

Kosmogener Untergrund beim Double Chooz Experiment

DPG Frühjahrstagung

Göttingen 2012

Mikko Meyer

Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg



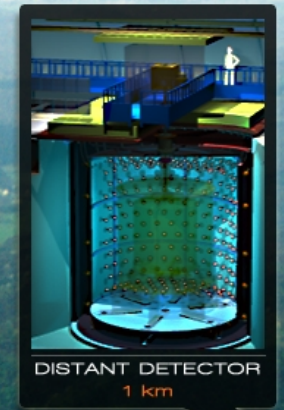
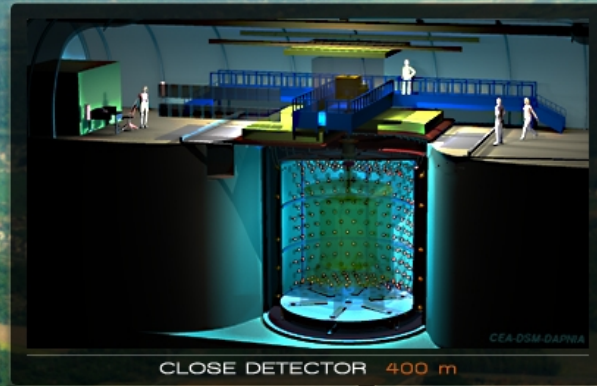
Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



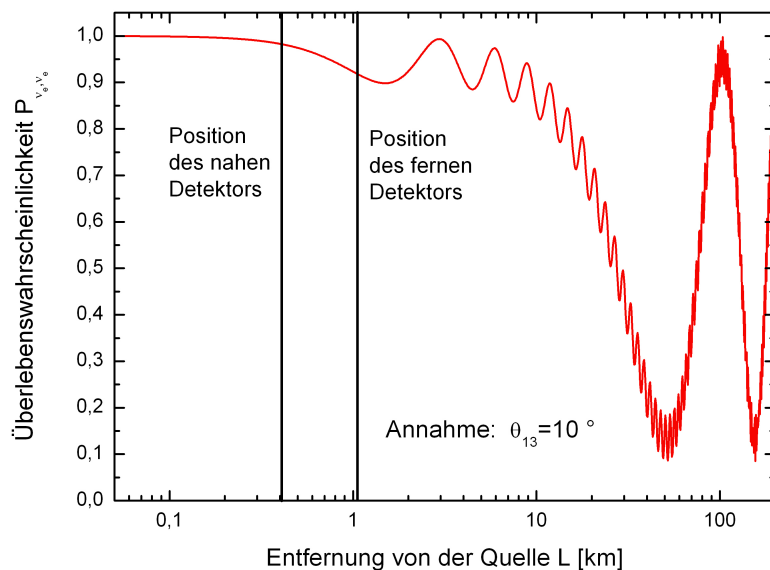
Gliederung

- Überblick
- Detektor-Aufbau
- Anti-Neutrino-Selektion
- Kosmogener Untergrund
 - Schnelle Neutronen und Stoppende Myonen
 - ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ – Untergrund
- Zusammenfassung

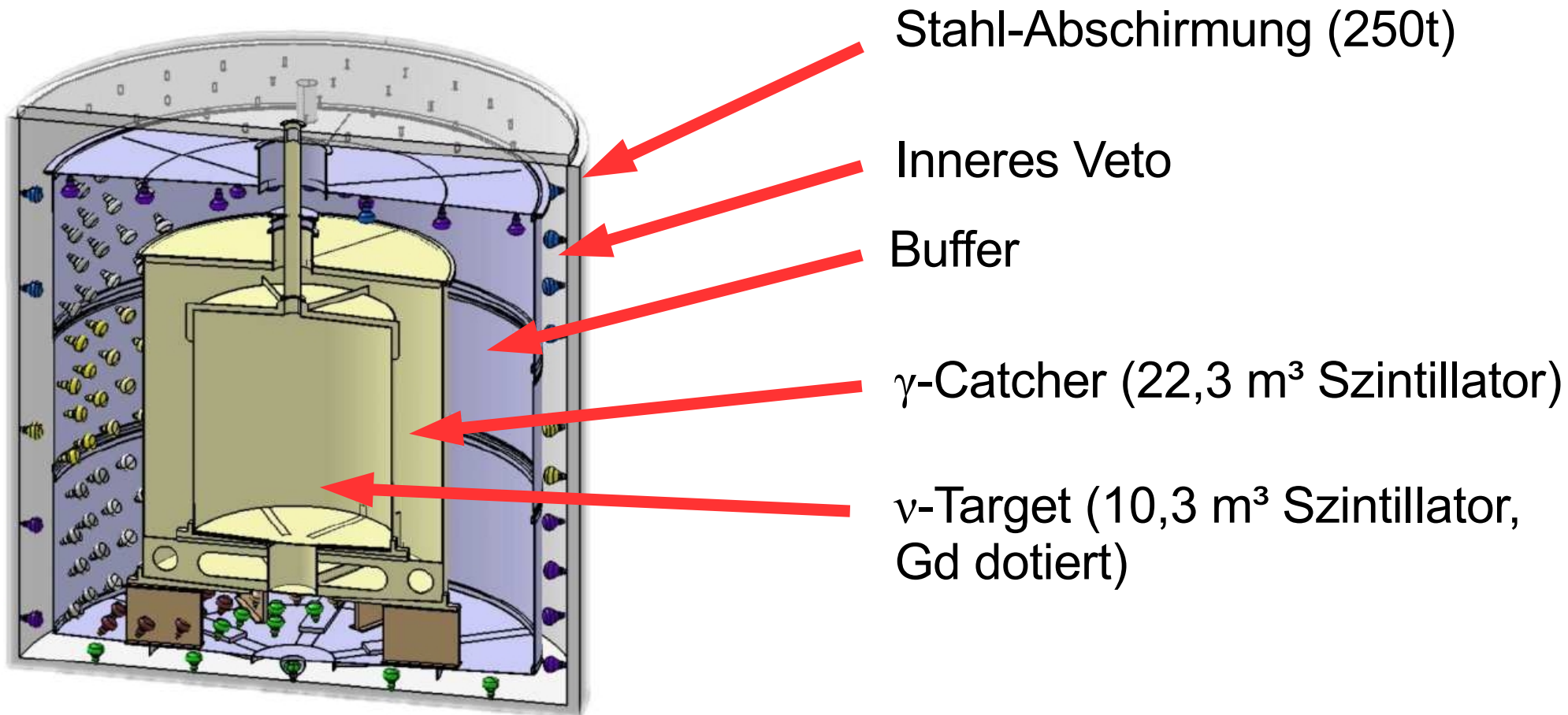


Idee des Double Chooz Experimentes

- Basiert auf der Oszillation von $\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_X$
- Überlebenswahrscheinlichkeit: $P(\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_e) \approx 1 - \sin^2(2\theta_{13})\sin^2(\Delta m_{32}^2 L / (4E))$
- Vorteile für diese Messung von θ_{13} :
 - Short baseline \rightarrow MSW-Effekt vernachlässigbar
 - Die Abhängigkeit von Δm_{21}^2 ist sehr schwach: $O(\Delta m_{21}^2 / \Delta m_{32}^2)$
 - Disappearance Experiment \rightarrow keine Abhängigkeit vom Wert der δ -CP Phase



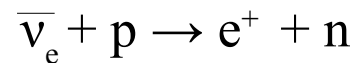
Detektor-Aufbau



F. Ardellier et al. : Double Chooz: A Search for the Neutrino Mixing Angle θ_{13}
[arXiv:hep-ex/0606025v4] (2006)

Anti-Neutrino-Selektion

- Nachweis über den inversen β -Zerfall:



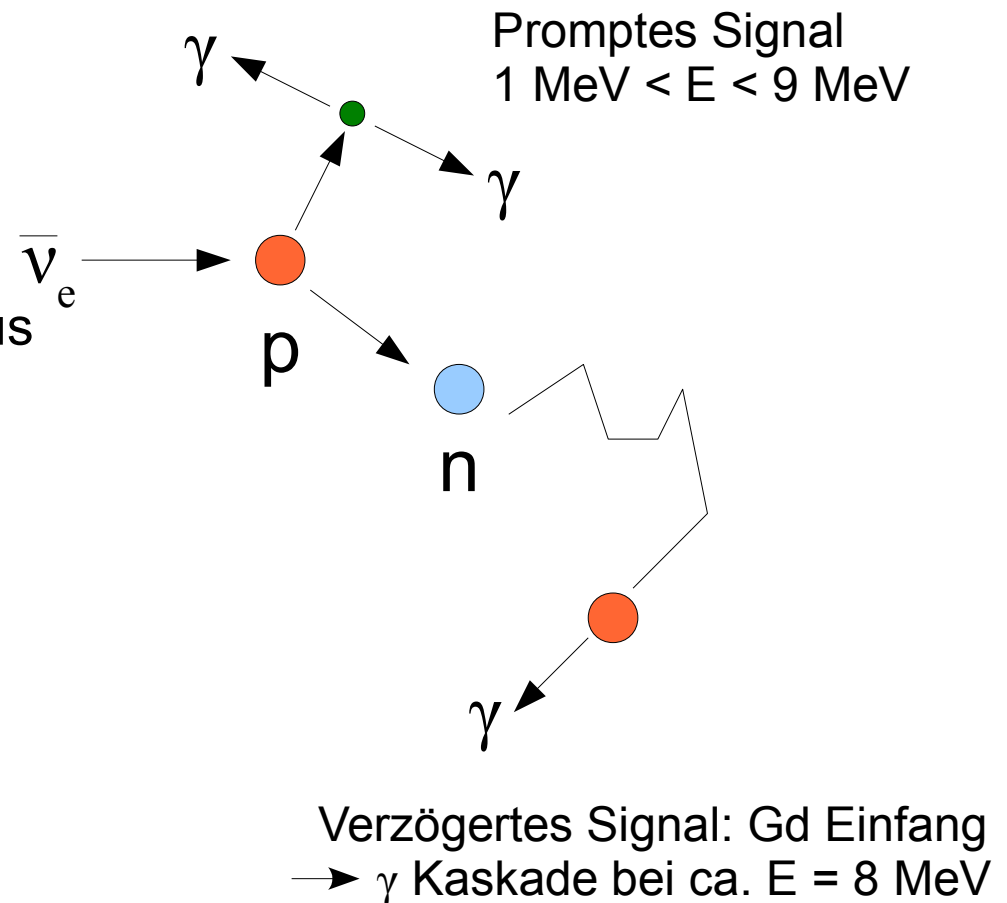
Selektionskriterien:

- Zeitliche Koinzidenz: $2\mu\text{s} < \Delta T < 100\mu\text{s}$
- Kein Myon seit 1 ms
- Keine Aktivität im Inneren Veto
- Kein Glowing
- Energiebereiche:

Prompt: $0,7 \text{ MeV} < E < 12 \text{ MeV}$

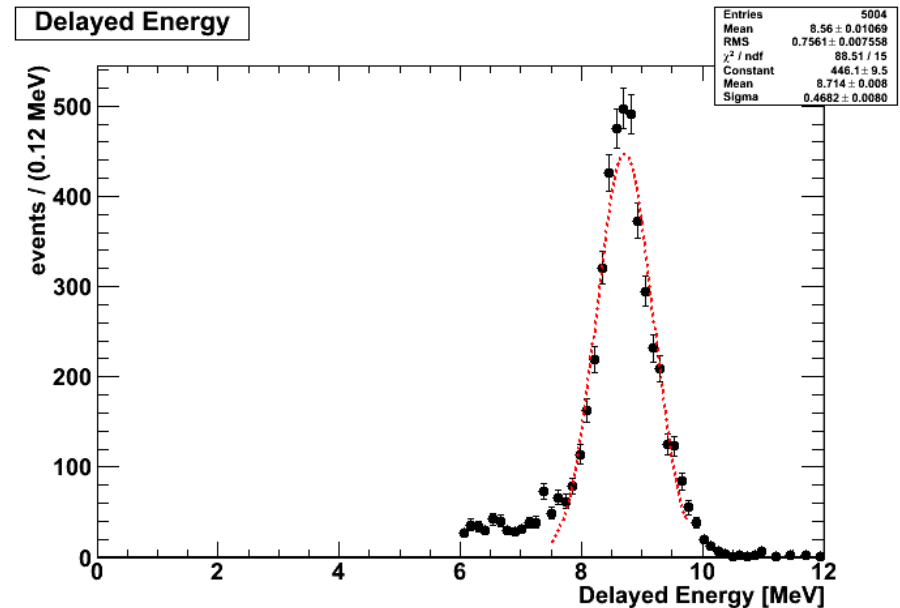
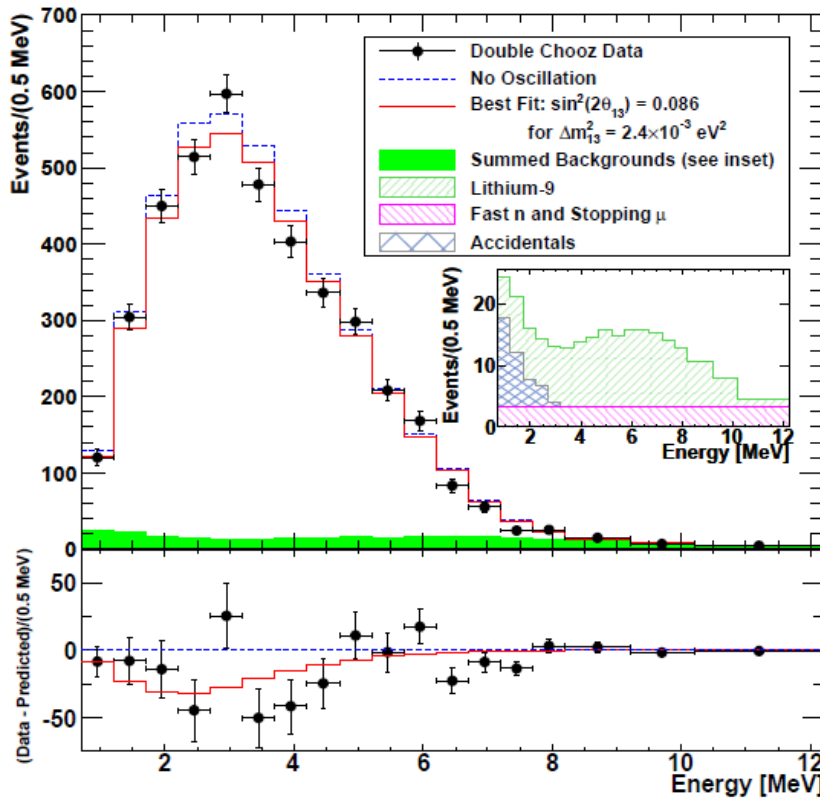
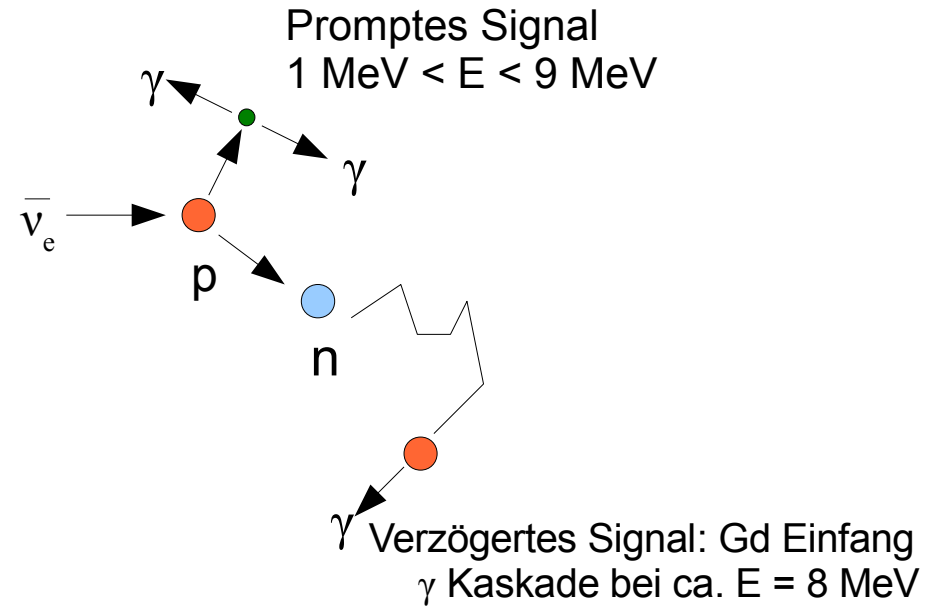
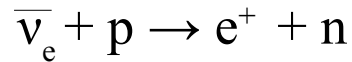
Verzögert: $6 \text{ MeV} < E < 12 \text{ MeV}$

- Multiplizitätscut



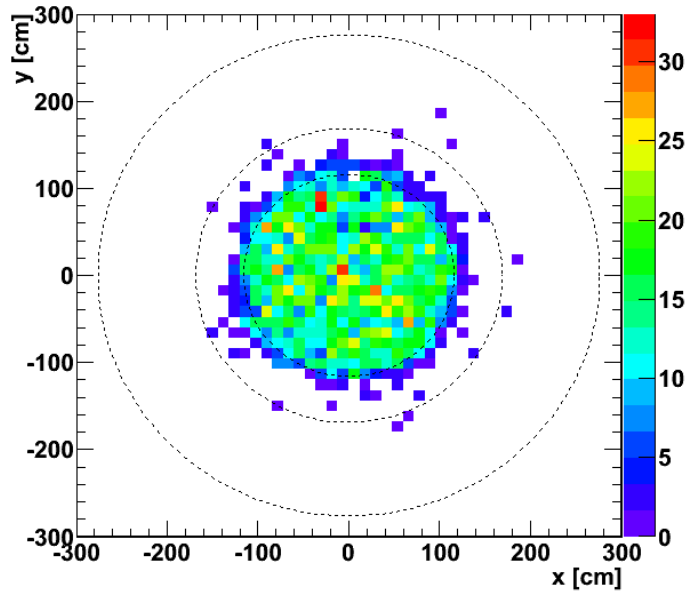
Anti-Neutrino-Selektion

- Nachweis über den inversen β -Zerfall:

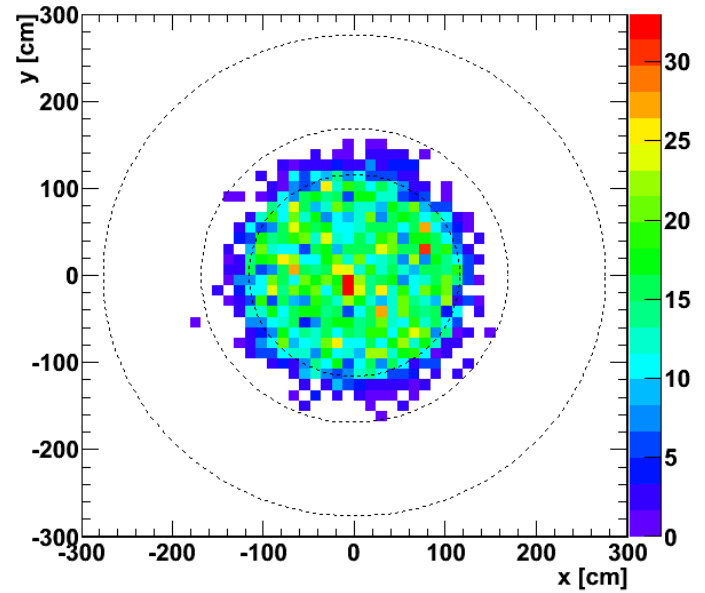


Vertizes der Neutrino-kandidaten

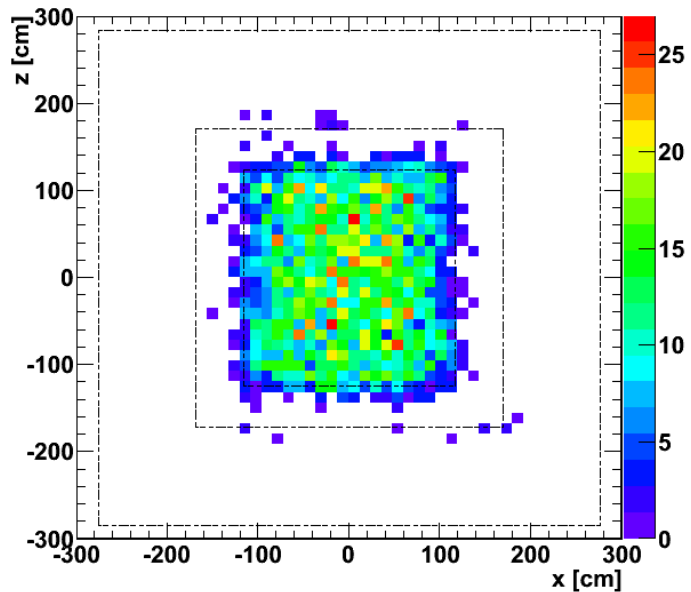
xy-Position (prompt signal)



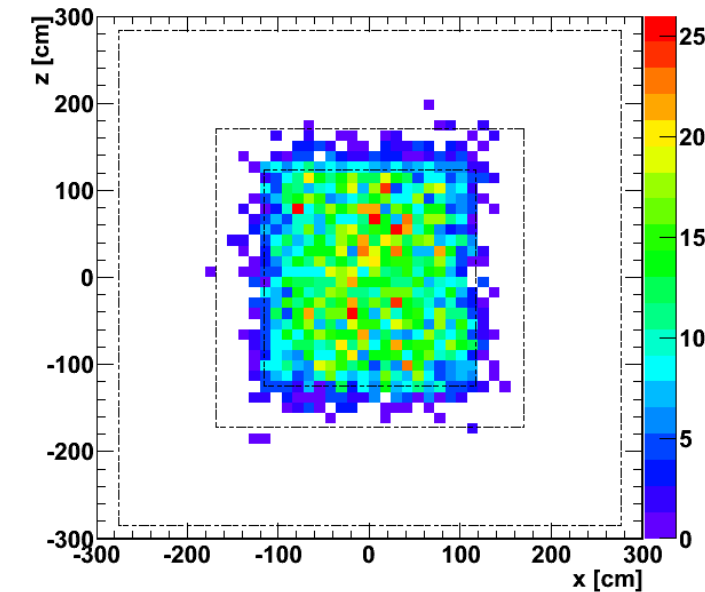
xy-Position (delayed signal)



xz-Position (prompt signal)



xz-Position (delayed signal)



Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

- Zwei Arten von Untergrund

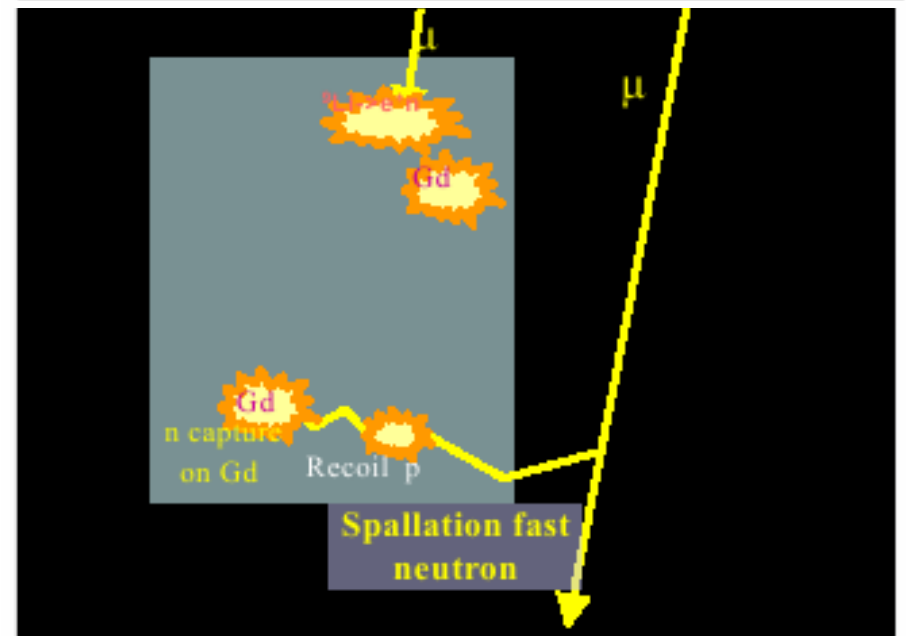
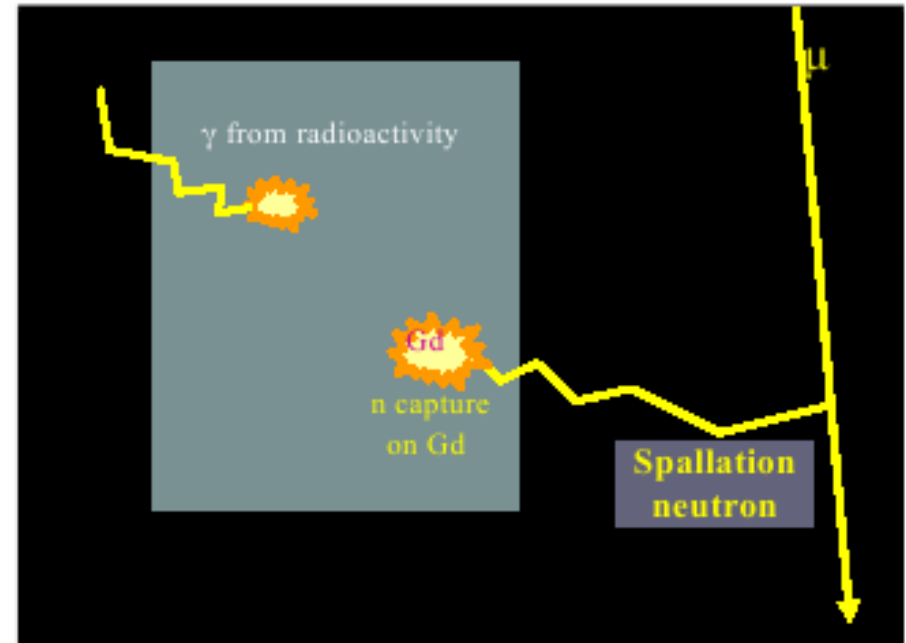
→ Zufälliger Untergrund und

→ **Korrelierter Untergrund**

- Schnelle Neutronen

- Stoppende Myonen: $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$
 $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$

- β -n zerfallende Isotope (^9Li , ^8He)

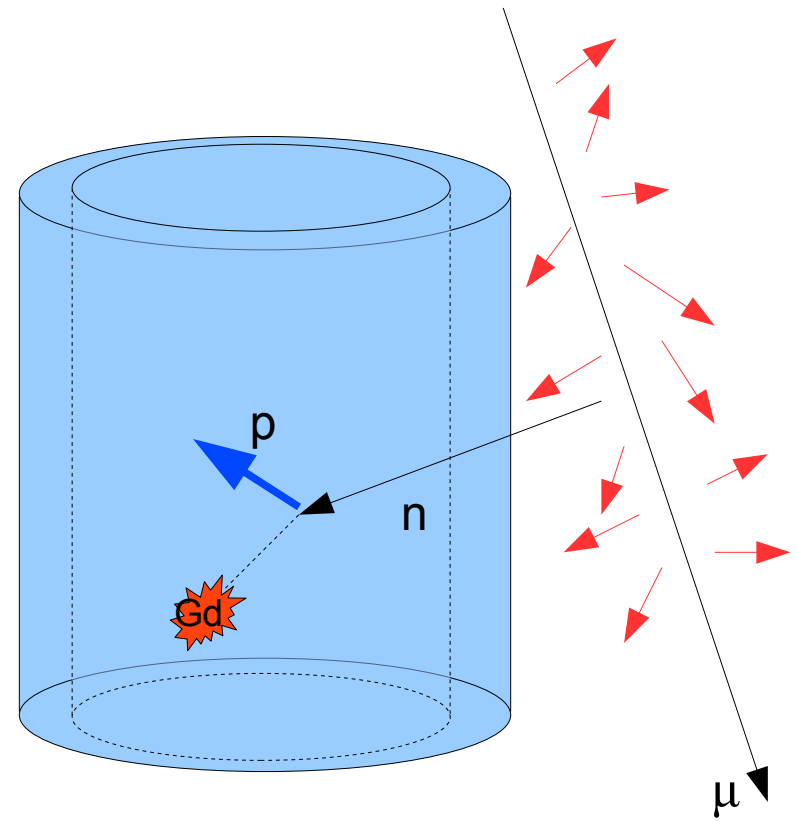


H. De Kerret: First Results from the Double Chooz Experiment
- Talk, LowNu, Seoul (2011)

Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

Schnelle Neutronen - Stoppende Myonen - ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ Untergrund

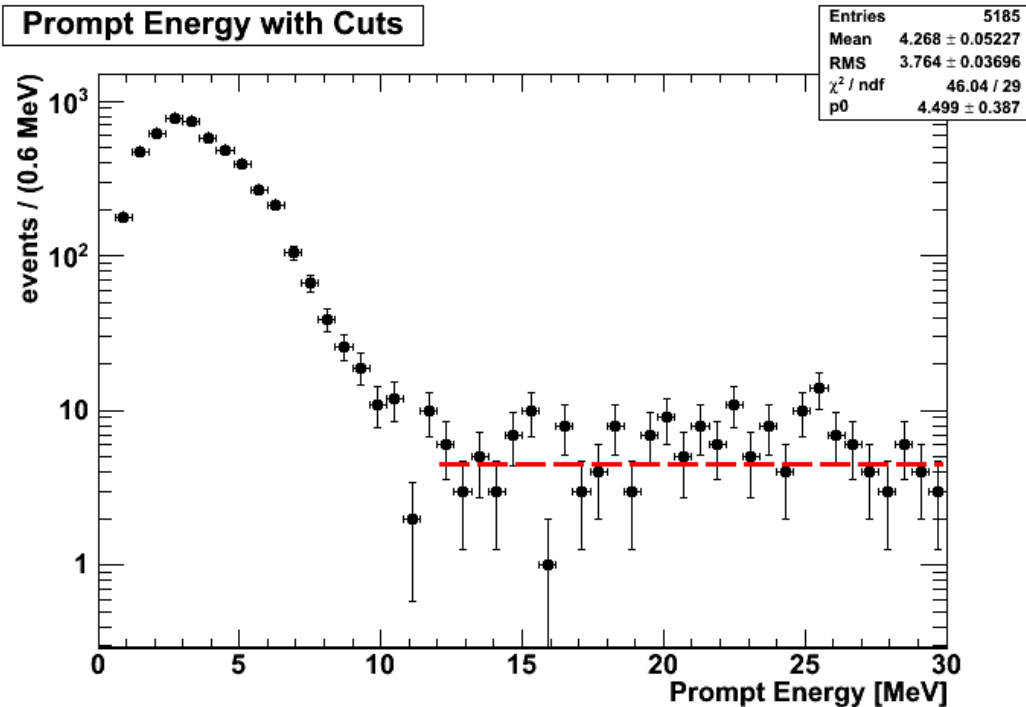
- Entstehung durch Spallation von Myonen in der Umgebung (Fels) des Detektors
- Problem: Das Myon durchquert nicht den Detektor (kein Veto möglich)
- Schnelle Neutronen können Neutrino-induziertes Signal imitieren:
 - Promptes Signal: Proton-Rückstoß
 - Verzögertes Signal: Einfang des thermalisierten Neutrons an Gd
- Analyse-Methode: Modifikation des Energiefensters für das prompte Signal ($E_p > 12\text{MeV}$)



Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

Schnelle Neutronen - Stoppende Myonen - ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ Untergrund

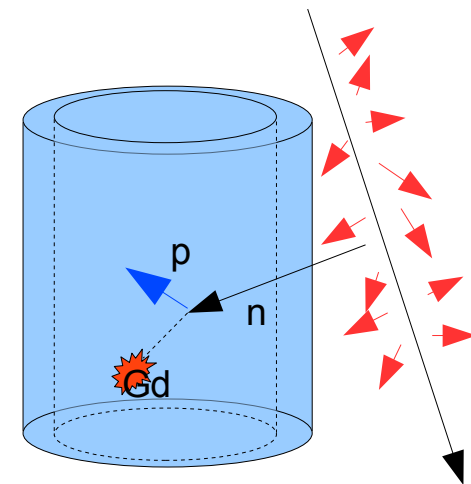
- Analyse-Methode: Modifikation des Energiefensters für das prompt Signal ($E_p > 12\text{MeV}$)



- Analyse basiert auf Extrapolation mit der **Annahme**:

Untergrund bei hohen Energien
 \approx Untergrund bei niedriger Energie

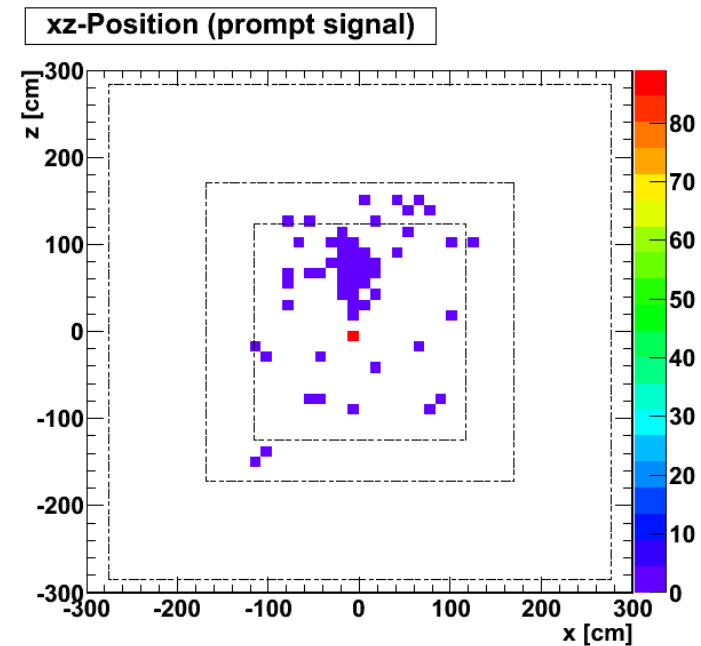
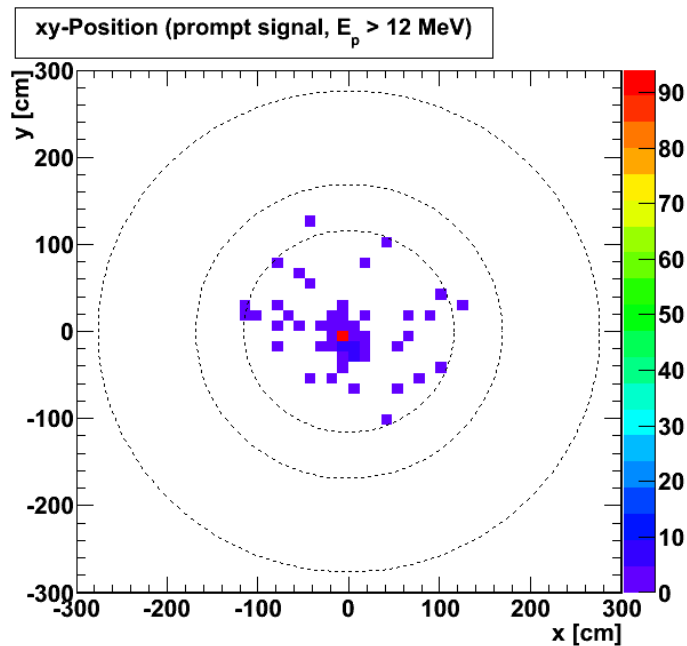
Rate: $(0,93 \pm 0,36) \text{ d}^{-1}$



Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

Schnelle Neutronen - **Stoppende Myonen** - ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ Untergrund

- Betrachtung der Vertizes aller Ereignisse mit $E_p > 12$ MeV

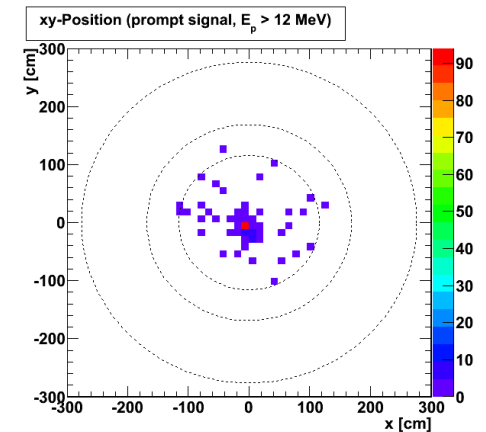
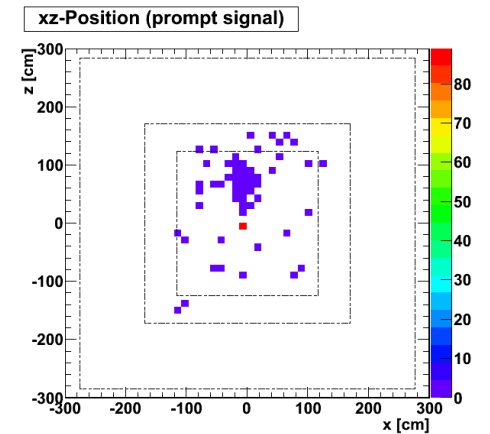
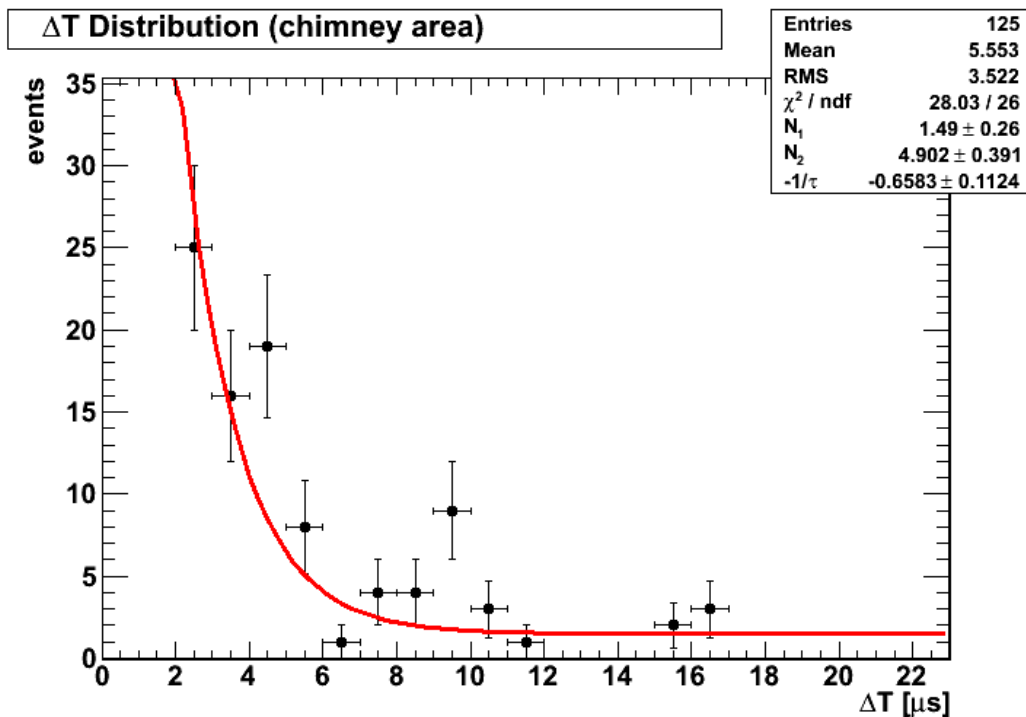


- Evidente Ansammlung von Teilchen im Bereich des Schachtes

Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

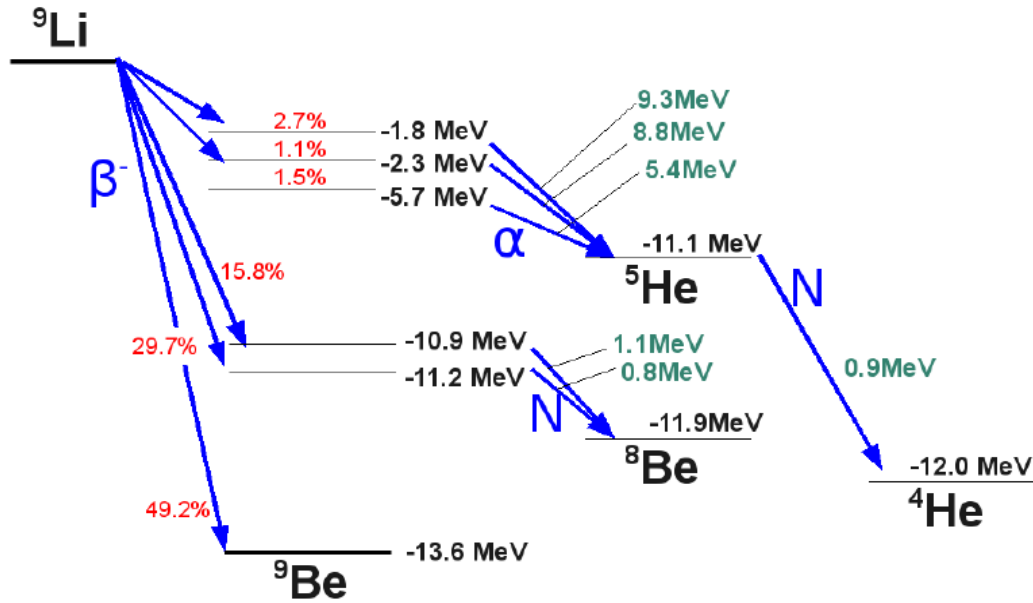
Schnelle Neutronen - **Stoppende Myonen** - ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ Untergrund

- Betrachtung der Vertizes aller Ereignisse mit $E_p > 12$ MeV
- Evidente Ansammlung von Teilchen im Bereich des Schachtes
- ΔT -Verteilung ergibt eine Lebensdauer von $(1,52 \pm 0,26)\mu\text{s}$ (Myonen: $2,2\mu\text{s}$)



Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

Schnelle Neutronen - Stoppende Myonen - ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ Untergrund

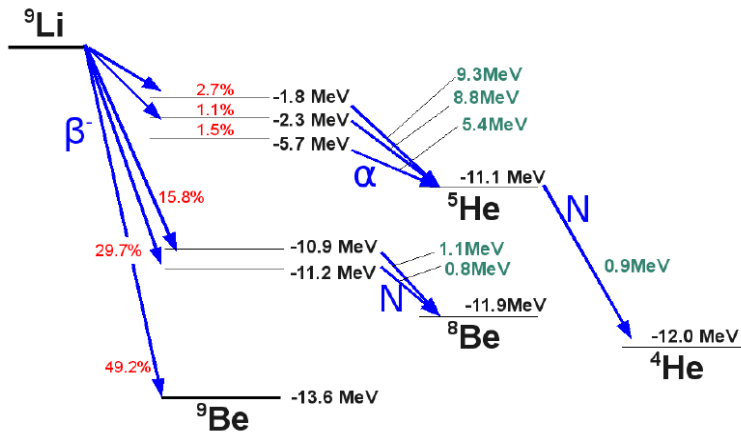


- Kosmogene Myonen interagieren mit ${}^{12}\text{C}$ des Flüssigszintillators
→ Entstehung von langlebigen Isotopen wie z.B. ${}^9\text{Li}$ (Halbwertszeit: 178ms) und ${}^8\text{He}$ (Halbwertszeit: 119ms).
- ${}^9\text{Li}$ und ${}^8\text{He}$ → Besitzen β -n Zerfallsmoden.

C. Langbrandtner: Background, Sensitivity and Directionality Studies for the Double Chooz Experiment (2011)

Korrelierter Untergrund bei Double Chooz

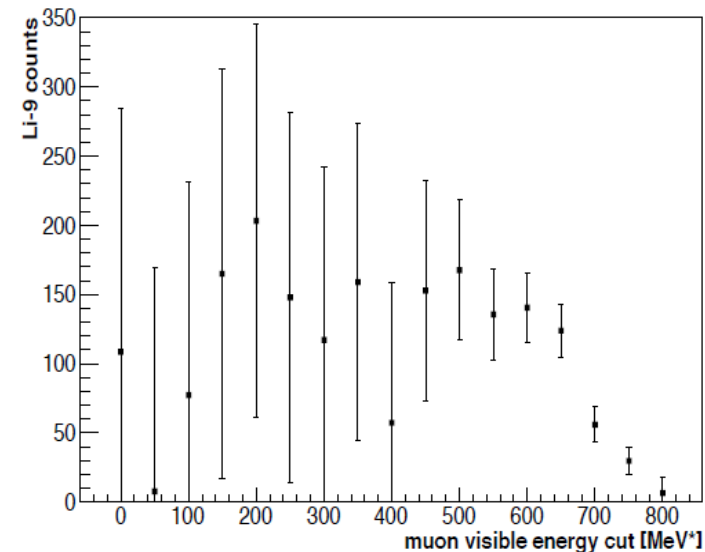
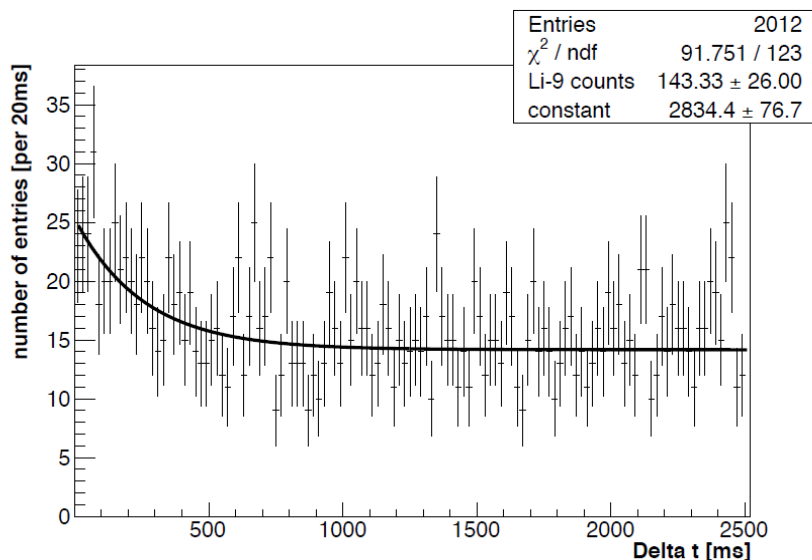
Schnelle Neutronen - Stoppende Myonen - $^9\text{Li}/^8\text{He}$ Untergrund



C. Langbrandtner: Background, Sensitivity and Directionality Studies for the Double Chooz Experiment (2011)

- Kosmogene Myonen interagieren mit ^{12}C des Flüssigszintillators
→ Entstehung von langlebigen Isotopen wie z.B. ^9Li (Halbwertszeit: 178ms) und ^8He (Halbwertszeit: 119ms).
- ^9Li und ^8He → Besitzen β -n Zerfallsmoden.
- Rate: $(2,3 \pm 1,2) \text{ d}^{-1}$

- Korrelation zu den letzten Myonen ($E_{\text{dep}} > 600 \text{ MeV}$)



Zusammenfassung

- Double Chooz: Disappearance-Experiment zur Bestimmung von θ_{13}
- Genaue Kenntnis des Untergrundes von entscheidender Bedeutung

Background	Rate/day	Syst. Uncertainty (% of signal)
Accidental	0.33 ± 0.03	< 0.1
Fast neutron	0.83 ± 0.38	0.9
${}^9\text{Li}$	2.3 ± 1.2	2.8

Y. Abe et al.: Indication for the disappearance of reactor electron antineutrinos in the Double Chooz experiment - arXiv:1112.6353v2 [hep-ex]

Korrelierter Untergrund \rightarrow Dominierende Unsicherheit für die Bestimmung von θ_{13}

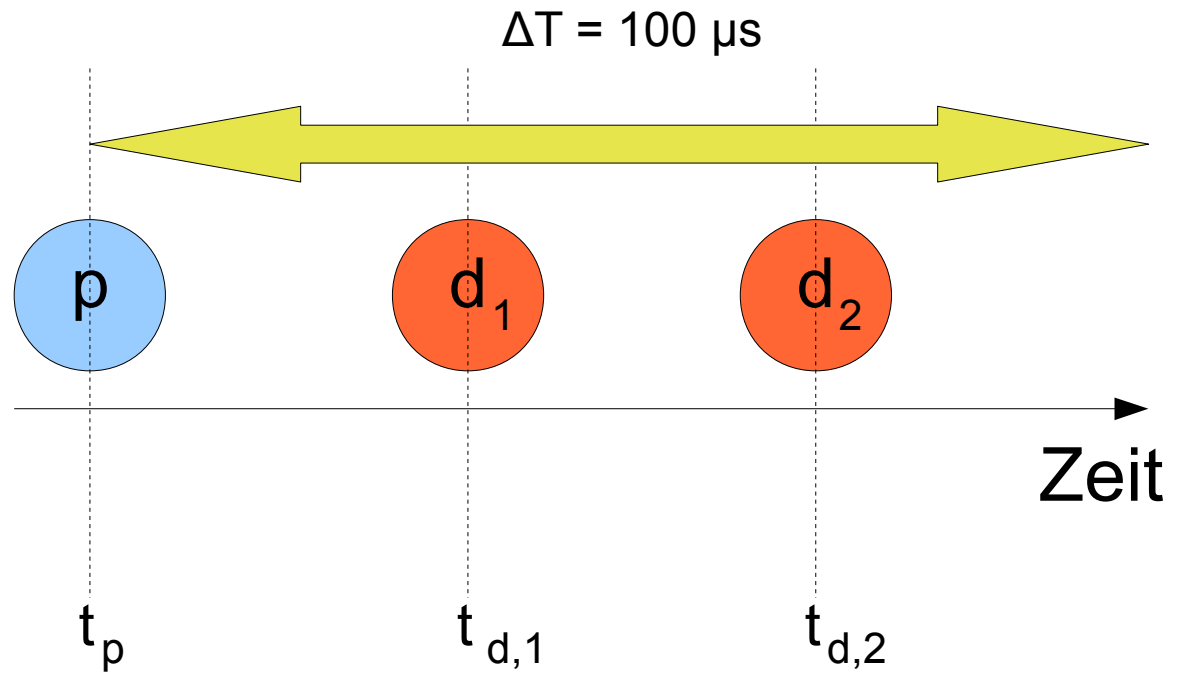


Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Backup-Folien

Multiplizitäts - Cuts

Verzögerte Multiplizität



Prompte Multiplizität

