

## T 100: Niederenergie-Neutrino-Physik 2

Zeit: Montag 16:45–19:10

Raum: WIL-A317

**Gruppenbericht**

T 100.1 Mo 16:45 WIL-A317

**Das Double Chooz Experiment** — ●JULIA HASER für die Double Chooz-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik

Das Reaktorantineutrino-Experiment DOUBLE CHOOZ ist über den inversen Betazerfall  $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$  in der Lage durch das Kernkraftwerk Chooz (Nordfrankreich) erzeugte Antineutrinos zu detektieren. Mit dem Ziel den Neutrino Mischungswinkel  $\theta_{13}$  zu bestimmen wurden seit Anfang 2011 Daten genommen. Das derzeit aus einem Detektor im Abstand von 1050 m zu den Reaktorkernen bestehende Experiment konnte ein Defizit im erwarteten Neutrinofluss beobachten: als Konsequenz der Neutrinooszillation  $\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_x$  wurden in 227.93 Tagen Live-Time 8249 statt der 8937 vorhergesagten Neutrino-Kandidaten gemessen. Als einziges Experiment seiner Art weltweit ergaben sich zudem Phasen einer reinen Untergrundmessung bei abgeschalteten Reaktoren. Ein umfangreiches Verständnis der Untergrundbeiträge, des Neutrinoflusses sowie der Detektoreffizienzen und Energiekonstruktion zeichnen die Datenanalyse aus. Diese erfolgt nicht nur durch Auswertung der Neutrinoanteile sondern berücksichtigt ebenso die Form ihrer gemessenen Energieverteilung. Für den dritten Mischungswinkel ergibt sich aus den durch DOUBLE CHOOZ gesammelten Daten  $\sin^2(2\theta_{13}) = 0.109 \pm 0.030(\text{stat}) \pm 0.025(\text{syst})$ , der Fall  $\theta_{13} = 0$  ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 99.8% ( $2.9\sigma$ ) ausgeschlossen.

**Gruppenbericht**

T 100.2 Mo 17:05 WIL-A317

**Alternative Approach for the Measurement of  $\theta_{13}$  Using Neutron Capture on Hydrogen in Double Chooz** — ●SEBASTIAN LUCHT for the Double Chooz-Collaboration — RWTH Aachen University, Germany, Aachen

Double Chooz is a reactor antineutrino experiment built to measure neutrino mixing angle  $\theta_{13}$ . The experiment uses two detectors at different distances (400 m and 1 km) to precisely measure the disappearance of  $\bar{\nu}_e$  from the CHOOZ-B reactor cores. The neutrinos are detected by the inverse beta decay (IBD) signature which is a two-fold coincidence of a prompt positron followed by a delayed neutron capture on Gadolinium (Gd) or Hydrogen (H). All recently published results from reactor neutrino experiments are based on neutron captures on Gd. In Double Chooz an additional method based on captures on H has been developed. The H detection channel provides an independent data sample to cross-check the Gd analysis result. Furthermore, because of the different nature of the backgrounds and systematic uncertainties, a combination of the H and Gd analysis improves the measurement of  $\theta_{13}$ . In this talk, the current results from the H analysis in Double Chooz are presented.

T 100.3 Mo 17:25 WIL-A317

**Das Innere Myonveto Double Chooz** — DENNIS DIETRICH, JOSEF JOCHUM, TOBIAS LACHENMAIER, ●MARKUS RÖHLING und LEE STOKES für die Double Chooz-Kollaboration — Physikalisches Institut, Universität Tübingen

Ziel des Double Chooz-Experimentes, das seit April 2011 mit einem Detektor Daten nimmt, ist es den Neutrino Mischungswinkel  $\theta_{13}$  zu messen. Für die hierzu notwendige Präzision ist eine genaue Kenntnis des myoninduzierten Untergrundes, speziell schneller Neutronen und Spaltungsprodukte, unerlässlich. Aus diesem Grund werden beide Double Chooz-Detektoren ein aktives, auf Flüssigszintillator basierendes Veto besitzen.

In diesem Vortrag sollen Ergebnisse aus den Daten des Myonvetos des fernen Double Chooz-Detektors vorgestellt und erläutert werden. Ebenso werden Simulationen zur Leistung des Myonvetos des nahen Detektors, das im Sommer 2013 eingebaut werden wird, präsentiert.

T 100.4 Mo 17:40 WIL-A317

**Kosmogener Untergrund und Pulsformanalyse bei Double Chooz** — ●MIKKO MEYER, JOACHIM EBERT, CAREN HAGNER, LAURA VANHOEFER und MICHAEL WURM — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Double Chooz ist ein Neutrinoexperiment, das den Mischungswinkel  $\theta_{13}$  bestimmt. Dafür wird die Oszillation von Reaktor-Neutrinos mit einem Flüssigszintillationsdetektor vermessen. Eine genaue Kenntnis aller Untergrundbeiträge ist dabei von entscheidender Bedeutung. Einen wichtigen Beitrag bildet der kosmogene Untergrund, u.a. die  $\beta n$ -Emitter  ${}^9\text{Li}/{}^8\text{He}$ , schnelle Neutronen und stoppende Myonen, die im

Detektor ein neutrino-induziertes Signal imitieren können.

Eine Besonderheit des Double Chooz Experimentes ist die Möglichkeit einer direkten Messung des Untergrundes bei ausgeschalteten Reaktoren. Zusätzlich werden erste Ergebnisse zur Bestimmung des Untergrundes mit Hilfe einer Pulsformanalyse dargestellt.

T 100.5 Mo 17:55 WIL-A317

**Das Nucifer Experiment** — ●CHRISTIAN BUCK und MANFRED LINDNER für die Nucifer-Kollaboration — MPIK Heidelberg

Das ursprüngliche Ziel des Nucifer Projekts war zu prüfen, ob Antineutrino-Detektoren zur Reaktorüberwachung und im Kampf gegen die Verbreitung von Nuklearwaffen eingesetzt werden können. Inzwischen hat sich das Interesse am Nucifer Projekt ausgeweitet, da es auch zur Lösung der sogenannten "Reaktor-anomalie" beitragen könnte. In mehreren Reaktorexperimenten wurde ein Antineutrinofluss gemessen, der nur etwa 93% des theoretisch vorhergesagten Flusses entspricht. Eine mögliche Ursache für diese Diskrepanz könnten Umwandlungen der Elektronantineutrinos in sterile Neutrinos sein. Dies würde bedeuten, dass es neben den drei bekannten Neutrinofamilien weitere Neutrinoarten gibt, was weitreichende Konsequenzen für theoretische Modelle der Teilchenphysik und die Kosmologie hätte. Der Nucifer Detektor wird derzeit am CEA Saclay in Frankreich in etwa 7 m Entfernung vom OSIRIS Forschungsreaktor (70 MW thermische Leistung) betrieben. Das Detektortarget besteht aus 850 Liter eines neuartigen Gadolinium beladenen Flüssigszintillators. Die Chemie des metallbeladenen Szintillators basiert auf einer Entwicklung, die derzeit erfolgreich im Double Chooz Experiment eingesetzt wird. Die Neutrinos werden über den inversen Betazerfall an Wasserstoffatomen des Targetszintillators nachgewiesen. Es wird eine Rate von etwa 350 Neutrinoereignisse pro Tag im Detektor erwartet. Im Vortrag sollen erste Untergrund- und Kalibrationsdaten in der "endgültigen" Detektorkonfiguration, sowie die Aussichten für der Neutrino-messung präsentiert werden.

T 100.6 Mo 18:10 WIL-A317

**The antineutrino spectrum of U238 in the context of reactor experiments** — ●NILS HAAG, JEAN LANFRANCHI, LOTHAR OBERAUER, WALTER POTZEL, and KLAUS SCHRECKENBACH — Technische Universität München, 85748 Garching

The exact knowledge of the antineutrino spectrum emitted from a reactor core is crucial for reactor experiments investigating neutrino oscillations (as Double Chooz) and for the correct interpretation of the reactor anomaly.

This  $\bar{\nu}_e$  spectrum is composed of antineutrinos from beta decays of the fission products of the four main fuel isotopes. U238, that contributes about 8-10% to the power of a standard pressurised water reactor, has a significant part in the total antineutrino spectrum of a reactor core. The spectra of the other three main fuel isotopes (U235, Pu239, Pu241) were already measured several decades ago, but only recently the one from U238 could be determined in an experiment at the neutron source FRM2 in Garching. With the knowledge of this spectrum, the predictions of reactor  $\bar{\nu}_e$  spectra can be stated more precisely improving all reactor experiments. This talk will also point out the impact of the new measurements on the significance of the reactor anomaly which has initiated the discussion of active flavours possibly oscillating into sterile neutrinos.

T 100.7 Mo 18:25 WIL-A317

**Study of Liquid Scintillator Properties in Double Chooz** — CHRISTOPH ABERLE, CHRISTIAN BUCK, BENJAMIN GRAMLICH, MANFRED LINDNER, STEFAN WAGNER, and ●HIDEKI WATANABE — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany

Double Chooz is a currently-running experiment using neutrinos from the reactor power plant in Chooz, France. Its principal physics goal is a precise measurement of the neutrino mixing angle  $\theta_{13}$ , and  $\sin^2 2\theta_{13} = 0.109 \pm 0.030(\text{stat.}) \pm 0.025(\text{syst.})$  was obtained and published recently. This achievement was benefited in part by adopting the four-layer liquid structure in the middle of the detector with respect to the background event reduction. Especially, the innermost two liquid scintillators are distinguished Neutrino Target and Gamma-Catcher depending on the Gadolinium-loaded or unloaded. These were designed to establish the high light transparency, long term stability, low radiopurity and light yield matching between them. In addition, their

quenching factors are also important characters to understand ultimately the energy response in Double Chooz. In this talk, presented will be the results of the above-mentioned properties of Neutrino Target and Gamma-Catcher, as well as the measurement of their quenching factors including the laboratory study conducted in Max-Planck-Institut für Kernphysik.

T 100.8 Mo 18:40 WIL-A317

**Proton energy quenching and pulse shape discrimination in organic liquid scintillator for LENA** — ●LUDWIG PRADE, SIMON APPEL, GERMAN BEISCHLER, JILL KAINDL, TIMO LEWKE, QUIRIN MEINDL, RANDOLPH MÖLLENBERG, LOTHAR OBERAUER, PATRICK PFAHLER, TOBIAS STEMPFLE, MARC TIPPMMANN, JÜRGEN WINTER, and VINCENZ ZIMMER — for the LAGUNA-LENA working group — Technische Universität München, Physik Department E15, James Franck Straße, 85748 Garching

LENA is a proposed 50kt neutrino observatory based on liquid scintillator. Due to its low energy threshold, liquid scintillator allows measurements in the MeV range and below.

The Maier-Leibnitz-Laboratorium in Garching provides excellent conditions for studying energy dependent quenching of protons and particle discrimination via pulse-shape analysis in liquid scintillator. The tandem-accelerator provides a source of mono-energetic neutrons to which a scintillator sample is exposed.

To provide a good energy scale careful calibration with gamma-sources of the setup is required. For this, Monte-Carlo simulations have been performed to understand the physical processes inside the

detector. The simulated data has then been compared to the real measurements and a good agreement has been found. Further understanding of the calibration is achieved by using a secondary HPGe-detector which measured the gammas backscattered within the scintillator.

This work has been supported by the Maier-Leibnitz-Laboratorium and the cluster of excellence 'Origin and Structure of the Universe'.

T 100.9 Mo 18:55 WIL-A317

**Studies of Statistical Methods for the Combination of Recent Neutrino Experiment Results** — ●STEFAN SCHOPPMANN<sup>1</sup>, ERHARD CRAMER<sup>2</sup>, STEFAN ROTH<sup>1</sup>, ACHIM STAHL<sup>1</sup>, and CHRISTOPHER WIEBUSCH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>III. Physikalisches Institut B - RWTH Aachen — <sup>2</sup>Institut für Statistik und Wirtschaftsmathematik - RWTH Aachen

Neutrino oscillations have become a well established phenomenon in particle physics during the past years. Recently the last unknown neutrino mixing angle  $\theta_{13}$  has been independently measured to be non-zero by experiments of two different concepts. Reactor neutrino experiments measure the angle  $\theta_{13}$  independently of the additional oscillation parameter  $\delta_{CP}$  and the neutrino mass hierarchy, while accelerator experiments measure combinations of these three parameters. From these distinct properties a possibility to determine  $\delta_{CP}$  arises.

Exemplarily, the results of the Double Chooz reactor experiment and the T2K accelerator experiment are investigated. Special focus is set on the statistical concepts utilised in either analysis and on their compatibility. Furthermore, a statistical method for the combination of both experiment results is developed, focussing on a determination of the yet unknown oscillation parameter  $\delta_{CP}$ .