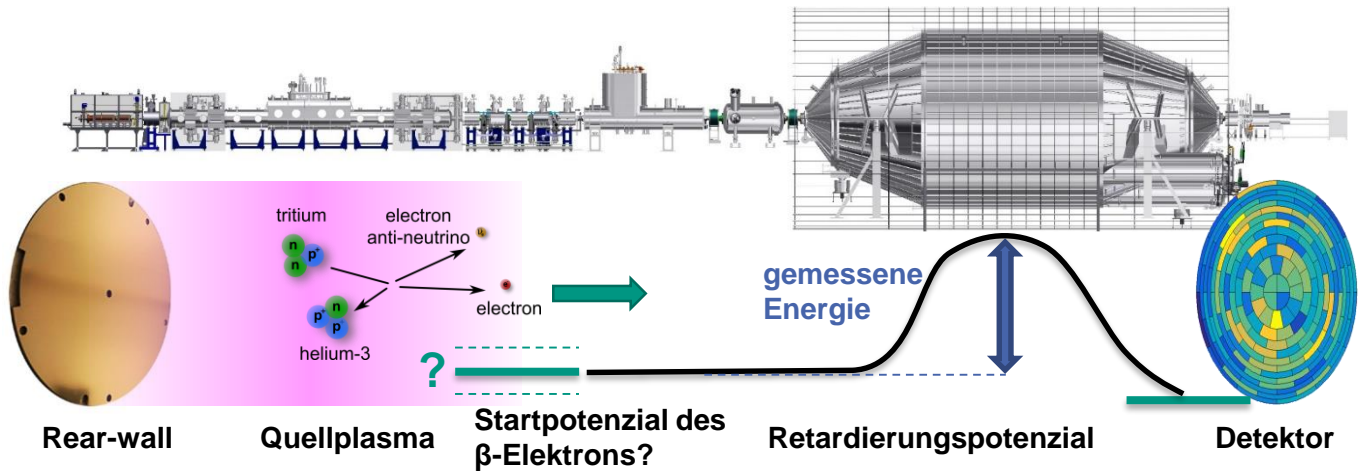


Bachelor und Masterarbeiten am ETP/IKP



Messungen zur genauen Bestimmung des KATRIN Quellpotentials

Wissenschaftliches Umfeld: KATRIN

Die Zielsetzung des internationalen Karlsruhe Tritium Neutrino (KATRIN) Experiments besteht in der modellunabhängigen Messung der fundamentalen Massenskala von Neutrinos mit einer Sensitivität von $m(\bar{\nu}_e) = 200$ meV zur Beantwortung von offenen Fragestellungen in der Kosmologie (heiße dunkle Materie im Universum) und der Teilchenphysik (Massenschema der Neutrinos). Hierzu wird die kinetische Energie von β -Zerfallselektronen aus einer hochintensiven molekularen gasförmigen Tritiumquelle durch ein System aus zwei elektrostatischen Spektrometern mit bisher unerreichter Präzision gemessen. Das KATRIN Experiment wurde von einer internationalen Kollaboration mit ~120 Wissenschaftlern aus D, USA, ES, CZ und RU auf dem Gelände des KIT Campus Nord aufgebaut. Im Jahre 2018 wurde es erstmals mit Tritium in Betrieb genommen. Im darauffolgenden Jahr wurde der erste sehr erfolgreiche Neutrinomassenrun durchgeführt, mithilfe dessen die Massengrenze des Neutrinos von 2 eV auf 1.1 eV abgesenkt werden konnte.

Experimentelles Umfeld: Potenzial der KATRIN Quelle

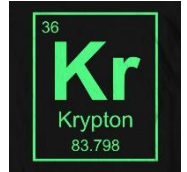
Jede Sekunde entstehen in der gasförmigen Tritiumquelle 10^{11} β -Zerfallselektronen mit einer mittleren Energie von 5 keV, die weitere Moleküle ionisieren. Die große Anzahl an positiven und negativen Ladungsträgern in der Quelle bilden ein stark magnetisiertes Plasma, dessen elektrisches Potential weitestgehend von der Rear-wall am rückseitigen Ende der Tritiumquelle beeinflusst wird.

Die räumliche Verteilung des Plasmopotentials ist von großer Bedeutung für die Neutrinomassenmessung. Denn KATRIN misst die Elektronenenergie als Differenz zwischen dem Retardierungspotenzial im Hauptspektrometer und dem Startpotential des Plasmas in der Quelle.

Zur Untersuchung des Plasmopotentials stehen eine Reihe von Methoden zur Verfügung. Beispielsweise kann der Strom von Elektronen und Ionen an der Rear-wall als Funktion der Rear-wall-Spannung gemessen werden. Diese Kennlinie erlaubt Rückschlüsse auf die charakteristischen Eigenschaften des Plasmas. Außerdem wird das Plasmapotential durch zusätzliche Injektion von metastabilem $83m$ -Kryptongas untersucht. Das Spektrum der Krypton-Elektronen besitzt monoenergetische Linien, wodurch kleine Veränderungen in der Startenergie direkt beobachtet werden können.

Mögliche Bereiche für Masterarbeiten und Bachelorarbeiten*

- **Untersuchung von Plasmainstabilitäten mit der KATRIN Elektronenkanone**
 - Messung der Transmissionsfunktion bei 30 K und 100 K kalter Quelle; Suche nach radialer Abhängigkeit; Auswertung hinsichtlich Cross-Field-Instabilities
- **Plasmamessungen zur Bestimmung der optimalen Rear-wall-Spannung**
 - Messung der Plasma-Rear-wall-Kopplung mit speziellen KATRIN-Messmodi; Messung der Strom-Spannungskennlinie der Rear-wall; Überprüfen von Hypothesen über das Plasmamodell; Auswertung hinsichtlich der optimalen Rear-wall-Spannung
- **Plasmamessungen mittels $^{83m}\text{Krypton}$**
 - Vorbereitung und Durchführung der Messungen von ko-zirkulierendem ^{83m}Kr und T_2 ; Auswertung der Kryptonspektren hinsichtlich räumlicher Homogenität und zeitlicher Stabilität des Plasmopotentials.
- **Numerische Simulation des Quellplasmas**
 - Simulation mittels „Particle-In-Cell“-Simulation oder eines fluiddynamischen Modells



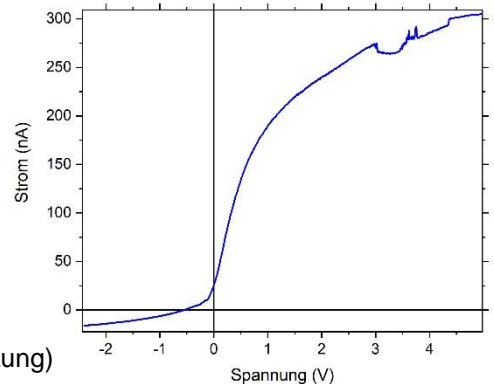
*Für Bachelorarbeiten wählen wir gemeinsam passende Teilaspekte aus.

Themengebiete: Experimentell und Simulation

- Neutrinophysik
- Plasmaphysik, Oberflächenphysik
- Kernphysik (Zerfall von Tritium und Krypton)
- Messungen im KATRIN Kontrollraum
- Programmieren (C++, PYTHON, R)
- Datenanalyse und Präsentation von Daten
- Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit

(Vorkenntnisse in diesen Gebieten sind hilfreich, aber keine Voraussetzung)

Beispiel einer Strom-Spannungskennlinie an der Rearwall



Hilfreich ist:

- Spaß an experimenteller Arbeit (bzw. Simulationen)
- Teamfähigkeit

Wissenschaftliche Betreuung:

- Prof. Dr. Guido Drexlin (wissenschaftliches Umfeld)
- Dr. Magnus Schlösser, Dr. Manuel Klein (Messungen)
- Dr. Ferenc Glück, MSc. Jonas Kellerer (Simulationen)

Beginn: nach Rücksprache (ab sofort)

Die Arbeit wird am Institut für Kernphysik auf dem Gelände des Campus Nord durchgeführt.

Beispiel einer Messung der Kopplung zwischen Plasma und Rearwall

