



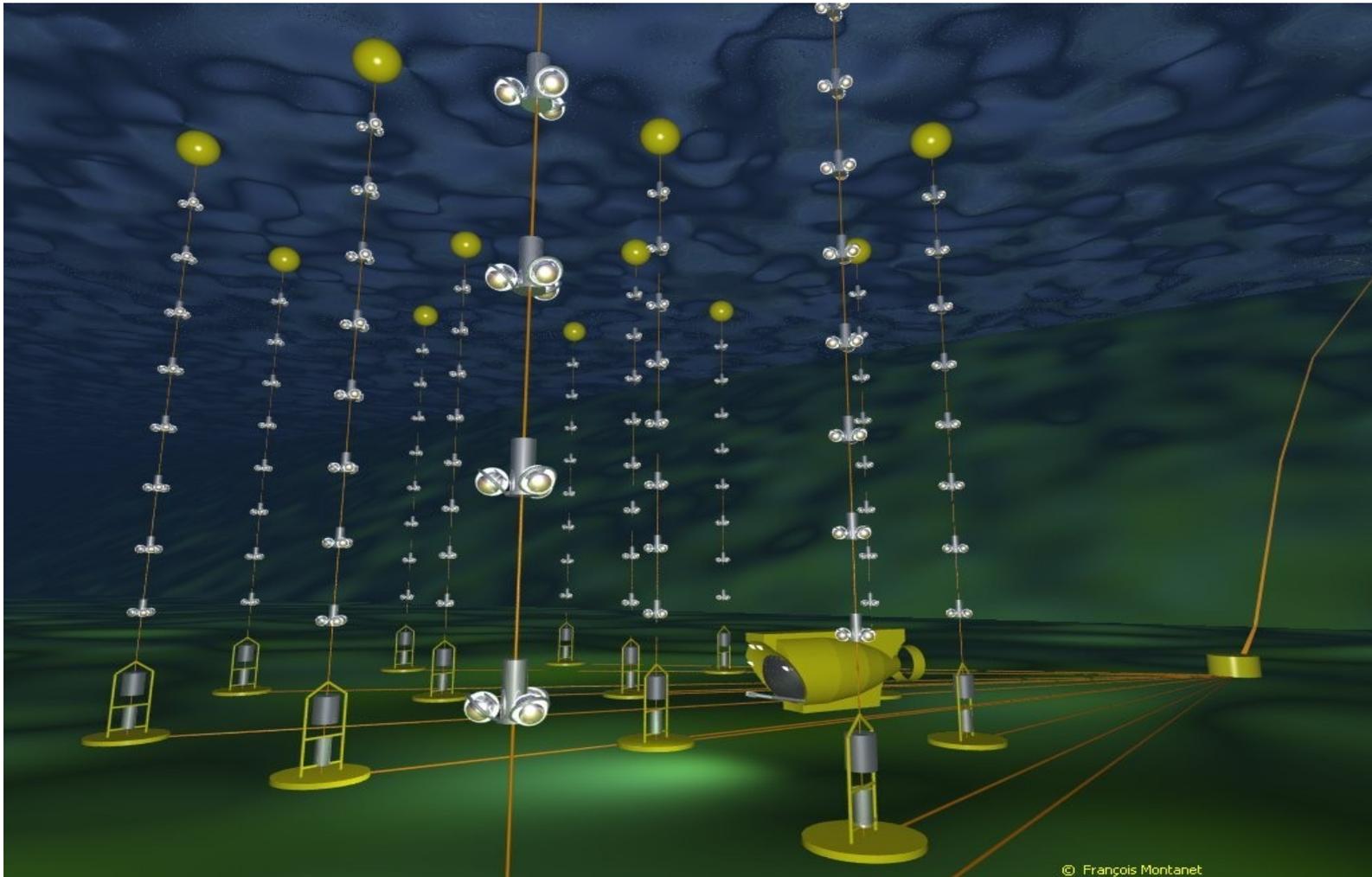
ERLANGEN CENTRE
FOR ASTROPARTICLE
PHYSICS



Rekonstruktion hadronischer Schauer mit dem ANTARES Neutrino Teleskop



Der ANTARES Detektor



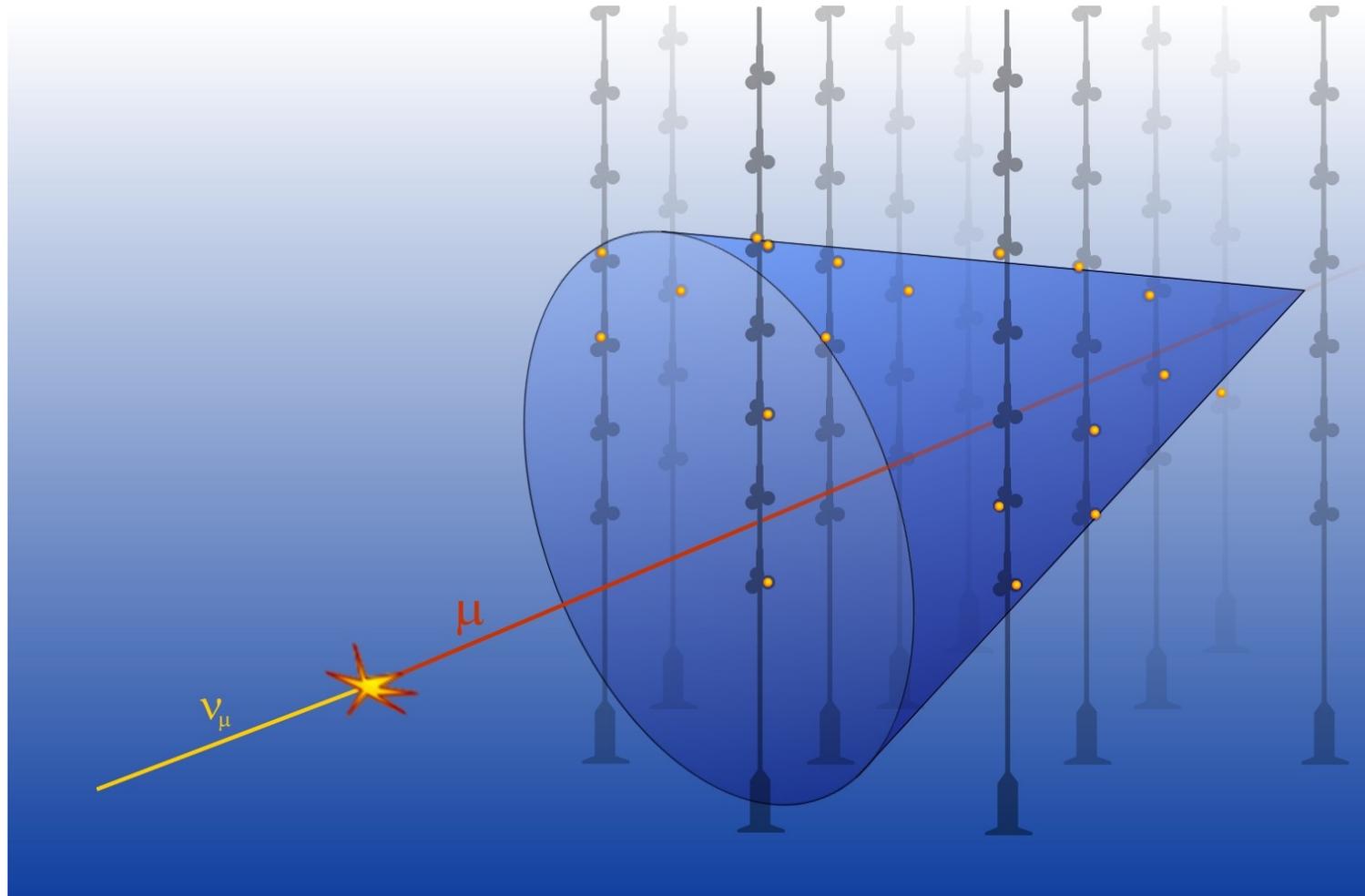
Der ANTARES Detektor



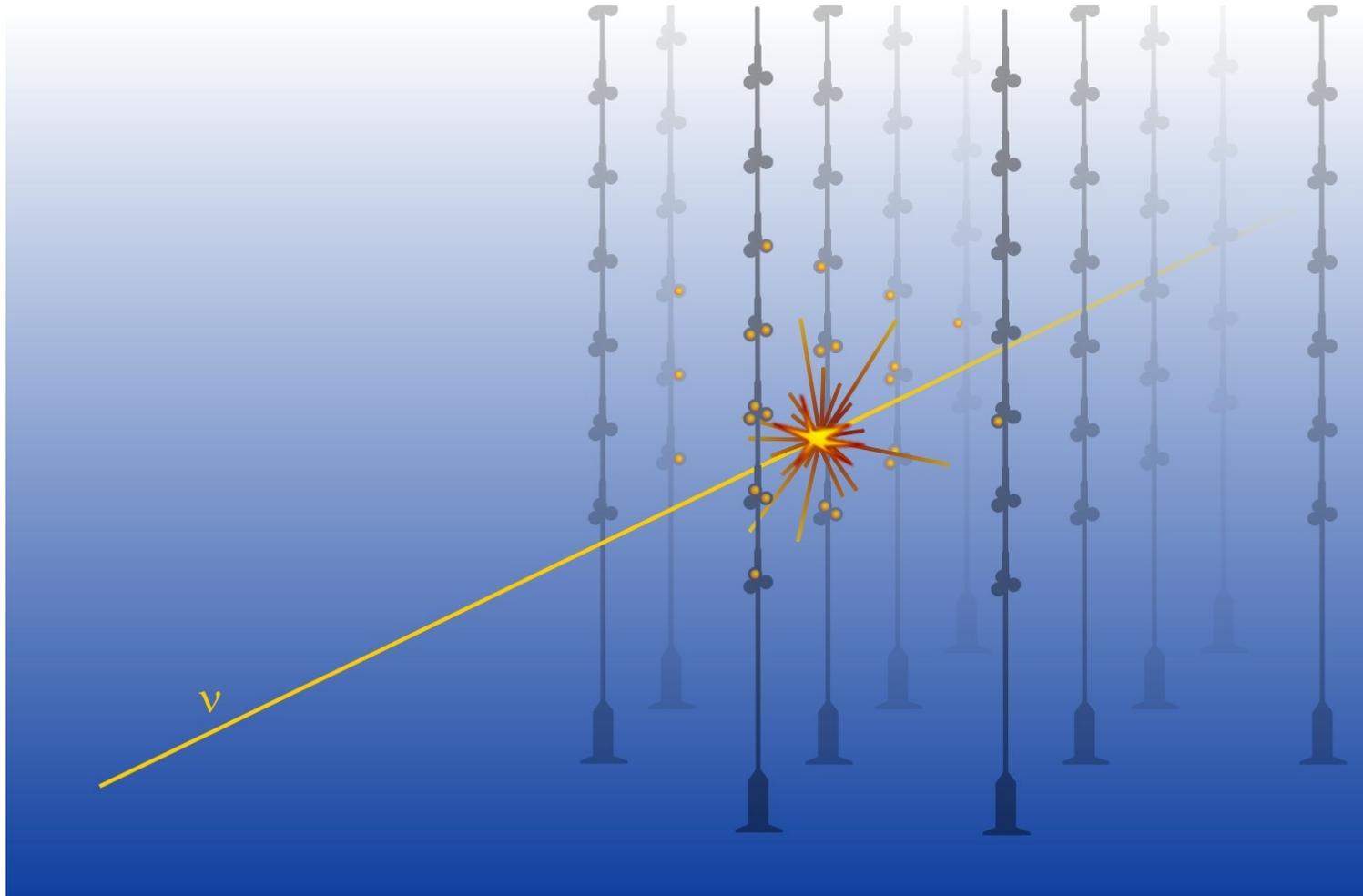
Der ANTARES Detektor



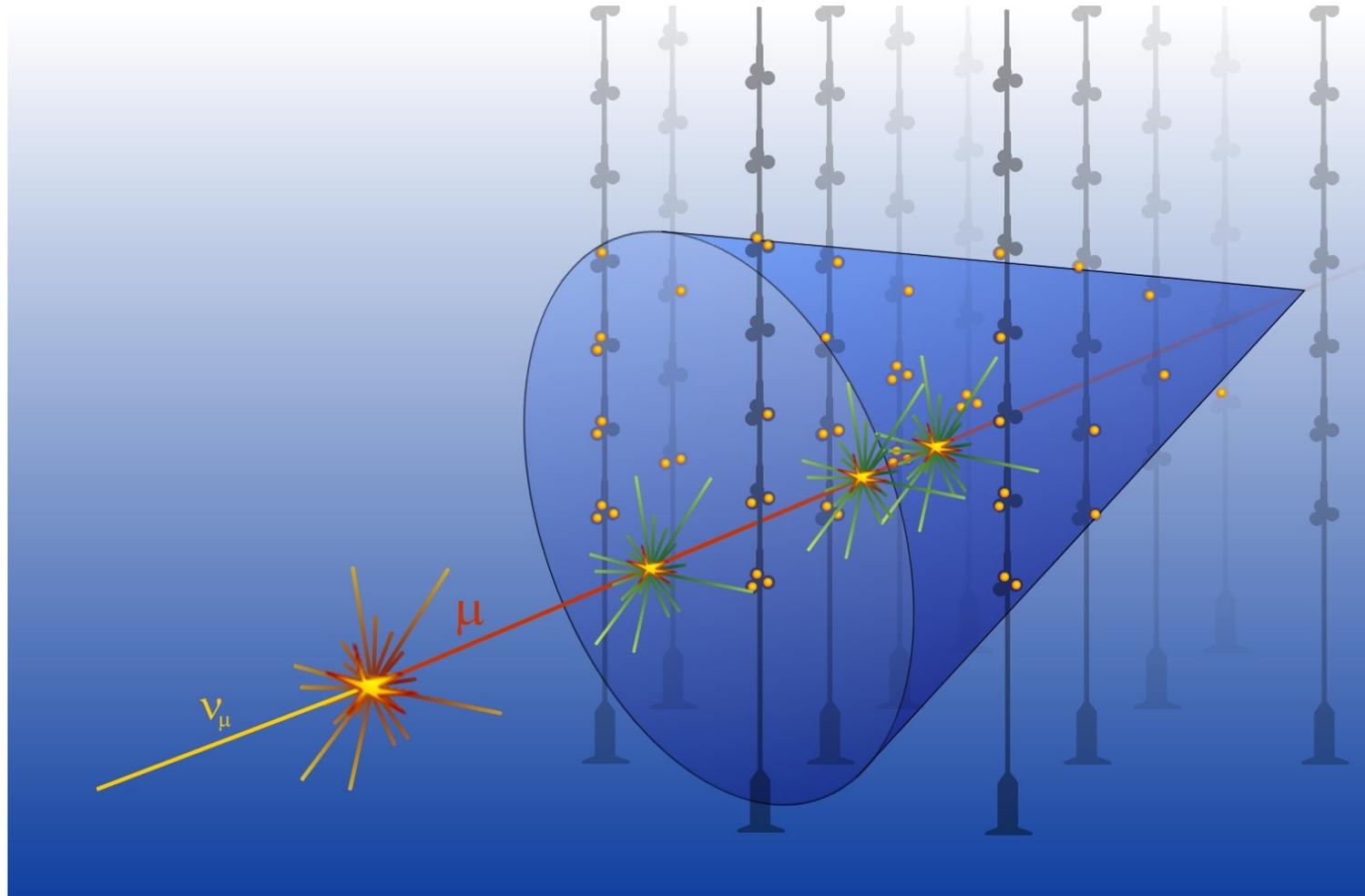
Ereignis-Signaturen: Induziertes Myon in CC-Reaktion



Ereignis-Signaturen: Hadronischer Schauer in NC-Reaktion

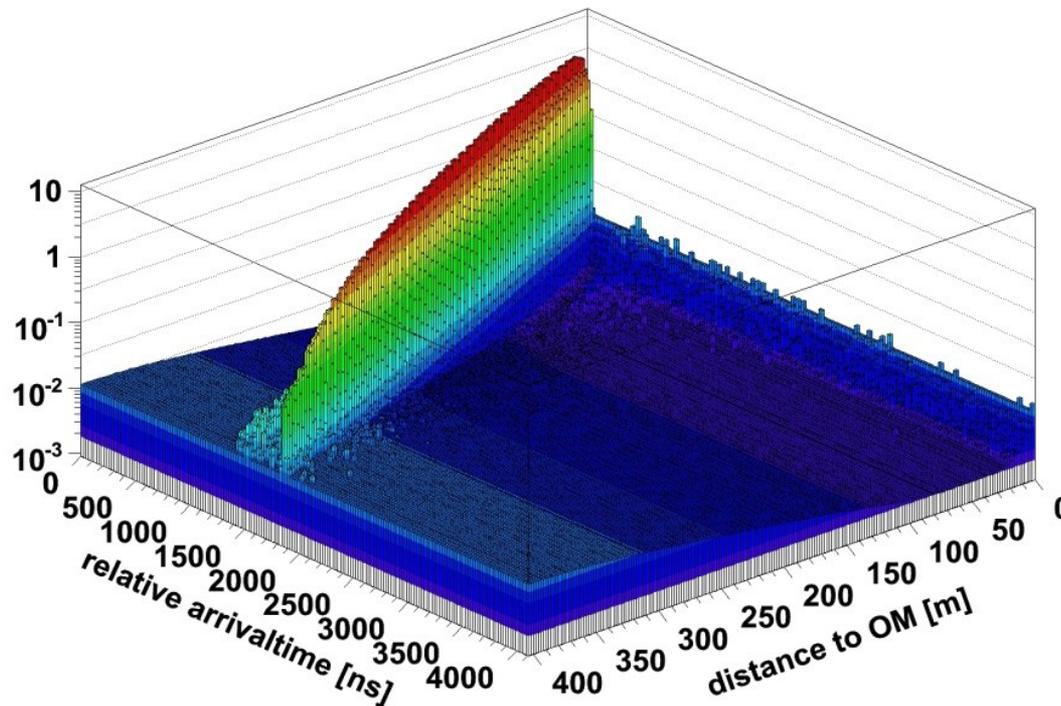


Ereignis-Signaturen: Gemischtes Ereignis (+ em-Schauer)



Der ShAuerReco Rekonstruktions-Algorithmus für hadronische Schauer

Cerenkov photon arrival time

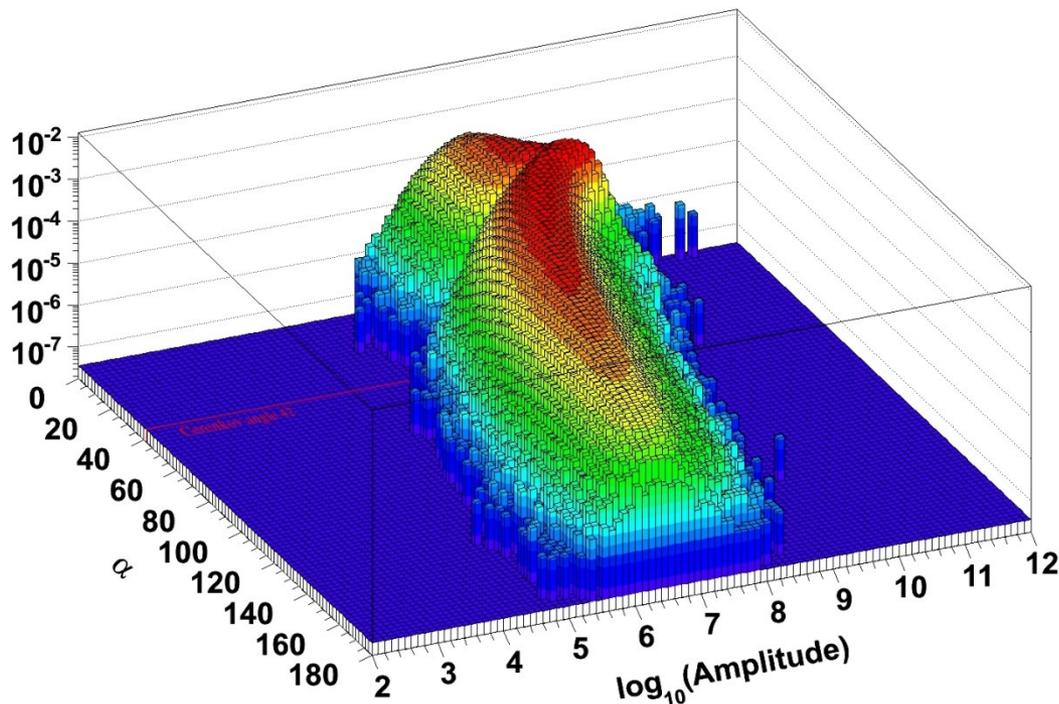


Schauer haben eine Ausdehnung von wenigen Metern und können daher als punktförmig angesehen werden.

Die Čerenkov-Photonen werden vom Vertex aus radial ausgesandt.

Der ShAuerReco Rekonstruktions-Algorithmus für hadronische Schauer

Cerenkov photon distribution



Die Lichtausbreitung erfolgt isotroper als bei Myonspuren. Es werden auch Čerenkov-Photonen in Gegenrichtung emittiert.

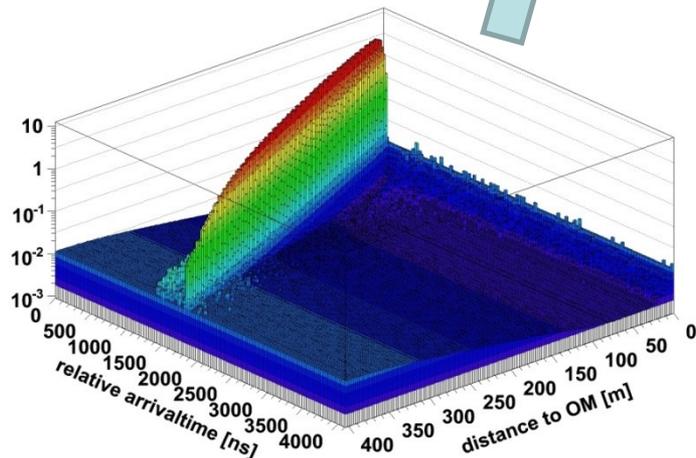
Wegen ihrer geringen Reichweite eignen sich Schauer zur Energie-Rekonstruktion.

Der ShAuerReco Rekonstruktions-Algorithmus für hadronische Schauer

Likelihood-Funktion für die
Ankunftszeit der Photonen

$$-\ln(P^T) = -\frac{1}{900} \sum_{i=1}^{900} \ln(p_i^T(x, y, z, E, t))$$

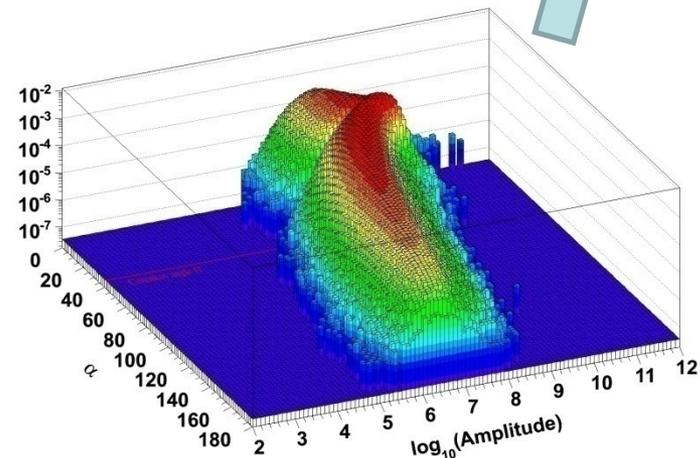
Cerenkov photon arrival time



Likelihood-Funktion für die
Amplitude der Signale

$$-\ln(P^A) = -\frac{1}{900} \sum_{i=1}^{900} \ln(p_i^A(x, y, z, \Theta, \Phi, E))$$

Cerenkov photon distribution



Der ShAuerReco Rekonstruktions-Algorithmus für hadronische Schauer



Likelihood-Funktion für die
Ankunftszeit der Photonen

$$-\ln(P^T) = -\frac{1}{900} \sum_{i=1}^{900} \ln[p_i^T(x, y, z, E, t)]$$

Likelihood-Funktion für die
Amplitude der Signale

$$-\ln(P^A) = -\frac{1}{900} \sum_{i=1}^{900} \ln[p_i^A(x, y, z, \Theta, \Phi, E)]$$



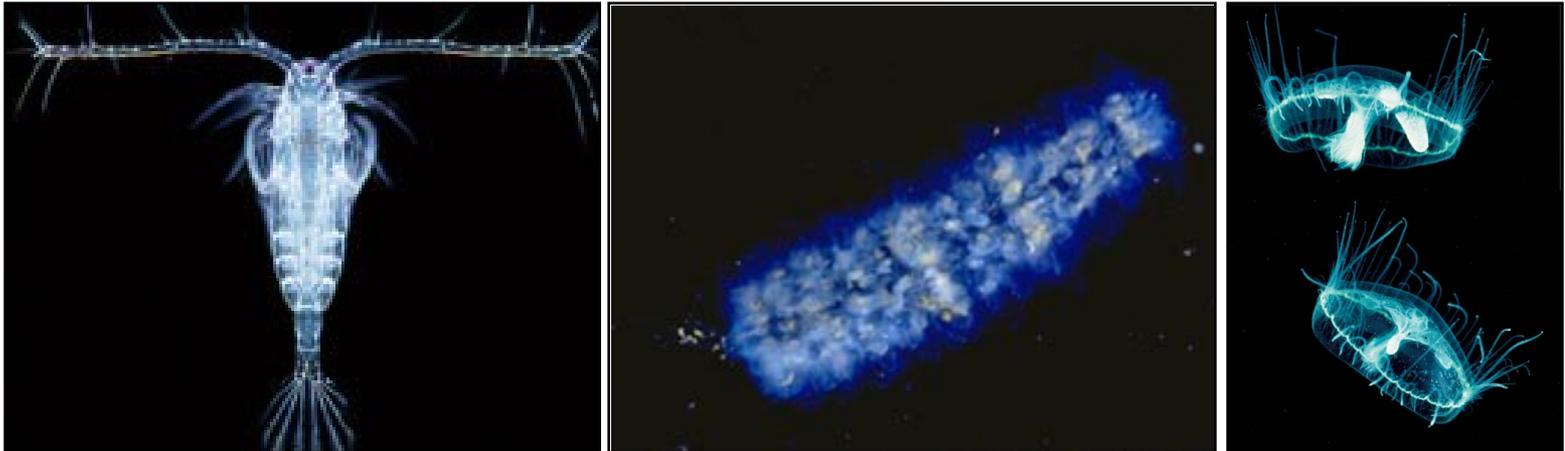
Kombinierte Likelihood-Funktion

$$-\ln(P) = -W_A * \ln(P^A) - W_T * \ln(P^T)$$

Minimierung mittels Simulated Annealing-Algorithmus

Optischer Untergrund im Detektor

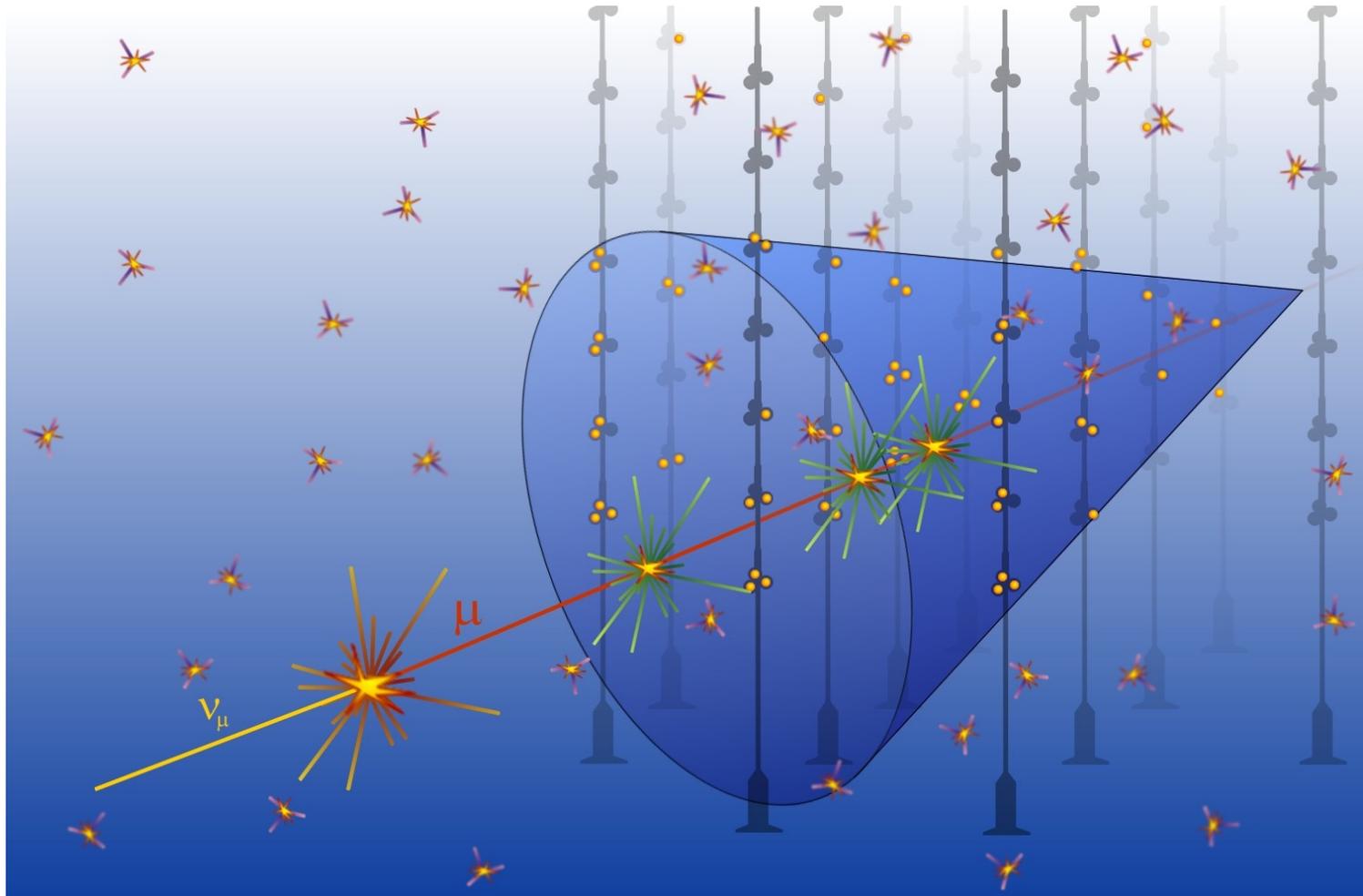
- Lebewesen in der Tiefsee erzeugen **Biolumineszenz**
→ Triggeralgorithmen zur Erkennung von Neutrino-Ereignissen
und Filterung von Störquellen



Jessica Craig – Talk on VLvT-Workshop 2008, Toulon

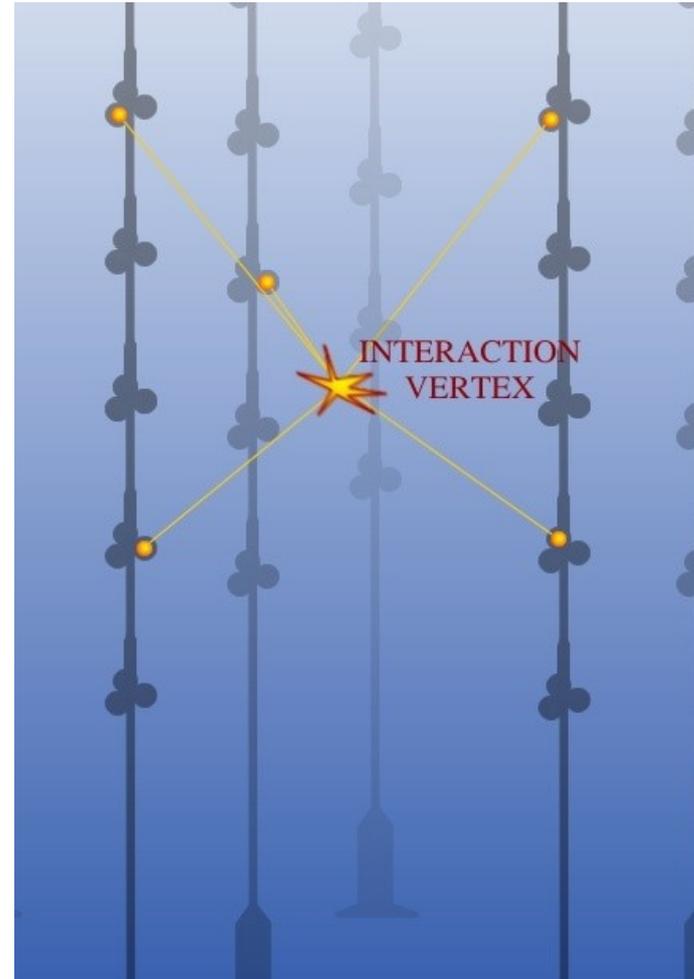
- Einzelsignale aus **Zerfällen von radioaktivem ^{40}K** verzauscheln das physikalische Ereignis
→ ^{40}K - Zerfälle sind in jedem Event enthalten und müssen vor der Rekonstruktion entfernt werden.

Ereignis-Signaturen mit statistischem Untergrundrauschen

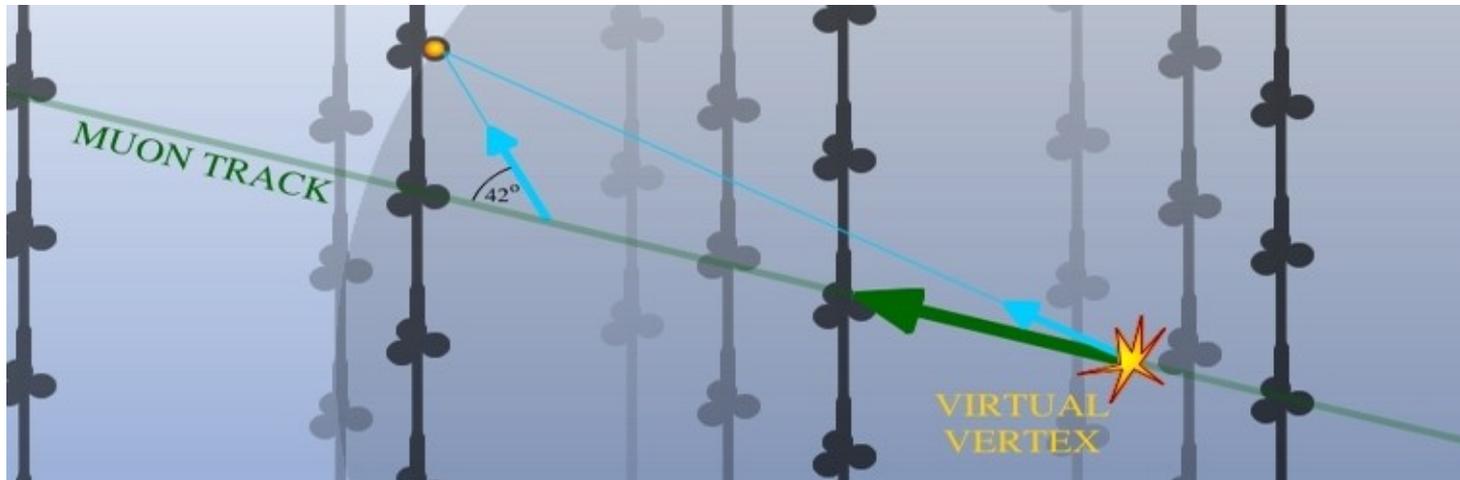


Minimalanforderungen an ein Event für eine gute Rekonstruierbarkeit

- Nur Hits mit Amplitude $> 3 \text{ pe}$ zur Unterdrückung des Untergrundes
- Aus geometrischen Gründen:
 - mindestens 5 Hits
 - 5 verschiedene Stockwerke
 - 3 verschiedene Strings



Beispiel für einen Schnittparameter zur Ereignisklassifikation



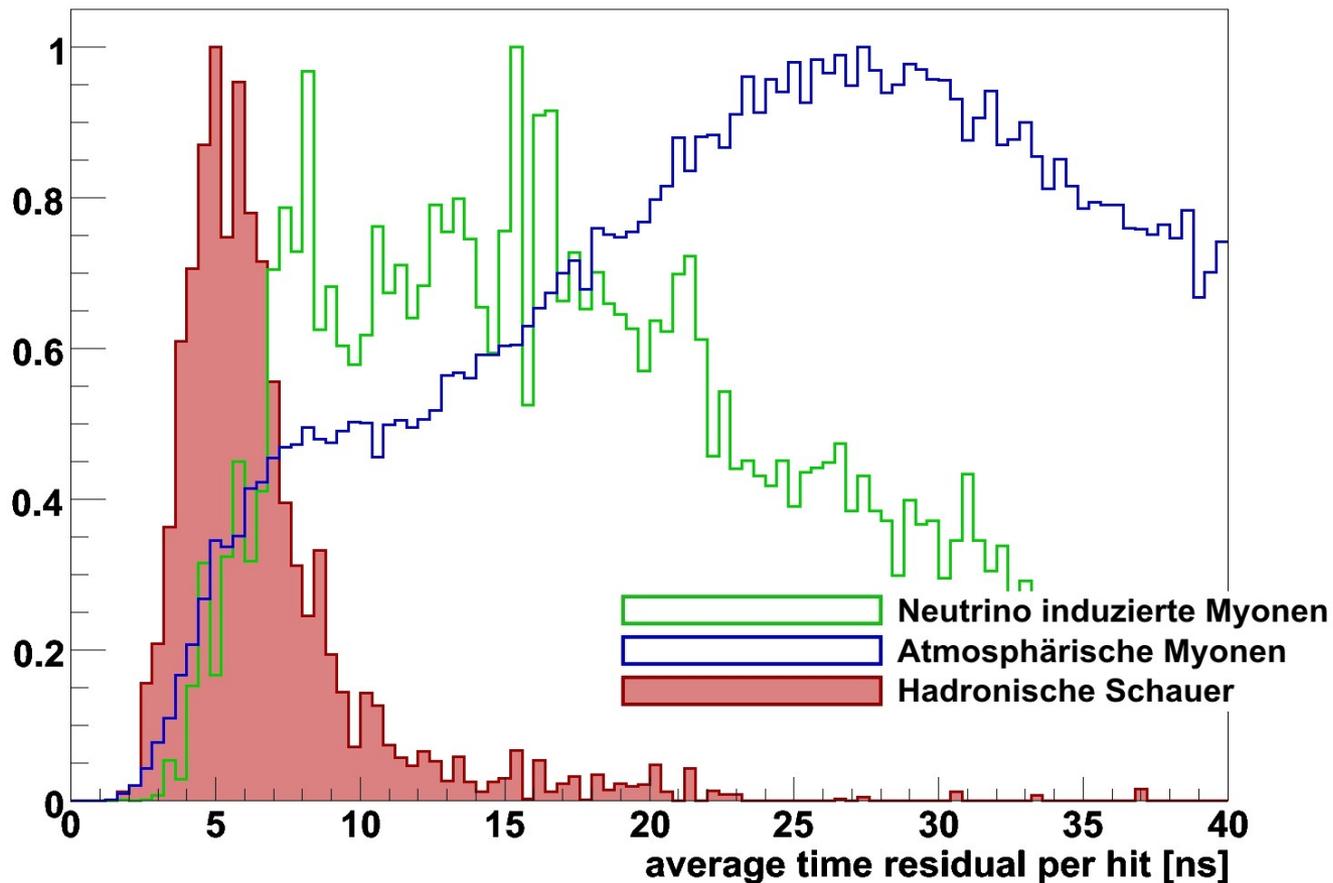
Berechnet wird die Ankunftszeit der Photonen unter der Annahme einer sphärischen Lichtausbreitung vom Vertex.

$$t_{arr} = \frac{|\vec{r}_{DM} - \vec{r}_{vertex}|}{v_{photon}}$$

Von Myonenspuren induzierte Photonen in Spurrichtung erreichen entfernte Photomultiplier jedoch früher.

Spherical Shower Parameter als Schnittkriterium

Spherical shower parameter



Rekonstruktionsqualität & Reinheit (für ANTARES 12 Line)

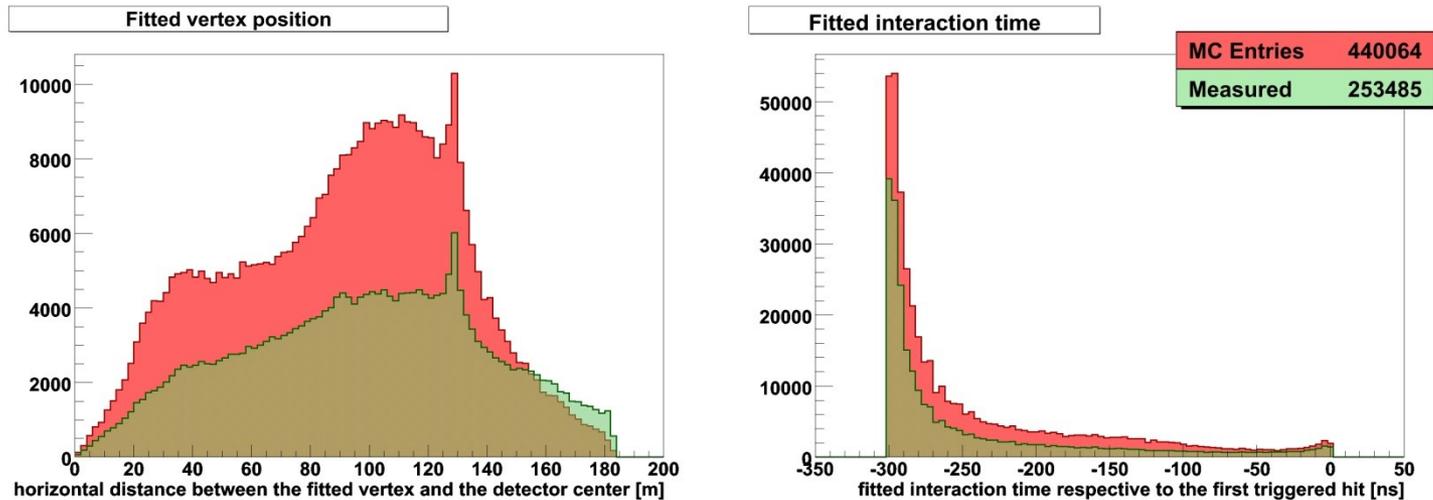


- Rekonstruktionsfehler nach Qualitäts- und Reinheitsschnitten:

Richtung	Vertex	Energie (log)	Schauer / Jahr	Effizienz	Reinheit
7 °	2,5 m	0,4	49	3,0 %	1,1 %

- Ein zuverlässiger Schnitt zur Entfernung aller Myon-Ereignisse ist noch nicht gefunden.

Erster Vergleich von MC und echten Detektor Daten



Die Verteilungen von MC und echten Daten stimmen in ihrer Form überein.

Zusammenfassung und Ausblick



- Die Schauerenergie kann auf 0,4 Größenordnungen genau rekonstruiert werden.
- Die Verteilungen der MC und echten Daten stimmen im Groben gut überein.
- Eine geeignete Kombination der (und weiterer) Schnitte zur Unterdrückung von Myon-Ereignissen muss noch ermittelt werden.
- Andere Vorselektionen mit besserer Effizienz sind wünschenswert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung