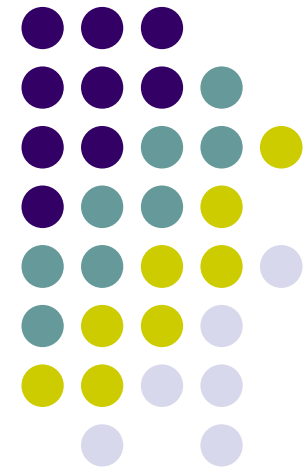


Das GERDA Experiment

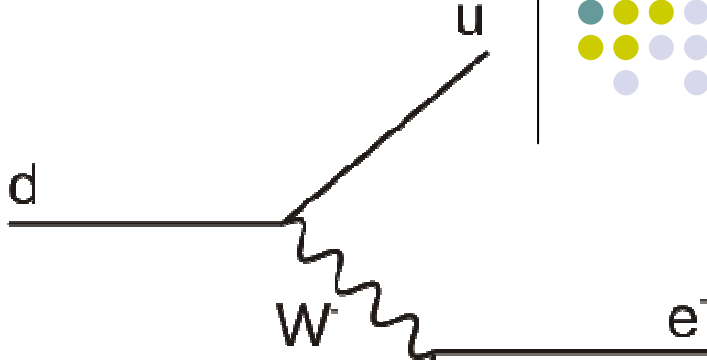
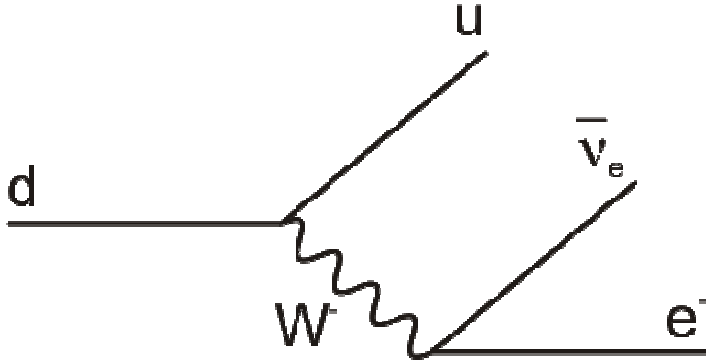


Hardy Simgen
Max-Planck-Institut für Kernphysik
Heidelberg

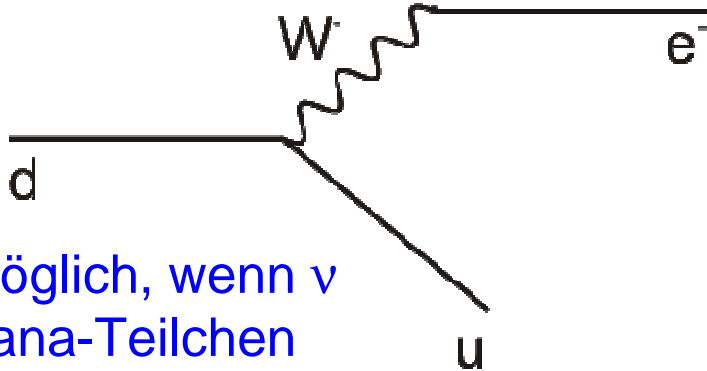
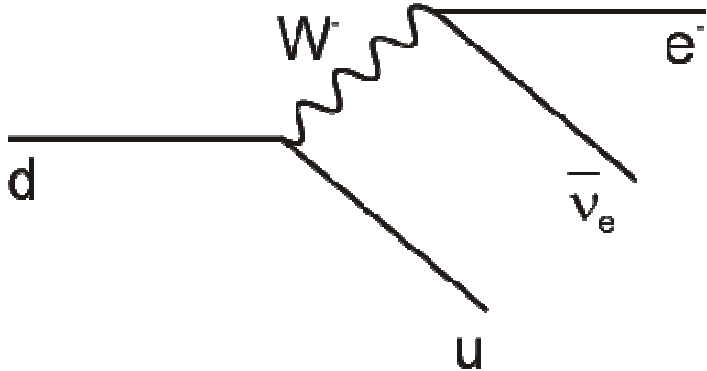
für die
GERDA Kollaboration



Der Doppelbetazerfall



$\Delta L = 2 \longrightarrow$



- Kontinuierliches $\beta\beta$ -Spektrum

- Nur möglich, wenn ν Majorana-Teilchen
- Peak bei $Q_{\beta\beta}$ erwartet

$0\nu\beta\beta$ Zerfallsrate



$$1/\tau = G(Q, Z) \cdot |M_{nucl}|^2 \cdot \langle m_{\beta\beta} \rangle^2$$

Phasenraum-
faktor ($\sim Q_{\beta\beta}^5$)

Nukleares
Matrixelement

Effektive Majorana-
Neutrinomasse

$$\langle m_{\beta\beta} \rangle = \left| \sum_j m_j U_{ej}^2 \right|$$

kohärente Summe



Warum Germanium?

- Doppelbeta-Isotop ^{76}Ge !
- Anreicherung von ^{76}Ge ist möglich (Natürliche Häufigkeit: 7.4%)
- Germanium Halbleiterdioden
 - Quelle = Detektor
 - Exzellente Energieauflösung
 - Hochrein (Einkristall)
- Lange Erfahrung mit Low-Level Germanium Spektrometrie

Das Konzept von GERDA



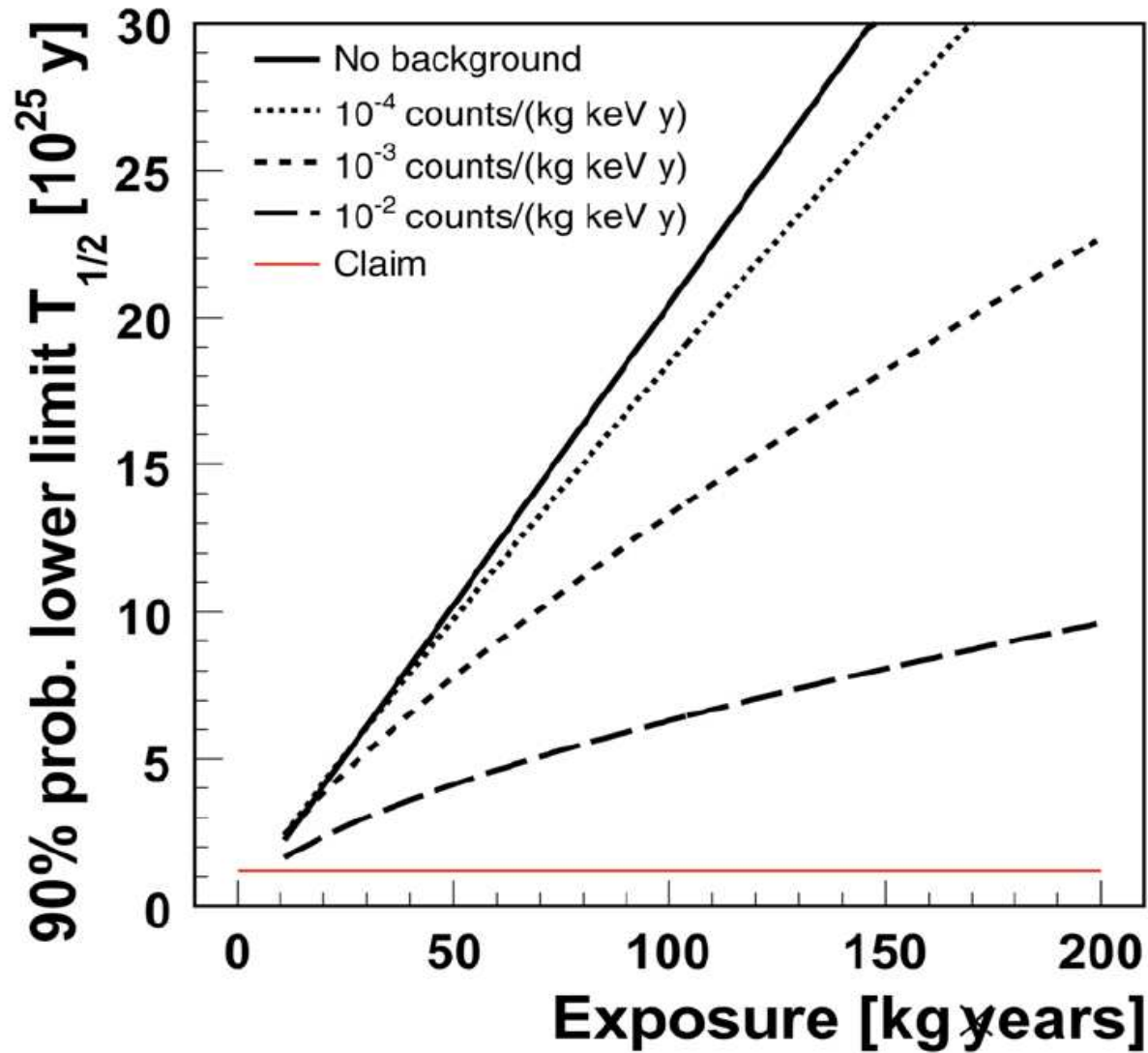
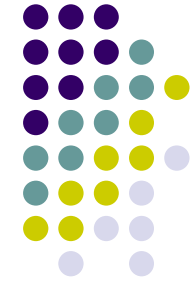
- Ziel: Signifikante Untergrundreduzierung auf $\leq 10^{-3}$ cts/(kg·keV·y)
- Verunreinigungen in Vorgängerexperimenten hauptsächlich in Kryostat / Diodenhalterung
→ „nackte“ Dioden in verflüssigtem Gas
- Verflüssigte Gase eine der radioaktiv reinsten Substanzen überhaupt
(z.B.: BOREXINO-LN₂: <1 Rn-Atom in 4m³).

Phasen von GERDA



- Phase I:
 - Verwendung existierender ^{76}Ge -Dioden der Hd-Moskau- und IGEX-Experimente ($\sim 15 \text{ kg } ^{76}\text{Ge}$)
 - Untergrundfreie Überprüfung der KK-Evidenz
- Phase II:
 - Hinzufügen neuer Dioden (Total: $\sim 40 \text{ kg } ^{76}\text{Ge}$)
 - Segmentierung
- Falls KK-Evidenz nicht bestätigt wird:
 - Ziel: O(1 Tonne) Experiment in weltweiter Kollaboration (Kooperation mit Majorana)

GERDA Sensitivität



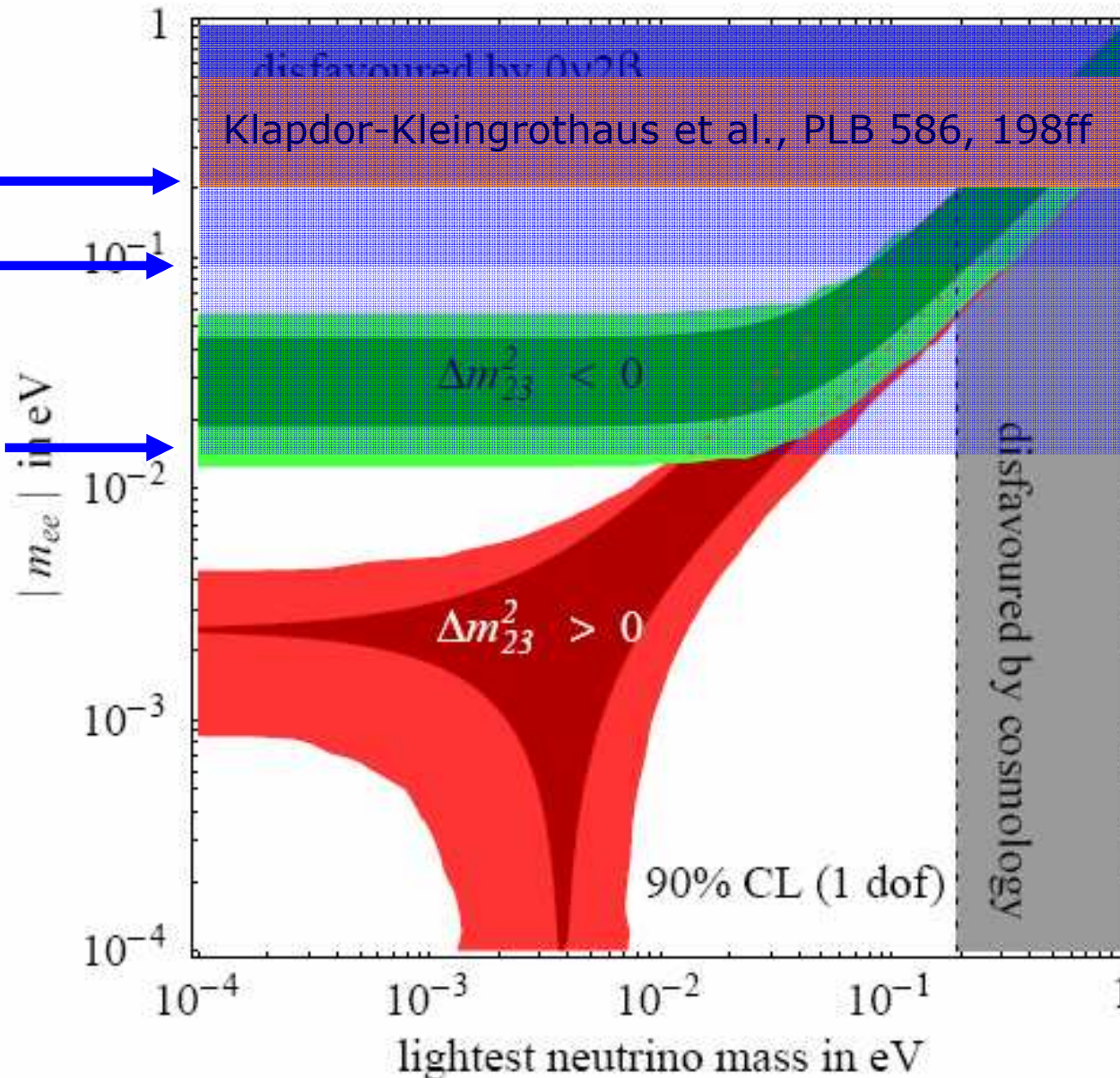
angenommene
Energie-
auflösung:

$$\Delta E = 4 \text{ keV}$$

GERDA Sensitivität



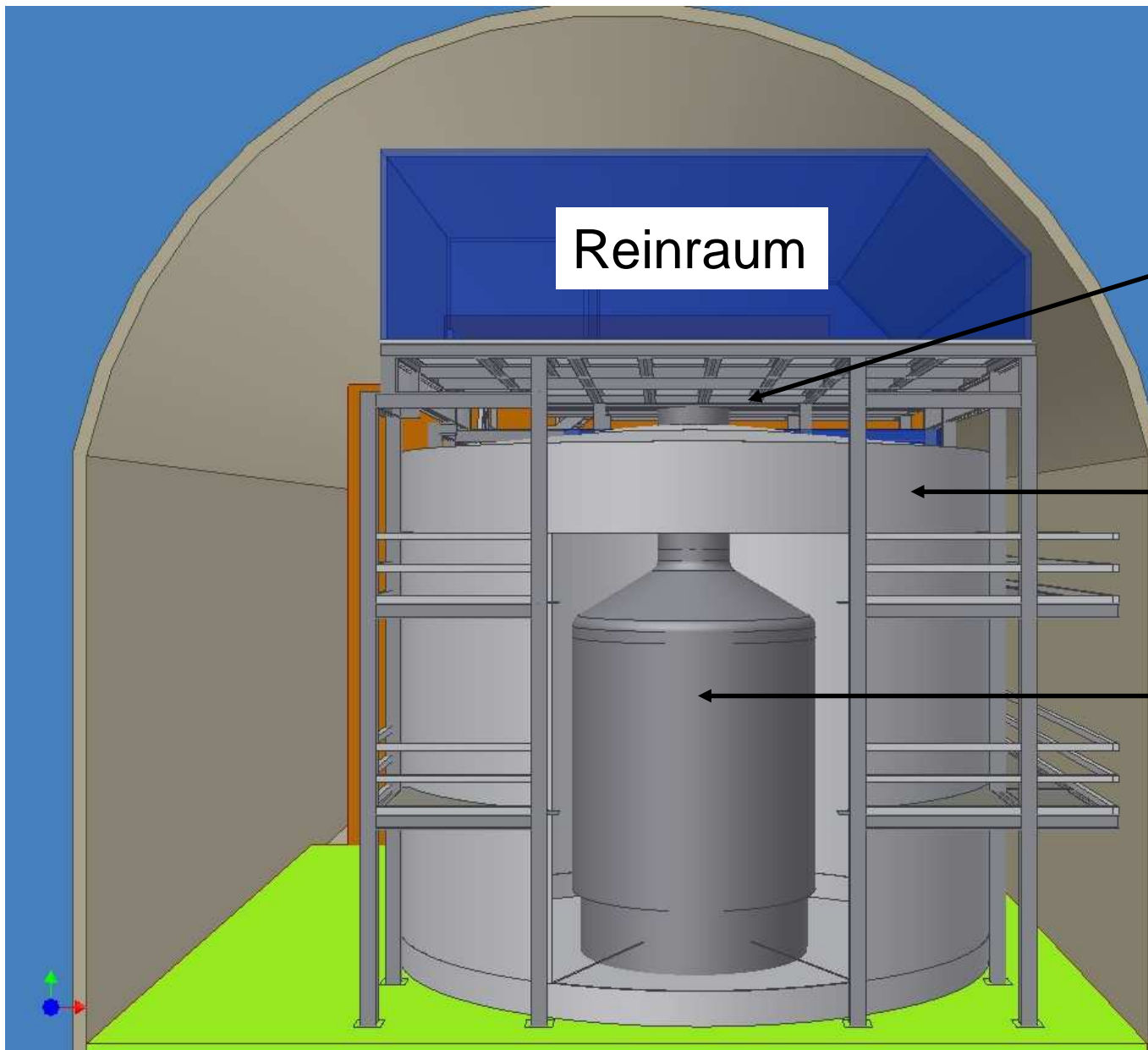
Phase I →
 Phase II →
 Phase III →



Feruglio
 Strumia
 Vissani
 NPB 659,
 359ff
 (hep-ph/
 0201291)

9.3.2007

GERDA Design I



Reinraum

Schleuse

Wassertank

Kryostat

GERDA Design II

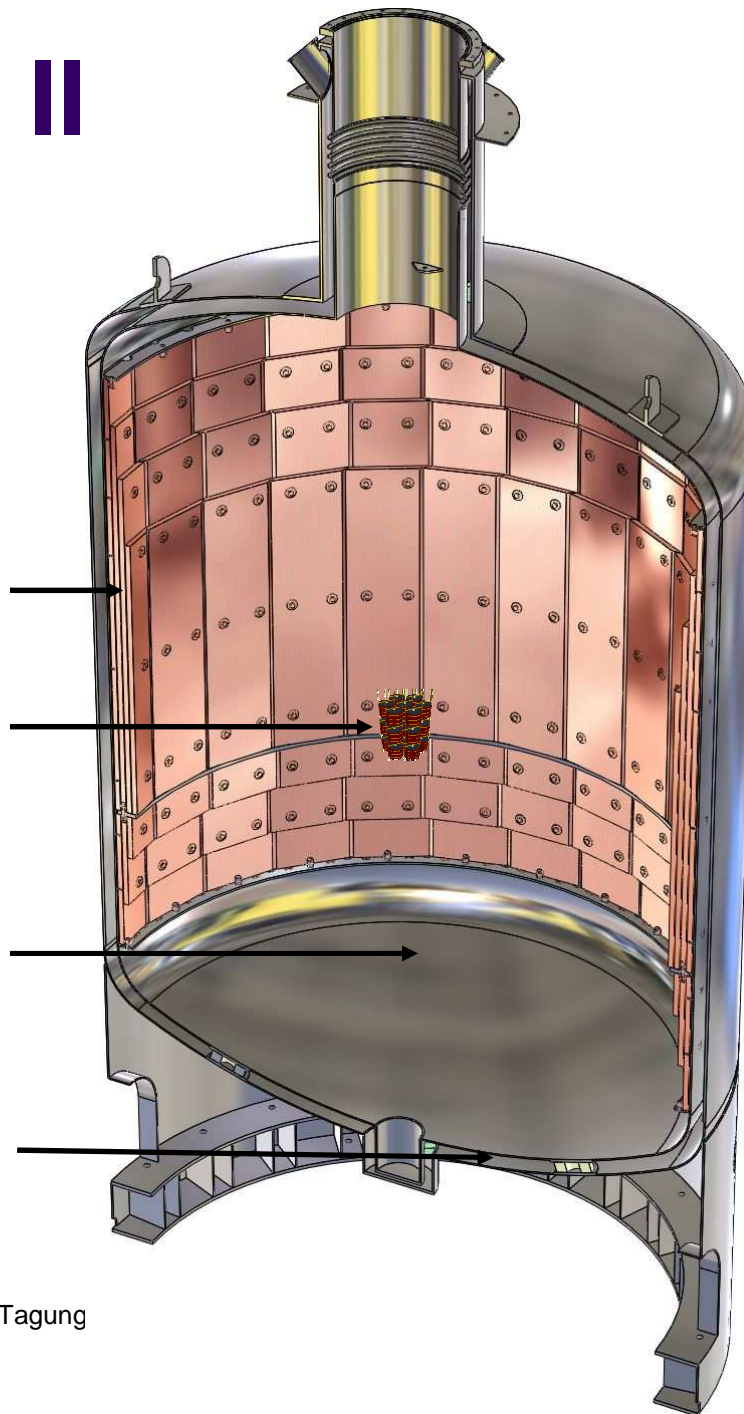


Zusätzliche innere
Kupferabschirmung

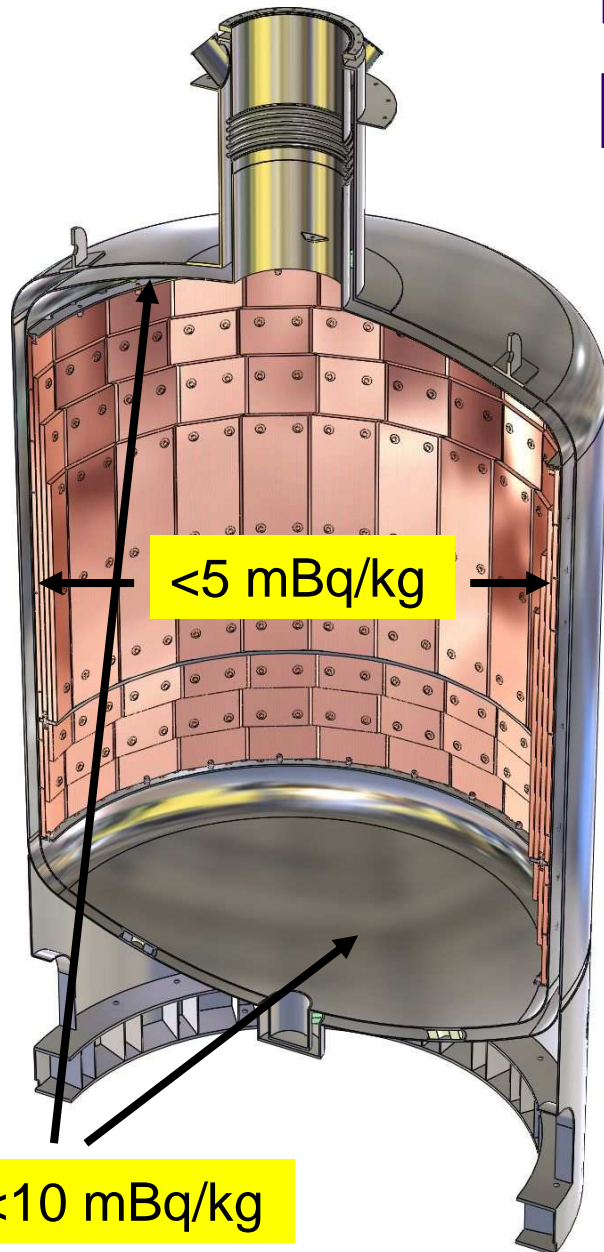
Germanium-
detektoren

Flüssiges Argon

Vakuumisolierter doppel-
wandiger Edelstahlkryostat



Radioaktive Reinheit des Kryostaten



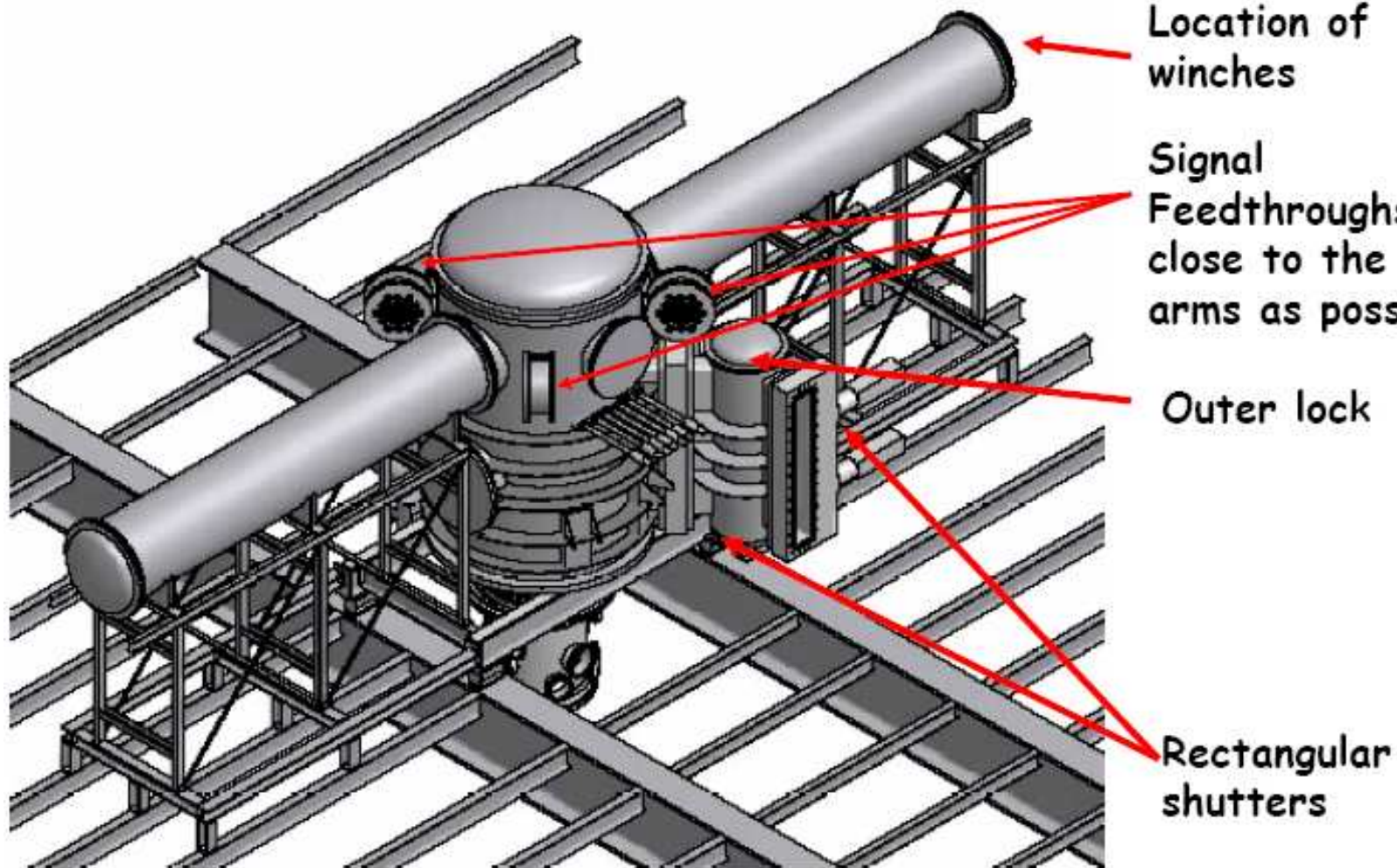
- Edelstahl enthält U/Th-Verunreinigungen (und ^{60}Co)
- Zusätzliche Abschirmung durch innere Kupferplatten
- Benutzung von LAr statt LN_2
- Selektion von möglichst reinem Edelstahl (SS 1.4571)

Gemessene Edelstahlproben für den GERDA-Kryostaten

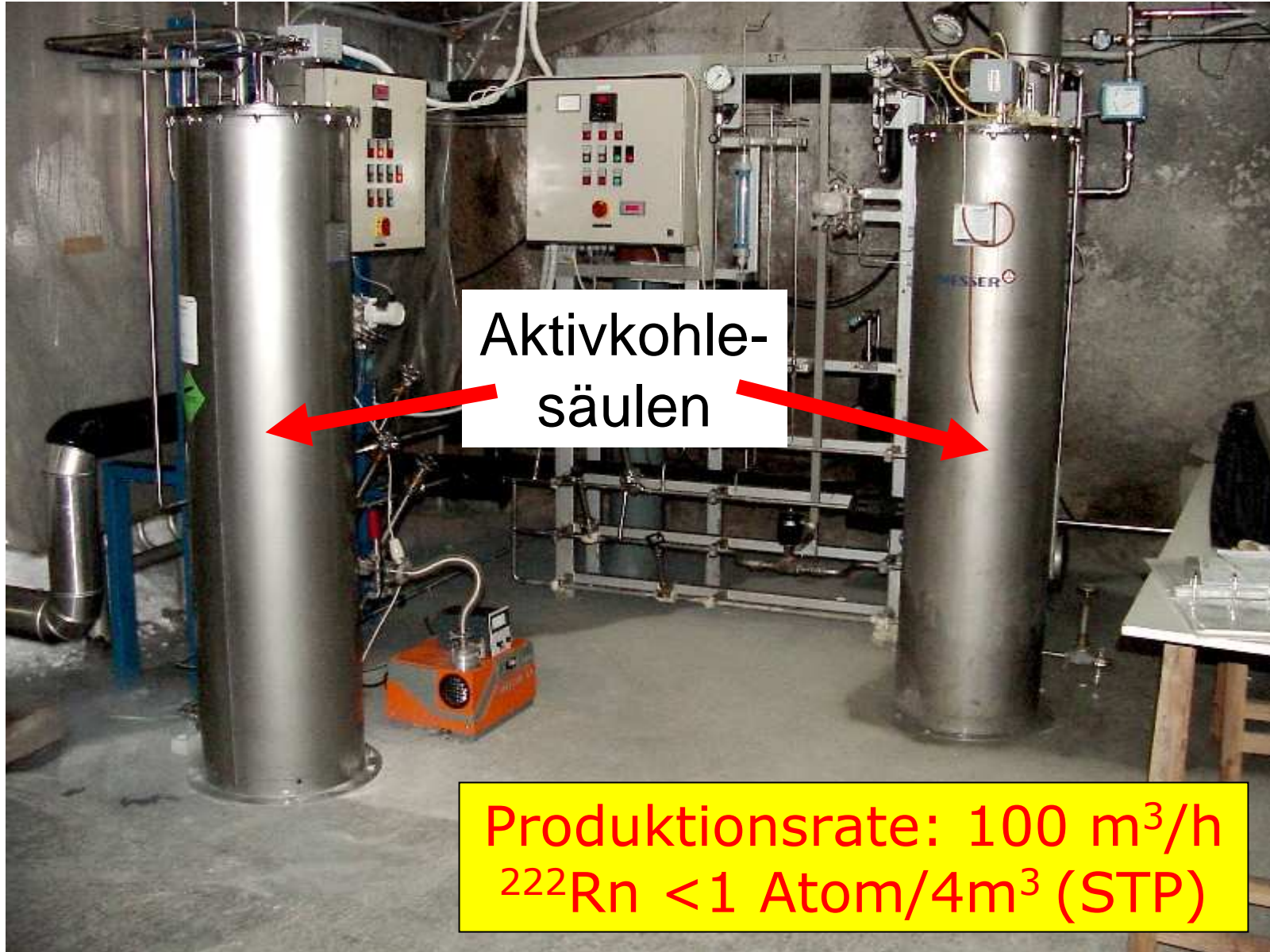


No.	Specific activity [mBq/kg]			
	^{228}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{60}Co
1 D	5.1 ± 1.0	2.9 ± 1.0	< 3.9	6.5 ± 0.5
2 G	< 0.27	< 0.35	< 1.1	13.0 ± 0.6
3 D	1.1 ± 0.4	< 0.84	< 3.3	15.1 ± 0.5
4 D	< 2.6	< 2.2	< 6.2	14.4 ± 1.0
5 D	< 1.1	< 1.2	< 2.8	11.6 ± 0.5
6 D	< 0.8	< 0.6	< 1.7	16.7 ± 0.4
7 G	< 0.20	< 1.3	< 2.8	45.5 ± 2.1
8 G	< 0.11	< 0.24	< 0.93	14.0 ± 0.1
9 G	< 0.41	< 0.74	< 1.1	13.8 ± 0.7
10 G	< 1.0	< 1.3	< 6.8	17.1 ± 0.7
11 G	1.5 ± 0.2	1.0 ± 0.6	< 0.81	18.3 ± 0.7

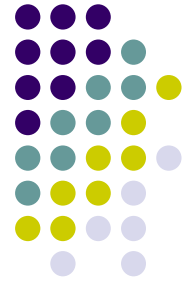
Schleusensystem



N₂-Reinigung für BOREXINO



Argon-Reinigung von ^{222}Rn

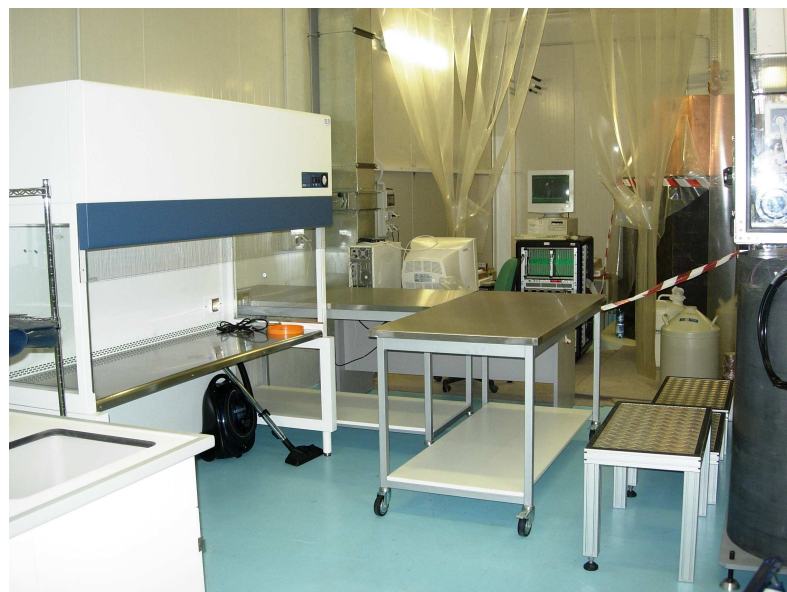


- Gleiches Prinzip wie Stickstoff-Reinigung
- Aber anfängliche ^{222}Rn -Konzentration in Ar höher als in N_2
- In Gasphase erreicht:

^{222}Rn in Ar: <1 Atom/ 4m^3 (STP)

- Reinigung funktioniert auch in Flüssigphase!

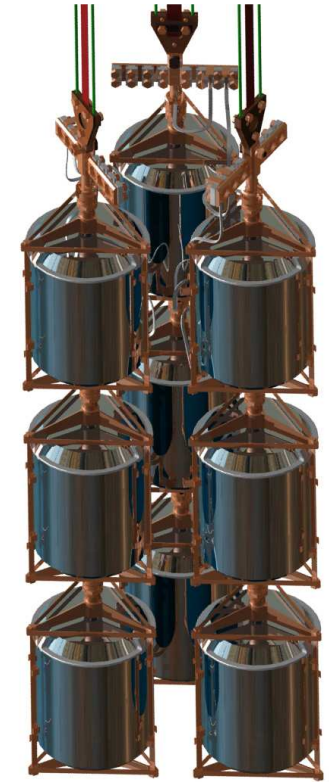
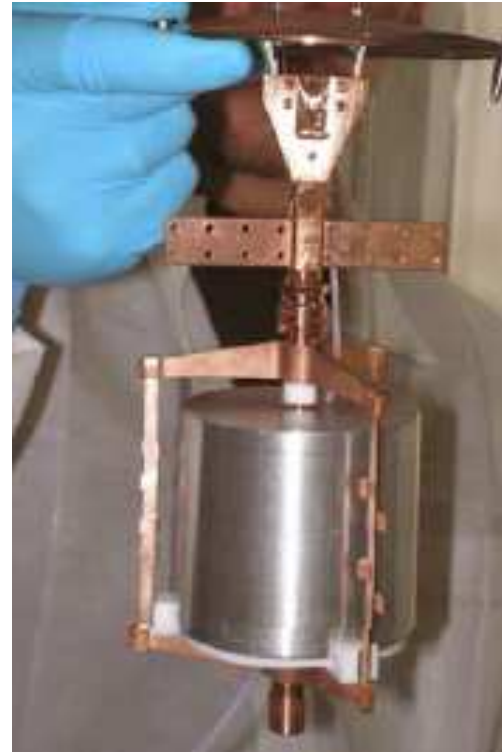
GERDA Detektor-Labor am Gran Sasso

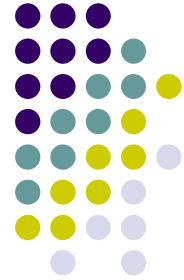


9.3.2007

GERDA Phase I

- Detektorhalter mit geringer Masse entwickelt und getestet
- Viele Aufwärm- und Abkühlzyklen erfolgreich durchgeführt
- Vorhandene Dioden aus Kryostaten entfernt und überarbeitet (fast beendet)

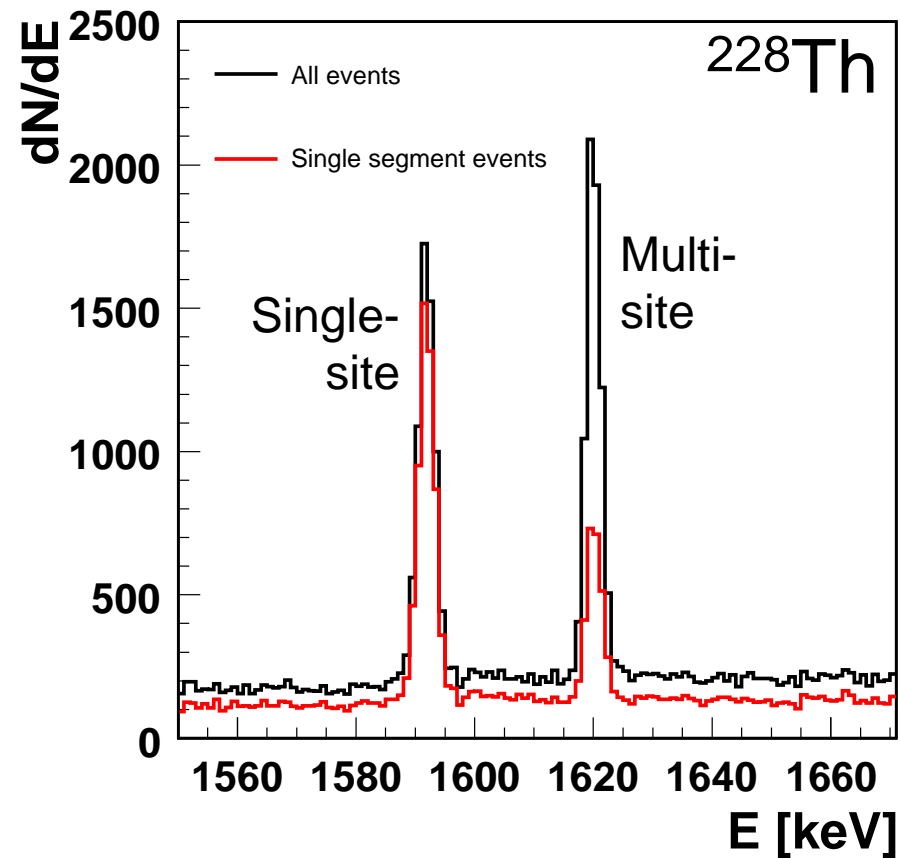
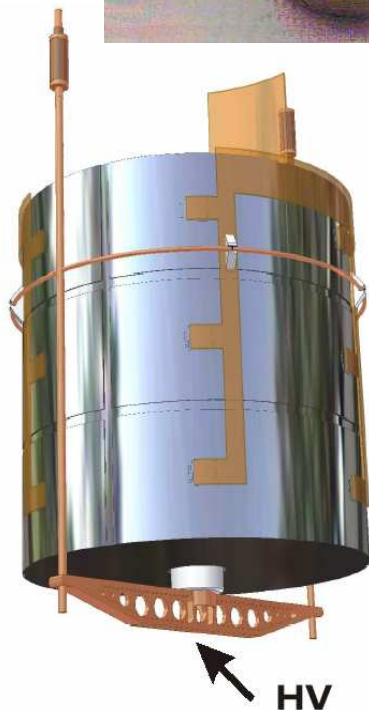




GERDA Phase II

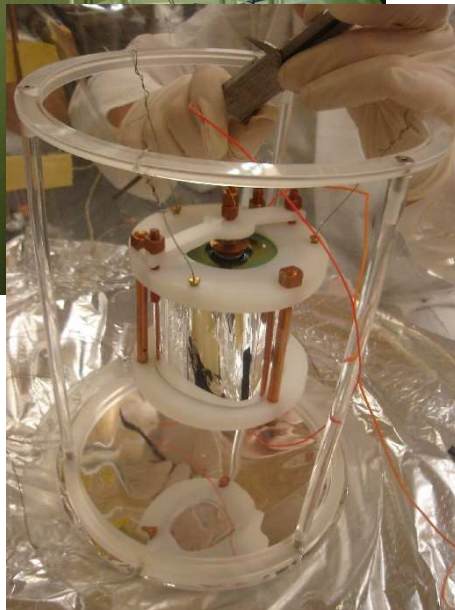
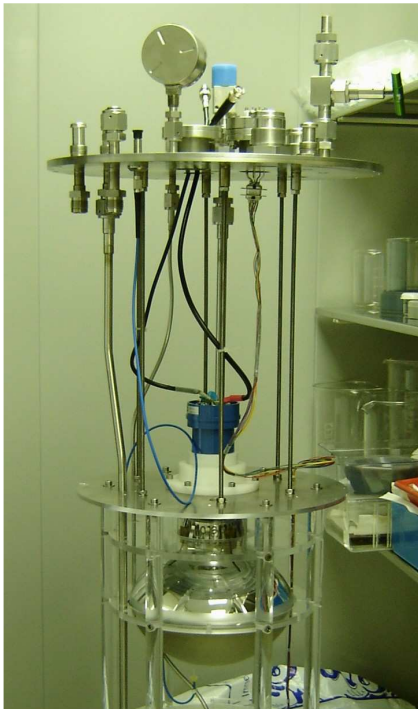
- September 2005: 37.5 kg ^{76}Ge produziert
 - ~87% Anreicherung
 - als GeO_2 vorliegend
 - Chemische Reinheit: 99.95 % (noch nicht ausreichend)
- Unterirdische Lagerung bis über weiteres Vorgehen entschieden wird
- Untersuchung verschiedener Optionen für Kristalziehen

Resultate für 18-fach segmentierten Detektor



- Unterdrückung einer 10 cm entfernten ^{228}Th -Quelle

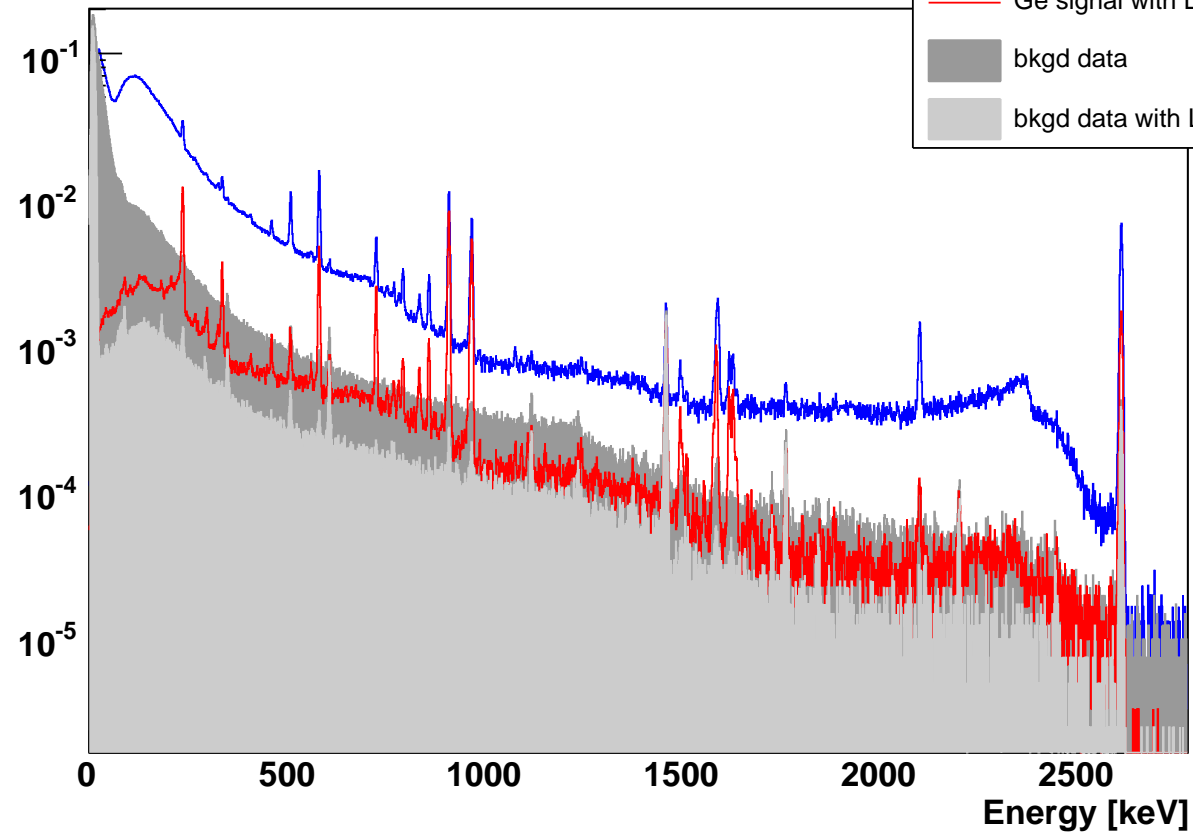
Untergrundreduzierung durch LAr-Szintillation



9.3.2007

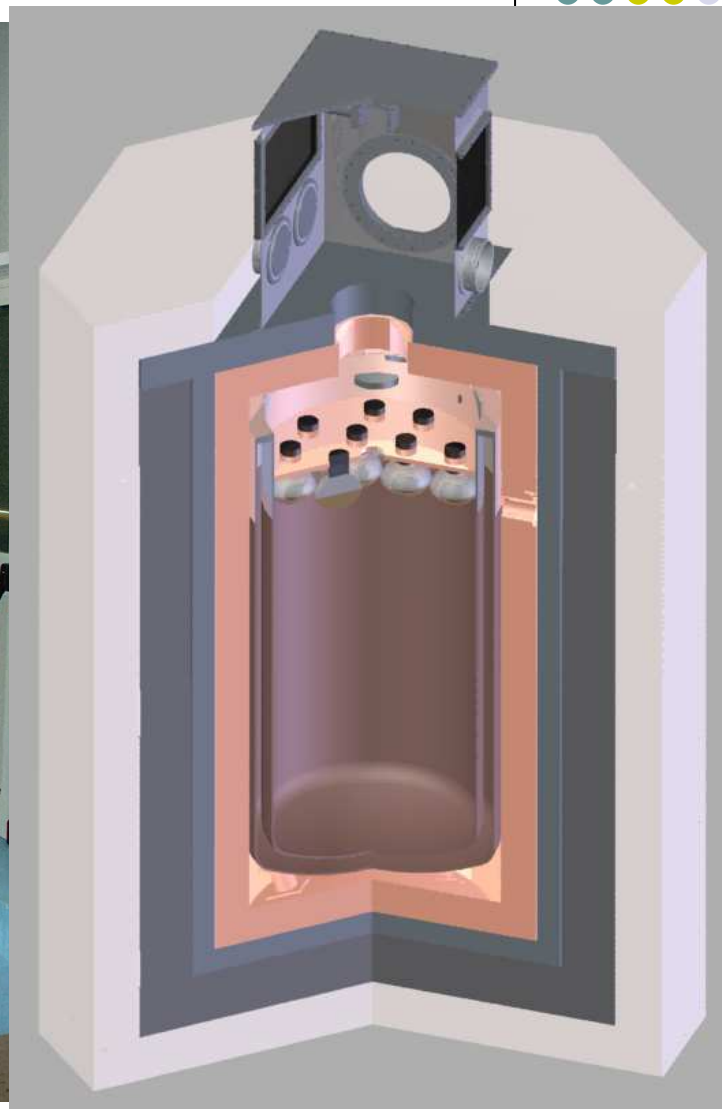
^{232}Th -Quelle

rate [hz]



H. Simgen, DPG-Tagung Heidelberg 2007, T 502.3

LArGe @ Gran Sasso



9.3.2007

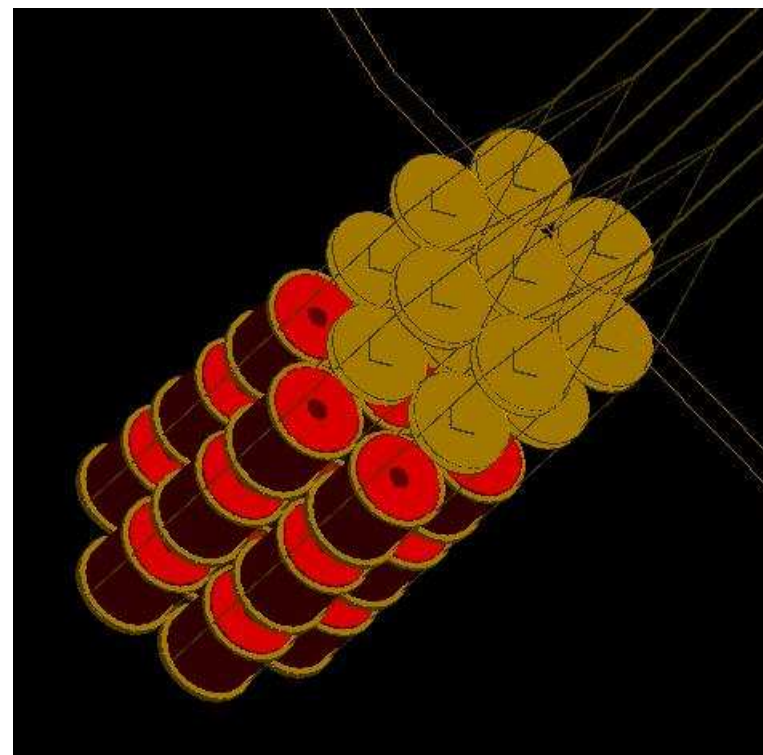
H. Simgen, DPG-Tagung Heidelberg 2007, T 502.3

21



Monte Carlo Simulationen

- Gemeinsamer Gerda/Majorana Simulationscode “MaGe” basierend auf GEANT4
- Umfangreiche Validierung der verwendeten Physik (Mehrzahl der Testaufbauten sind implementiert)



GERDA Zeitplan



- Fundament im Gran Sasso existiert
- Bald: Konstruktion der Bodenplatte des Wassertanks
- Sommer 2007: Anlieferung des Kryostaten
- Danach:
 - Fertigstellung des Wassertanks
 - Bau des GERDA-Gebäudes
 - Installation von Reinraum und Schleuse
- Ziel: Inbetriebnahme des Experiments in der zweiten Jahreshälfte 2008