



# Beidseitige Auslese an OPERA- Driftröhren-Modulen

DPG Frühjahrstagung 2012, Göttingen

Institut für Experimentalphysik  
Universität Hamburg

Benjamin Büttner



**bmb+f** - Förderschwerpunkt

**OPERA**

Großgeräte der physikalischen  
Grundlagenforschung

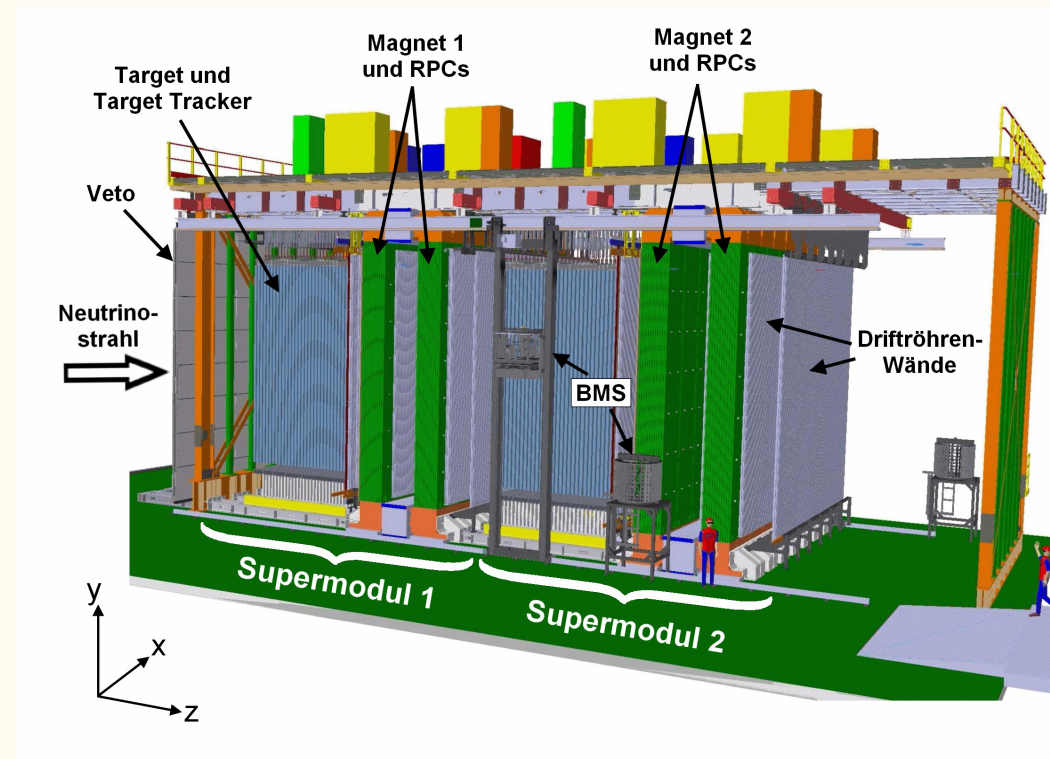


Universität Hamburg  
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

- OPERA-Detektor und Driftröhren
- Der Teststand
- Messprinzip
- Messprogramm
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

# OPERA-Detektor

- Nachweis der Neutrinooszillation  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$
- Entstehendes Tau zerfällt in Myon, Elektron oder Hadronen
- Myon-Tracker mit Magnet-Spektrometer weist die Spur der entstandenen Myonen nach
- In Untergrundlabor



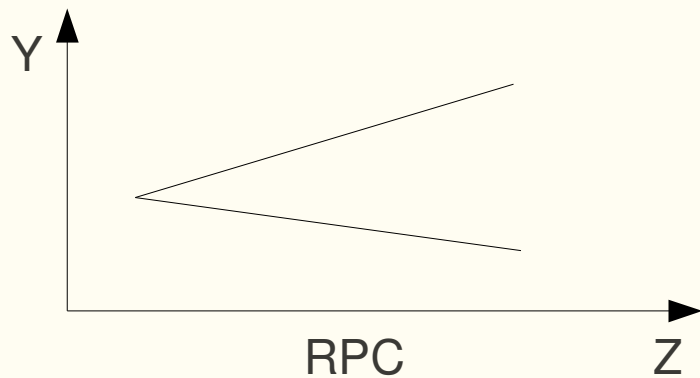
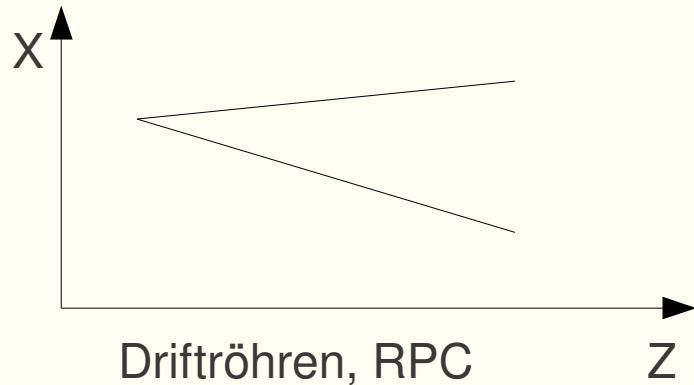
# OPERA-Driftröhren

- Teil des Myon-Trackers
- Module 8 m lang
- 10.000 Röhren
- Spurauflösung 300  $\mu\text{m}$
- Auslese nur von einer Seite
- Ortsinformation entlang der Röhren aus RPCs



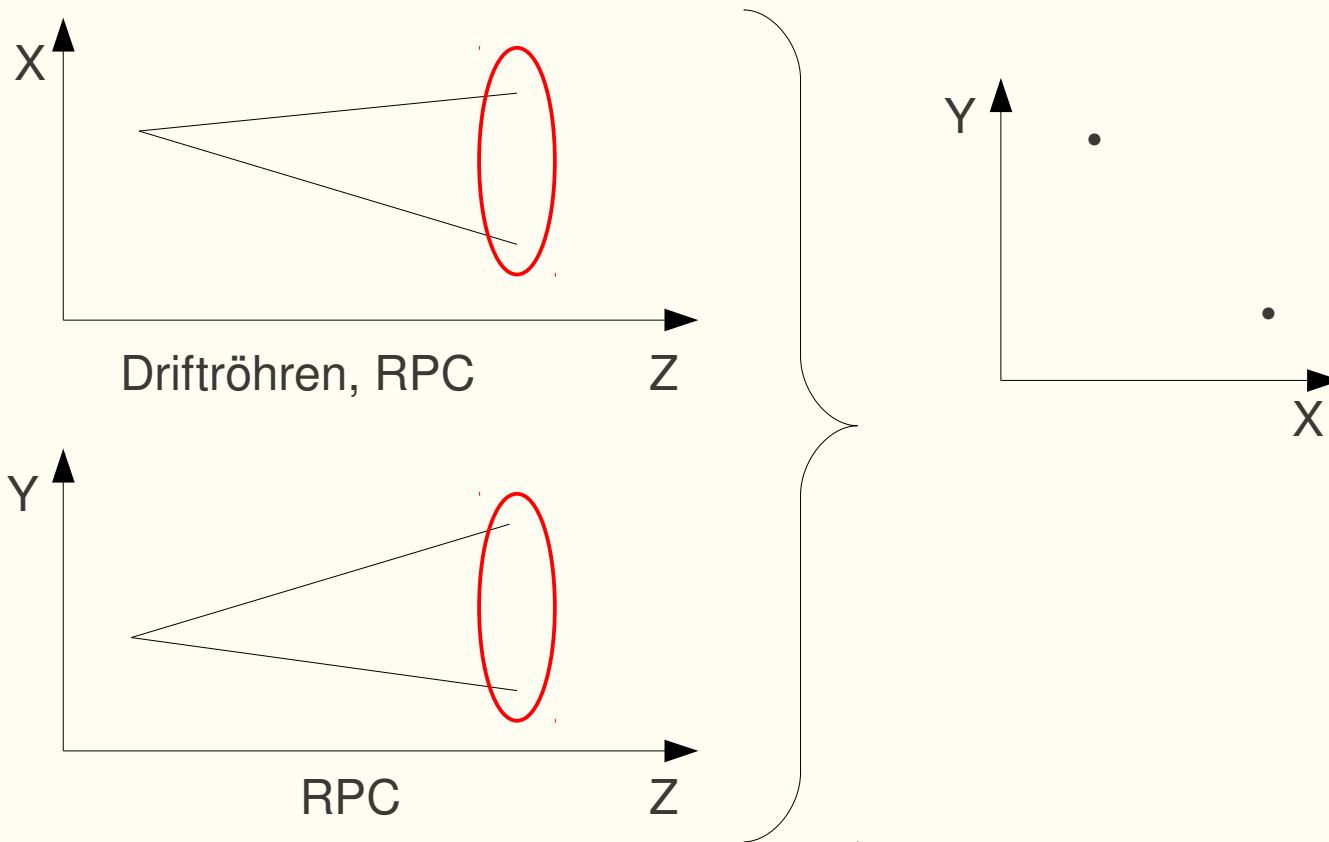
# Mehrdeutigkeiten der Spuren

- keine Detektorkomponente liefert 3D-Daten



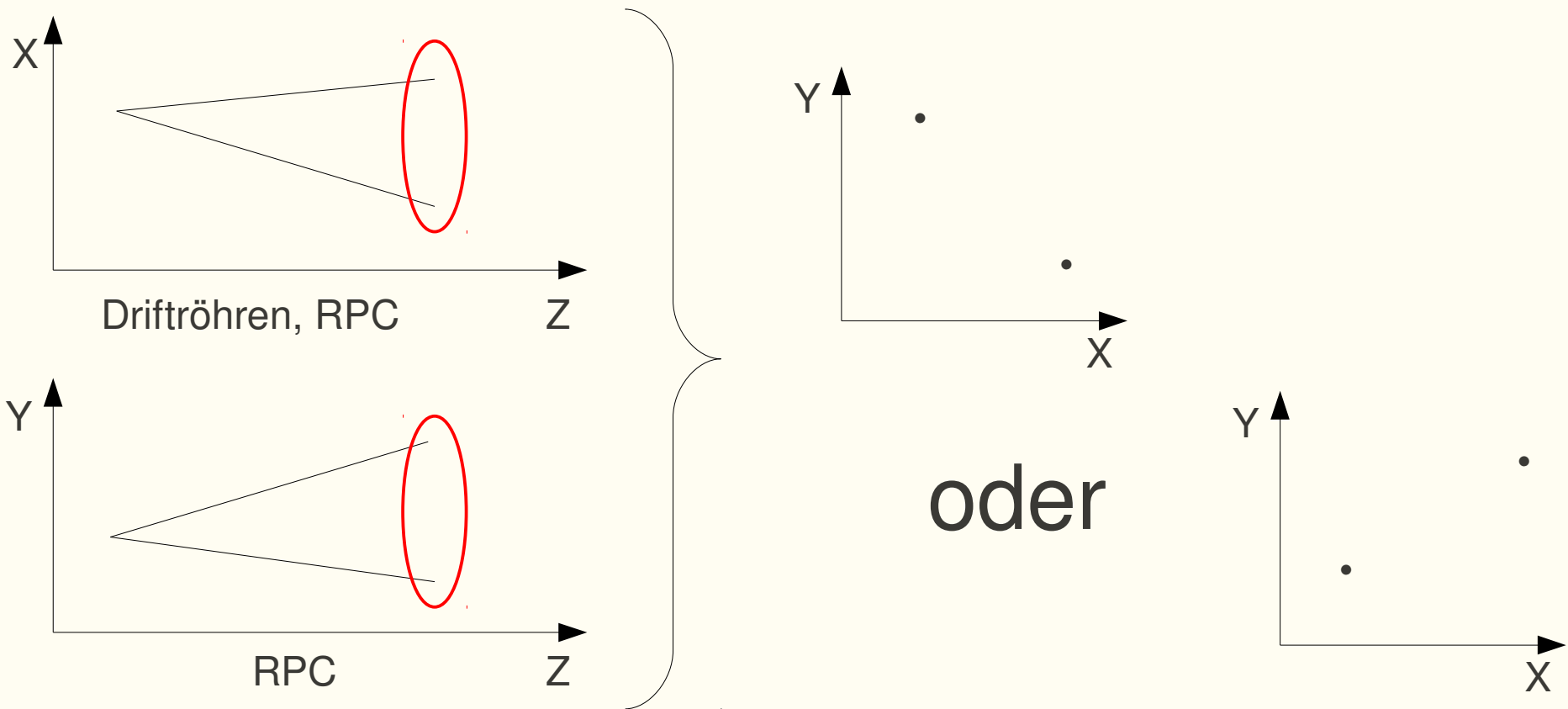
# Mehrdeutigkeiten der Spuren

- keine Detektorkomponente liefert 3D-Daten



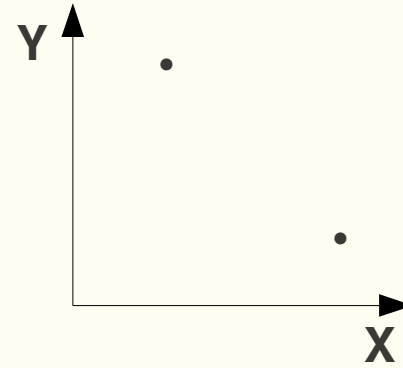
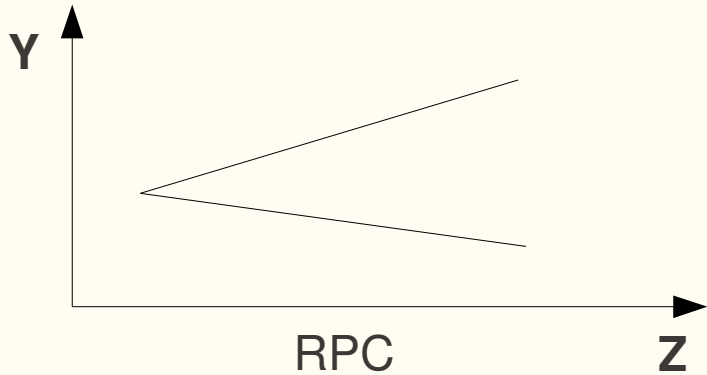
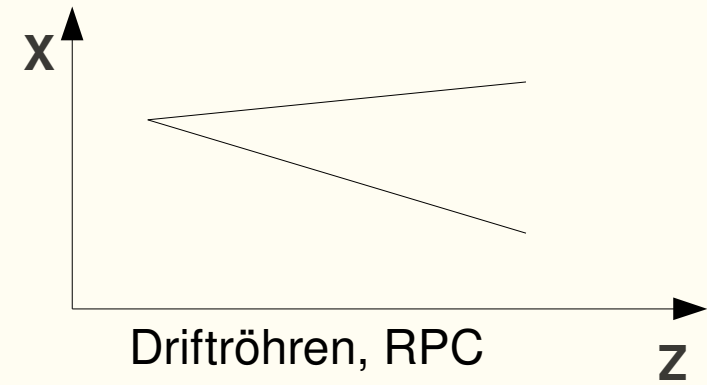
# Mehrdeutigkeiten der Spuren

- keine Detektorkomponente liefert 3D-Daten

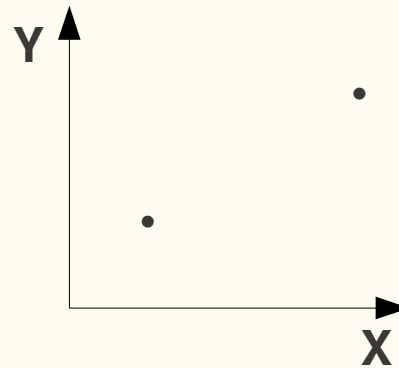


- Zusammenführen der Projektionen bei mehr als einem Teilchen nicht immer eindeutig möglich

# Mehrdeutigkeiten der Spuren

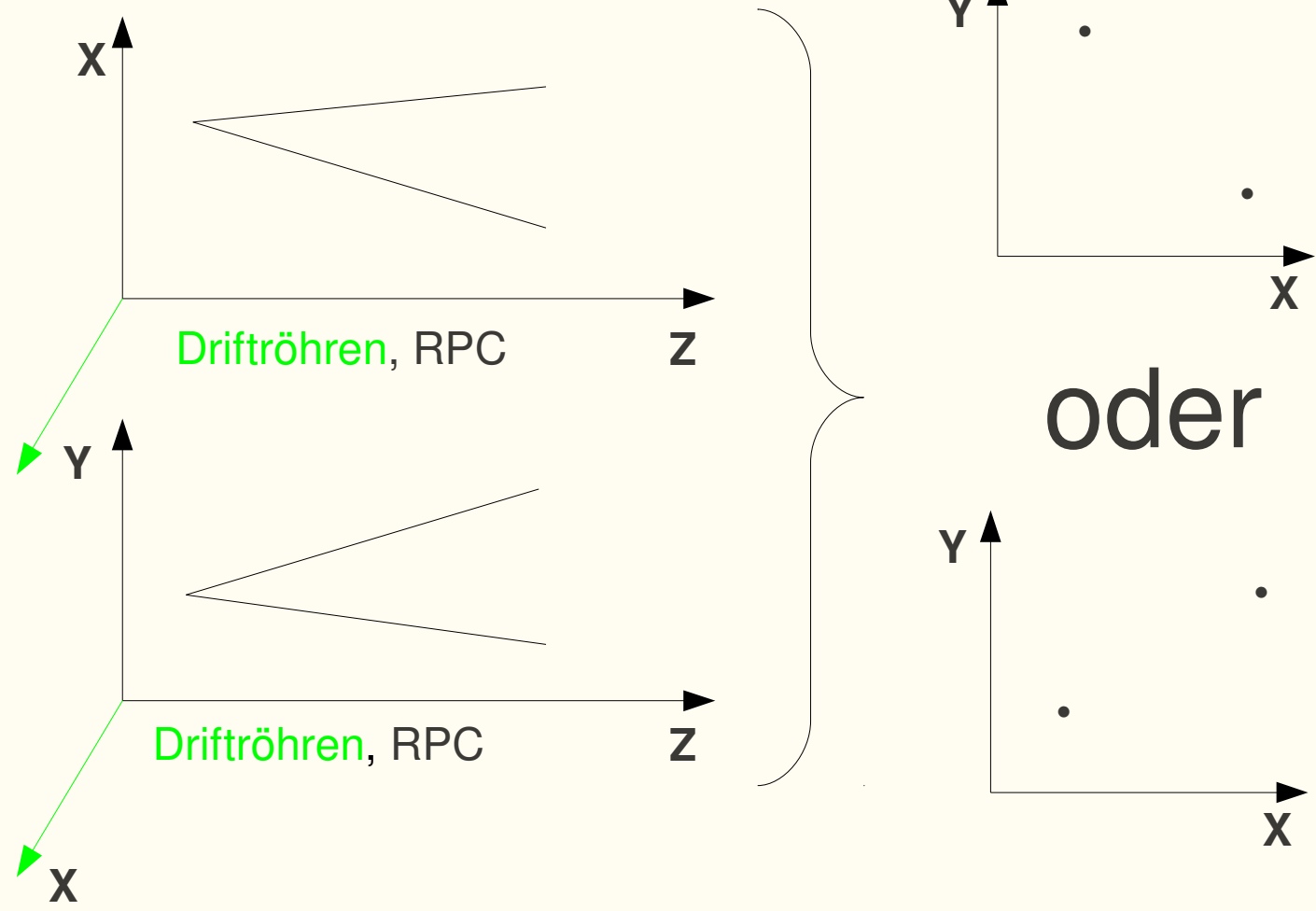


oder

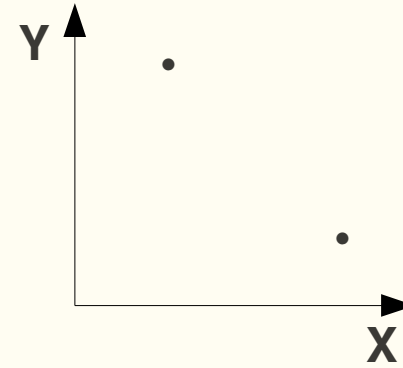
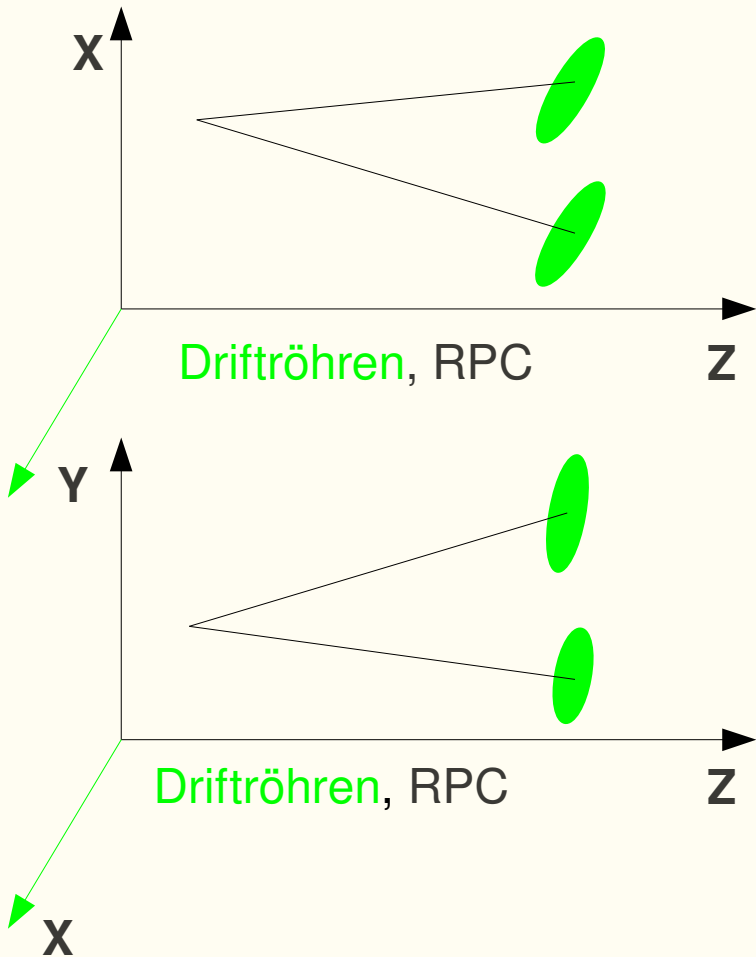




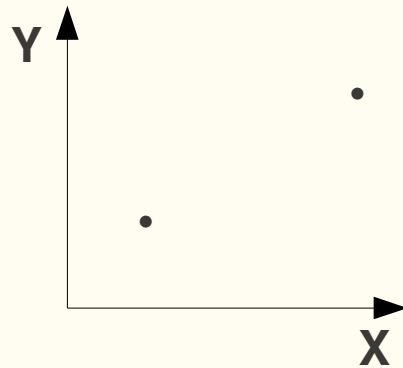
# Mehrdeutigkeiten der Spuren



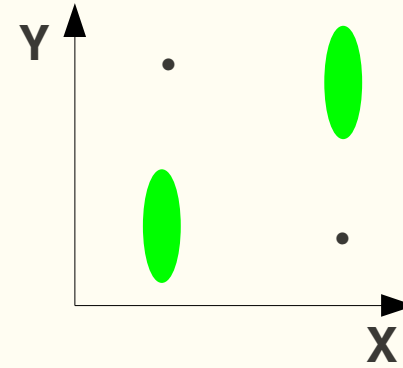
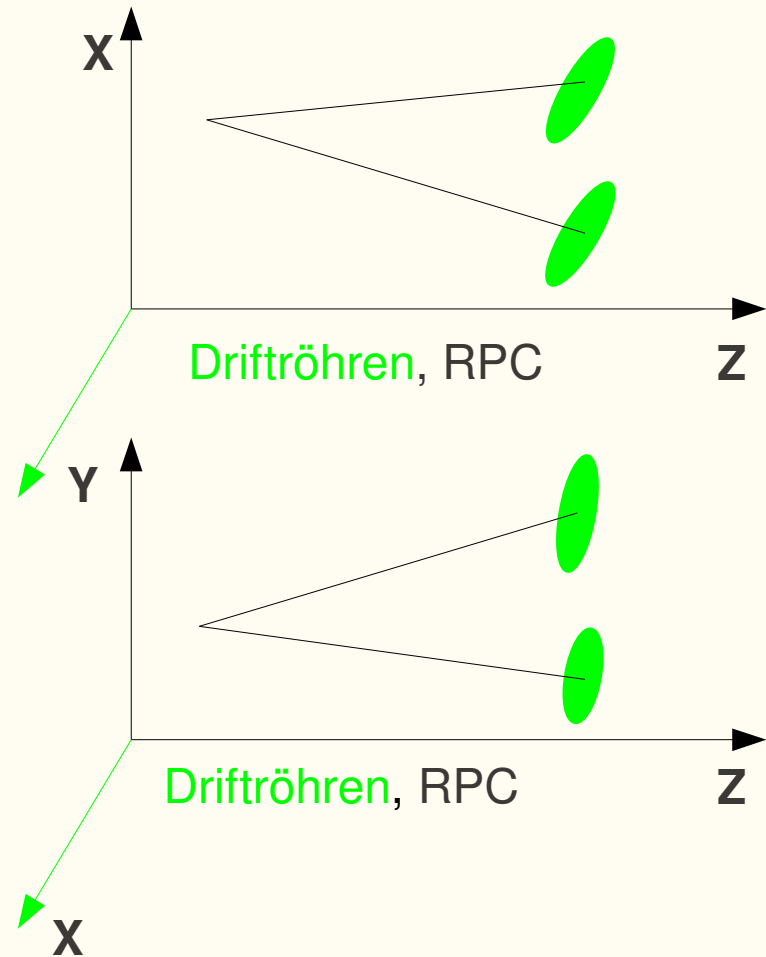
# Mehrdeutigkeiten der Spuren



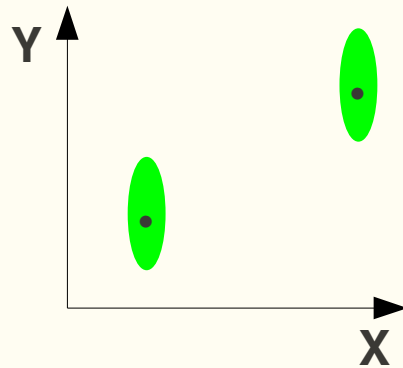
oder



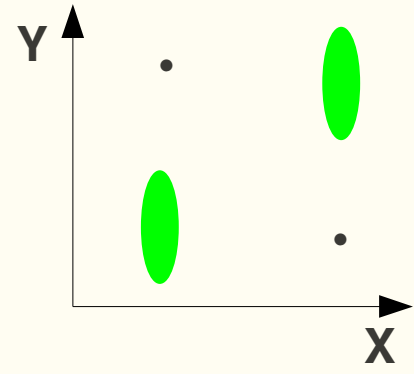
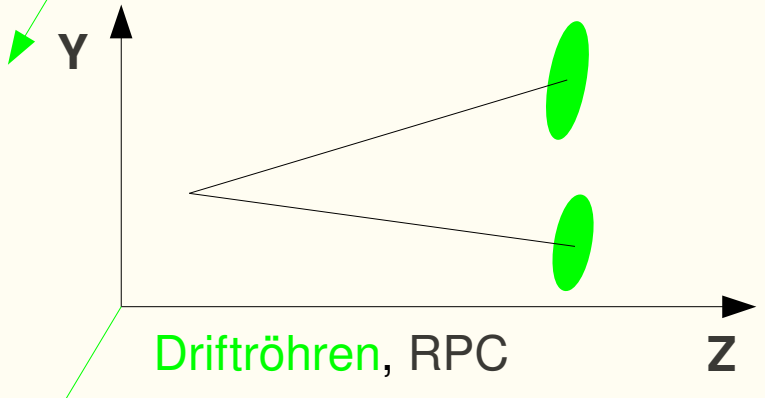
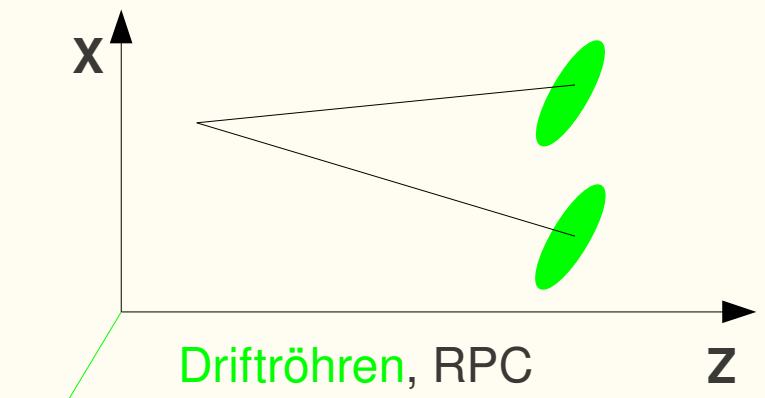
# Mehrdeutigkeiten der Spuren



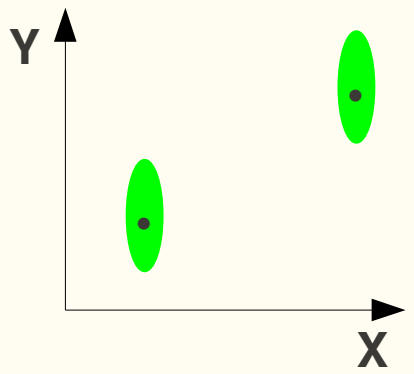
oder



# Mehrdeutigkeiten der Spuren



oder



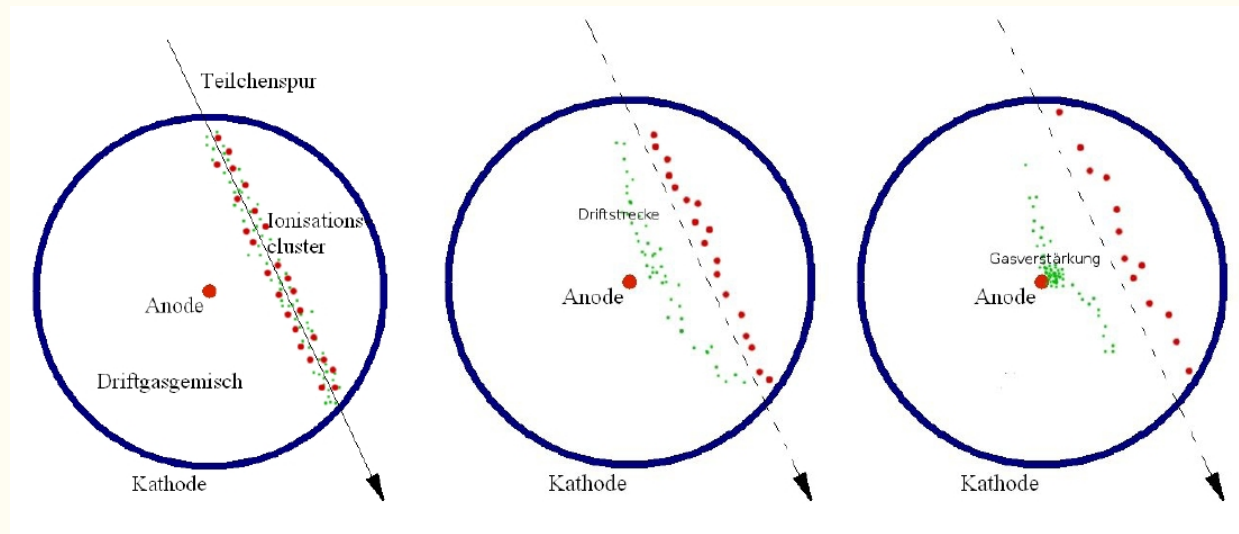
- Hinweis auf richtige Zuordnung der Ebenen bei beidseitiger Auslese



# Driftröhren



- Driftgas wird bei Teilchendurchgang ionisiert
- Bei OPERA 80% Ar und 20% CO<sub>2</sub>
- Druck: 1005 mBar
- Rohrdurchmesser: 28 mm

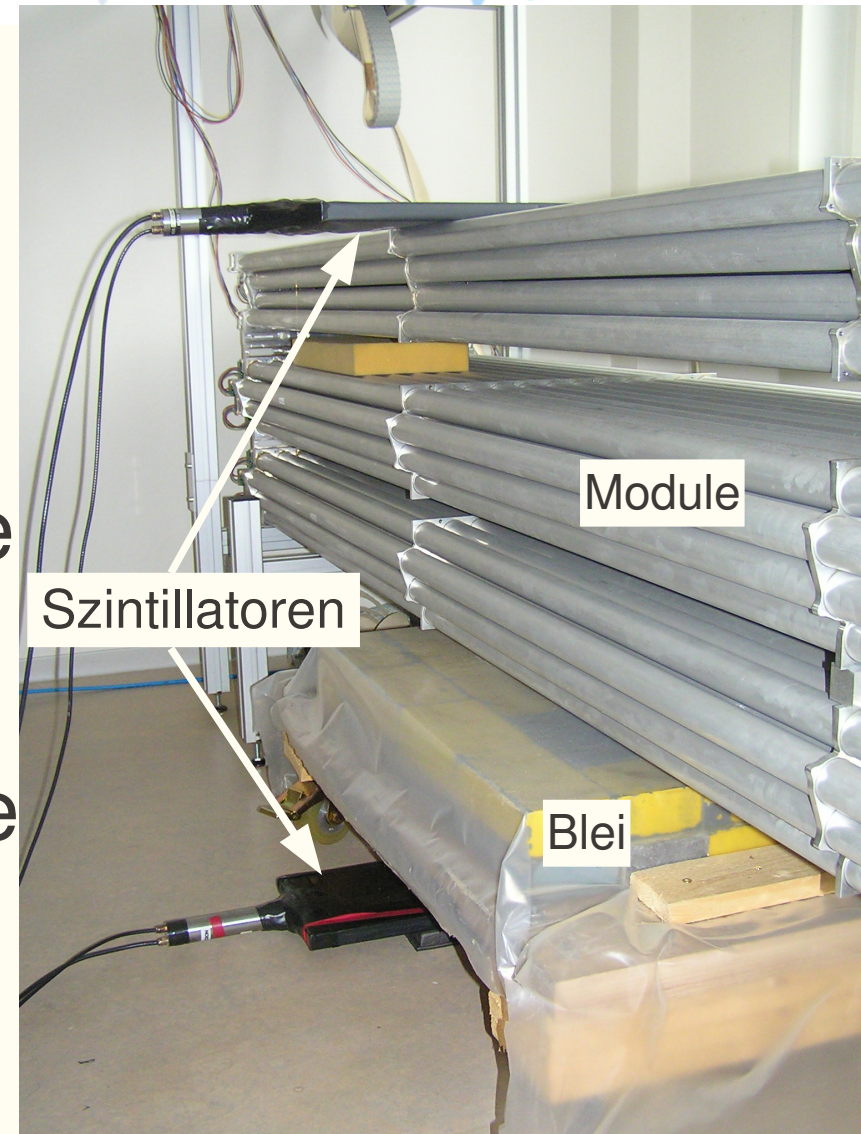


# Der Teststand



# Der Teststand: Triggersystem

- zwei Szintillatoren in Koinzidenz
- 10 cm Blei dazwischen
- => nur minimal ionisierende Teilchen triggern
- Messung entlang der Rohre



# Messprinzip: Ort

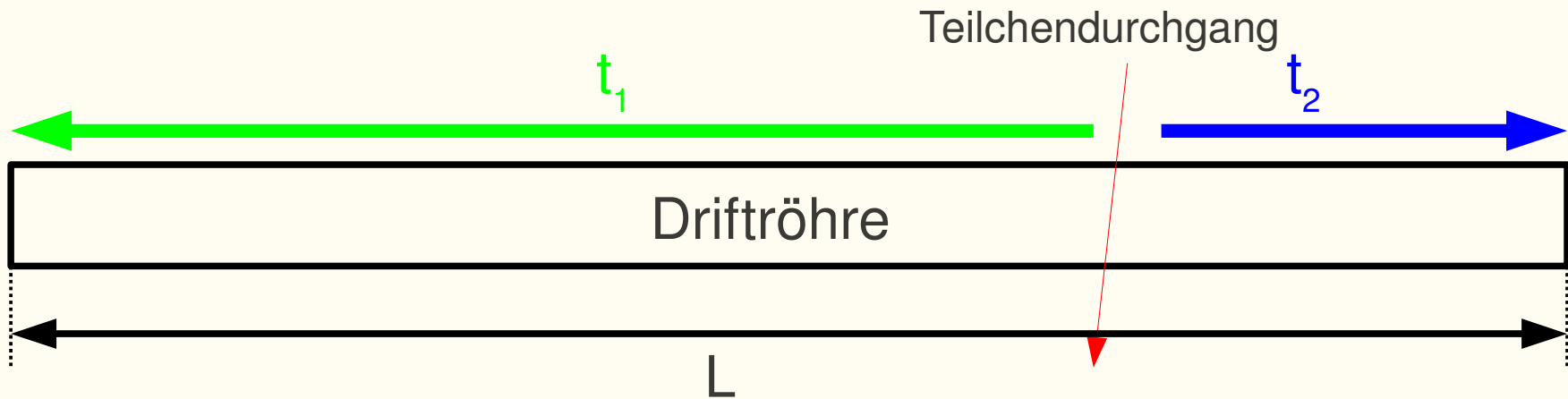


$$\text{Driftzeitdifferenz: } \Delta t = (t_{\text{drift}} + t_1) - (t_{\text{drift}} + t_2) = t_1 - t_2$$

- Teilchendurchgang entlang der Röhren aus Driftzeitdifferenz berechenbar
- Ziel: 3D-Rekonstruktion mit nur einer Röhrenebene



# Messprinzip: Driftzeit



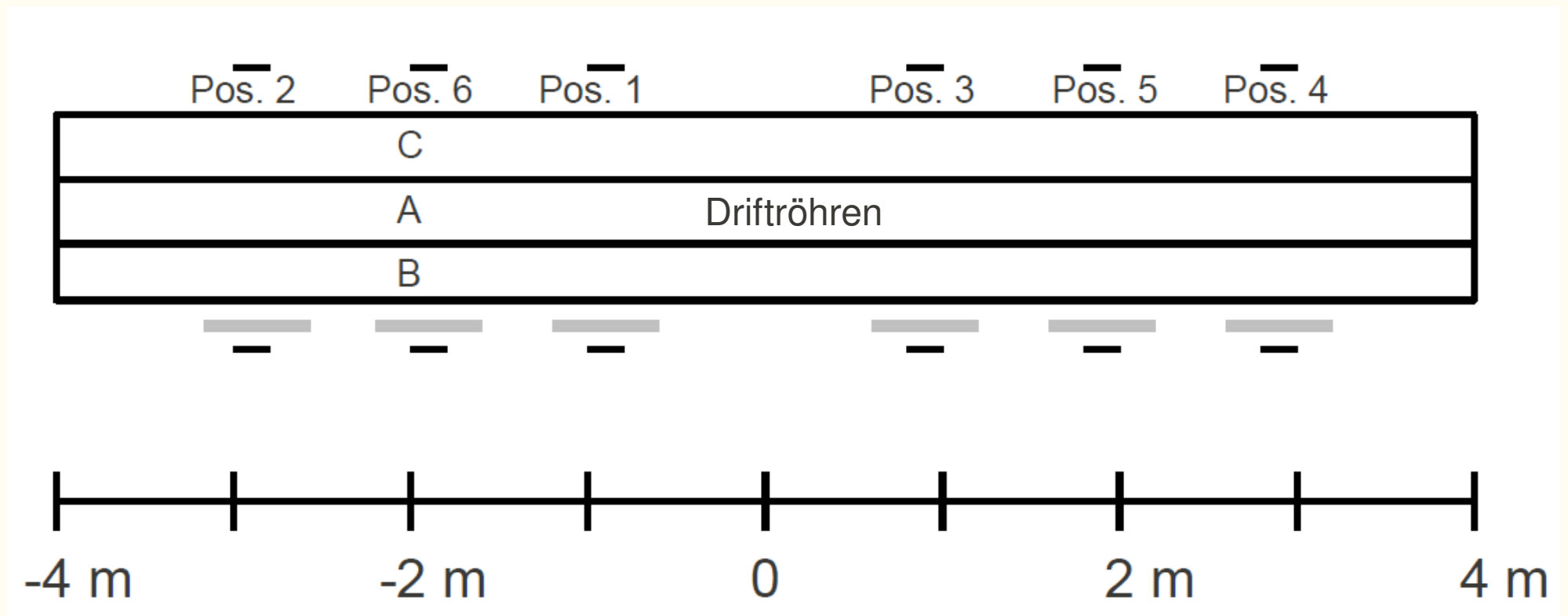
$$t_{1,\text{mess}} = t_1 + t_{\text{drift}} \quad \text{und} \quad t_{2,\text{mess}} = t_2 + t_{\text{drift}}$$

$$t_{1,\text{mess}} + t_{2,\text{mess}} = 2 \cdot t_{\text{drift}} + \underbrace{(t_1 + t_2)}_{\text{konst.}}$$

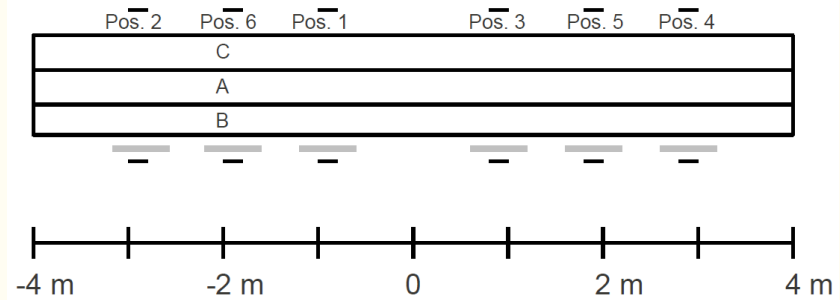
- reine Driftzeit berechenbar

- Bestimmung der optimalen Betriebsparameter
  - Röhrenhochspannung
  - Diskriminator-Schwelle
- Messungen an verschiedenen Positionen
  - Bei optimalen Betriebsparametern (2650 V Röhrenspannung, 70 mV Diskriminatorschwelle)
  - Bei OPERA Betriebsparametern (2450 V Röhrenspannung, 100 mV Diskriminatorschwelle)

# Ergebnisse: Ort

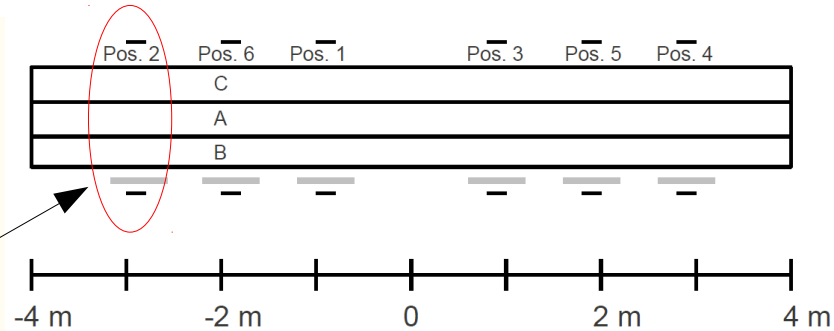


# Ergebnisse: Ort

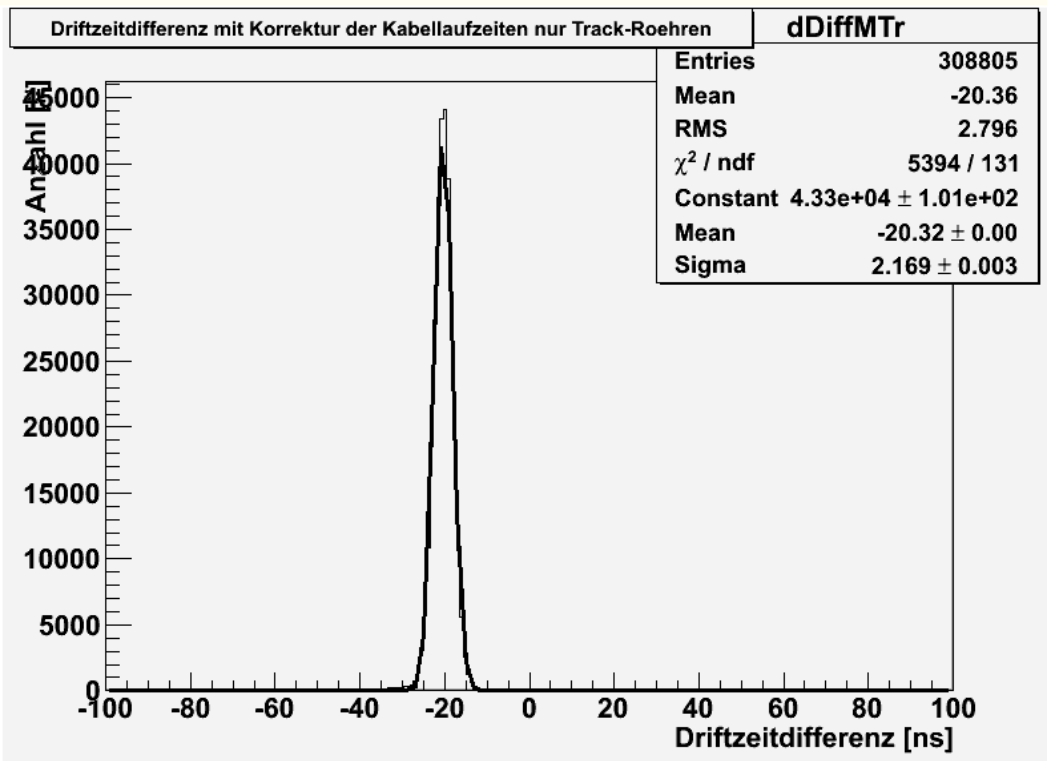


# Ergebnisse: Ort

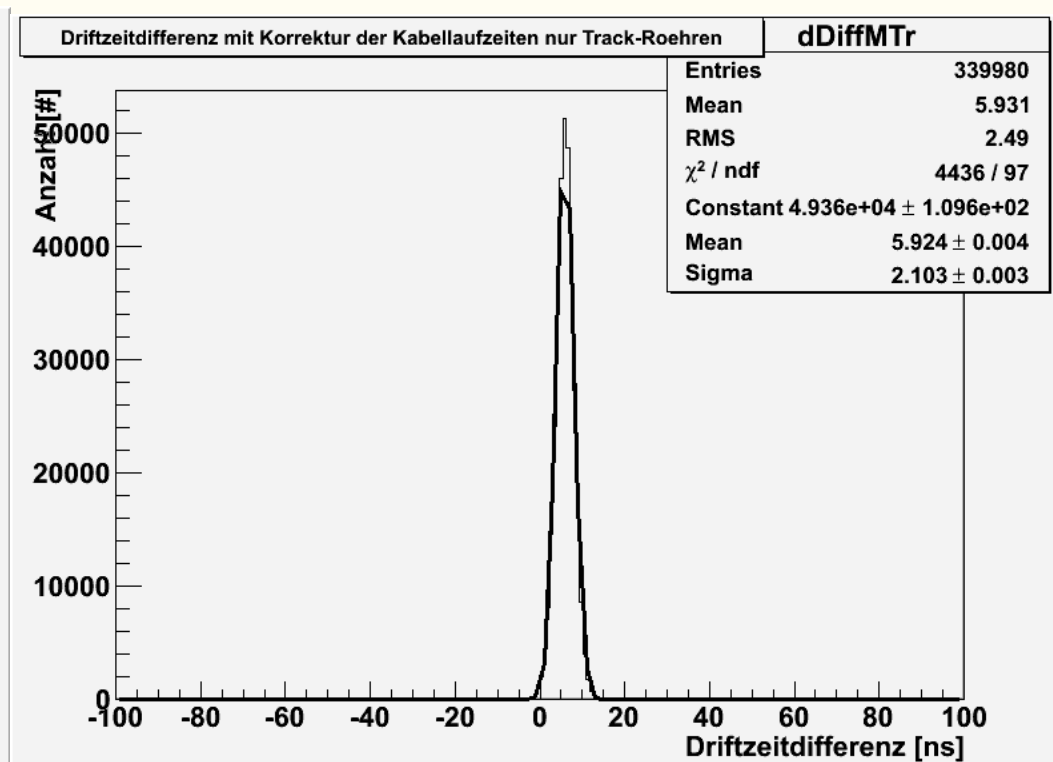
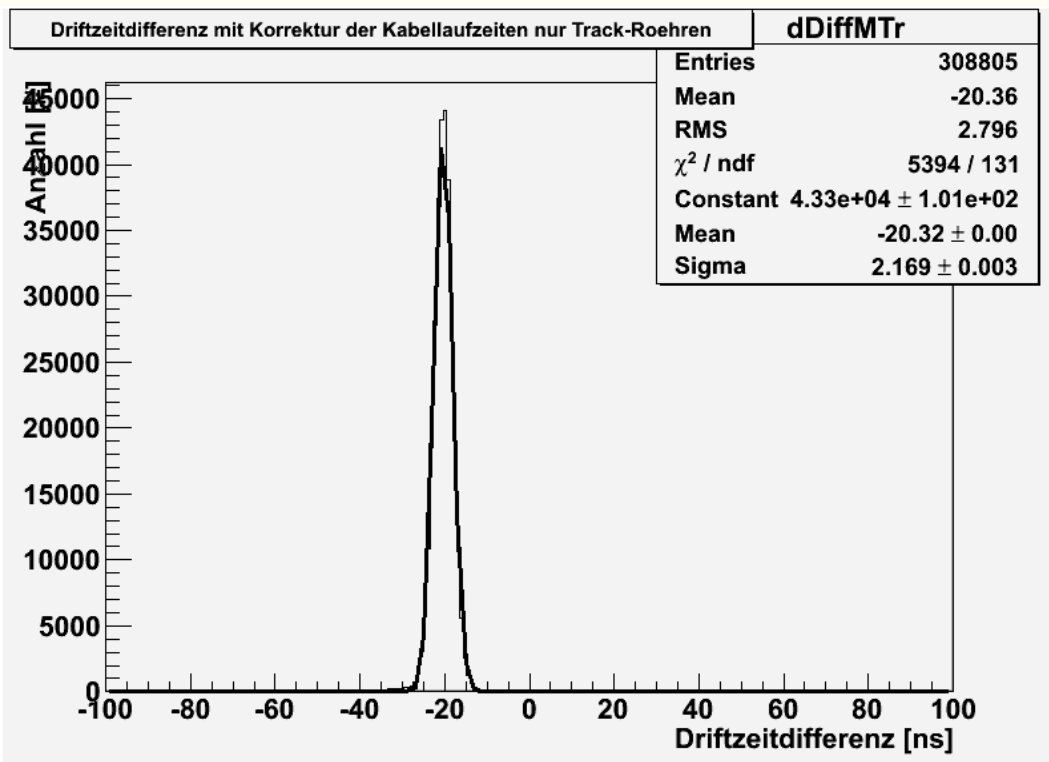
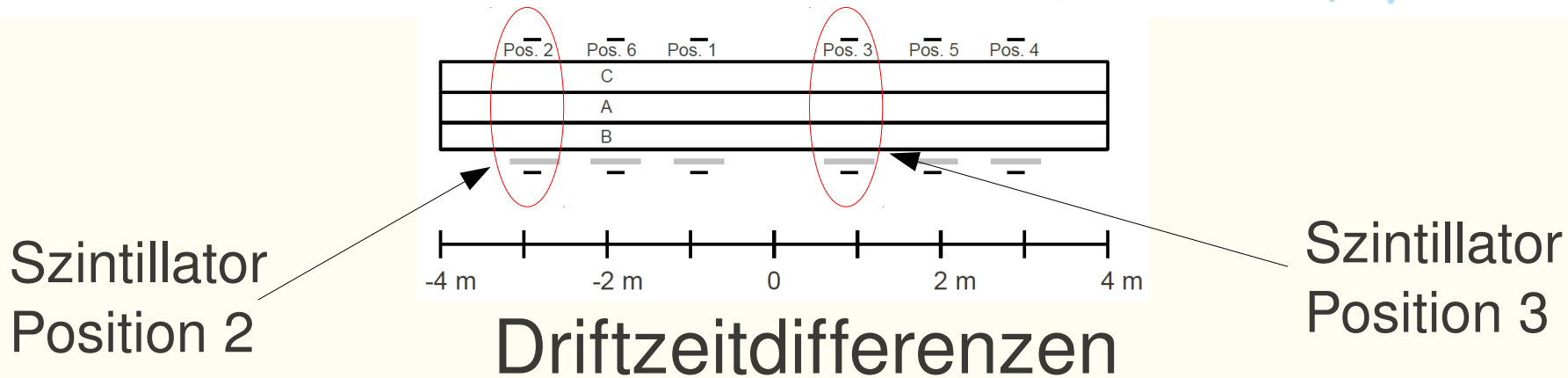
Szintillator  
Position 2



Driftzeitdifferenzen

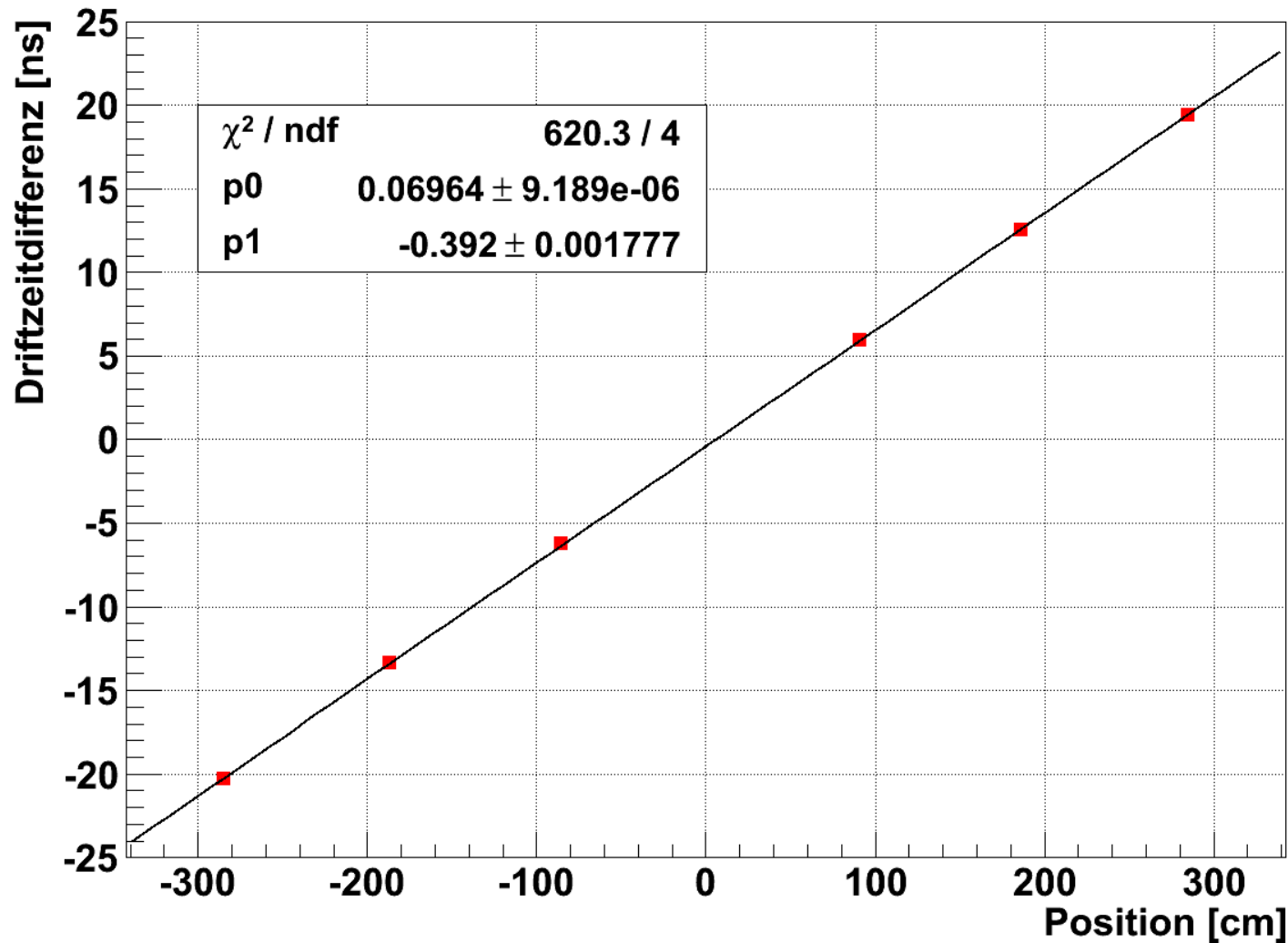


# Ergebnisse: Ort



# Ergebnisse: Ort

Position zu Driftzeitdifferenzen mit Kabel-Korrektur nur Spur-Röhren



$v_{\text{Draht,lr}} : (29 \pm 1) \text{ cm/ns}$

bei 2650 V

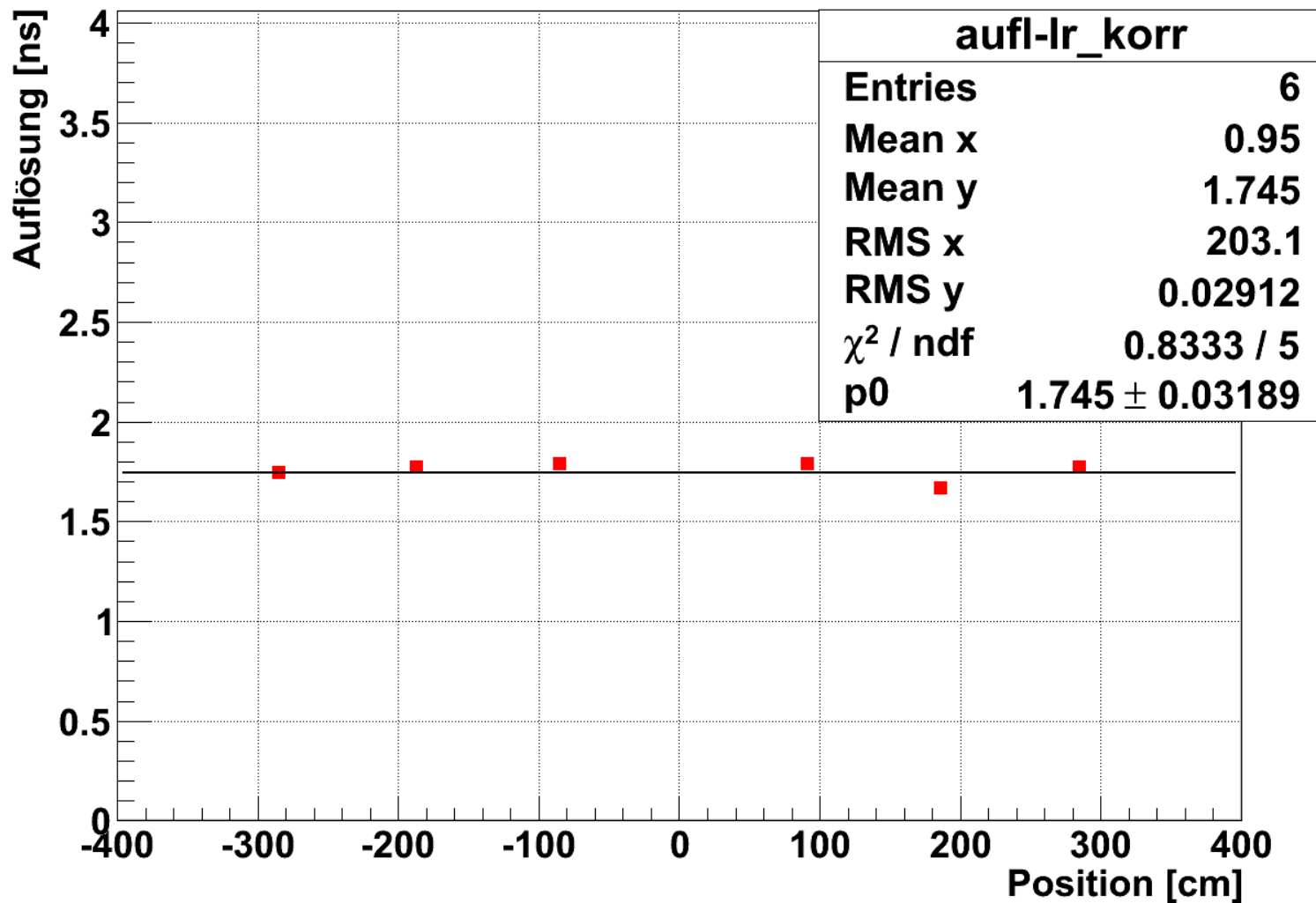
Anodenspannung und  
70 mV

Diskriminatorschwelle

$v_{\text{Draht,mess}} : (29 \pm 1) \text{ cm/ns}$

# Ergebnisse: Ort

Position zu Driftzeitdifferenzen mit Kabel-Korrektur nur Spur-Röhren

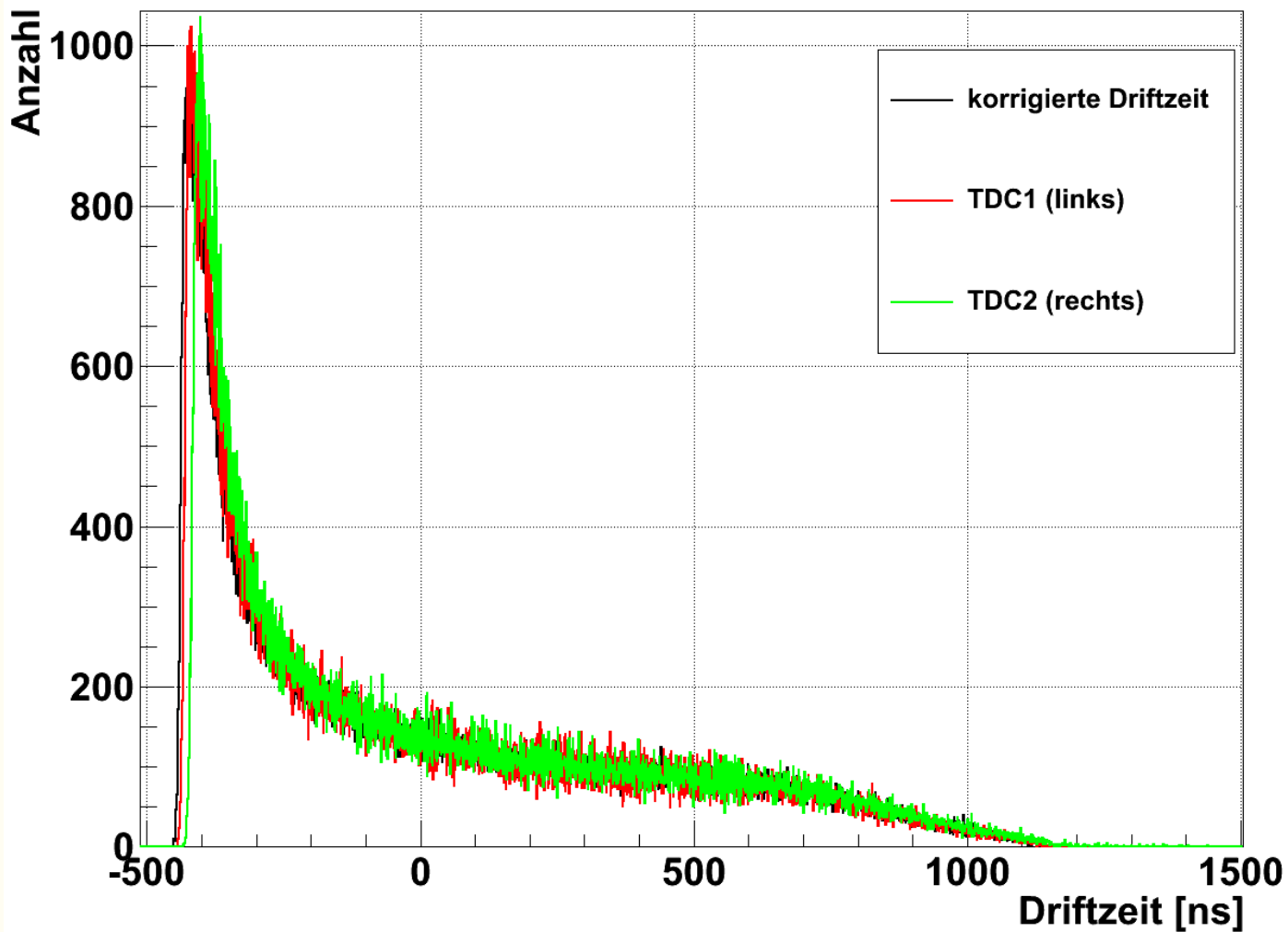


Ortsauflösung:  
ca. 50 cm



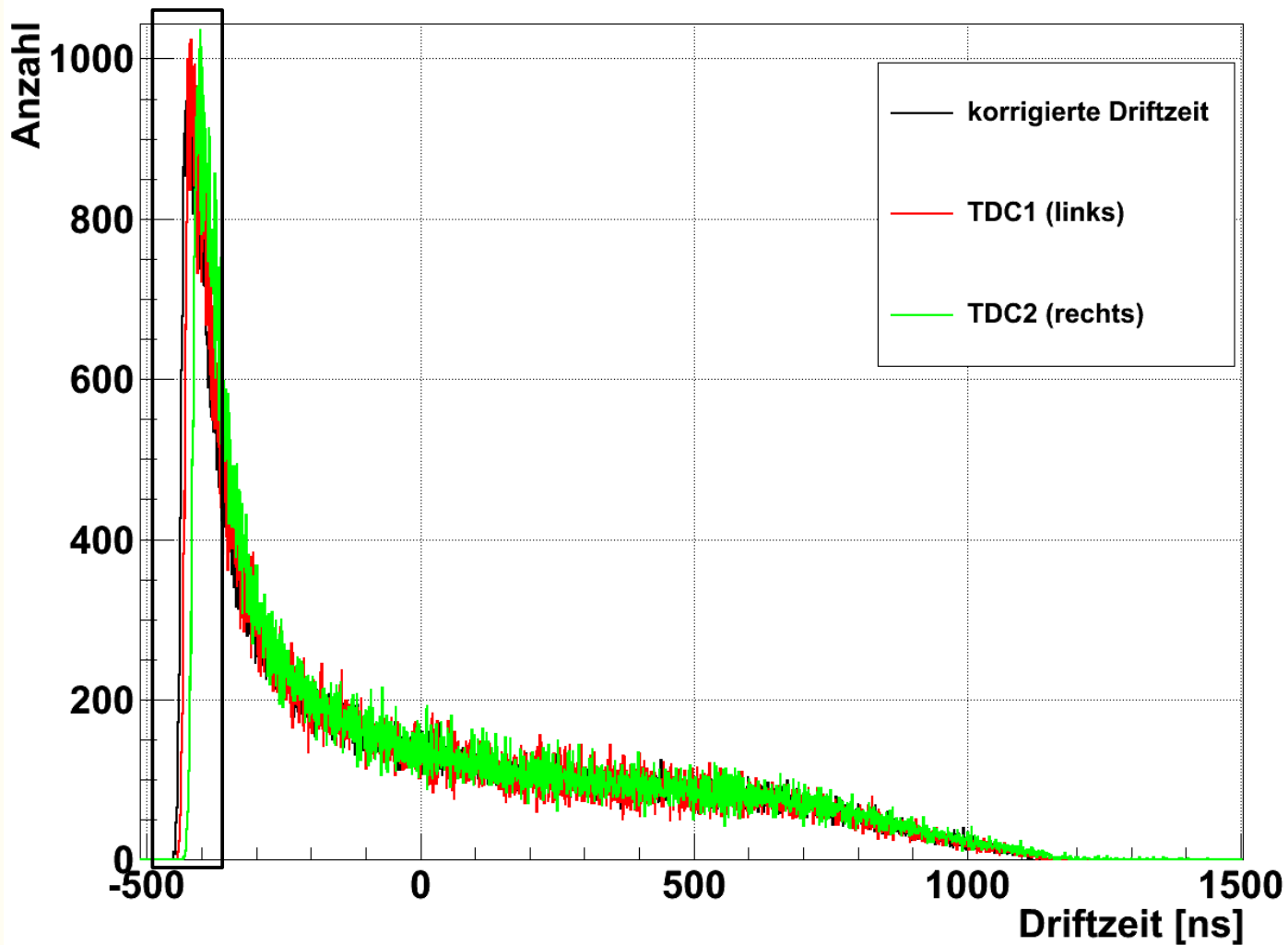
# Ergebnisse: Driftzeit

Driftzeitspektrum mit Korrektur der Kabellaufzeiten nur Spur-Röhren

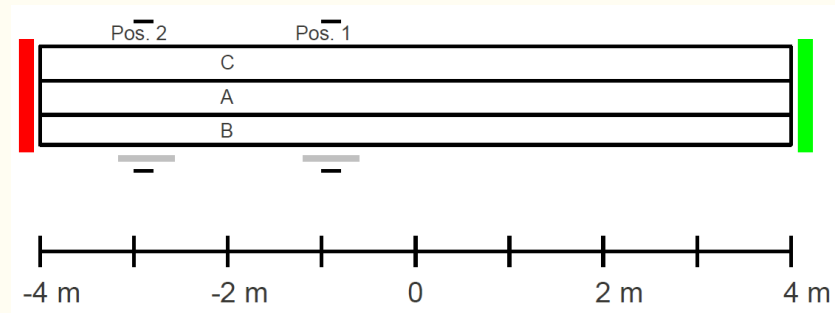


# Ergebnisse: Driftzeit

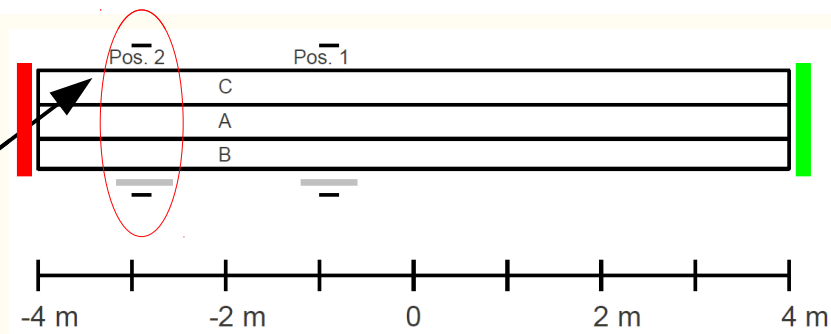
Driftzeitspektrum mit Korrektur der Kabellaufzeiten nur Spur-Röhren



# Ergebnisse: Driftzeit

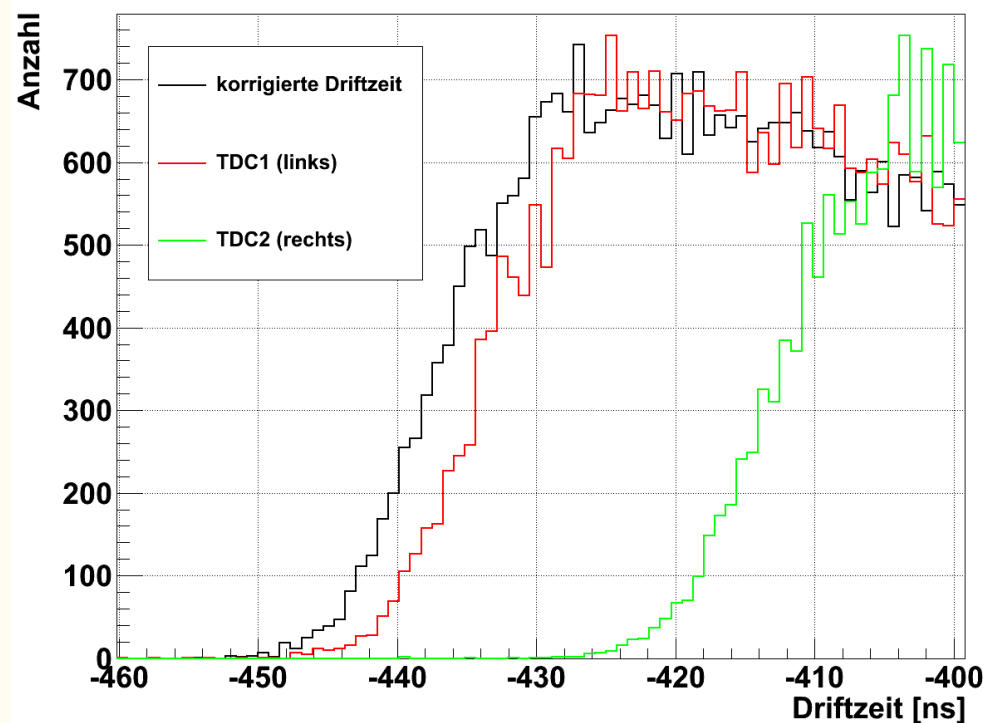


# Ergebnisse: Driftzeit

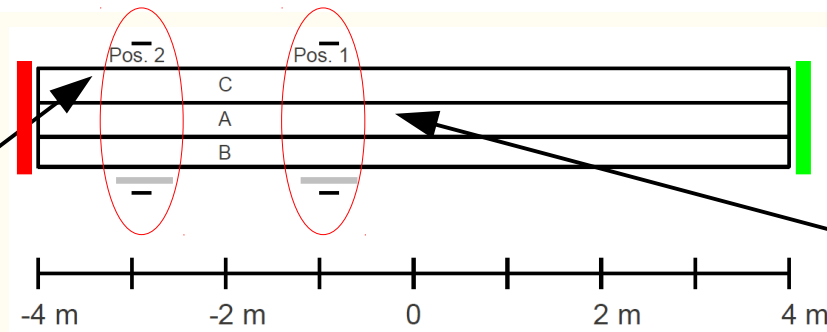


Position 2 (-285,0 cm)

Driftzeitspektrum mit Korrektur der Kabellaufzeiten nur Spur-Röhren



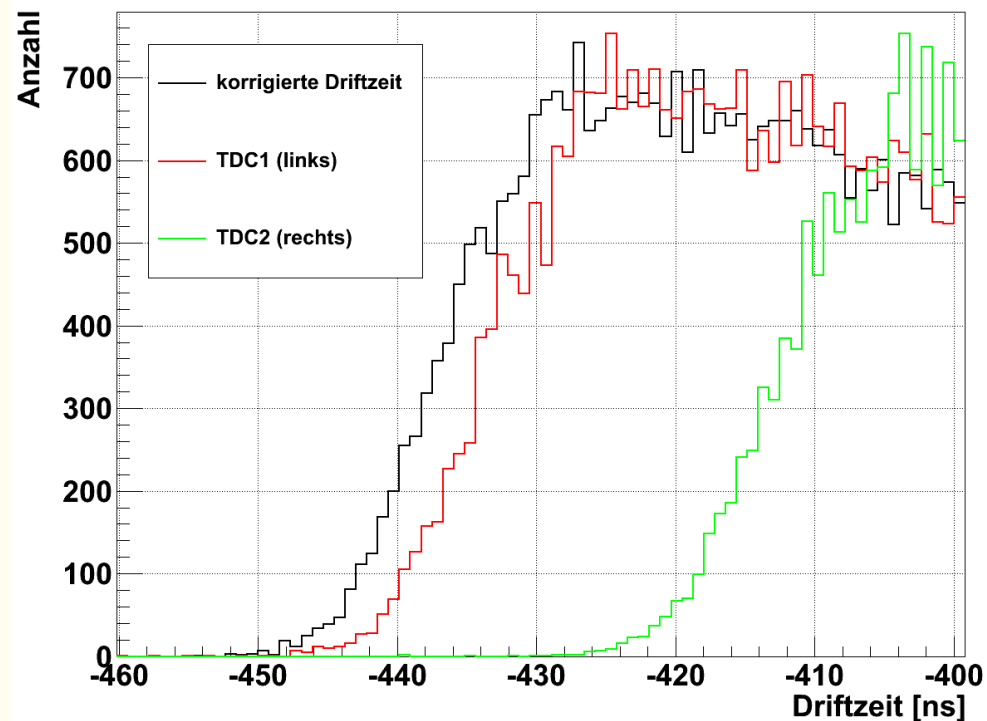
# Ergebnisse: Driftzeit



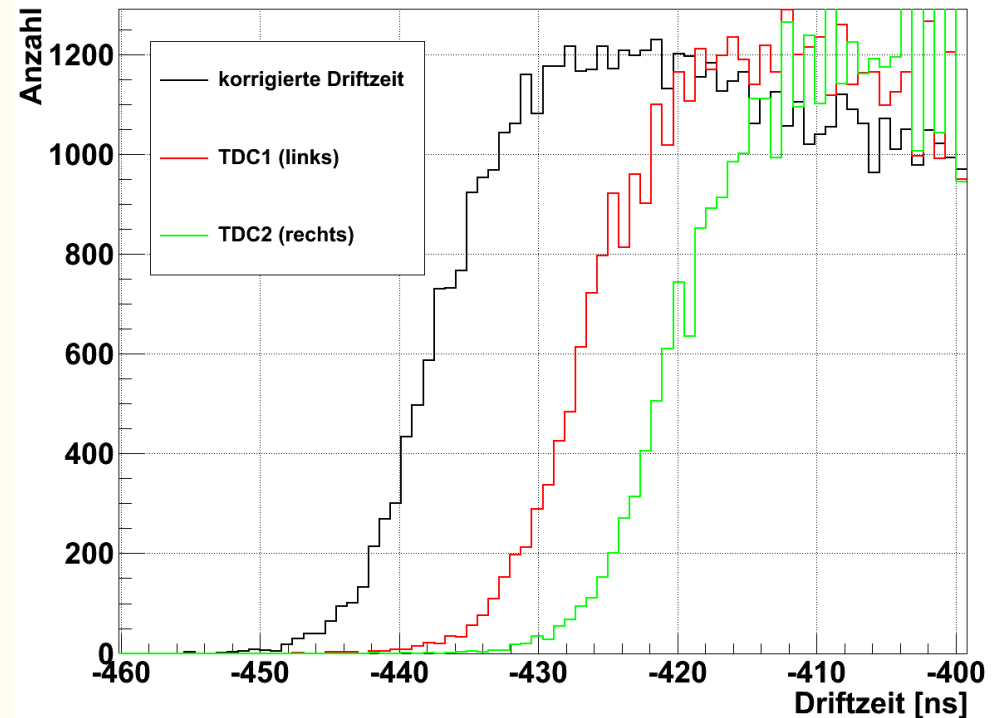
Position 2 (-285,0 cm)

Position 1 (-84,8 cm)

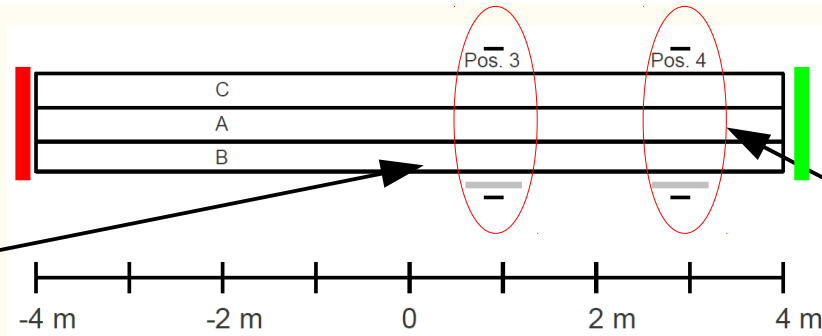
Driftzeitspektrum mit Korrektur der Kabellaufzeiten nur Spur-Röhren



Driftzeitspektrum mit Korrektur der Kabellaufzeiten nur Spur-Röhren

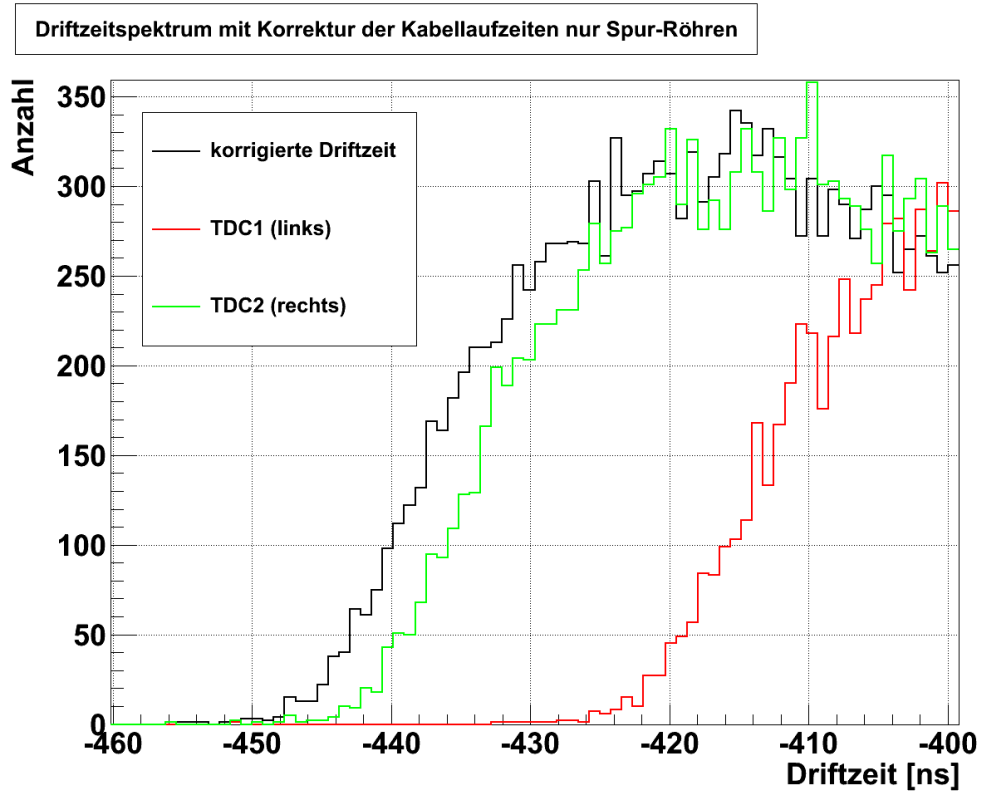
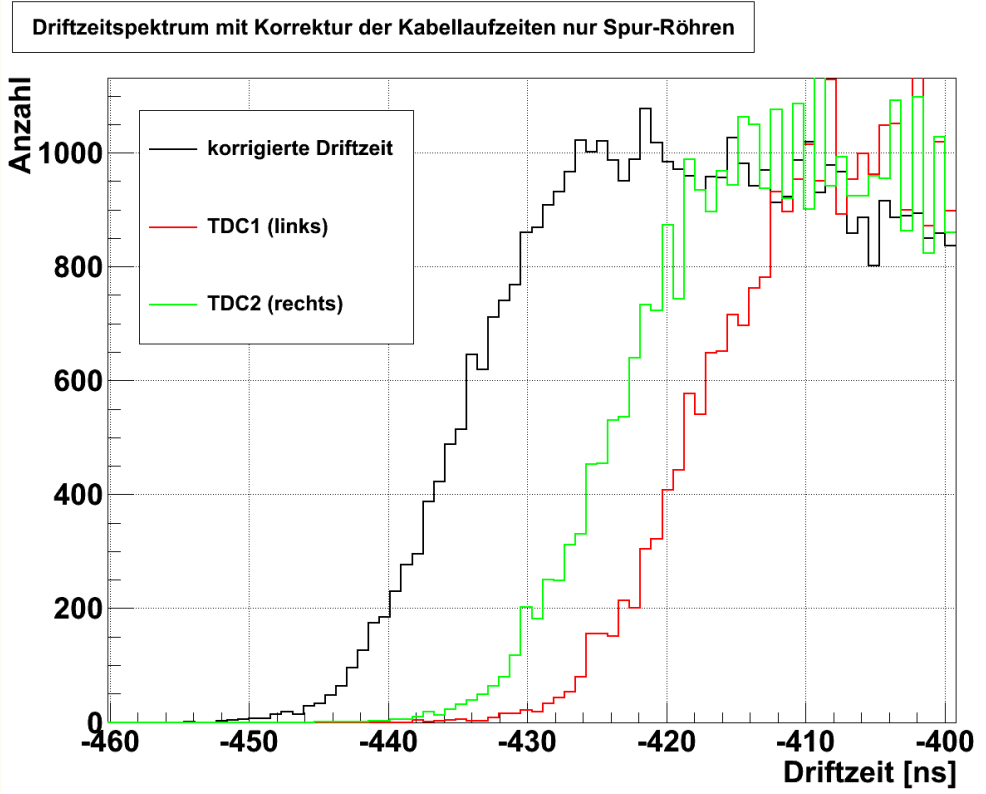


# Ergebnisse: Driftzeit



Position 3 (90,9 cm)

Position 4 (284,8 cm)



# Zusammenfassung

- Beidseitige Auslese liefert Korrekturen für Spurrekonstruktion
- Ort entlang der Rohre und reine Driftzeit allein aus Driftröhreninformation
- Ortsauflösung entlang der Rohre ca. 50 cm
- Auflösung reicht um Mehrdeutigkeiten in der Spurrekonstruktion aufzulösen