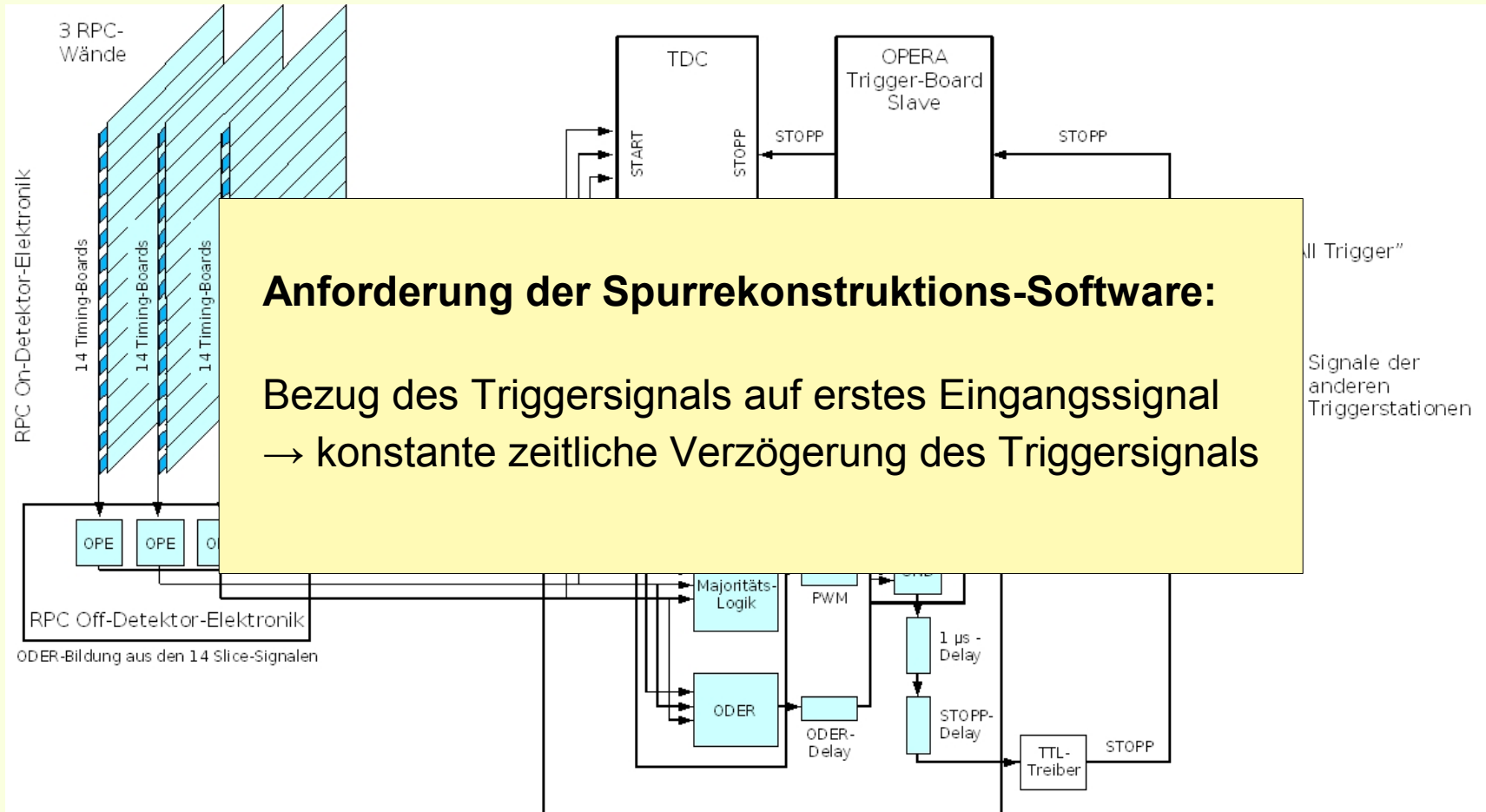
geliefert durch
Bakelit-RPC-Wände
im Magneten



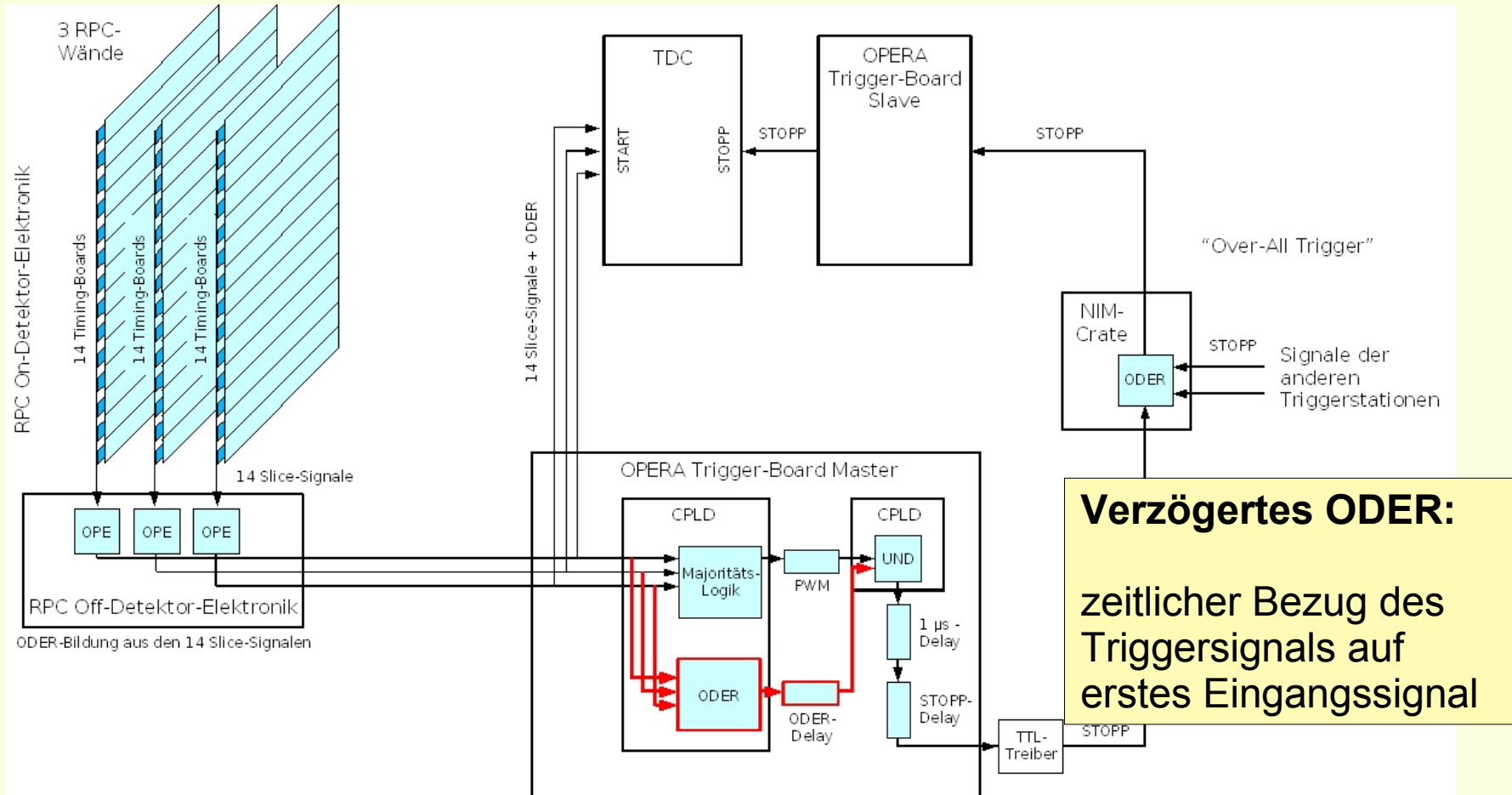
Triggerschema:



Triggerschema:

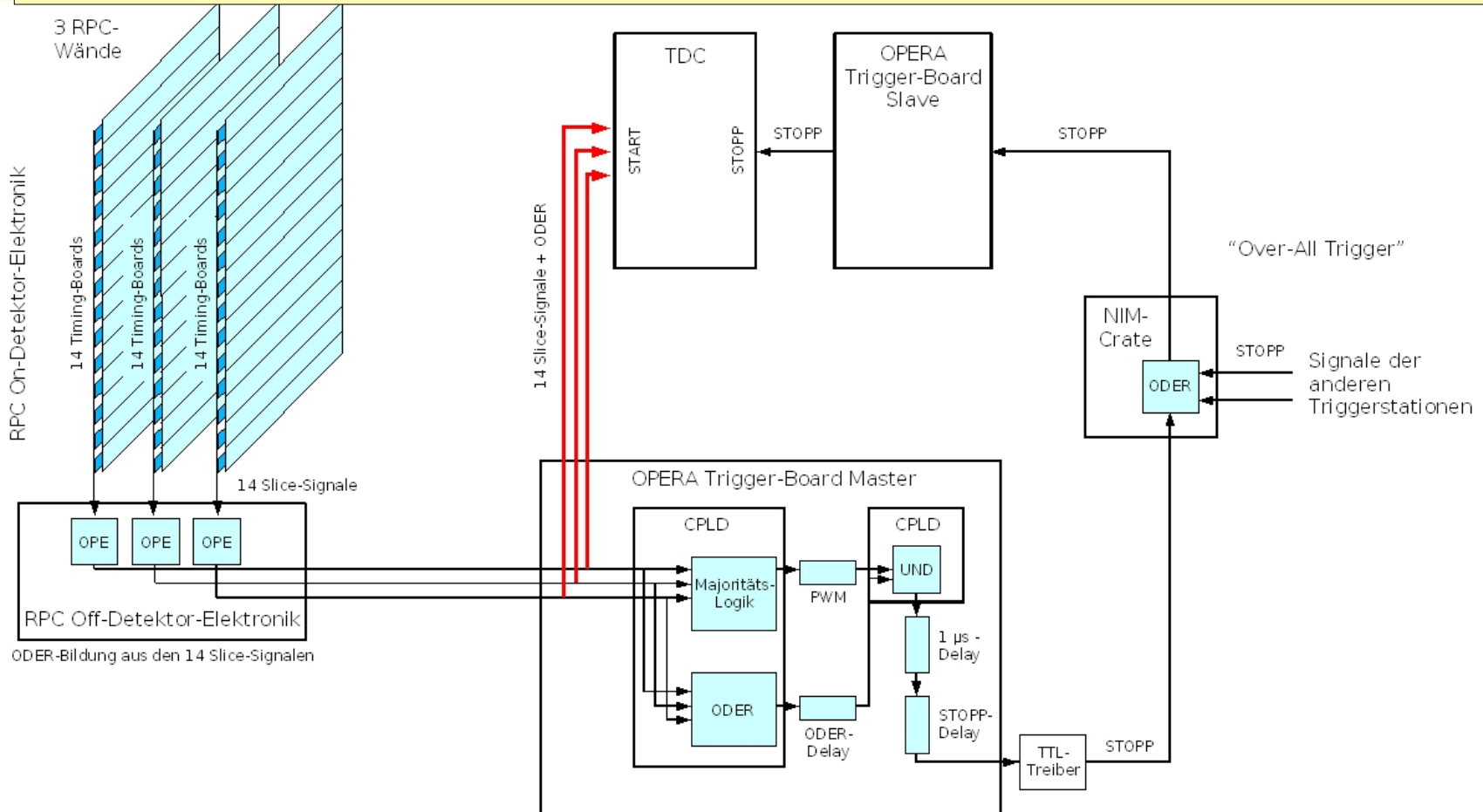


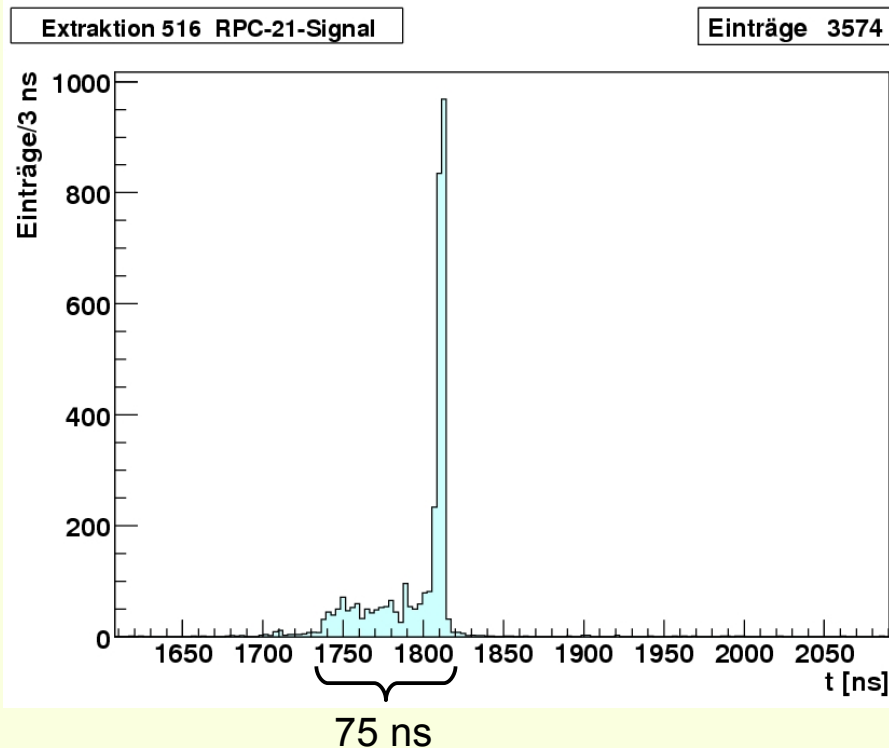
Triggerschema:



Das Triggersystem

Kontrolle des Zeitbezugs und der Gesamtverzögerung:
 Messung der Zeitdifferenz zwischen Eingangssignal und Triggersignal





Timingspektrum Februar 2008

Signalquelle: Rauschen der Bakelit-RPCs, 1kHz/Wand

Eingangssignal-Länge 75ns, wegen Detektor-Geometrie kleinst mögliche Signallänge, um Teilchenspuren zu triggern

→ Triggerrate: 0,6 Hz/Triggerstation

- Spektrumlänge entspricht Eingangssignal-Länge
- Peak: RPC-21-Wand erstes Eingangssignal
- Peakposition: Gesamtverzögerung des Triggersignals

- Triggersignal muss Anforderung der Spurrekonstruktion erfüllen:
 - Zeitlicher Bezug auf das erste Eingangssignal
 - Konstante Gesamtverzögerung
- Kontrolle über *Timingspektren*:
 - Peakposition
- Prinzip der Kontrolle ist generell für alle Triggerbedingungen und Signallängen möglich (zusätzliche Peaks)

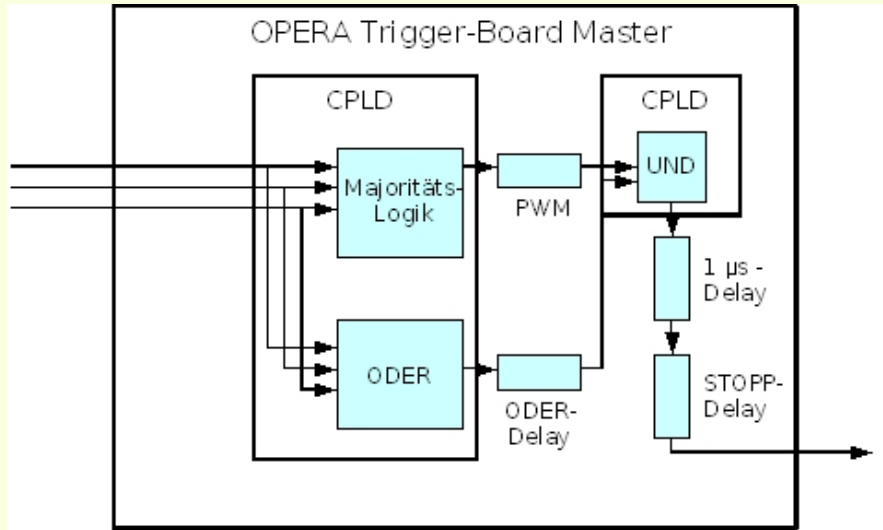
Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



bmb+f - Förderschwerpunkt

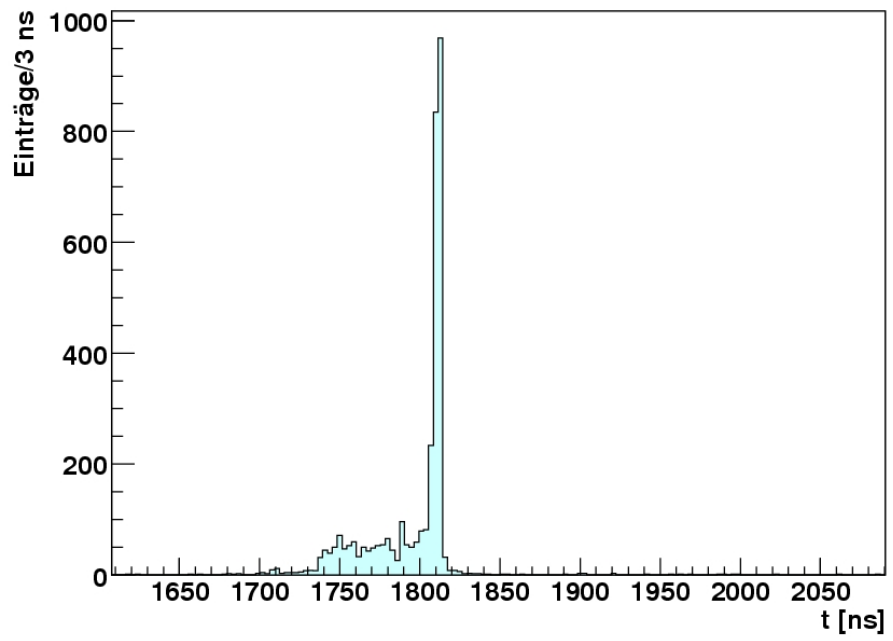
OPERA

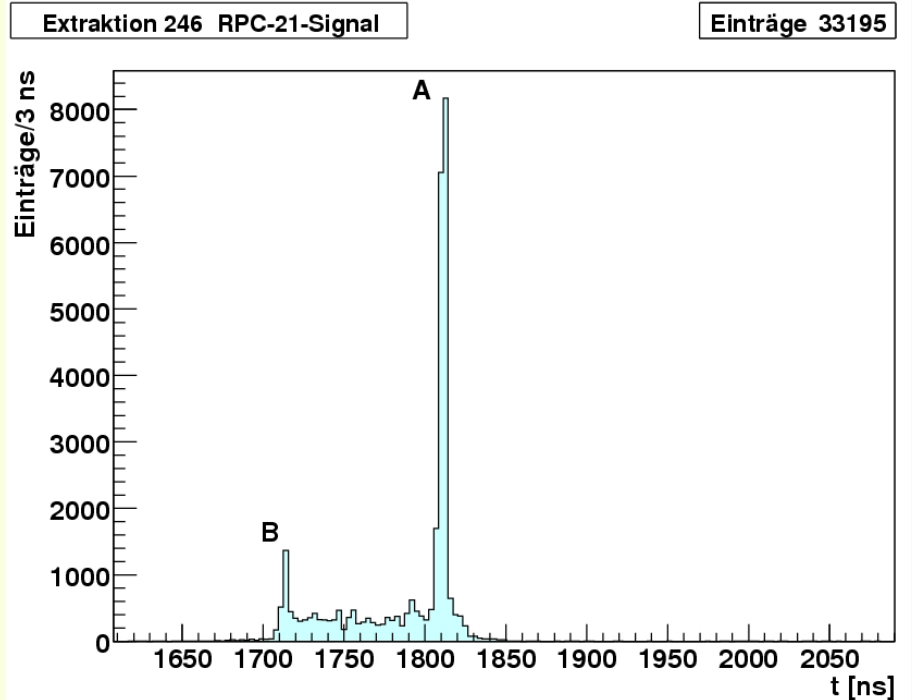
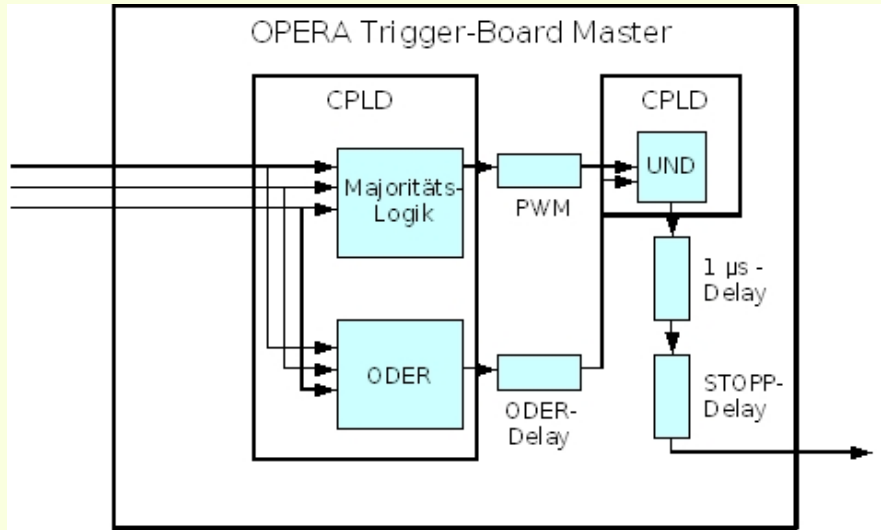
Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung



Extraktion 516 RPC-21-Signal

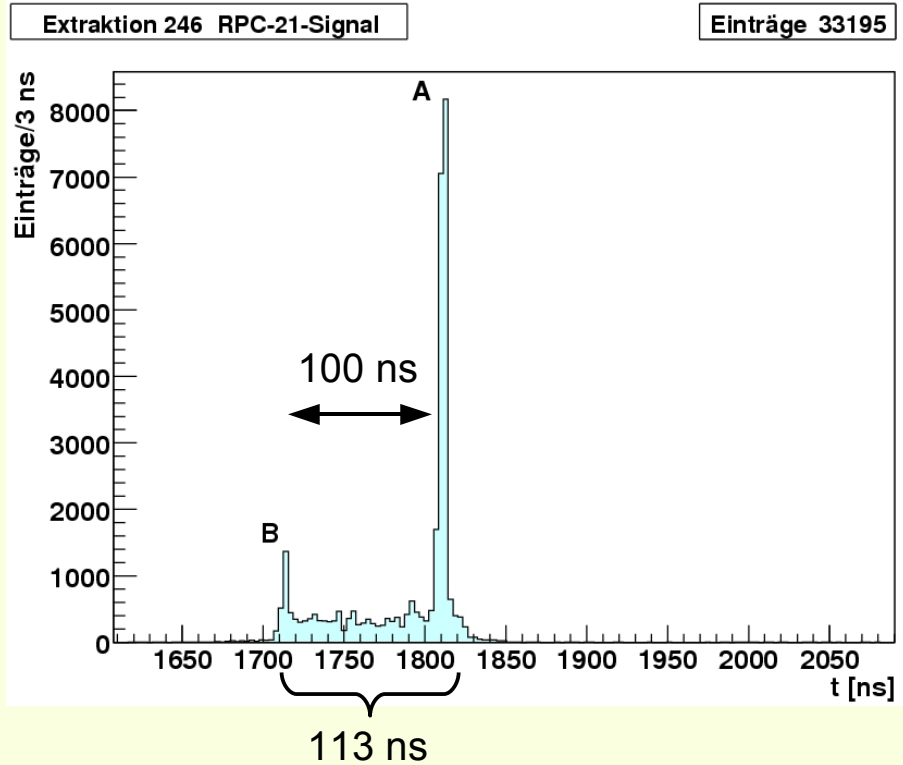
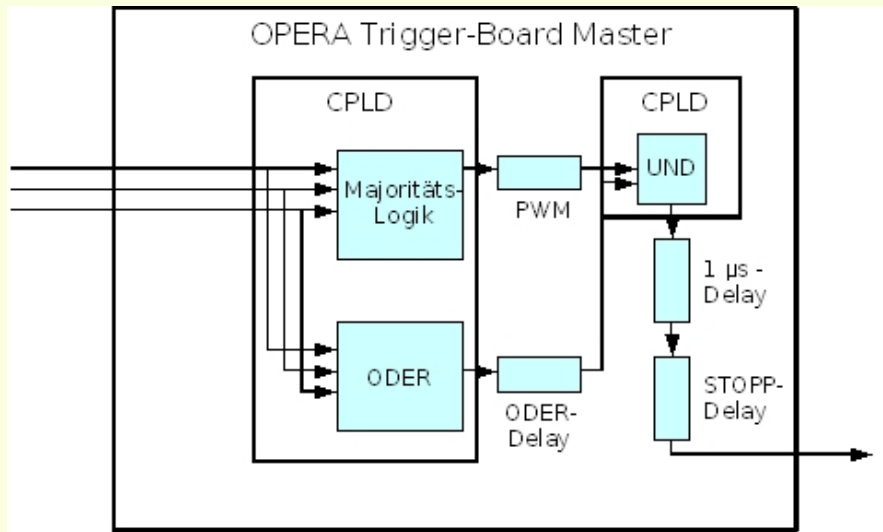
Einträge 3574





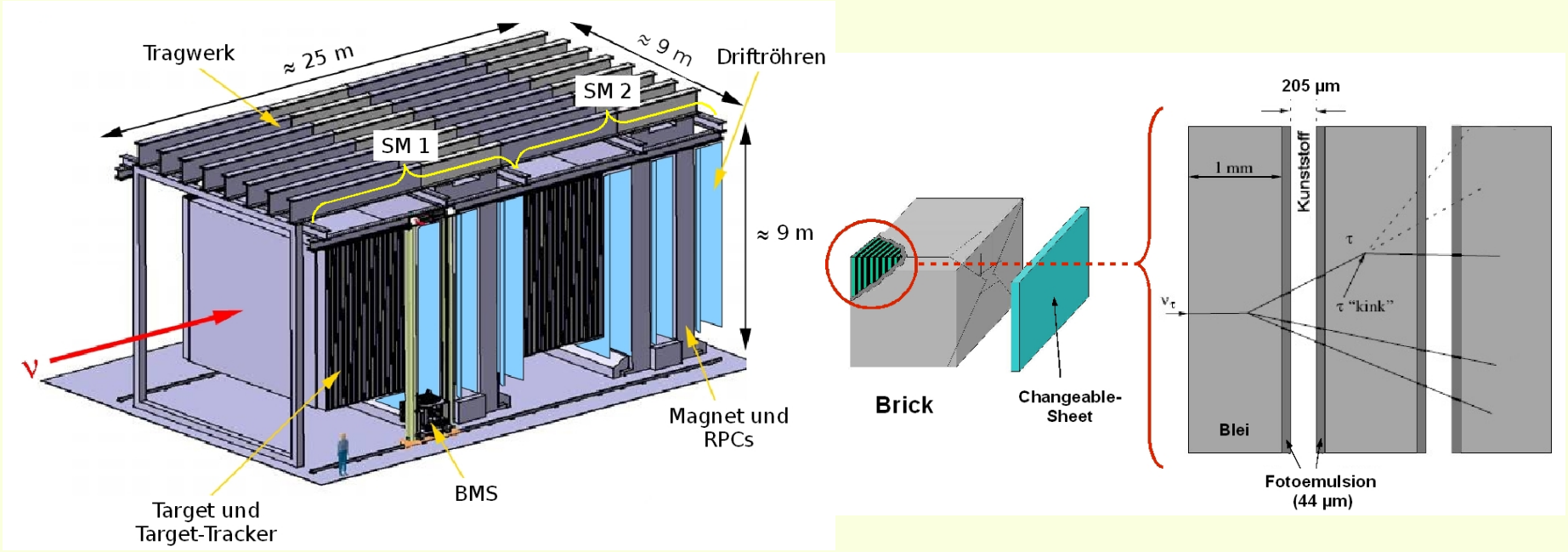
Haupt-Triggerrate durch elektronisches Rauschen der RPCs, ca. 1,2 Hz

Minimierung der Triggerrate durch Reduktion der Eingangssignal-Länge
 → Majoritätsgatter ist weniger lang geöffnet



Überwachung der Triggerfunktionen durch *Timingspektrum*:

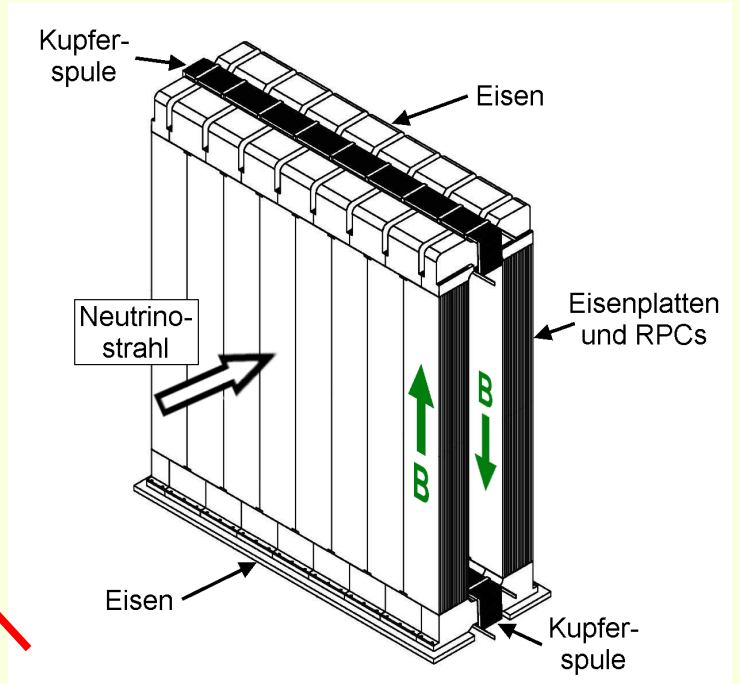
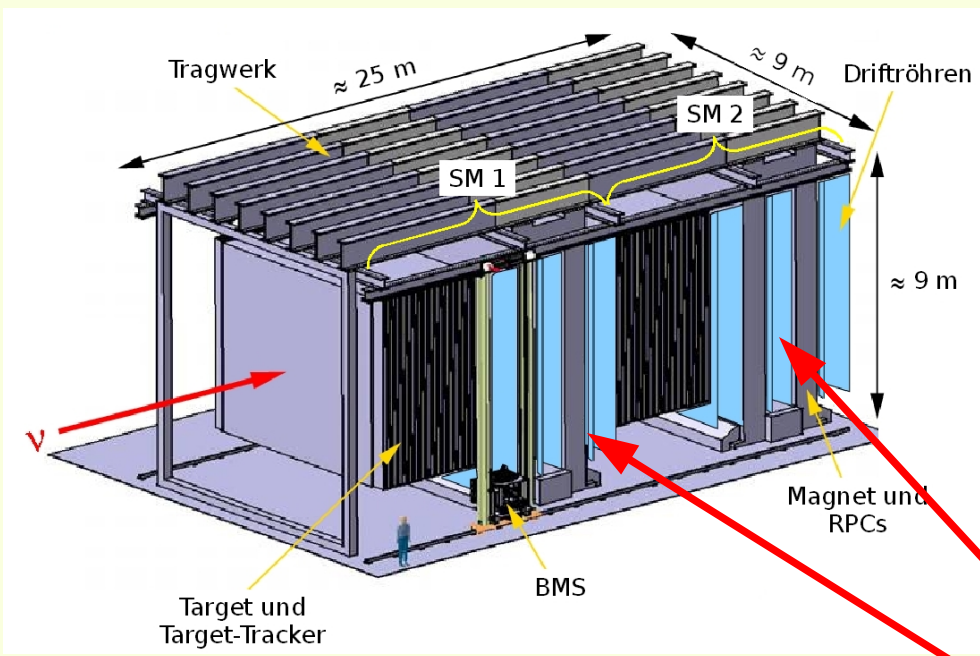
- Spektrumlänge entspricht Eingangssignal-Länge
- Anzahl der Peaks: Abhängig von der Triggerbedingung, Eingangssignal-Länge und Verzögerung des ODER-Signals
- Peakabstand entspricht der Verzögerung des ODER-Signals
- Peakposition gibt Aufschluss über Gesamtlaufzeit des Triggersignals



Niedrigraten-Experiment

(100-150 nominelle ν_τ -Ereignisse bei 5 Jahren Laufzeit
 \rightarrow 10-15 nachgewiesene Ereignisse im Detektor)

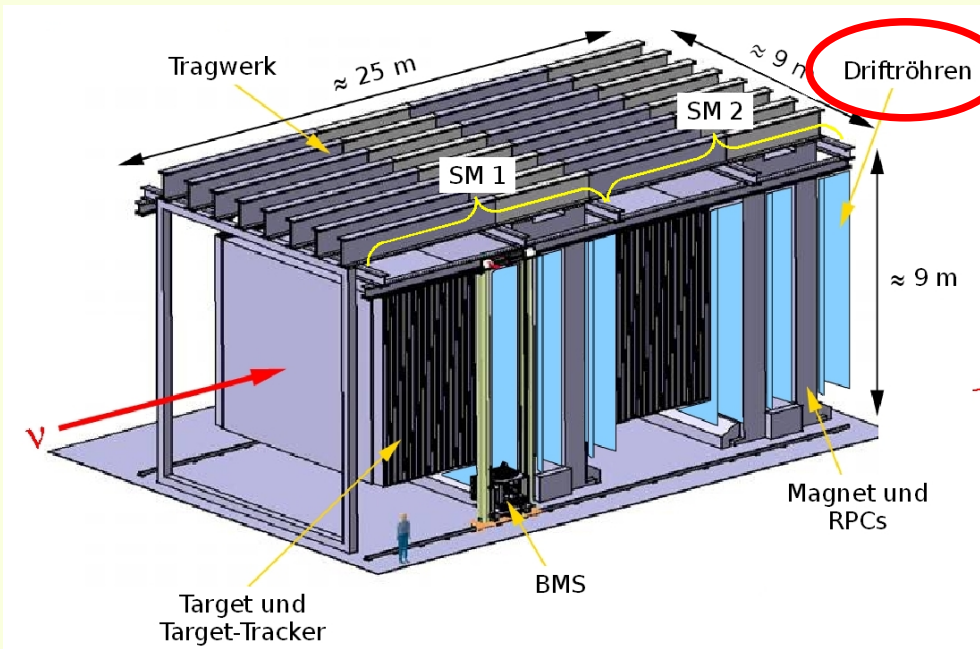
\rightarrow **Minimierung des Untergrundes!**



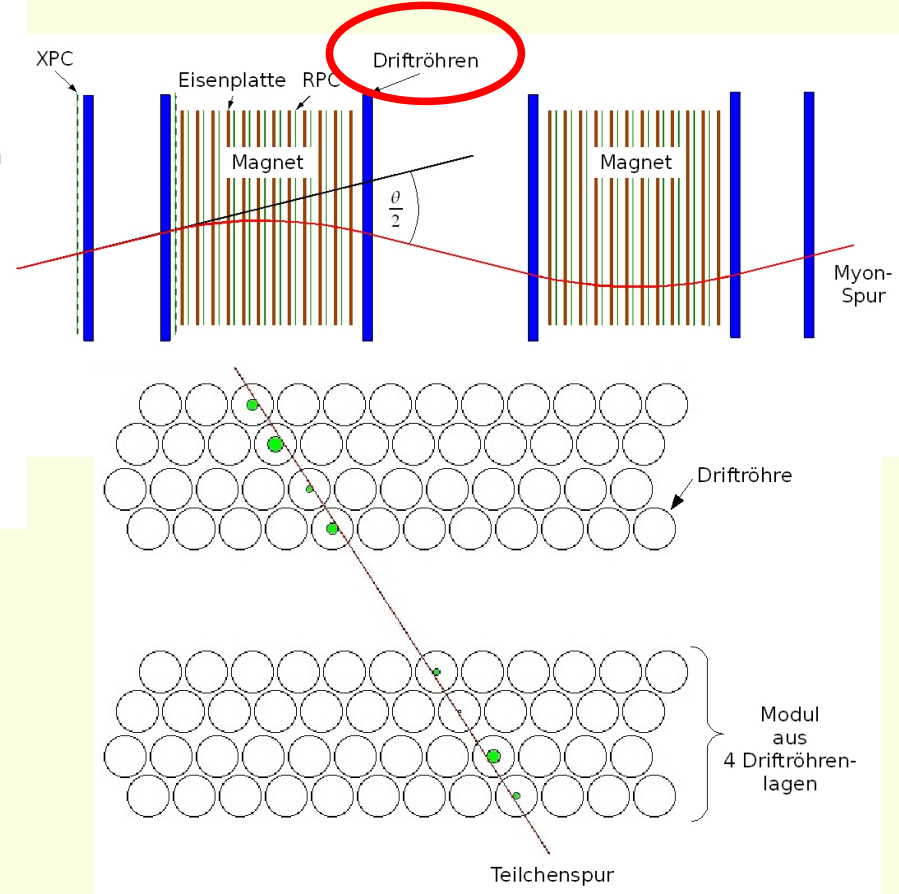
Minimierung des Untergrundes durch Myon-Spektrometer:

Kenntnis des Impulses und Ladungsvorzeichens sekundärer Myonen

zwei Magnete mit entgegengesetzter Magnetfeldrichtung (1,57 T) in den Magnetarmen
+ spurvermessende elektronische Komponenten

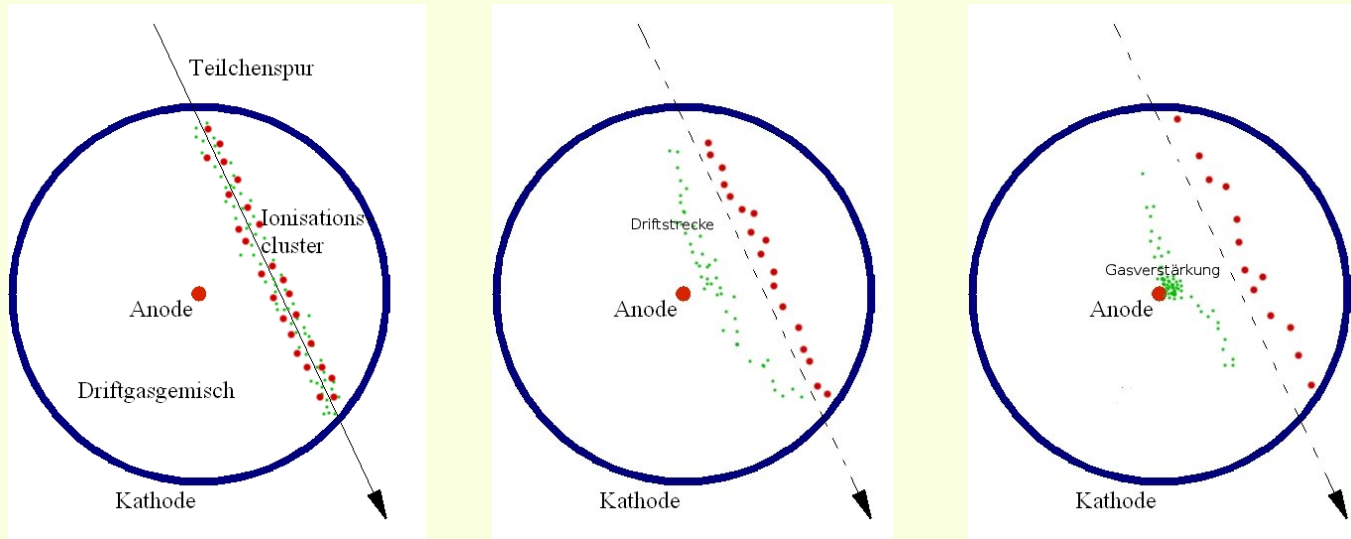


Draufsicht:



Kombination mehrerer Driftröhrenlagen ermöglicht Spurrekonstruktion

Funktionsprinzip der Driftröhren:

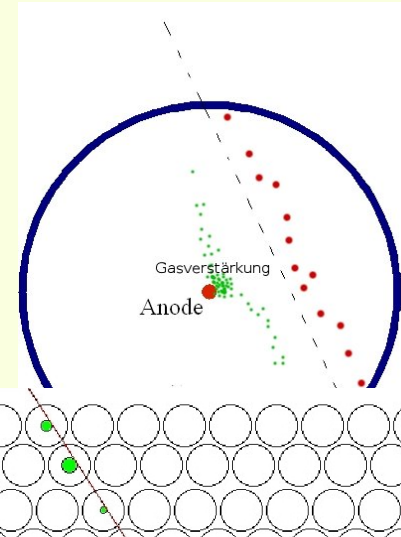
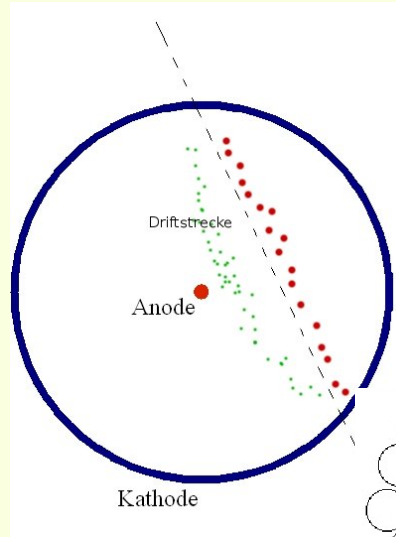
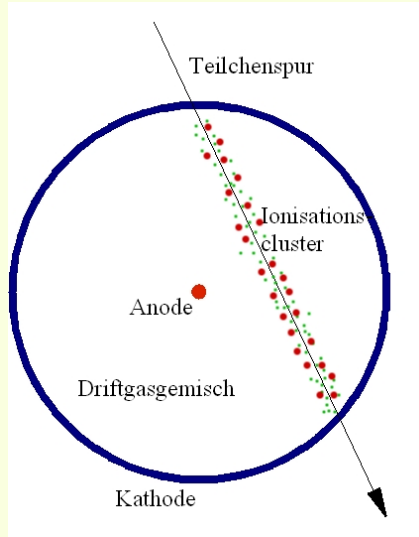


Durchgang eines Myons erzeugt im Driftgas (Ar/CO_2 -Gemisch) Ionisationscluster entlang der Teilchenspur

Freie Ladungsträger driften zu Kathode (Röhrenwand) und Anode (Draht in der Mitte der Röhre), Potentialdifferenz 2,45 kV

Vervielfachung der e^- in Anodennähe → **Signal auf Anoden-Draht**

Funktionsprinzip der Driftröhren:

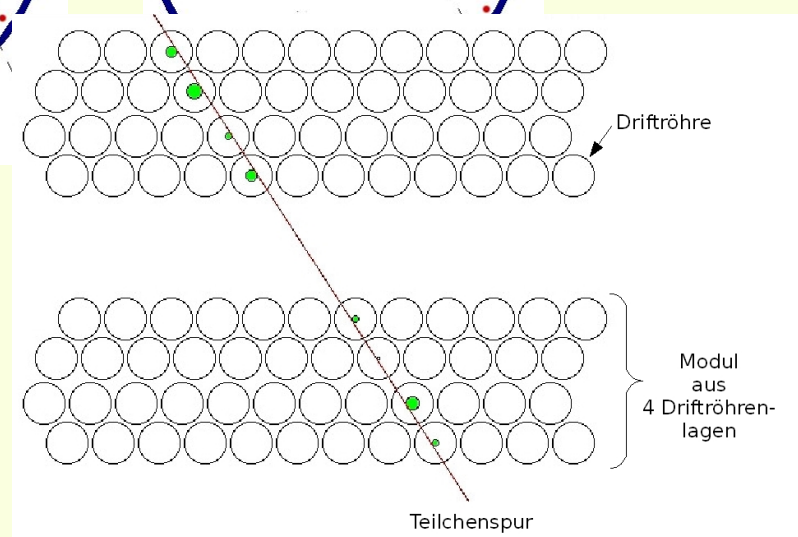


Spurmessung mit Driftröhren:

Driftzeit ist abstandsabhängig!

Ortsinformation durch Messung der Driftzeit!

Auflösung einer Driftröhre ca. 300 μm



Kombination mehrerer Driftröhrenlagen ermöglicht Spurrekonstruktion