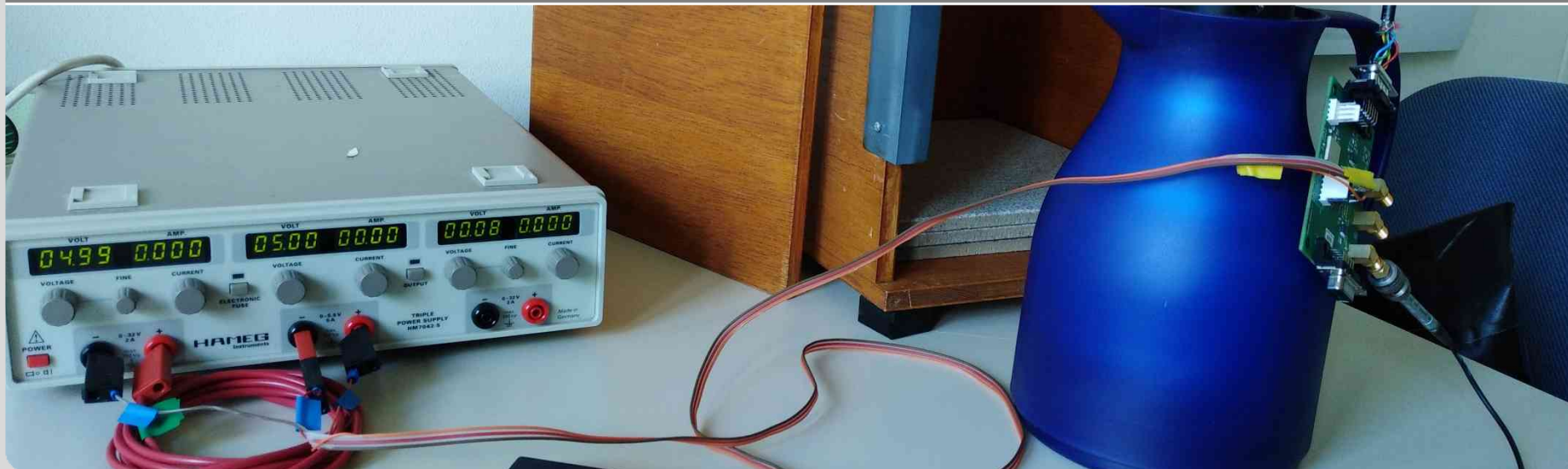


Entwicklung eines Wasser-Cherenkov-Detektors mit SiPM Auslese für Schülerpraktika

Katrin Link, **David Schwer**, Günter Quast, Andreas Haungs, Thomas Huber und Anja Schmidt

Institut für Kernphysik / Fakultät für Physik



Etablierte Experimente

- Wasser-Cherenkov-Kannen mit Photomultipliern (PMT) zur Messung kosmischer Muonen
 - Detektorverständnis
 - Koinzidenzmessung
 - Lebensdauermessung
 - Winkelverteilung
 - Absorption
- Nutzung an Schulen, bei Praktika und sonstiger Öffentlichkeitsarbeit



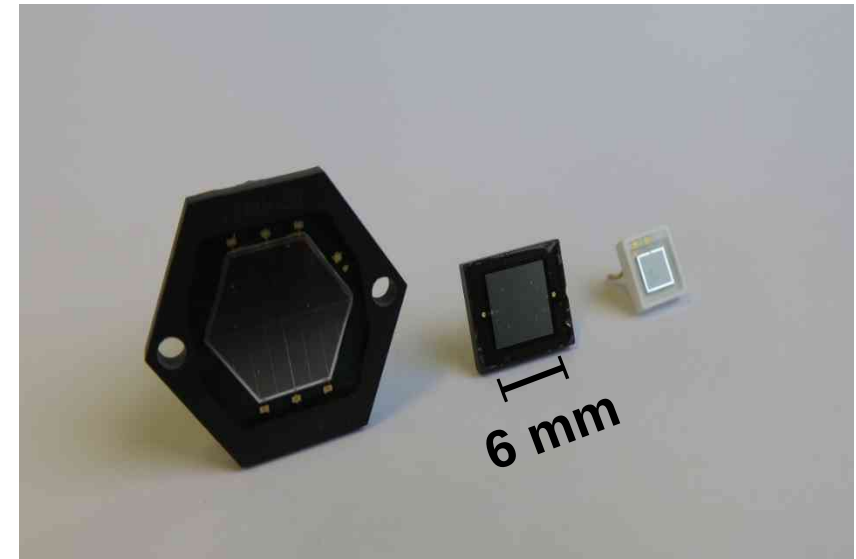
DETECTORS



Kamiokannen,
physik-begreifen-zeuthen.desy.de

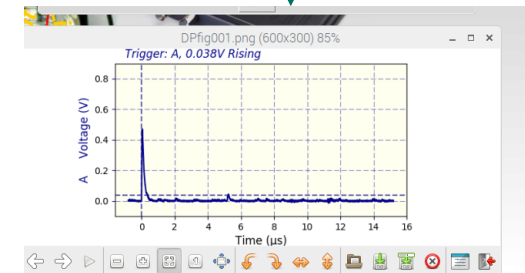
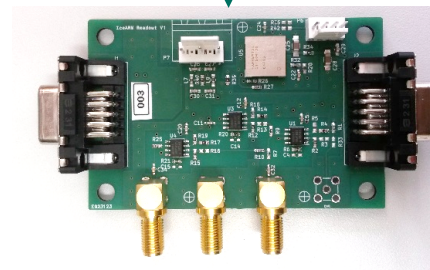
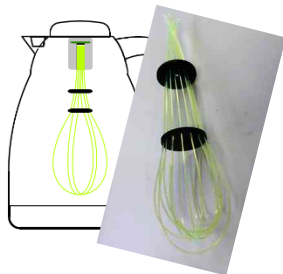
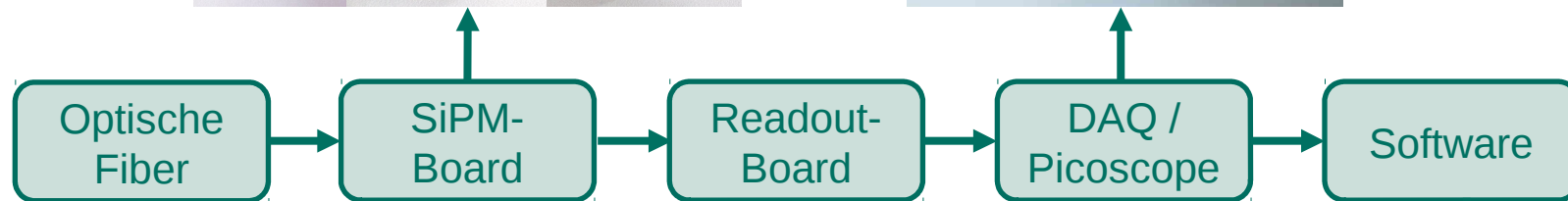
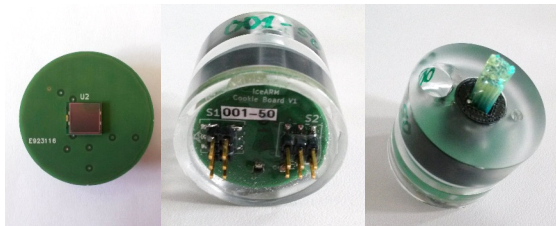
Warum SiPM-Auslese

- State-of-the-Art Detektor
- geringere Betriebsspannung (unter 60 Volt DC!)
- geringere Empfindlichkeit gegenüber Licht
- robuster und kompakter

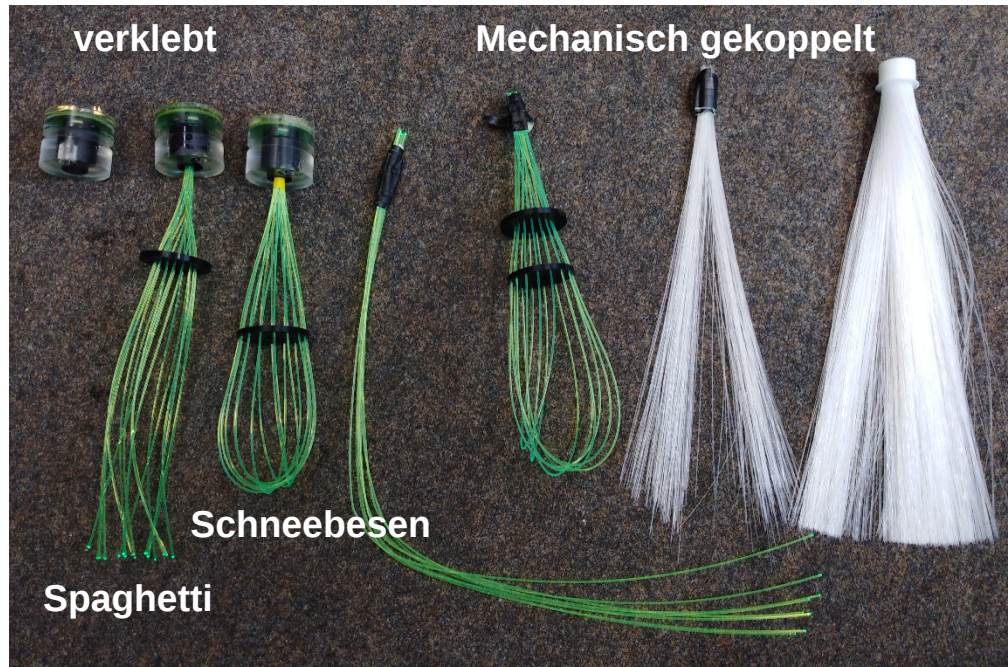


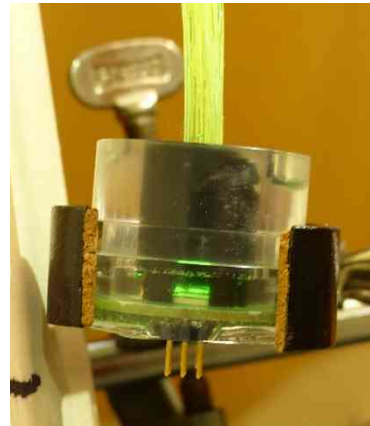
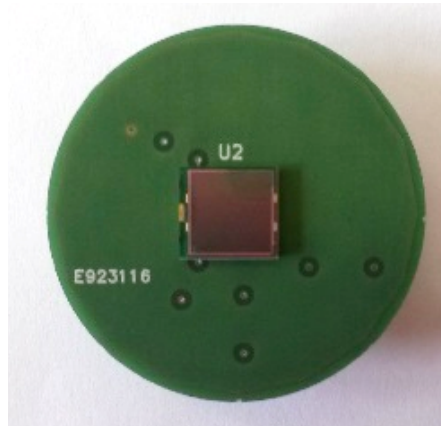
Aufbau

- Elektronik von IceCube Prototyp-Szintillatoren
- Fibern zum Einfang des Cherenkov-Lichts
- Datenaufnahme mit USB-Oszi (Picoscope) und PicoCosmo Software

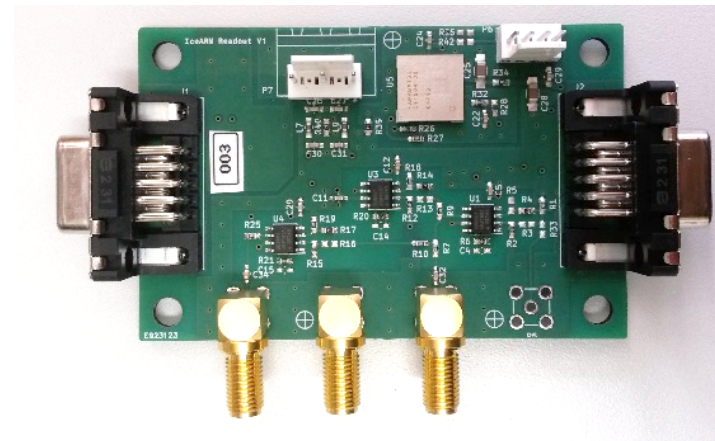


Kannen und Optische Fiber



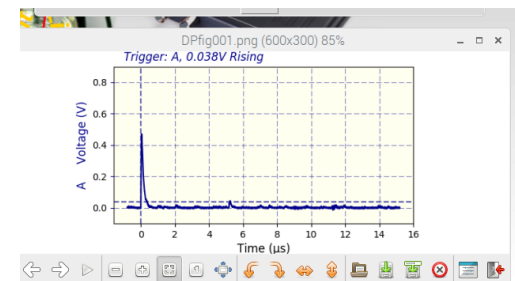


- Elektronik von IceCube Prototyp-Szintillatoren
- SiPM & Powersupply von Hamamatsu
- 3 Verstärkerstufen
- Vereinfachung notwendig

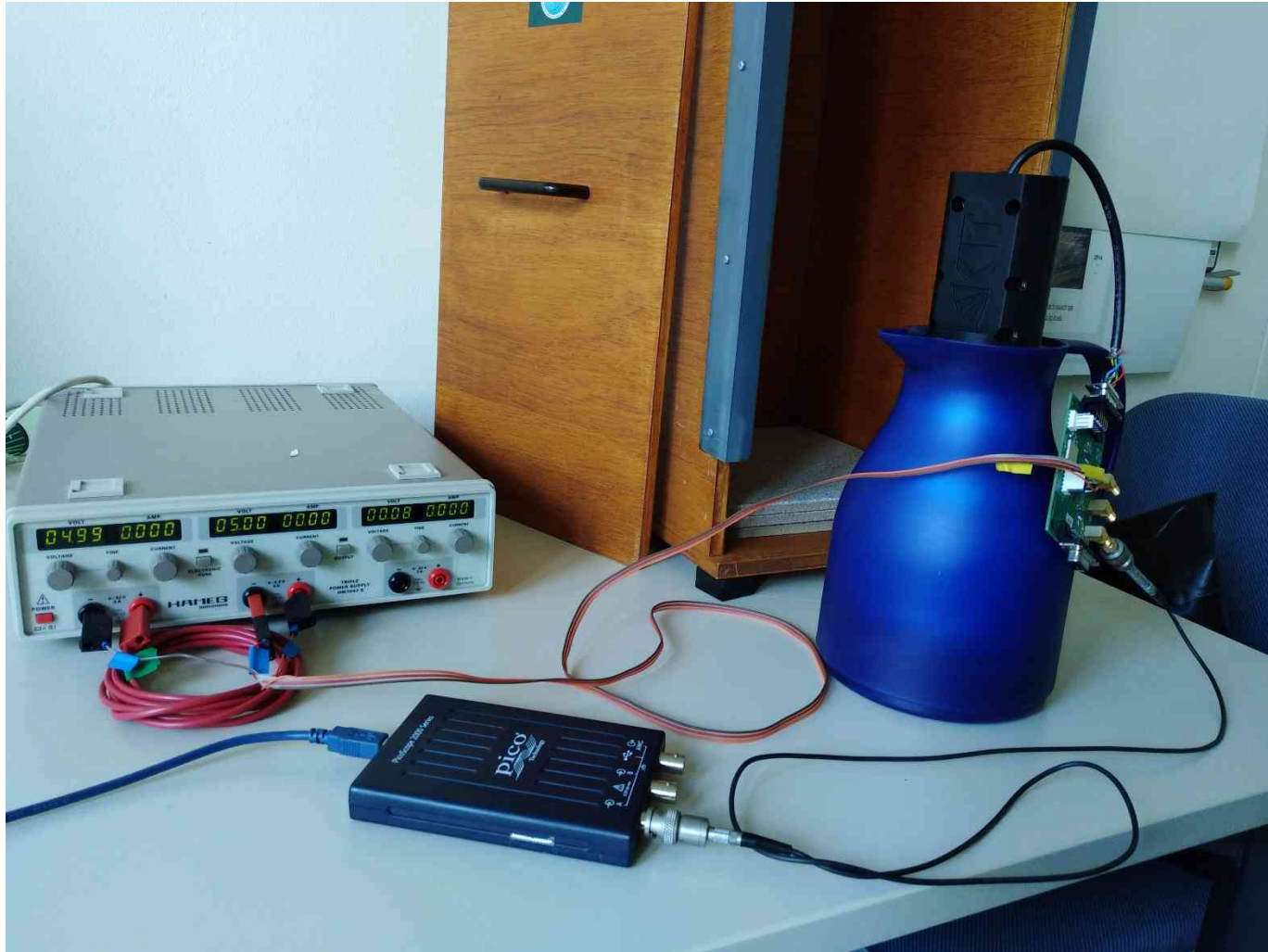


DAQ & Software

- Datenaufnahme mit PicoScope und PicoCosmo
- PicoScope:
 - USB-Oszilloskop, Aufnahme der Pulsform
- PicoCosmo: <https://github.com/GuenterQuast/picoCosmo>
 - Python-Script zur Aufnahme und Auswertung der Daten
 - Analyse:
 1. Validierung der Trigger-Schwelle des Oszilloskops (Form & Höhe)
 2. Suche nach Koinzidenzen
 3. Suche nach verzögerten Pulsen (Myon-Lebensdauer)
- Anzeige & Speicherung der Signalzeit und -höhe, der Pulsform, der Myon-Rate und der Myon-Lebensdauer

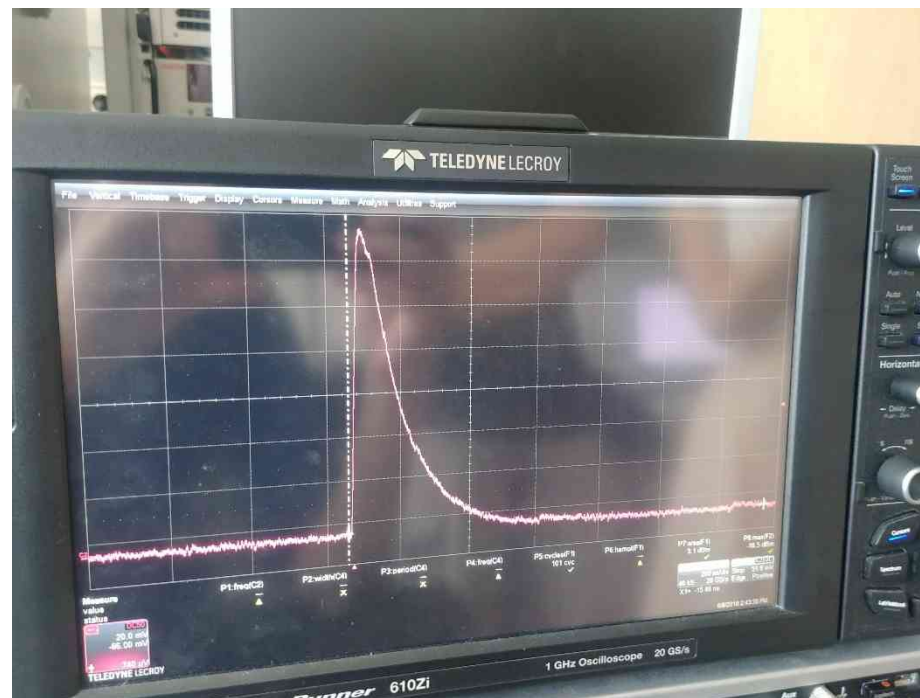


Aufbau



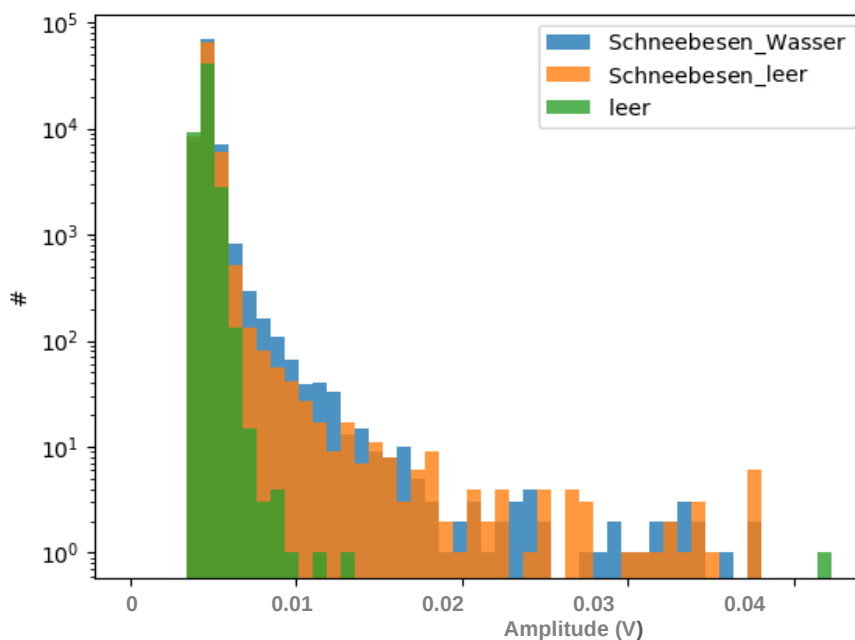
Messungen I

■ Erstes Signal am Oszilloskop



Untergrundmessungen

- Datennahme mit Oszilloskop
- Messungen deuten an, dass ein Teil des Signals direkt in den Fasern entsteht und nicht durch Cherenkov-Licht
- Eventuell Unterscheidung über Pulsform
- Noch weitere Untersuchungen notwendig



Messungen II

- Koinzidenzmessungen mit CosMO Detektoren
- Auswertung mit PicoCosmo



Messungen II

■ Koinzidenzmessungen mit CosMO Detektoren



Relative Effizienzen:

Vergleich PMT-SiPM: (weiße Kanne)

PMT	70%
SiPM	44%

Messungen II

Koinzidenzmessungen mit CosMO Detektoren

Relative Effizienzen:

Vergleich PMT-SiPM: (weiße Kanne)

PMT	70%
SiPM	44%



Vergleich verschiedene Kannen:

Weiß	44%
Schwarz	68%
Blau	67%



Messungen II

■ Koinzidenzmessungen mit CosMO Detektoren



Relative Effizienzen:

Vergleich Fasern: (schwarze Kanne)

Geklebt, Spaghetti 68%

Mechanisch offene Fasern 47%

Mechanisch Schneebesen 73%

Mechanisch Glasfasern 13%

Messungen II

■ Koinzidenzmessungen mit CosMO Detektoren

Relative Effizienzen:



Vergleich Fasern: (schwarze Kanne)

Geklebt, Spaghetti 68%

Mechanisch offene Fasern 47%

Mechanisch Schneebesen 73%

Mechanisch Glasfasern 13%



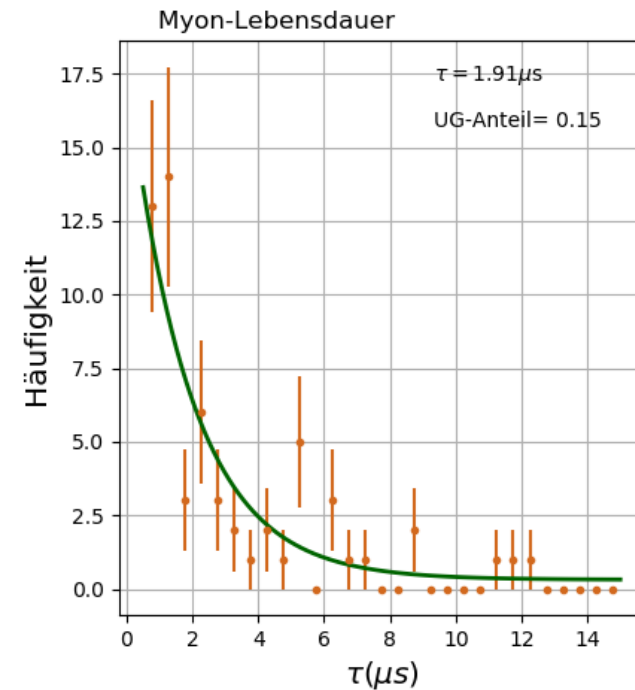
Mit Wasser 68%

Ohne Wasser 7%

Messungen III

■ Myon-Lebensdauer

- Problem: Extrem niedrige Rate an Doppelpulsen
- 77 Pulse in 117h
- Mittlere Lebensdauer: $1,91 \pm 0,5 \mu\text{s}$ (Literaturwert: $2,2 \mu\text{s}$)
- Fibern nicht nah genug am Boden?



Zusammenfassung

- Grundsätzlich ist die Messung kosmischer Myonen mit diesem Versuchsaufbau möglich
- Durch geeignete Wahl der Kannen und Fibern können Koinzidenzraten ähnlich wie mit PMTs erreicht werden
- Rate der Doppelpulse sehr klein, eventuell durch geeignete Kannen/Fibern noch zu verbessern
- Signal- zu Rauschverhältnis muss näher untersucht werden
- Vereinfachung der Elektronik
 - eventuell Nutzung der gleichen SiPMs und DAQ-Karte wie CosMO



Ausblick



- SENSE – EU-Projekt zur Koordination der Entwicklung von Photosensoren

www.sense-pro.org

- Bau von 10 Kernen für Outreach und Training & Learning
- Untersuchung von Untergrund
- Entwicklung von Aufgaben
- Vereinfachung der Elektronik



Ultimate Low-Light Level Sensor Development



This project received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 713171