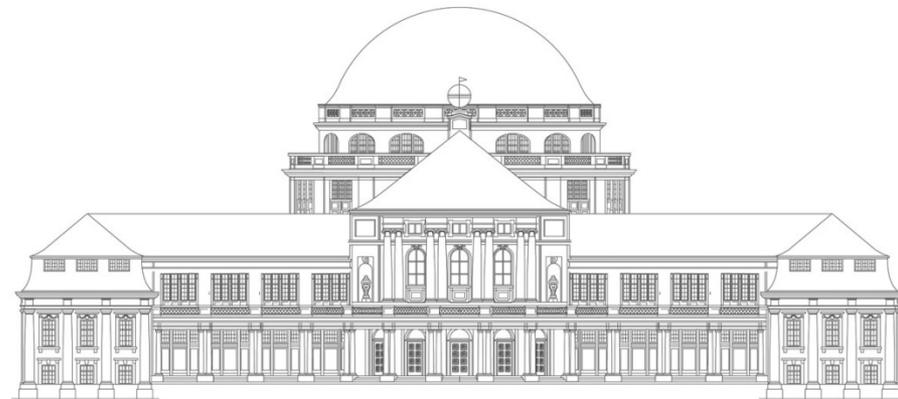


Kosmogener Untergrund und Pulsformanalyse bei Double Chooz

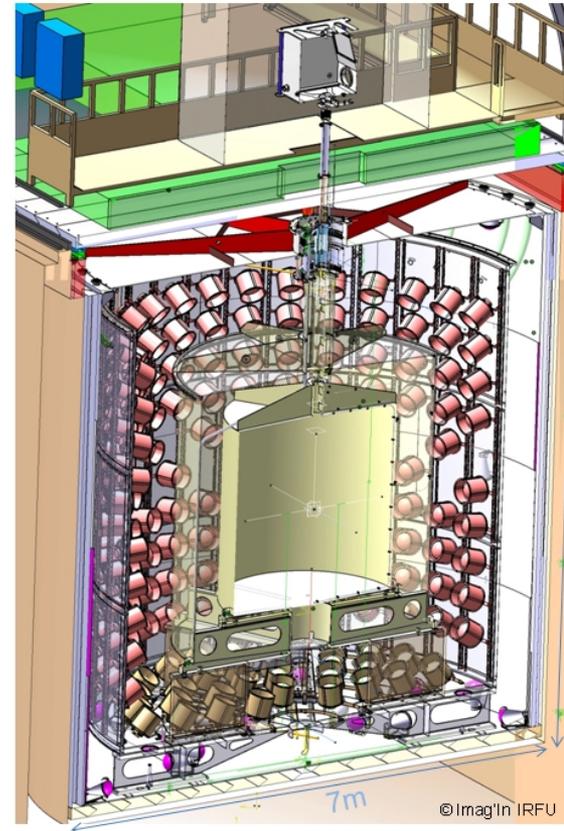
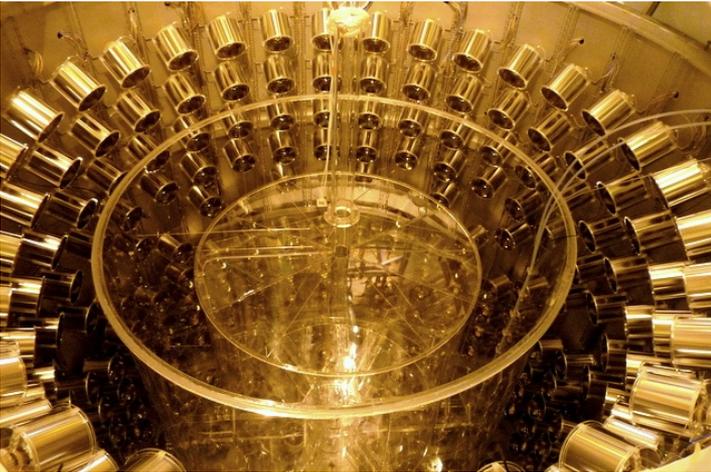
Tagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
Dresden 2013

Mikko Meyer

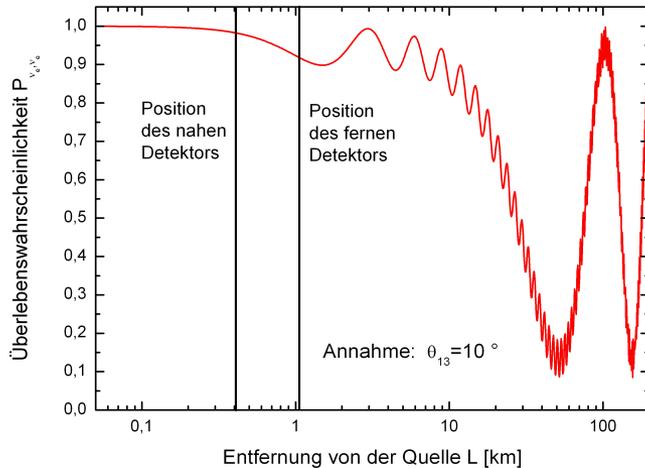


Struktur

- Das Double Chooz Experiment
- Korrelierter Untergrund
 - Stoppende Myonen / schnelle Neutronen
 - Standardmethode / Benutzung des OV
 - Pulsformanalyse
 - ${}^9\text{Li}$ und ${}^8\text{He}$
- Direkte Untergrundbestimmung bei ausgeschalteten Reaktoren



<http://doublechooz.in2p3.fr/Layout/Oszillationsweite.jpg>

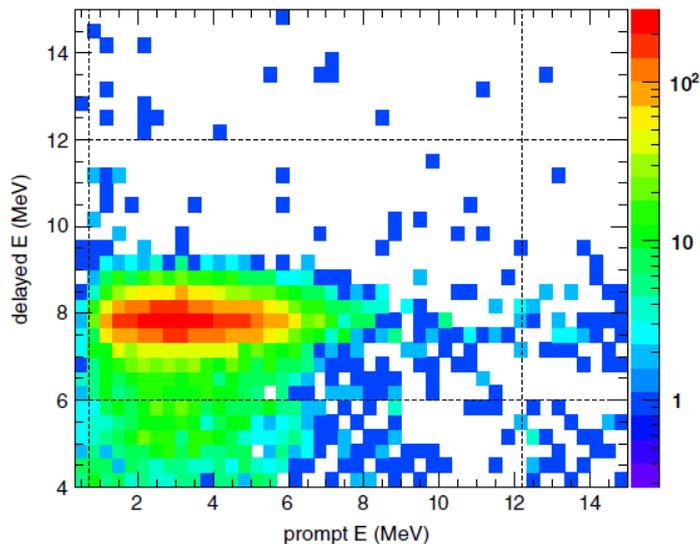


Das Double Chooz Experiment

- Disappearance – Experiment
- Short baseline
- Nachweis über inversen beta-Zerfall

Selektionskriterien:

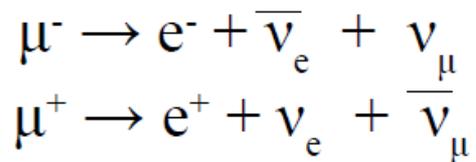
- Zeitliche Koinzidenz: $2 \mu\text{s} < \Delta T < 100 \mu\text{s}$
- Kein Myon seit 1 ms
- Kein Glowing
- Energiebereiche:
 - Prompt: $0,7 \text{ MeV} < E < 12 \text{ MeV}$
 - Verzögert: $6 \text{ MeV} < E < 12 \text{ MeV}$



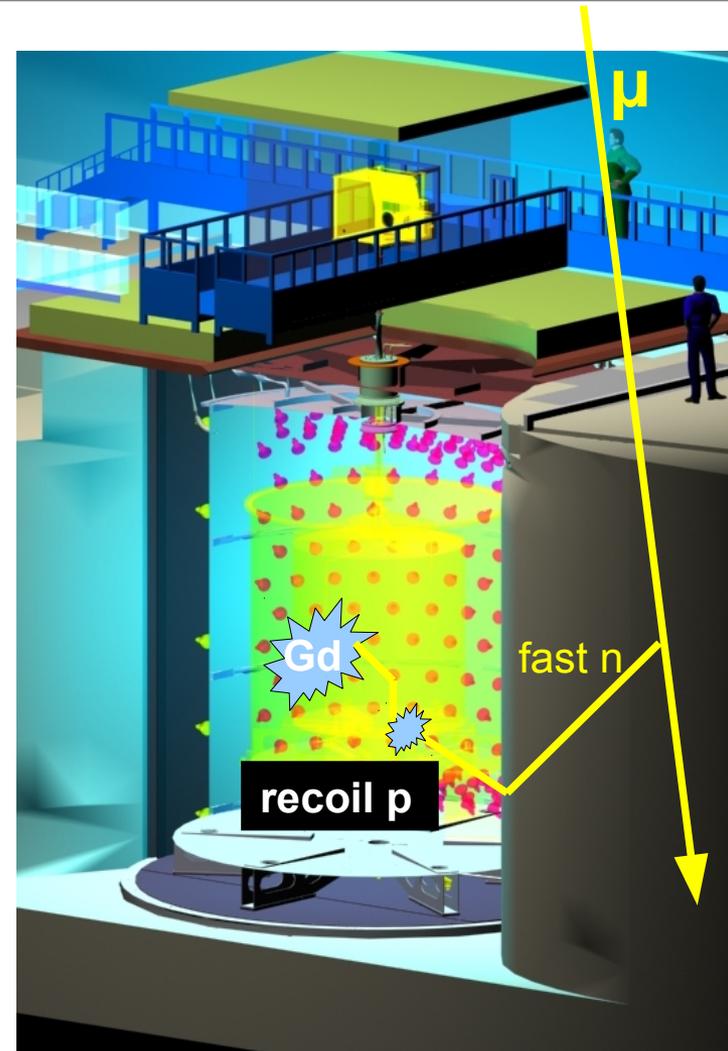
Untergrund bei Double Chooz

Zwei Arten von Untergrund

- Zufälliger Untergrund
- Korrelierter Untergrund
 - Schnelle Neutronen
 - Stoppende Myonen



- β -n zerfallende Isotope
 - z.B. ${}^9\text{Li}$ und ${}^8\text{He}$



Korrelierter Untergrund

- Schnelle Neutronen
- Stoppende Myonen

Ansätze zur
Untergrundunterdrückung:

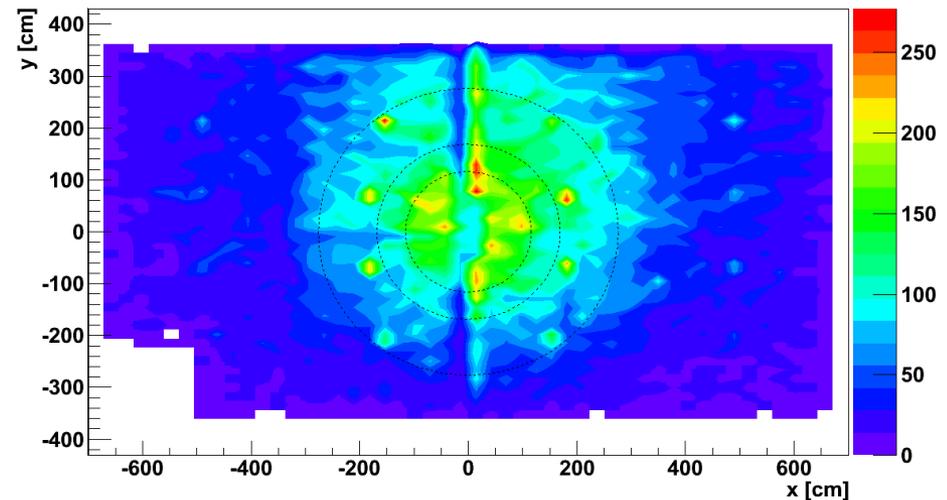
- Hat Oberes Veto angesprochen?
- Hat Inneres Veto angesprochen?
- Pulsformanalyse

Untergrund schnelle Neutronen/stoppende Myonen:

- $U_{\text{schnelle Neutronen/SM}} = (0,67 \pm 0,20) \text{ d}^{-1}$

(offizielles Ergebnis PRD 86, 052008 (2012))

Top View: OV Signal + Neutrino Selection



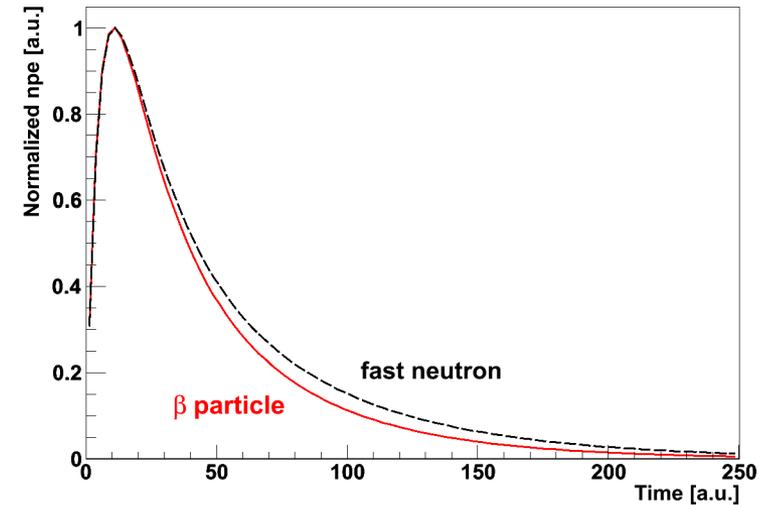
Korrelierter Untergrund

- Schnelle Neutronen
- Stoppende Myonen

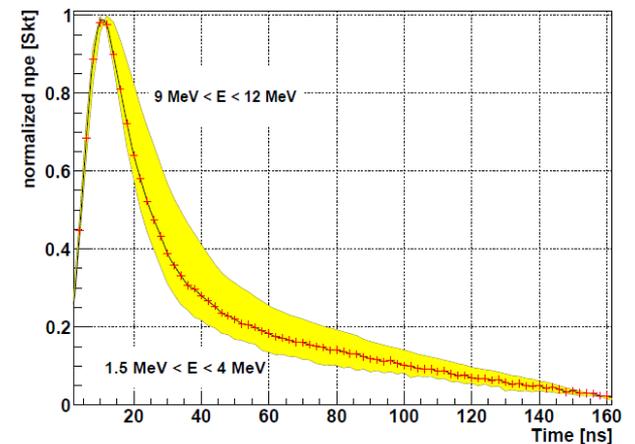
Ansätze zur Untergrundunterdrückung:

- Hat Oberes Veto angesprochen?
- Hat Inneres Veto angesprochen?
- Pulsformanalyse:
 - Achtung: Energieabhängig

Pulse Shape



Energy dependence of the Pulse Shape (IV tagged Fast Neutrons: 10000 < qIV < 40000)



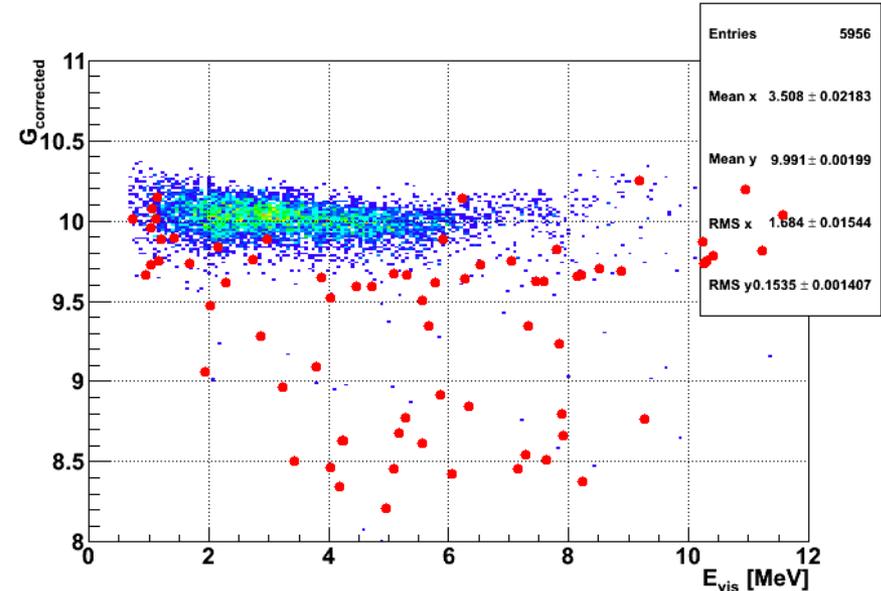
Korrelierter Untergrund

Ansatz zur Untergrundunterdrückung mittels einer Pulsformanalyse

- Definition des Gatti-Parameters:

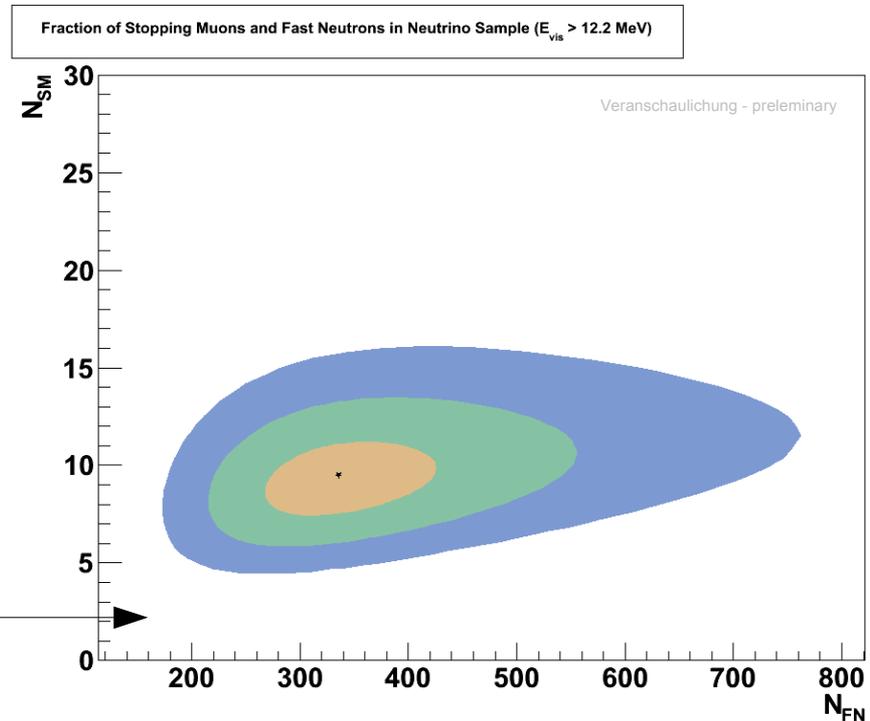
$$G = \sum_i P_i S_i = \sum_i \frac{\alpha_i - \beta_i}{\alpha_i + \beta_i} S_i$$

- Bestimmung der *Seperationseffizienz* erlaubt Rückschlüsse auf Untergrundspektrum



Korrelierter Untergrund

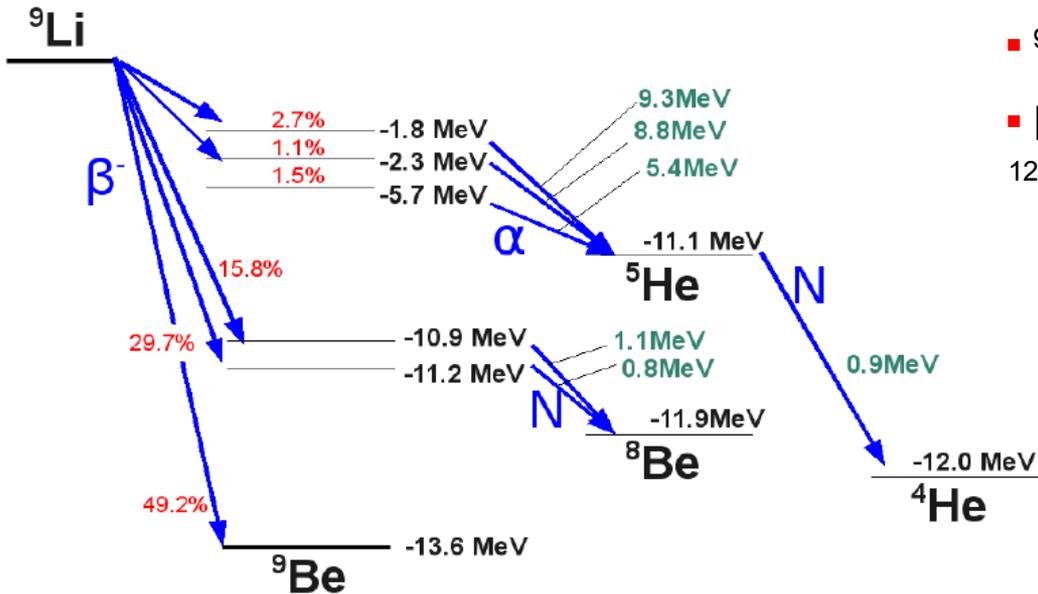
- Benötige Referenzpulsformen
→ Modifikation des IV - Cuts
- Zwei Datensätze mit schnellen Neutronen und stoppenden Myonen
- Separationseffizienzen
+ Verhältnis (schnelle Neutronen/SM)
(Verwendung der ΔT Verteilung)
→ Untergrundbestimmung
- Generell: Pulsformanalyse stellt weiteres Werkzeug zur Untergrundbestimmung dar,
(mehr Statistik von Nöten um konkrete Aussagen zu machen)



Korrelierter Untergrund

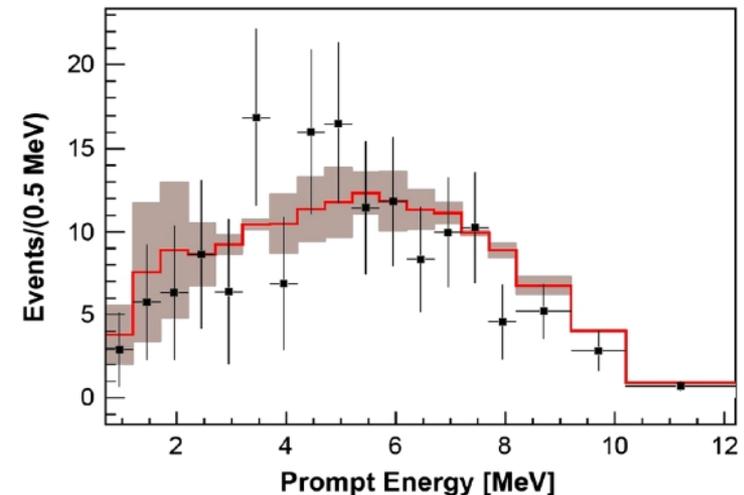
- ${}^9\text{Li}$ und ${}^8\text{He}$
- Kosmogene Myonen interagieren mit ${}^{12}\text{C}$ des Flüssigszintillators

→ Entstehung von langlebigen Isotopen wie z.B. ${}^9\text{Li}$ und ${}^8\text{He}$.



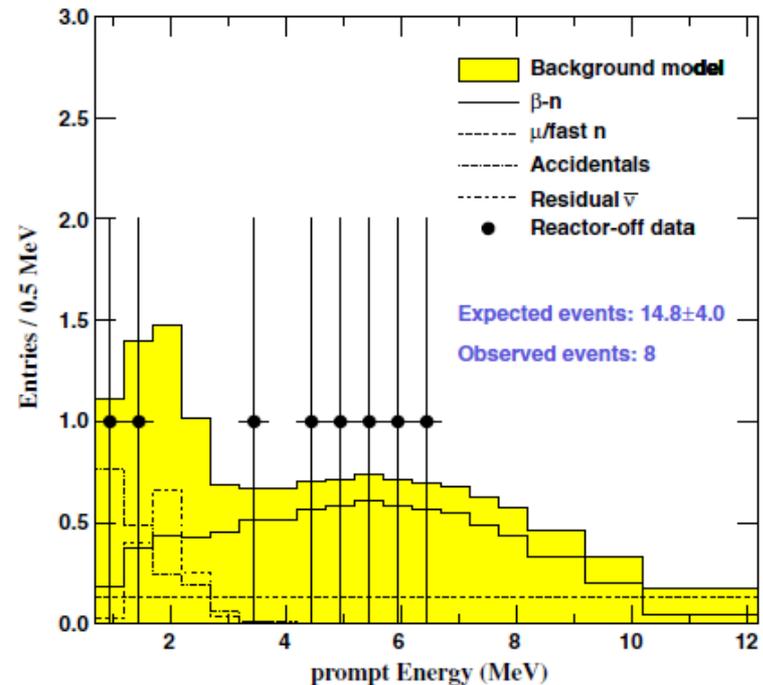
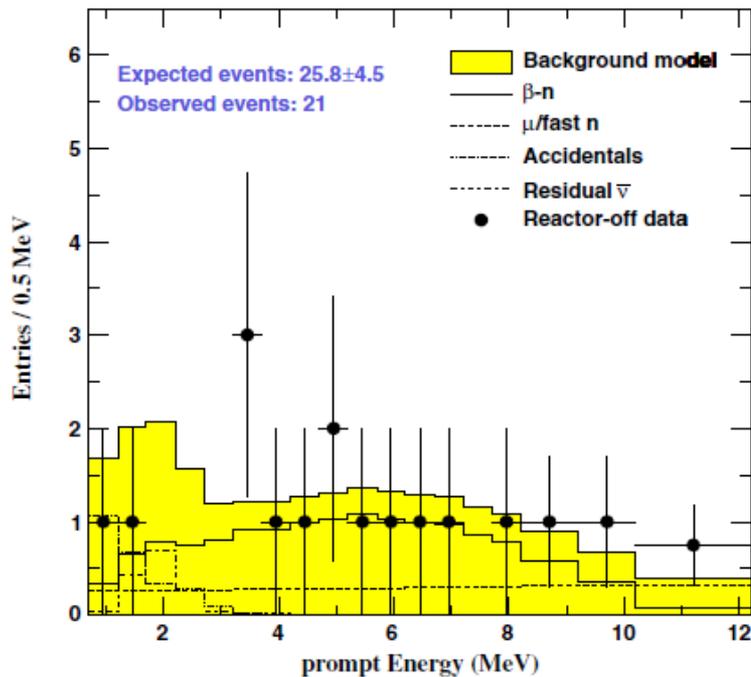
C. Langbrandtner: Background, Sensitivity and Directionality Studies for the Double Chooz Experiment (2011)

- $U_{\text{kosmogene Isotope}} = (2,05^{+0,62}_{-0,52}) \text{ d}^{-1}$



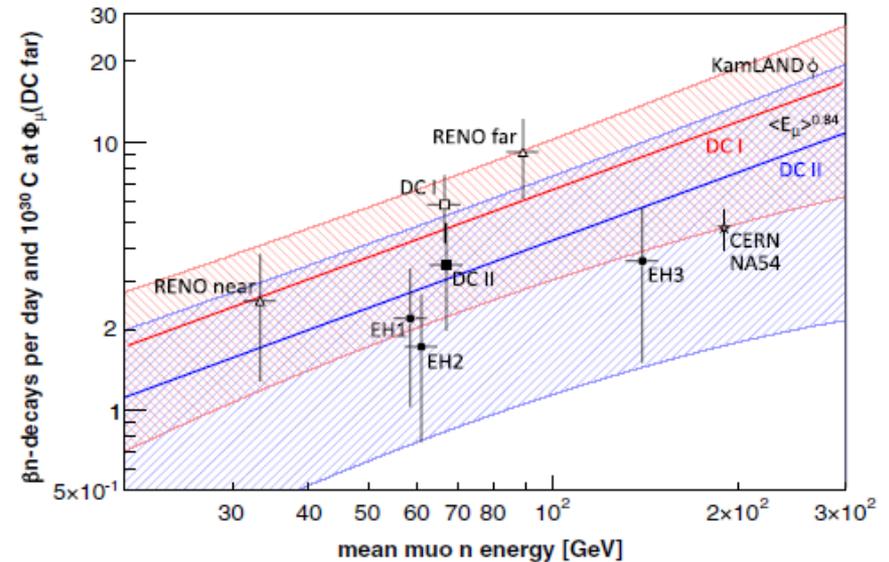
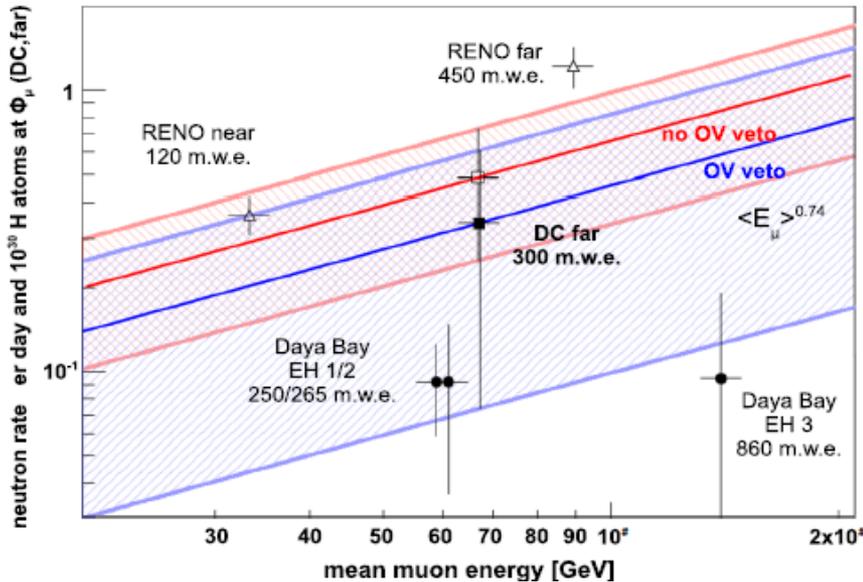
Untergrundbestimmung bei ausgeschalteten Reaktoren

- Direkte Messung des Untergrundes



Untergrundbestimmung bei ausgeschalteten Reaktoren

- Rate der IBD Kandidaten skalieren mit Tiefe [*]: $R_{n/\beta-n}(h) \sim \Phi_{\mu}(h) \cdot \langle E_{\mu}(h) \rangle^{\alpha}$



* G. T. Zatsepin and O. G. Razhskaya, Bull. Acad. Sci. USSR, Phys. Ser. (English Transl.) 1779 (1965), und Y. F. Wang, V. Balic, G. Gratta, A. Fasso', S. Roesler, and A. Ferrari, Phys. Rev. D 64, 013012 (2001).

Zusammenfassung

- Double Chooz: Disappearance-Experiment zur Bestimmung von θ_{13}
- Korrelierter Untergrund \rightarrow Dominierende Unsicherheit für die Bestimmung von θ_{13}
- Weiterentwicklung der Techniken zur Untergrundbestimmung
 - Verwendung des OV
 - Pulsformanalyse
- Double Chooz kann direkte Messung des Untergrundes vorweisen!
 - Einzigartig unter den Reaktorexperimenten

