

## HK 28: Astroteilchenphysik II

Zeit: Dienstag 16:30–19:00

Raum: HG VI

**Gruppenbericht**

HK 28.1 Di 16:30 HG VI

**Status des KATRIN Experimentes zur Bestimmung der Masse des Elektronenneutrinos** — ●MARCUS BECK für die KATRIN-Kollaboration — Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Das Karlsruhe TRitium Neutrinomassenexperiment, KATRIN, sucht nach der Masse des Elektronenneutrinos mit einer angestrebten Sensitivität von  $0.2\text{eV}/c^2$  (90% C.L.) und einer Nachweisgrenze von  $0.35\text{eV}/c^2$  ( $5\sigma$ ). Die Neutrinomasse ist ein wichtiger Parameter für Astroteilchenphysik und Kosmologie, und sowohl ein positives wie ein negatives Ergebnis werden weitreichende Folgen für Kosmologie und das Standardmodell der Teilchenphysik haben.

Das KATRIN Experiment vermisst das Spektrum der Elektronen aus dem  $\beta$ -Zerfall von Tritium nahe des Endpunkts und sucht nach einer Abweichung, die von einer endlichen Neutrinomasse erzeugt wird. Das  $\beta$ -Spektrum wird mit einem Retardierungsspektrometer vom MAC-E Typ bestimmt, einem Prinzip, das bereits bei den Neutrinomassenexperimenten in Mainz und Troitzk verwendet wurde. Die Komponenten von KATRIN werden gerade am Karlsruhe Institute of Technology von einer internationalen Kollaboration aufgebaut. Bereits in 2010 werden Testmessungen an den verschiedenen Komponenten, vor allem auch am Hauptspektrometer, durchgeführt, um ihre Funktion zu überprüfen und verschiedene systematische Effekte zu untersuchen. Es werden das Prinzip von KATRIN und der Stand des Aufbaus und der Testmessungen vorgestellt.

Dieses Projekt wird unter dem Kennzeichen 05A08PM1 vom BMBF gefördert.

HK 28.2 Di 17:00 HG VI

**An alternative route to the neutrino mass: electron capture in  $^{194}\text{Hg}$**  — ●CHRISTINE BÖHM für die ISOLTRAP-Collaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg

The value of the electron neutrino mass is of highest interest as a fundamental number of particle physics as well as an input data for astrophysical and cosmological studies. To determine the neutrino mass, beta-decay spectra are used typically. Here, an alternative way to determine its upper limit will be presented: by use of the electron capture process of the  $^{194}\text{Hg}$  nucleus. Direct mass measurements of  $^{194}\text{Hg}$  and its daughter nucleus  $^{194}\text{Au}$  were performed at the high-precision Penning trap mass spectrometer ISOLTRAP at the ISOLDE facility (CERN). The mass determination of these nuclei is based on the measurement of the cyclotron frequency  $\nu_{cycl} = qB/2\pi m$  of an ion with charge state  $q$  and mass  $m$  stored in a Penning trap with the magnetic field  $B$ . The  $Q_{EC}$ -value obtained by the mass difference leads to the conclusion that the K-capture is forbidden. However, a measurement using a cryogenic micro-calorimeter is suggested to investigate the de-excitation spectrum of the L-capture in  $^{194}\text{Hg}$ . The comparison of the result of the Penning trap experiment and the micro-calorimetric measurement would lead to the neutrino mass.

HK 28.3 Di 17:15 HG VI

**Systematische Untersuchungen zur Laser - Raman - Spektroskopie von Tritium für das KATRIN-Experiment** — ●SEBASTIAN FISCHER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Zentrum Elementarteilchen und Astroteilchenphysik

Das Karlsruher TRitium Neutrino-Experiment KATRIN untersucht das Elektronenspektrum des Tritium  $\beta$ -Zerfalls nahe dem Endpunkt von 18,6 keV. KATRIN wird eine modellunabhängige Bestimmung der Neutrinomasse mit einer erwarteten Sensitivität von 0,2 eV (90% CL) ermöglichen. Dazu verwendet KATRIN eine fensterlose molekulare gasförmige Tritiumquelle und ein elektrostatisches Spektrometer. Dabei ist es erforderlich, die Zusammensetzung des eingesperrten Gases mit einer Präzision von 0,1 % zu kennen. Das Laser-Raman-System LARA am Tritiumlabor Karlsruhe bestimmt dazu die Anteile der verschiedenen Wasserstoff-Isotopologe ( $T_2$ , HT, DT,  $H_2$ ,  $D_2$ , HD).

In diesem Vortrag wird der Aufbau des LARA-Systems vorgestellt und aktuelle Ergebnisse präsentiert. Es wird gezeigt, dass alle Wasserstoff-Isotopologe simultan nachgewiesen werden können [1] und die KATRIN-Anforderungen in 250 s Messzeit erreicht werden.

Gefördert vom BMBF unter Förderkennzeichen 05A08VK2 und von der DFG im Sonderforschungsbereich SFB/Transregio 27 "Neutrinos

and Beyond."

[1] Sturm et al., Monitoring of All Hydrogen Isotopologues at Tritium Laboratory Karlsruhe Using Raman Spectroscopy, Laser Physics, 2010, Vol. 20, No. 2,

HK 28.4 Di 17:30 HG VI

**Modellierung der Tritiumquelle von KATRIN** — ●MARKUS HÖTZEL für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik

Für die Bestimmung der Neutrinomasse mit einer Sensitivität von  $0.2\text{eV}/c^2$  durch das Karlsruhe TRitium Neutrino Experiment KATRIN ist eine detaillierte Modellierung der Tritiumquelle WGTS unerlässlich. Die Windowless Gaseous Tritium Source ist ein Kryostat mit einem 10 m langen Strahlrohr (Durchmesser 90 mm), in das molekulares Tritium  $T_2$  in der Mitte injiziert und an den Enden durch Turbomolekularpumpen abgepumpt wird. Für die Modellierung gilt es zum einen den zu untersuchenden Betazerfall der Tritiummoleküle  $T_2$  mit allen Korrekturen wie z.B. Strahlungskorrekturen und angeregten Zuständen der Tochterkerne  $^3\text{HeT}^+$  zu berücksichtigen, andererseits die physikalischen Quellparameter, ermittelt durch Berechnungen und Testmessungen, in ein präzises 3D-Modell zu implementieren.

Neben einem Statusbericht über den Fortschritt in der Quellmodellierung liegt der Schwerpunkt dieses Vortrags in der Vorstellung der komplexen Gasdynamik der Quelle. Insbesondere wird auf Änderungen des Dichteprofiles der Moleküle eingegangen, hervorgerufen durch das Temperaturprofil, sowohl longitudinal als auch radial/azimutal aufgrund der Kühlung des Strahlrohrs durch beidseitig angebrachte Kühlrohre. Außerdem wird der Einfluss von Quellparametern als systematische Unsicherheiten auf die Bestimmung der Neutrinomasse diskutiert.

Gefördert durch das BMBF unter Kennzeichen 05A08VK2 und die DFG über den SFB TR27.

HK 28.5 Di 17:45 HG VI

**Electron  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  source for the energy scale monitoring in the KATRIN experiment** — ●MIROSLAV ZBOŘIL<sup>1,3</sup>, MARCUS BECK<sup>1</sup>, JOCHEN BONN<sup>2</sup>, OTOKAR DRAGON<sup>3</sup>, JAROMÍR KAŠPAR<sup>3</sup>, ALOJZ KOVALÍK<sup>5</sup>, BEATRIX OSTRICK<sup>2</sup>, ERNST-WILHELM OTTEN<sup>2</sup>, KLAUS SCHLÖSSER<sup>4</sup>, ANTONÍN ŠPALEK<sup>3</sup>, THOMAS THÜMLER<sup>4</sup>, DRAHOŠLAV VÉNOŠ<sup>3</sup>, and CHRISTIAN WEINHEIMER<sup>1</sup> für die KATRIN-Collaboration — <sup>1</sup>IKP, Uni Münster — <sup>2</sup>IP, Uni Mainz — <sup>3</sup>NPI ASCR, Řež/Prague — <sup>4</sup>IK, KIT Karlsruhe — <sup>5</sup>DLNP, JINR Dubna

KATRIN investigates the endpoint region of the  $T_2$ - $\beta$ -spectrum aiming for a sensitivity on the neutrino mass of 0.2 eV (90% C.L.). A spectrometer of the MAC-E filter type will be used for a total time of at least 5 years. An unrecognized shift of the filtering potential would influence the resulting neutrino mass. To continuously monitor the filtering potential the high voltage will be simultaneously applied to an additional MAC-E filter spectrometer. In this monitor spectrometer suitable electron sources based on atomic/nuclear standards will be utilised. As one of such monitoring tools the solid  $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$  source is intended. It provides conversion electrons from  $^{83\text{m}}\text{Kr}$  which is continuously generated by  $^{83}\text{Rb}$ . The monitoring task demands a long-term energy stability  $\Delta E/E$  of the K-32 conversion electron line ( $E = 17.8\text{keV}$ ,  $\Gamma = 2.7\text{eV}$ ) of  $\pm 1.5\text{ppm}/\text{month}$ . The main features of two source production techniques and the results of the K-32 long-term stability test measurements at the Mainz MAC-E filter will be presented. This work is supported by DFG (BO1212/5-1 and BO1212/6-1), BMBF (05A08PM1) and MEYS Czech Republic (LA318 and LC07050).

HK 28.6 Di 18:00 HG VI

**Messungen der elektro-optischen Eigenschaften der differentiellen Pumpstrecke von KATRIN** — ●JOHANNES SCHWARZ für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Zentrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik

Das Karlsruher TRitium Neutrino Experiment wird die Masse des Elektron-Antineutrinos aus dem Energiespektrum des Tritium  $\beta$ -Zerfalls nahe der kinematischen Endpunktsenergie von 18,6 keV mit einer Sensitivität von 0,2 eV/ $c^2$  (90% C.L.) direkt und modellunabhängig messen. Hierzu werden die  $\beta$ -Elektronen von der fensterlosen molekularen Tritium-Quelle magnetisch adiabatisch über die Transportstrecke zu einem System von zwei elektrostatischen Spektrometern (MAC-E-Filter) und einem Fokalebenenendetektor geführt.

Die Aufgaben der 7,2 m langen differentiellen Pumpstrecke (DPS) als Teil der Transportstrecke sind einerseits die Reduktion des Tritium-Flusses um sieben Größenordnungen durch vier Turbo-Molekularpumpen und andererseits die adiabatische Führung der  $\beta$ -Elektronen. Das dafür benötigte magnetische Führungsfeld mit einer Flussdichte von 5,6 T wird durch fünf supraleitende Solenoide erzeugt. Mit Hilfe einer keV-Elektronenquelle und eines speziell dafür entwickelten Halbleiter-Detektors werden die elektro-optischen Eigenschaften der DPS vor dem Einsatz bei KATRIN experimentell charakterisiert. Dieser Vortrag zeigt die Entwicklung und den gegenwärtigen Status dieses Testexperiments.

Dieses Projekt wird durch den SFB/TR27 und die BMBF-Verbundforschung mit dem Förderkennzeichen 05A08VK2 gefördert.

HK 28.7 Di 18:15 HG VI

**Nicht-axialsymmetrische Feldberechnungen und Teilchenbahnverfolgung im KATRIN Experiment** — ●BENJAMIN LEIBER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik

Das **KARlsruher TRITium Neutrino Experiment** wird die Masse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von  $0.2 \text{ eV}/c^2$  (90% C.L.) über die Messung des Tritium  $\beta$ -Spektrums in der Nähe des Endpunktes bestimmen. Um die Energie der Zerfallselektronen zu analysieren, werden diese in einem elektrostatischen Spektrometer nach dem MAC-E Filter-Prinzip entlang von Magnetfeldlinien geführt. Durch die adiabatische Änderung des Feldes um einen Faktor von 20.000 wird die transversale Energie der Zerfallselektronen in longitudinale umgewandelt, welche dann mit dem elektrischen Retardierungspotential analysiert wird. Zur Optimierung des experimentellen Aufbaus werden Simulationen des elektromagnetischen Designs durchgeführt. Dies erfordert eine flexible und modulare Software um die auftretenden elektromagnetischen Felder und damit auch die Teilchenbahnen der Zerfallselektronen im Experiment, mit großer Genauigkeit zu simulieren. Besonderes Augenmerk gilt hierbei der Nicht-Axialsymmetrie des Magnetfeldes, wie sie z.B. durch Verformungen des Luftspulensystems, welches das Hauptspektrometer umschließt und den magnetischen Materialien in der Spektrometerröhre, verursacht wird. Dieses Projekt wird durch die BMBF-Verbundforschung mit dem Förderkennzeichen 05A08VK2 gefördert.

HK 28.8 Di 18:30 HG VI

**Production and installation of the wire electrode for the**

**KATRIN-Experiment** — SEBASTIAN BENNING, VOLKER HANNEN, ●BJÖRN HILLEN, HANS-WERNER ORTJOHANN, MATTHIAS PRALL, CHRISTIAN WEINHEIMER, and MICHAEL ZACHER for the KATRIN-Collaboration — Institut für Kernphysik, Universität Münster

The **KARlsruhe TRITium Neutrino mass-Experiment** allows the determination of the electron antineutrino with a sensitivity of 0,2 eV (95% C.L.). This parameter is important for cosmology and particle physics and can be determined in a model-independent way from a measurement of the endpoint region of the Tritium beta-spectrum. The central part of the experiment, a 23 m long spectrometer with a diameter of 10 cm, is based on the principle of a MAC-E-filter. On the inner surface of the spectrometer vessel a double layer wire electrode will be installed, which on one hand reduces the background generated by the cosmic radiation and radioactive isotopes in the vessel material and on the other hand adjusts the electric field. The wire electrode has a modular design. Overall 248 modules have been produced with high precision in Münster under cleanroom conditions. The talk gives an overview of the functionality and the production of the wire electrode modules and an outline of the actual production status. This project is supported by BMBF under contract number 05A08PM1.

HK 28.9 Di 18:45 HG VI

**Untersuchung des  $\mu$ -induzierten Neutronenuntergrunds im EDELWEISS Experiment** — ●HOLGER KLUCK für die EDELWEISS-Kollaboration — Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Kernphysik

EDELWEISS ist ein aus kryogenen Germanium-Halbleiterdetektoren aufgebautes Experiment zum direkten Nachweis schwach Wechselwirkender massiver Teilchen (WIMPs), das sich im Untergrundlabor von Modane befindet. Seit Ende 2007 werden Daten zur WIMP-Suche aufgenommen. Mit dem  $100 \text{ m}^2$  großen modularen Myon-Vetosystem ist es möglich, Myonspuren und  $\mu$ -induzierte Bolometer-Ereignisse zu identifizieren. Darüber hinaus wurde ein Neutronendetektor mit 1 t Gd-geladenem Flüssigszintillator installiert, um den myon-induzierten Neutronenfluss zu bestimmen.

Aufbau und erste Messungen mit dem Neutronenzähler werden vorgestellt. Die Suche und die Identifikation von  $\mu$ -induzierten Neutronen in den verschiedenen Detektorsystemen werden diskutiert, ebenso Monte Carlo-Simulationen zum Nachweis  $\mu$ -induzierter Reaktionen.

Diese Arbeit wurde in Teilen von der DFG über den SFB-Transregio 27 ("Neutrinos and Beyond") gefördert.