

IceCube VR - virtuelle Realität in der Neutrinoastronomie

Peter Peiffer

DPG Frühjahrstagung, Würzburg, März 2018



JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ



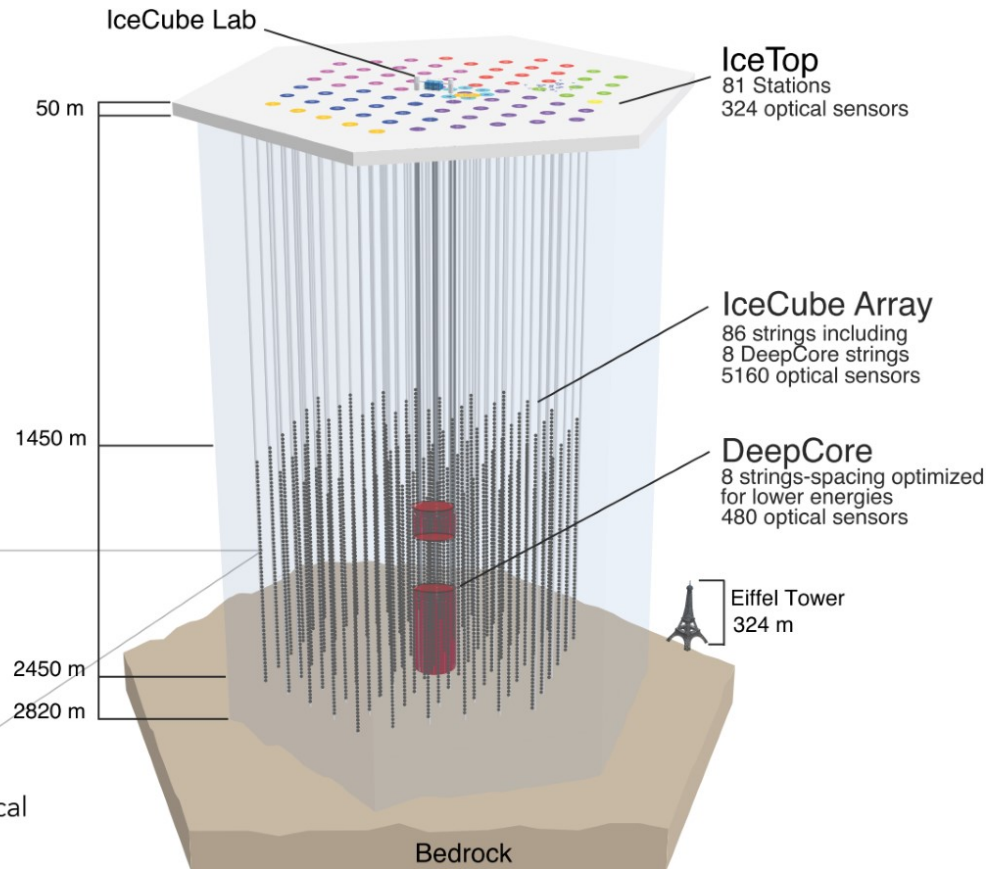
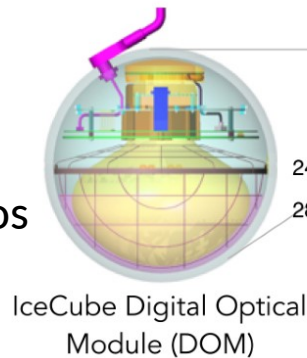
- **Der Status Quo und die Herausforderung**
- **IceCube**
- **Das VR-Projekt**
- **Erfahrungsbericht**
- **Fazit**

- Ja, hab ich mal von gehört!
- Das sind doch diese Geisterteilchen
 - Gibt es die überhaupt? Ich dachte das wäre nur Theorie.
- Gab's dafür nicht den Nobelpreis?
- Irgendwas mit dunkler Materie
- Sollen gesund sein!
- Sind 'in' - so sehr, dass es sogar betrügerische Technologieprojekte gibt (z.B. selbstladende Neutrino-Akkus ...)

- Neutrinos mit ihren Eigenschaften (Oszillationen...) sind unvorstellbar
- Selbst die Dimensionen der Neutrinodetektoren sind schwer vorzustellen. Wie sieht 1 km³ aus?
- Allgemeine Herausforderung der Populärwissenschaft:

• **Wie mache ich etwas begreifbar, ohne es zu sehr zu verfälschen?**

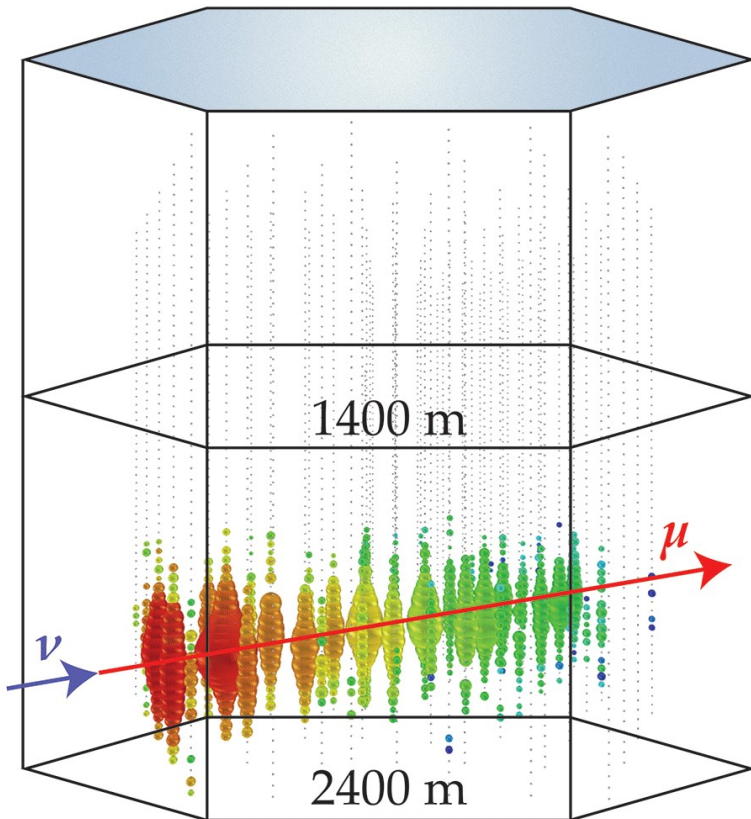
- 5160 Digital Optical Module (DOM) in 86 2,5 km tiefen Bohrlöchern am Südpol
- 1450 - 2450 m tief im Eis
 - Gesamtes Volumen: 1 km³
- Nachweis von Hochenergie-Neutrinos über das Cerenkov-Licht, das von schnellen, geladenen Teilchen abgegeben wird, die durch die Neutrinos erzeugt werden.
- Die gesamte Erde dient als ‚Filter‘. Teilchen, die von unten kommen, können nur Neutrinos sein.



- Ziel: mehr über hochenergetische, astrophysikalische Prozesse im Universum lernen.

IceCube VR – spielerisch Neutrinos identifizieren

Ein auf dem IceCube-Eventdisplay basierendes Spiel, das den Spieler in die Rolle eines Analyse-Computers setzt. Der Spieler sieht mehrere Ereignisse und muss bei jedem entscheiden, ob es ein Neutrino war oder nicht.



Zutaten:

- 1 Oculus Rift Brille
- Unreal-Engine
- 2 Informatik-Bachelorstudenten



Ergebnis

Anzahl Neutrinos: 12

Anzahl Myonen: 28

Anzahl getroffen:

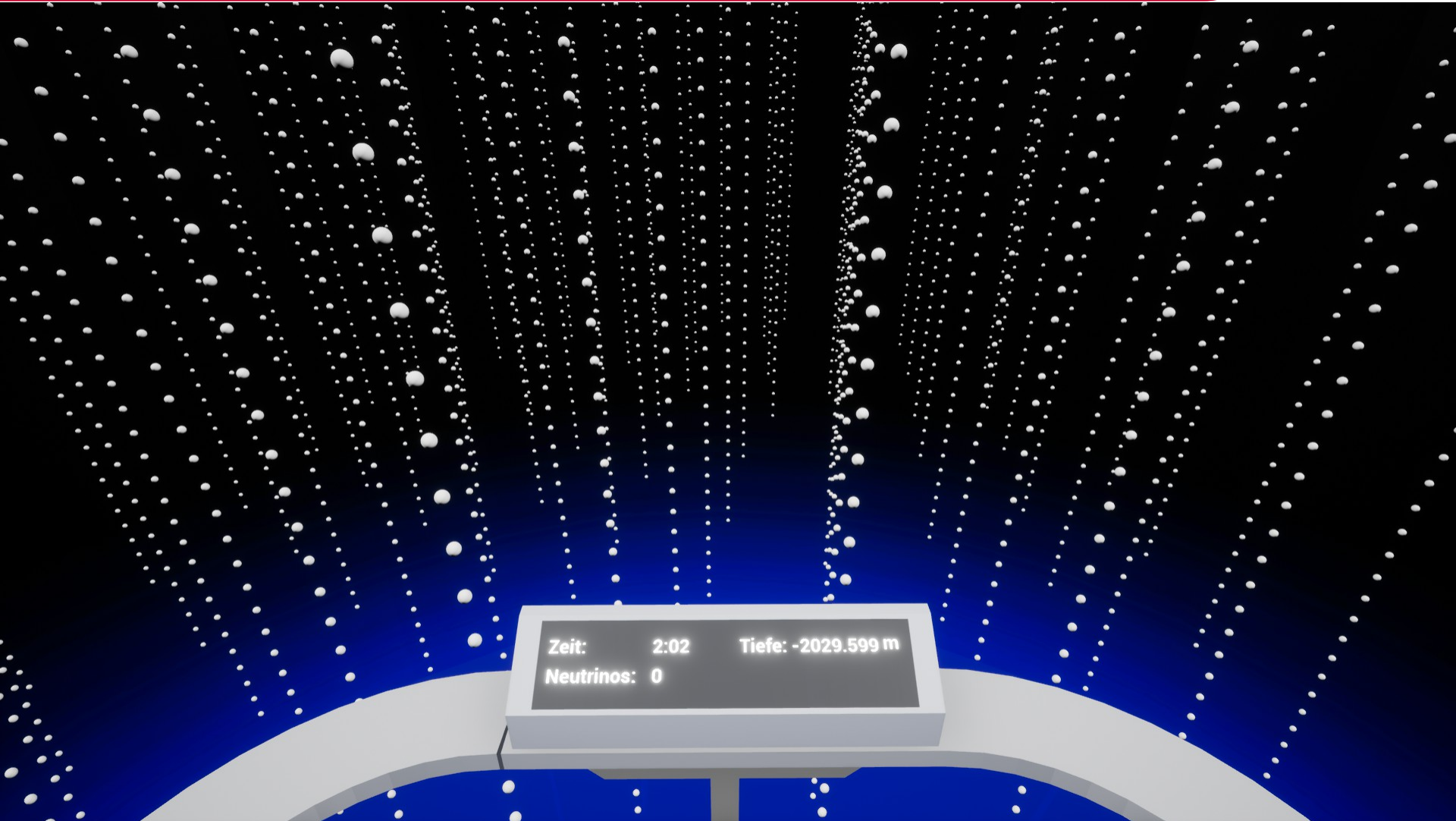
Anzahl Klicks:



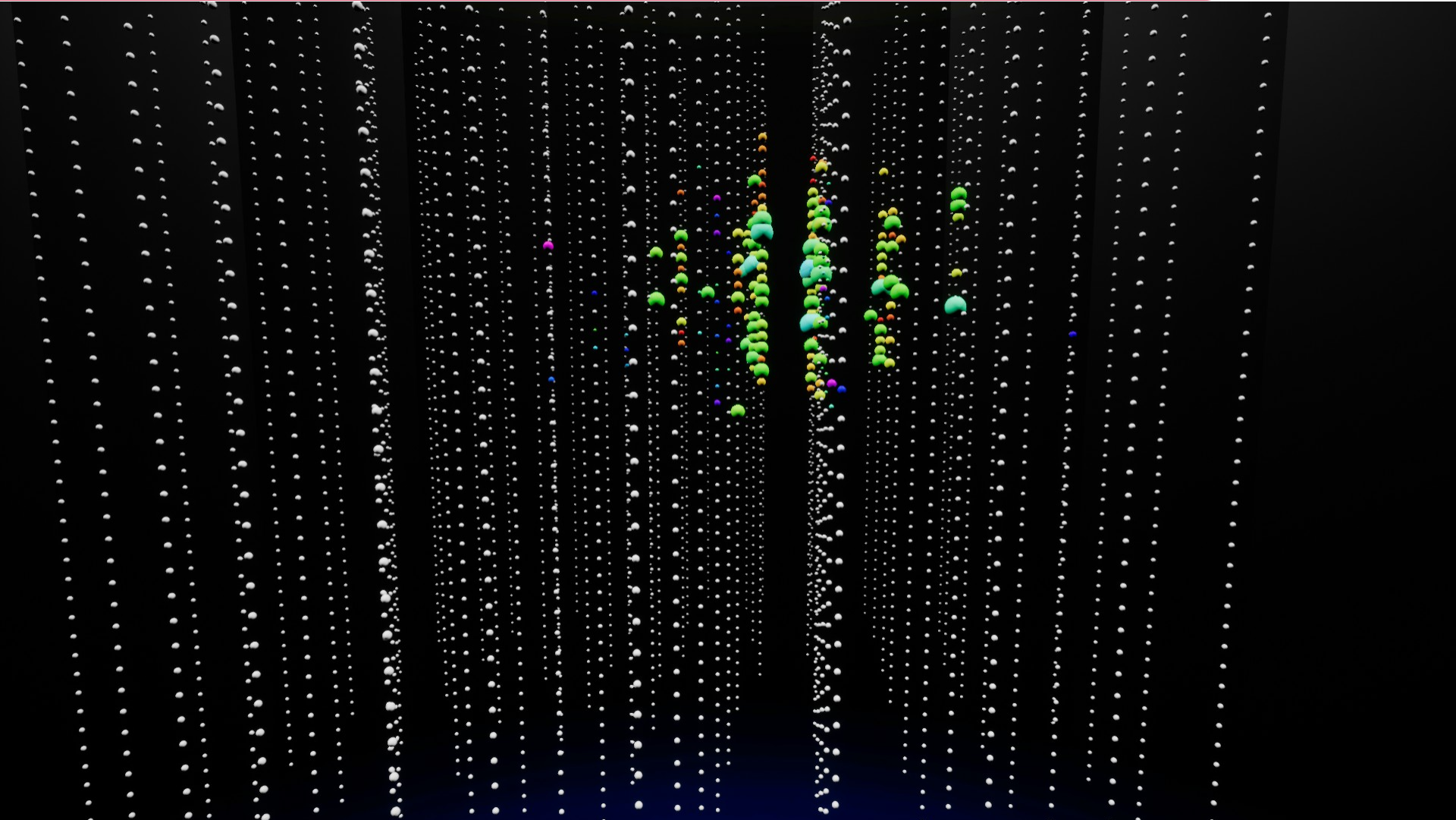
PRISMA

Vielen Dank fürs Spielen!

IceCube VR: Intro

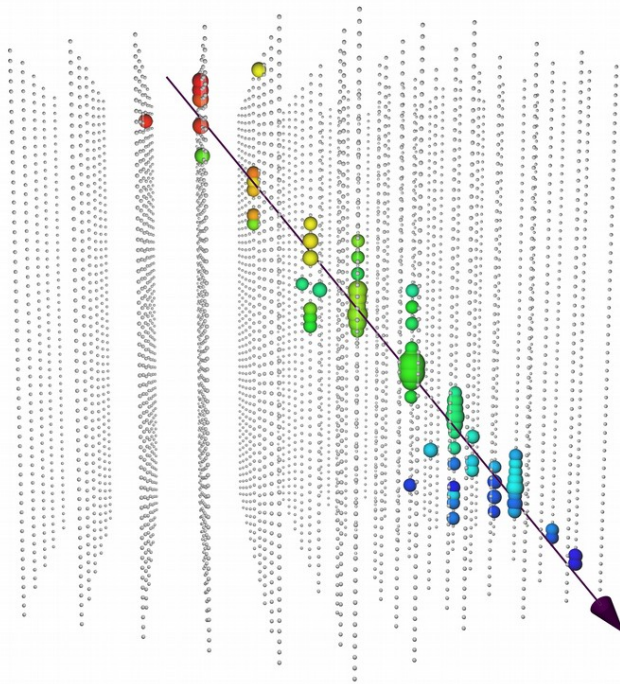


IceCube VR: Intro



Spielregeln und Ablauf

- Der Spieler wird virtuell vom IceCube Labor aus in den Detektor Eis ‚gefahren‘
- 2 Minuten Spielzeit.
- Wenn man ein Neutrino ‚sieht‘, auf den Knopf drücken
- Jeder Treffer gibt Punkte, jeder falsche Knopfdruck zieht 10s Spielzeit ab
- 12 Neutrinos und mehr als doppelt so viel Myonen werden erzeugt
- Am Schluss Wertung: X Treffer bei Y Versuchen (+Trefferquote in %)

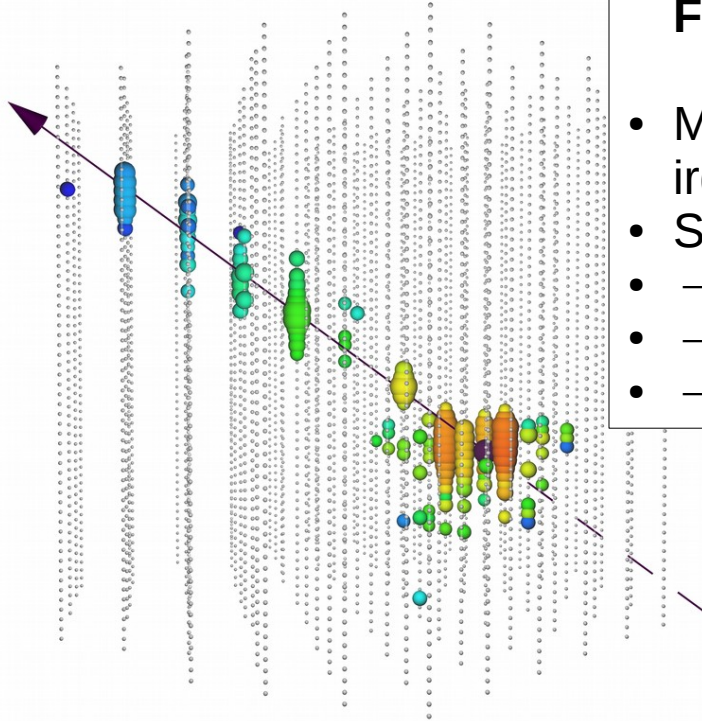


Fall 1:

- Module leuchten zuerst oben auf, dann entlang einer Spur nach unten
- → Teilchen das von oben kommt
- → Höchstwahrscheinlich Myon aus der kosmischen Strahlung
- → NICHT drücken

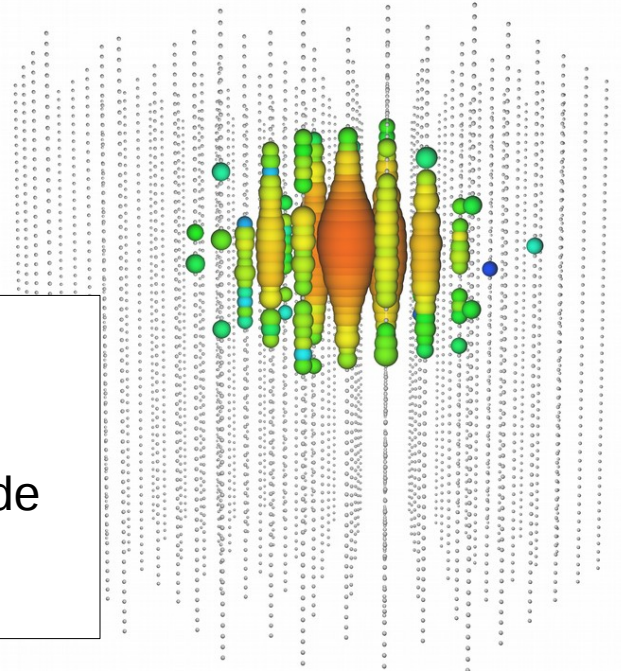
Fall 2: Myon-Neutrino

- Module leuchten zuerst unten oder irgendwo im Detektor auf
- Spur nach oben
- → Teilchen das von unten kommt
- → Muss Neutrino sein
- → DRÜCKEN!



Fall 3: Elektron-Neutrino

- Module leuchten irgendwo im Detektor auf
- Keine Spur, sondern ortsfeste Wolke
- → Teilchenkaskade, die im Detektor erzeugt wurde
- → Vermutlich Elektron-(oder Tau-)-Neutrino
- → DRÜCKEN!



Bisherige Outreach Veranstaltungen

Mainzer Wissenschaftsmarkt, Tag der deutschen Einheit, Zoom-In Ausstellung



Photos:
© C. Hoffmann
und O. Labs



IceCube VR – was lernen Spieler daraus?

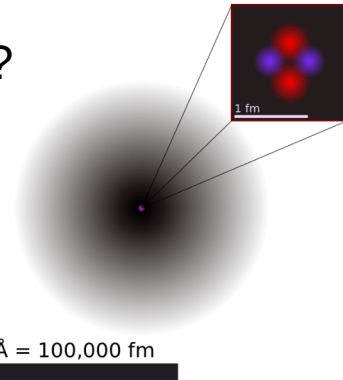
- Das ‚Mittendrin‘ Erlebnis vermittelt eine bessere Vorstellung von der Größe von IceCube als die Zahl 1 km^3
- Spieler lernen etwas über die Unterschiede zwischen den Teilchen
 - Weckt Neugier auf mehr
 - Warum ist das so? Was passiert da genau?
- Spieler erhalten einen ersten Eindruck der Schwierigkeit der Datenanalyse
- Visueller Eindruck einer großen Energiemenge
 - WOW Effekt, vor allem beim ‚in den Detektor fahren‘ und bei Kaskaden
 - Gefühl dafür, dass die Ergebnisse, nicht nur der Detektor, beeindruckend sind
- Insgesamt das Gefühl, etwas verstanden zu haben und etwas näher an der Wissenschaft dran zu sein.

Erfahrungen mit dem VR-Exponat

- **Großer Publikumsmagnet**
 - Lange Schlangen beim Wissenschaftsmarkt
 - VR ist noch ungewöhnlich genug um zu ziehen
- Im kleineren Rahmen während der Ausstellung viele an das Spiel anschließende Unterhaltungen und Fragen
- Jüngere Kinder sind in dem Spiel sehr gut – oft ohne wirklich zu verstehen, was sie da tun. Spielregeln + Klicken = Gewinnen
 - Rekord: 11 von 12 Neutrinos ‚erwischt‘ bei nur 2 Fehlern
- Erwachsene denken oft zu lange nach oder sind mit der VR überfordert
 - Rekord: 9 von 12 Neutrinos ohne Fehler
 - Fachliche Vorbildung hilft nicht immer...
 - Caveat: manchen Menschen wird in der VR schwindlig. Für die ist eine Darstellung auf dem normalen Bildschirm wichtig
- **Wichtig:** sichere Umgebung. Spieler bewegen sich mehr als man denkt!

Fragen und Mißverständnisse

- Warum baut man das am Südpol / im Eis?
 - Hier kann man die Spieler ganz sokratisch selbst auf die Antwort führen
- Ist das nicht gefährlich, so viel Energie im Eis?
 - Bzw. *„Warum tut ihr denn so hochenergetische Teilchen ins Eis?“*
 - Tragen Neutrinos zum Polkappenschmelzen bei?
 - Wenn Neutrinos so viel Energie haben, warum nutzt man die nicht?
- Und warum macht man das? Wozu ist das gut?
- Gibt es noch andere Teilchen die solche Signale machen könnten?
- Wieso können Neutrinos einfach so durch Materie durchfliegen?
 - Großer AHA-Moment: Materie ist größtenteils ‚Nichts‘
- Was genau sind jetzt eigentlich diese Neutrinooszillationen?
- *Mißverständnis*: nein, die bunten Punkte sind nicht die Neutrinos, die sind nur eine Darstellung, dass ein optisches Modul Licht detektiert hat



- Insgesamt ist das IceCube-VR Projekt ein großer Erfolg
- Großes Interesse von Publikum und Presse
- Aber noch weiter ausbaufähig
 - Stabilität und Lauffähigkeit auf beliebigen Systemen
 - Bisher nur simulierte Ereignisse, ‚live‘ Eventdisplay wäre interessant
 - Wäre für das Spiel ungeeignet, wurde aber öfters angeregt
 - Weitere Knöpfe für Unterscheidung $\nu_e/\nu_\mu/\nu_\tau$ verwenden
 - Soundeffekte und Audiokommentar → erhöhte Immersivität
- Veröffentlichung als open source
- **Visualisierung** und **Interaktion** helfen beim (be)greifbar machen der unsichtbaren Neutrinos und des Riesendetektors.