

## T 51: Experimentelle Methoden der Astroteilchenphysik III

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: I.13.70 (HS 27)

T 51.1 Di 16:45 I.13.70 (HS 27)

**Digital optical modules for the KM3NeT neutrino telescope** — ●OLEG KALEKIN for the ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Collaboration — Universitaet Erlangen, ECAP

KM3NeT is multi-cubic-kilometer neutrino telescope under construction in the Mediterranean Sea. In the currently running Phase 1 of the project, almost 30 detection units - 700 m tall vertical structures holding 18 Digital Optical Modules (DOMs) each - will be produced and deployed. A KM3NeT DOM consists of a pressure resistant glass sphere encapsulating 31 photomultiplier tubes of 80 mm diameter, readout electronics and additional instrumentation for calibration and monitoring. The Erlangen Centre for Astroparticle Physics is one of the DOM integration sites of the project. This contribution describes the design, functionality and integration procedure of the KM3NeT DOM.

T 51.2 Di 17:00 I.13.70 (HS 27)

**Kalibration von Optischen Modulen für das KM3NeT Experiment** — ●JONAS REUBELT für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen Centre for Astroparticle Physics

Das im Bau befindliche Neutrinooteleskop KM3NeT wird in seiner finalen Ausbaustufe mit einer Gesamtgröße von mehreren Kubikkilometern aus annähernd 600 einzelnen sogenannten Strings im Mittelmeer aufgebaut sein. Das sind am Meeresgrund verankerte und durch Bojen nach oben gezogene schlanke Strukturen an denen in Abständen von 36 m sogenannte Optische Module befestigt sind. Ein optisches Modul besteht aus einer druckfesten Glaskugel, die mit 31 Photomultipliern (PMTs), der Ausleseelektronik, sowie Kalibrationsgeräten bestückt ist. Diese Optischen Module sind die Augen des Detektors und müssen entsprechend gut kalibriert und verstanden werden. Die klar definierte Anordnung sowie die Benutzung von vielen PMTs pro Glaskugel erlaubt neben Messungen im Labor auch eine in-situ Kalibration. Die zugrundeliegende Methodik sowie die Ergebnisse eines Prototypstrings werden im Vortrag vorgestellt.

T 51.3 Di 17:15 I.13.70 (HS 27)

**Progress on the WOM (Wavelength-shifting optical module) development for IceCube** — ●DUSTIN HEBECKER — DESY Zeuthen

For ongoing studies for the extension of the IceCube neutrino observatory to low energies (PINGU) and high energies the noise rate of the optical modules should be decreased and the effective area increased in order to improve energy resolution and overall sensitivity. The WOM (Wavelength-shifting optical module) targets this points by expanding the capture area while decreasing the size of the PMT and thus decreasing the noise rate. Photons are first captured in an organic wavelength-shifting material (WLS) that is coated on light guiding material to guide the light to two smaller PMTs. This allows to achieve a very large collection area and reduces the noise to the order of 10 Hz in comparison to 600-800 Hz (IceCube DOM). The progress on the necessary WLS paint development and substrate selection will be presented. Also a brief status / outlook on the prototype assembly will be given.

T 51.4 Di 17:30 I.13.70 (HS 27)

**Status zur Entwicklung eines WOM-Prototypen** — ●MARKUS ARCHINGER — Universität Mainz

Um die zur Verfügung stehende Fläche beim Bohren von Löchern in das antarktische Eis effektiver nutzen zu können werden zylindrische optische Module entwickelt. Ziel ist es zudem geringe Rauschraten und höhere Sensitivität zu erhalten, was mit wellenlängenschiebender Farbe und kleinen PMTs erreicht werden kann. In diesem Vortrag werden Tests mit dem Photoverfälscher vorgestellt und zukünftige Entwicklungen im Bereich der Elektronik diskutiert.

T 51.5 Di 17:45 I.13.70 (HS 27)

**Entwicklung eines Multi-PMT Prototypen für den Einsatz im tiefen Eis am Südpol** — ●LEW CLASSEN für die IceCube-Kollaboration — Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen Centre for Astroparticle Physics

Nach der erfolgreichen Messung eines hochenergetischen astrophysikalischen Neutrinoflusses durch IceCube sind Erweiterungen des De-

tektors, sowohl im Nieder- (PINGU) als auch im Hochenergiebereich, in Planung. Für diese Erweiterungen wird in Erlangen ein sogenanntes multi-PMT-Modul entwickelt. Optische Module nach diesem Konstruktionsprinzip bestehen aus einer Anordnung mehrerer kleiner PMTs innerhalb einer transparenten Druckkammer, was einige Vorteile gegenüber dem konventionellen Design mit einem großen PMT bietet, darunter vergrößerte effektive Fläche, bessere Raumwinkelabdeckung und Richtungssensitivität. Für den Einsatz am Südpol wurde das bewährte multi-PMT-Modul-Design des KM3NeT-Detektors den Gegebenheiten in Eis angepasst. In dem Vortrag werden, neben dem aktuellen Stand der Entwicklungsarbeiten, Simulationen der optischen Eigenschaften des Moduls in unterschiedlichen Konfigurationen und Untersuchungen zur Dunkelrate der verwendeten PMTs vorgestellt.

T 51.6 Di 18:00 I.13.70 (HS 27)

**Design study of the Precision Optical Calibration Module for the PINGU detector** — ●JOOST VEENKAMP and KAI KRINGS for the IceCube-Collaboration — TU München, Physik-Department, Excellence Cluster Universe, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

The Precision IceCube Next Generation Upgrade (PINGU) will measure atmospheric neutrinos with a threshold of a few GeV. The primary goal for this extension is to determine the Neutrino mass hierarchy. A new level of precision is needed in order to reach this. The calibration of the DOM's is an important aspect in raising the precision to the needed level. A better calibration system will enable a better understanding of the ice and will therefore significantly reduce systematic effects. We present the Precision Optical Calibration Module (POCAM). By keeping the outer topology identical to that of the DOM, cost effective construction and deployment is ensured. The design of the POCAM is based on the principle of the integrating sphere. An appropriately placed LED in combination with a diffusive layer on the inside of the sphere results in an isotropic light emission from the apertures in the spherical housing. The output of the LED is controllable and known to high precision, it therefore ensures control over the output from the apertures. We report on the first investigations.

T 51.7 Di 18:15 I.13.70 (HS 27)

**Testing the Precision Optical Calibration Module for PINGU** — MARTIN JURKOVIC and ●KILIAN HOLZAPFEL for the IceCube-Collaboration — TU München, Physik-Department, Excellence Cluster Universe, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

The Precision IceCube Next Generation Upgrade (PINGU) is primarily designed to determine the neutrino mass hierarchy. This measurement requires an accurate calibration of the detector in order to reduce systematic uncertainties. The Precision Optical Calibration Modules (POCAM) will be placed in the detector as a well calibrated artificial light source in the ice. The POCAM will be enclosed in a glass sphere identical to those used for the detector modules. To construct and simulate a prototype of the POCAM, every component needs to be analyzed by their optical characteristics and by the behavior in temperatures down to -50°C. Therefore a highly shielded an isolated environment has to be build up. We report the status of the testing environment and the hardware selected.

T 51.8 Di 18:30 I.13.70 (HS 27)

**Weiterentwicklung der Fluoreszenzkamera des Pierre-Auger-Observatoriums\*** — ●SVEN QUERCHFELD für die Pierre Auger-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal

Die Fluoreszenzteleskope des Pierre-Auger-Observatoriums messen seit 2004 kosmische Strahlung durch den Nachweis von ausgedehnten Luftschauern. Insgesamt 27 Teleskope, mit einer Kamera aus je 440 Photomultipliern (PMTs), vermessen die longitudinale Schauerentwicklung im UV-Bereich. Mittlerweile sind effizientere PMTs erhältlich, welche die Sensitivität erhöhen und in einem der vorhandenen Teleskope bereits für ein Nachfolgeprojekt getestet werden. Allerdings ist durch eine geänderte Geometrie des Eintrittfensters der Einsatz von zusätzlichen Lichtkonzentratoren (Winston Cones) nötig, um die Totfläche zwischen den einzelnen PMTs zu minimieren.

In diesem Vortrag wird die Entwicklung und Fertigung der geänderten Optik des Systems, bestehend aus neuem PMT und Winston Cone, vorgestellt. Dabei werden erste Messungen mit einem im September

2014 installierten Prototypen präsentiert. Außerdem wird die Weiterentwicklung zur Steigerung der PMT-Effizienz gezeigt.

*\* Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik und das ASPERA-Verbundprojekt AugerNext*

T 51.9 Di 18:45 I.13.70 (HS 27)

**Photo Multiplier Tubes Candidates for the Cherenkov Telescope Array Project** — ●DOMINIK MÜLLER for the MAGIC-Collaboration — Max-Planck-Institut für Physik, Föhringer Ring 6, 80805 München

Photo Multiplier Tubes (PMTs) are the most wide spread detectors for fast low-level light signals. They are commonly used as standard light sensors for camera systems in imaging atmospheric Cherenkov telescopes. Years ago, an improvement program for the PMT candidates for the Cherenkov Telescope Array (CTA) project was initialized

with the companies Hamamatsu Photonics K.K. (Japan) and Electron Tubes Enterprises Ltd. (England).

CTA is the next generation of imaging atmospheric Cherenkov telescopes for high energy gamma ray astrophysics. Therefore, we need PMTs with outstanding good parameters concerning quantum efficiency, pulse width, after-pulsing and transit time spread. The currently available "super-bialkali" PMTs show a peak Quantum Efficiency of 40% and have an enhanced collection efficiency of up to 95-98% for wavelengths  $\geq 400\text{nm}$ . The pulse width averages around 3ns at a gain of 40000. Also, the after-pulsing for a set threshold level of  $\geq 4$  photo electrons is reduced down to 0,02%.

We will report on the measurement results of PMT R-12292-100 from Hamamatsu as the final version and the intermediate version PMT D569/3SA from Electron Tubes Enterprises as candidate PMTs for the CTA project.