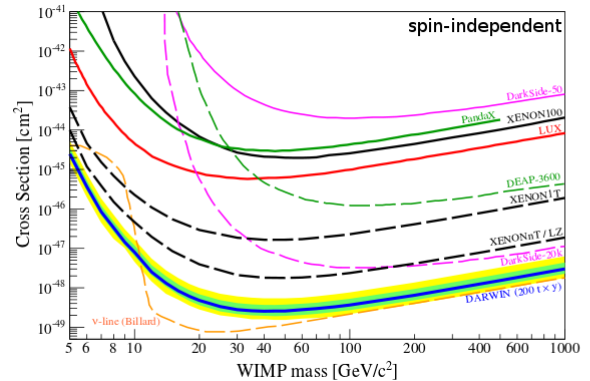
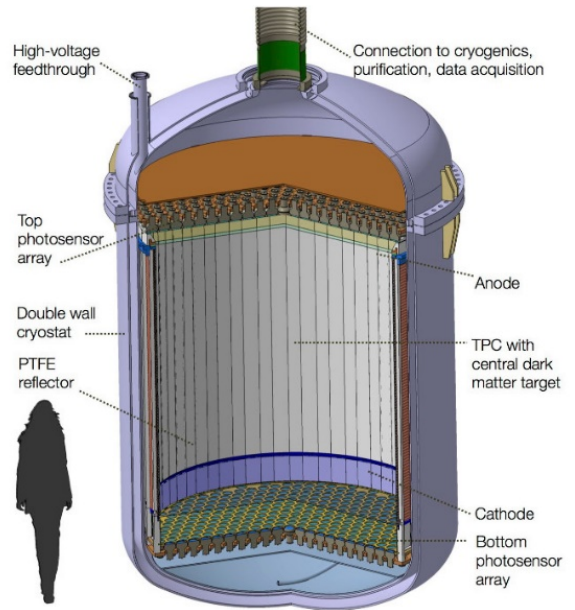


# Konzept der Kryodestillation für das DARWIN-Experiment

## Masterarbeit am IKP

### Motivation

Das DARWIN-Experiment mit einem 50-t-Xenon-Detektor ist das Experiment der nächsten Generation für die Entschlüsselung der Natur der Dunklen Materie in Form von WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles). Zudem wird die Suche nach extrem seltenen Prozessen durch solare Neutrinos, speziell der niederenergetischen pp-Neutrinos, dem neutrinolosen doppelten Beta-zerfall von  $^{136}\text{Xe}$ , der Wechselwirkung von Axionen und axionartigen Teilchen, Neutrinos aus Supernovas und weitere seltene Kernprozesse auf bisher unerreichte Nachweisgrenzen ausgedehnt. Die Sensitivität des Detektors wird maßgeblich durch dessen Kontamination mit Spuren von Krypton und Radon bestimmt, die Untergrundereignisse erzeugen. Ganz aktuell kommt nun auch Tritium als mögliche Quelle für Untergrundereignisse ins Spiel. Um diese Untergrundquellen weitest möglich zu reduzieren, müssen diese aktiv durch Getter und kryogene Destillation entfernt werden.



### Aufgabenstellung

Um beim DARWIN-Experiment mit einem Inventar von 50 t Xenon eine Reduktion des radon-induzierten Untergrundes um einen Faktor zwei zu erreichen müssen ca. 10 t Xenon je Tag destilliert werden, was mit einem hohen technischen Aufwand verbunden ist. Ziel dieser Arbeit ist es, basierend auf der Erfahrung von Vorgängerexperimenten das erste Konzept für eine kryogene Destillationsanlage zu erarbeiten. Dieses Konzept soll dann mithilfe von Simulationen optimiert werden. Wichtig hierfür ist der genaue Zusammenhang zwischen Reduktion des Untergrundes, Xenoninventar, Durchsatz und Trennvermögen der Destillationsanlage. Dies wird ein wichtiger Schritt für die weitere Entwicklung des DARWIN-Experiments.

## Weiterführende Aufgaben der Masterarbeit

Zentral für das Design einer kryogenen Destillationsanlage ist das Packungsmaterial. Dieses stellt sicher, dass eine möglichst große Kontaktfläche zwischen der Flüssigkeit und dem Gas besteht und damit möglichst viel Austausch zwischen den beiden Phasen. Gleichzeitig müssen die Durchlässigkeit maximal und das Inventar minimal werden. Diese Eigenschaften müssen experimentell bestimmt werden. In einem weiterführenden Ziel kann eine Testanlage designt werden, um Packungsmaterialien auf diese Eigenschaften zu untersuchen.

## Gliederung der Masterarbeit

Einarbeitungsphase: Studium der theoretischen Grundlagen (Kryogene Destillation, „Rare Events“), Studium der Literatur, Sammlung der thermodynamischen Eigenschaften von Krypton, Xenon, Radon. Danach soll ein Antrittsvortrag gehalten werden.

### Definition der Startwerte:

- Studium von Vorgängerexperimenten (Untergrundquellen, Destillation)
- “Up-Scaling“ der Startwerte von Vorgängerexperimenten

### Modellierung:

- Modellierung einer Kryogenen Destillationskolonne für Xenon
- Entwicklung eines Konzept zur Modellierung einer Kryogenen Destillationsanlage im Kreislauf des DARWIN Experiments
- Umsetzung des Modells in einer Programmiersprache (C++, Python)
- Nutzung des Modells für Parameterstudien

Schreibphase: Erstellung der Masterarbeit (Umfang ca. 50 Seiten).

Abschlussvortrag: Nach Abgabe der Arbeit

## Grundlegende Themengebiete

- Astroteilchenphysik
- Thermodynamik
- Kryotechnik
- Zielorientierte Modellierung (C++, Python)
- Wissenschaftliche Arbeitsweise in einem Forschungsumfeld (Schreiben von Berichten, Halten von wissenschaftlichen Vorträgen und in guter wissenschaftlicher Praxis).  
(Vorkenntnisse in diesen Gebieten sind hilfreich, aber keine Voraussetzung)

## Was hilfreich ist

- Spaß am Programmieren
- Lust darauf, unbekannte Fragestellungen aktiv (mit) zu beantworten
- Grundlegende Programmierkenntnisse

## Wissenschaftliche Betreuung:

**Prof. Dr. Kathrin Valerius** [kathrin.valerius@kit.edu](mailto:kathrin.valerius@kit.edu)  
**Dr. Robin Größle** [robin.groessle@kit.edu](mailto:robin.groessle@kit.edu)  
**Dr. Klaus Eitel** [klaus.eitel@kit.edu](mailto:klaus.eitel@kit.edu)

**Beginn: nach Absprache**  
**Die Masterarbeit wird am IKP und IKP-TLK auf dem Gelände des Campus Nord durchgeführt.**