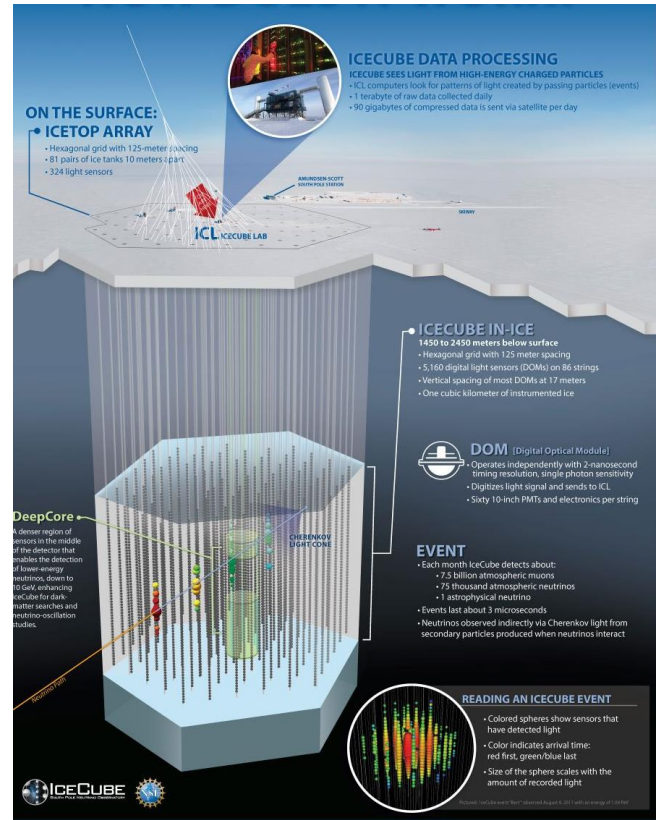


IceCube Neutrino Observatorium

Erforschung des Hochenergie-Universums mit Hilfe von Neutrinos und Kosmischer Strahlung

Das IceCube Observatorium ist ein sich kilometertief im Eis des Südpols befindlicher Detektor, gebaut um die Energie, Herkunftsrichtung und Sorte von extraterrestrischen Neutrinos und hochenergetischer kosmischer Strahlung zu bestimmen. Damit wollen wir das Rätsel über die Herkunft und den Beschleunigungsmechanismen von kosmischer Strahlung lösen.

Um die Anzahl an nachgewiesenen hochenergetischen Neutrinos kosmischen Ursprungs zu erhöhen, befindet sich die nächste Generation des Observatoriums, IceCube-Gen2, in Entwicklung. Bei IceCube-Gen2 ist die Arbeitsgruppe an der Entwicklung neuer Detektoren und Datenerfassungssystemen beteiligt.



Ein am KIT neu entwickelter Prototyp einer Oberflächendetektor-Station besteht aus acht Szintillationsdetektoren und drei Radio Antennen. Eine Vielzahl Stationen, großflächig am Südpol verteilt, werden verwendet um kosmische Strahlung und Gamma-Strahlung, zum Beispiel aus dem galaktischen Zentrum, nachzuweisen.



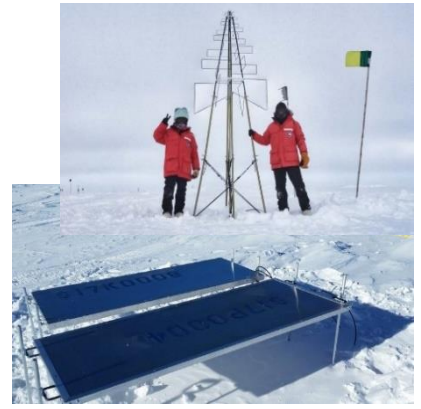
Wir sind eingebettet in die CRT-Gruppe (Cosmic Ray Technology Gruppe) am Campus Nord des KIT. Wir sind ca. 25 Personen, die sich neben IceCube noch mit Big und Open Data mit KCDC (www.kcdc.iap.kit.edu) und PUNCH4NFDI, dem Einstein-Teleskop zur Detektion von Gravitationswellen, oder Radiomessungen am Pierre-Auger-Observatorium und bei GRAND beschäftigen. Wir treffen uns regelmäßig zu Gruppenmeetings, nehmen teil an internationalen Meetings und es finden gemeinsame Kaffeepausen oder auch mal ein gemeinsamer Grillabend statt.

Bei Interesse oder Fragen melde dich bei
Dr. Andreas Haungs: andreas.haungs@kit.edu
Prof. Dr. Ralph Engel: ralph.engel@kit.edu
Prof. Dr. Frank Schröder: frank.schroeder@kit.edu

Beispielhafte Themengebiete für Master- und Bachelorarbeiten

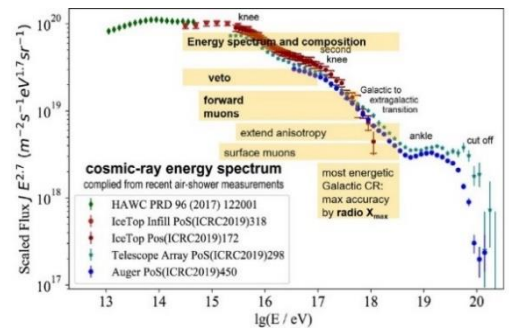
Entwicklung neuer Teilchendetektoren – Simulationsstudien

Die geplante Erweiterung der Oberflächeninstrumentation für IceCube und Gen2, mit am KIT gebauten Oberflächendetektoren, wird die indirekten Messungen der kosmischen Strahlung signifikant verbessern. Das hybride Design wird es ermöglichen, die Daten verschiedener Luftschauerkomponenten zu kombinieren, was die Sensitivität auf die Energie und Masse der kosmischen Strahlung erhöht. Die Massenzusammensetzung und damit ihr Ursprung ist eine der wichtigsten offenen Fragen in der Astroteilchenphysik. Eine Verbesserung der Rekonstruktion der Daten dieses Detektors auf der Grundlage umfangreicher Simulationsstudien wird dazu beitragen diese Fragen zu beantworten und ist Gegenstand der hier vorgeschlagenen Arbeiten.



Energiespektrum und Zusammensetzung der kosmischen Strahlung - Datenanalyse

Messung mit dem Oberflächendetektor IceTop und den neuinstallierten Detektoren ermöglichen sowohl das Energiespektrum als auch die Zusammensetzung der kosmischen Strahlung in einem Energiebereich von etwa 100 TeV bis 1 EeV zu bestimmen. Dies entspricht gerade dem Übergang von kosmischer Strahlung aus galaktischen zu extragalaktischen Quelle. Die Zusammensetzung der kosmischen Strahlung kann mit Hilfe der Myondichte oder des Radiosignals bestimmt werden. Hierzu muss das Signal mit Luftschauersimulationen verglichen und analysiert werden. Durch eine kombinierte Analyse mit dem IceCube-Detektor im Eis wird eine verbesserte Massenbestimmung erwartet, welche eine genauere Identifizierung möglicher Quellen erlaubt. In diesem Themenbereich gibt es auch die Möglichkeit KI und Maschinelles Lernen einzusetzen.



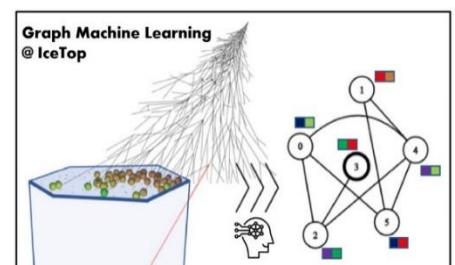
Charakterisierung und Weiterentwicklung von Detektoren - Datenanalyse und Hardware

Die ersten Prototyp-Oberflächenstation am Südpol ist in betrieb. Die Messdaten sollen analysiert werden, um das Verhalten der Station zu charakterisieren. Mit den Ergebnissen dieser Messungen und den Erfahrungen, die wir während dem Aufbau gesammelt haben, werden Verbesserungen an den Detektoren vorgenommen. Vielfältige hardwarenahe Arbeiten können in diesem Umfeld angeboten werden, von Bau und Test der benötigten Elektronikboards und Detektoren, über Kalibrierung der Detektoren bis hin zur FPGA oder ARM Programmierung.



Moderne Methoden der Datenanalyse - Datenanalyse und Studien mit maschinellem Lernen

Das IceTop zusammen mit dem in-Eis Array misst eine Vielzahl von Parametern die zum Einen entscheidend für das Verständnis der Entwicklung der ausgedehnten Luftschauer sind und damit zum Anderen für die Bestimmung der Elementzusammensetzung der kosmischen Strahlung. In einer möglichen Arbeit wird versucht Graph Neural Networks zu verwenden, um das koinzidente Problem zu lösen. Weitere Arbeiten unter Verwendung von Neuronalen Netzen sind auch z.B. in der Multimessenger Analyse von Gravitationswellen und Neutrinos möglich.



... und immer weitere aktuelle spannende und interessante Themen!