

## ABSTRACT

This thesis presents work on the New Large Area Neutron Detector NeuLAND, which will be used at the upcoming Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR), Germany. Assembly steps for detector modules are described, followed by experiments performed with the NeuLAND Demonstrator in Japan. The detector is also assembled virtually for Monte Carlo simulations, including a conversion process from energy depositions to experimental look-alike events. This detector response is in good agreement with experimental data from Japan. Performance and behavior of newly developed reconstruction methods are mapped out for different detector sizes. These algorithms can reconstruct multiplicity and primary interaction points for many incoming neutrons. In addition, the groundwork for event reconstruction with neural networks is laid.

In the second part, the GEANT4 application G4Horus is presented, which implements a virtual version of the HORUS  $\gamma$ -ray spectrometer used at the Institute for Nuclear Physics, University of Cologne. The high purity germanium (HPGe) detectors in this spectrometer are often used to measure  $\gamma$ -rays from 5 MeV to 10 MeV. No standardized calibration sources are available at these energies, and the efficiency calibration is challenging. G4Horus alleviates this problem with easy to use efficiency simulations. More complex experiments with particle detectors and respective data analysis procedures can be understood and improved with matching simulations. Here, G4Horus provides listmode data with simulated particle- $\gamma$  coincidences.

## ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Dissertation werden Arbeiten an dem New Large Area Neutron Detector NeuLAND vorgestellt, welcher in der Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR), Deutschland, zum Einsatz kommt. Die Montage der Detektormodule und Experimente mit dem NeuLAND-Demonstrator in Japan werden vorgestellt. Für Monte-Carlo-Simulationen wurde der Detektor auch virtuell aufgebaut, wobei insbesondere ein Umwandlungsprozess von einzelnen Energiedepositionen zu Ereignissen mit experimentellem Charakter bedeutend ist. Diese Detektorantwort ist in guter Übereinstimmung mit experimentellen Daten aus Japan. Weiterhin wurden Leistung und Verhalten von neu entwickelten Rekonstruktionsmethoden für unterschiedliche Detektorgrößen untersucht. Diese Algorithmen können Anzahl und primäre Interaktionspunkte für viele eingehende Neutronen rekonstruieren. Zudem wurde der Grundstein für die Ereignisrekonstruktion mit neuronalen Netzen gelegt.

Im zweiten Teil wird die GEANT4-Anwendung G4Horus präsentiert, eine virtuelle Version des HORUS  $\gamma$ -Spektrometers, welches am Institut für Kernphysik der Universität zu Köln verwendet wird. Die hochreinen Germaniumdetektoren (HPGe) in diesem Spektrometer werden häufig zur Messung von  $\gamma$ -Strahlen zwischen 5 MeV und 10 MeV benutzt. Bei diesen Energien stehen keine standardisierten Kalibrierungsquellen zur Verfügung, was die Effizienzkalibrierung zu einer Herausforderung macht. G4Horus kann diese mit einfach zu bedienenden Effizienzsimulationen verbessern. Darüber hinaus können komplexere Experimente mit Teilchendetektoren und entsprechenden Datenanalyseverfahren mit passenden Simulationen verstanden und verbessert werden. Hierfür stellt G4Horus Daten mit simulierten Teilchen- $\gamma$ -Koinzidenzen zur Verfügung.