

IceCube - das größte Neutrinoobservatorium der Welt

Martin Jurkovič

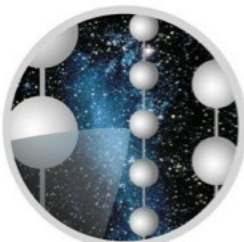
Experimental Physics with Cosmic Particles
Technische Universität München

Stephan Richter

IceCube WinterOver
2014/2015

10 December 2014
Webcast vom Südpol

<http://icecube.wisc.edu>



ICECUBE

Geographic South Pole

Roald Amundsen

December 14, 1911

"So we arrived and were able to plant our flag at the geographical South Pole."



Robert F. Scott

January 17, 1912

"The Pole. Yes, but under very different circumstances from those expected."

elevation 9,301 feet



The IceCube-PINGU Collaboration



International Funding Agencies

Fonds de la Recherche Scientifique (FRS-FNRS)
 Fonds Wetenschappelijk Onderzoek-Vlaanderen (FWO-Vlaanderen)
 Federal Ministry of Education & Research (BMBF)
 German Research Foundation (DFG)

Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)
 Inoue Foundation for Science, Japan
 Knut and Alice Wallenberg Foundation
 NSF-Office of Polar Programs
 NSF-Physics Division

Swedish Polar Research Secretariat
 The Swedish Research Council (VR)
 University of Wisconsin Alumni Research Foundation (WARF)
 US National Science Foundation (NSF)

Franzis Halzen, PI

Martin

Stephan



Elisa

Anna

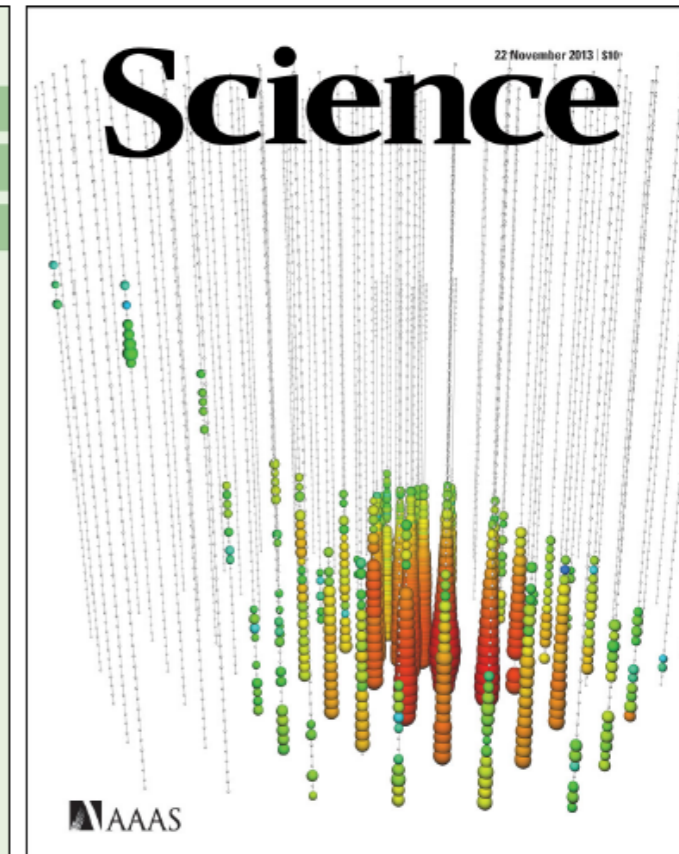
Petra

IceCube in den News...

Erstes Neutrinosignal von außerhalb unserer Milchstraße gemessen

Diese Neutrinos haben extrem hohe Energien

Wir wollen verstehen, wo und wie im Universum werden Teilchen mit solch hohen Energien erzeugt



Spektrum der kosmischen Strahlung

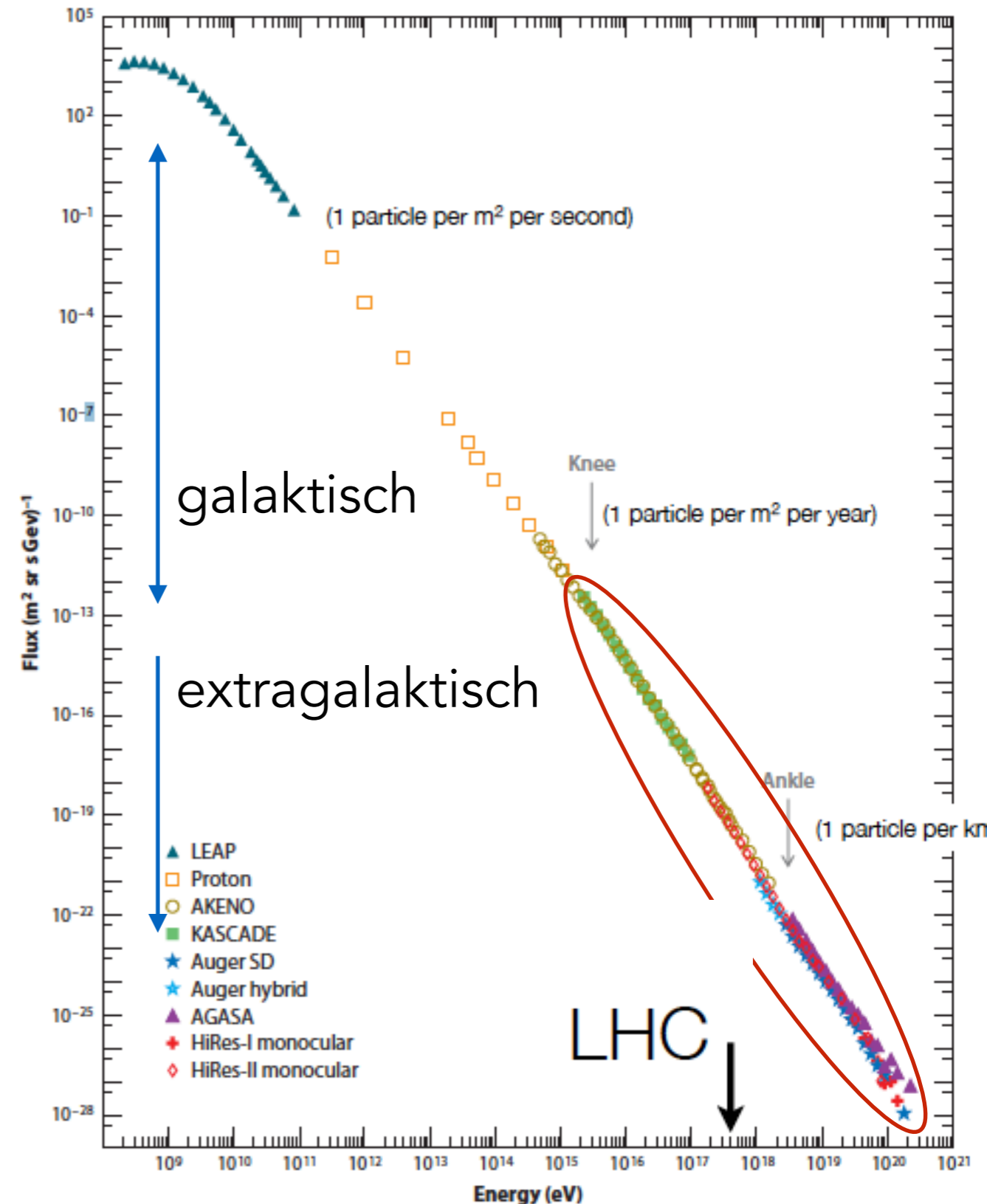
Entdeckt von Victor Hess im Jahr 1911

Inzwischen mehr als ein Jahrhundert an
Messdaten

Quellen der kosmischen Strahlung: —>
natürliche Teilchenbeschleuniger

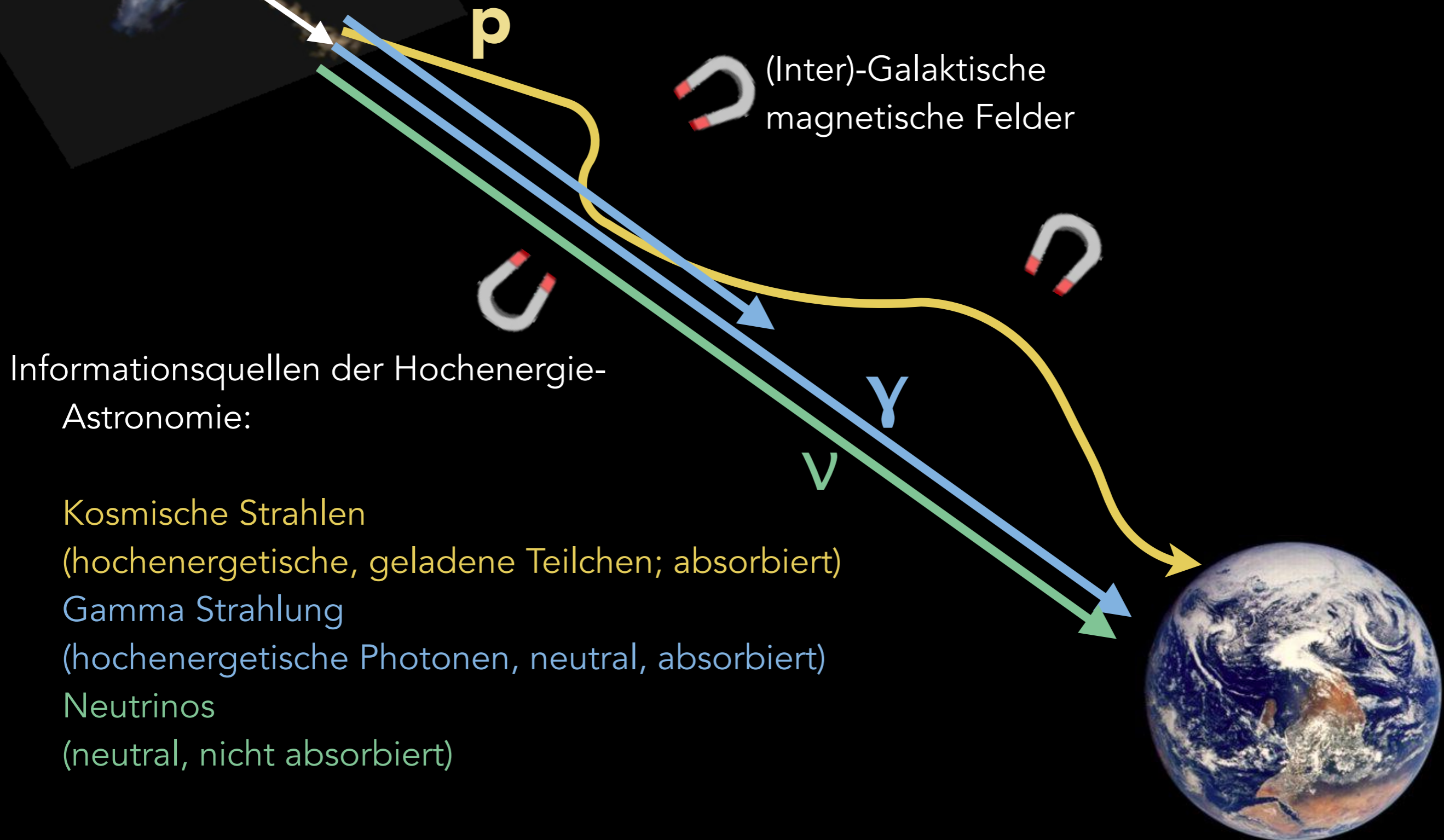
Energien bis zu 10^{21} eV

Quellen bis jetzt unbekannt



J. Beatty and S. Westerhoff, Ann. Rev. Nucl. Par. Sci. 59 (2009)

Untersuchung des hochenergetischen Universums



Energieskalen auf der Erde

Beispiele aus dem Alltag:

Radiowellen: $< \mu\text{eV}$

Mikrowelle: $\sim \mu\text{eV}$

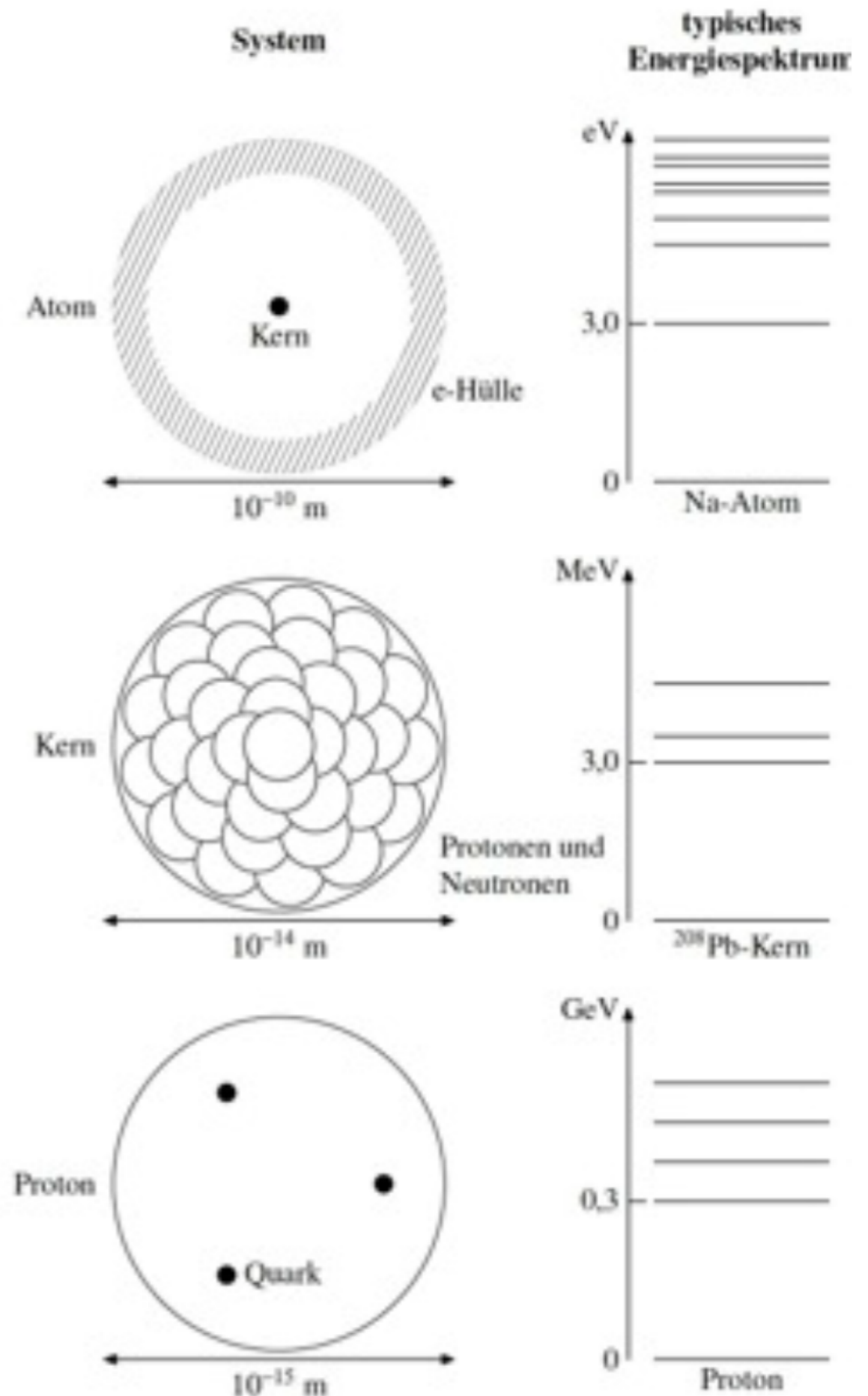
Infrarot: meV

Sichtbares Licht: eV

Röntgenstrahlung: keV

LHC: $4 \cdot 10^{17} \text{ eV} = 400 \text{ PeV}$

($1 \text{ PeV} = 10^{15} \text{ eV}$)



Neutrinos

Subatomare neutrale Elementarteilchen mit geringer Masse

Postuliert in 1930 bei Wolfgang Pauli (Erklärung für β -Kernumwandlung)

Entdeckt in 1956 in Cowan-Reines Experiment

Können nur indirekt nachgewiesen werden

Wechselwirken nur sehr selten mit der Materie durch schwachen Wechselwirkung \rightarrow sind **schwer nachweisbar**

\Rightarrow viel Materie (Atomkerne) notwendig

\Rightarrow brauchen preiswerten, riesengroßen Detektor

\Rightarrow Antarktisches Eis

Der IceCube Detektor

Ein Gitter von Lichtsensoren

Was wird detektiert?

Lichtblitze

Woher kommt das Licht?

Cherenkov-Strahlung: Entsteht, wenn geladene Teilchen sich mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen ($v > c/n$)

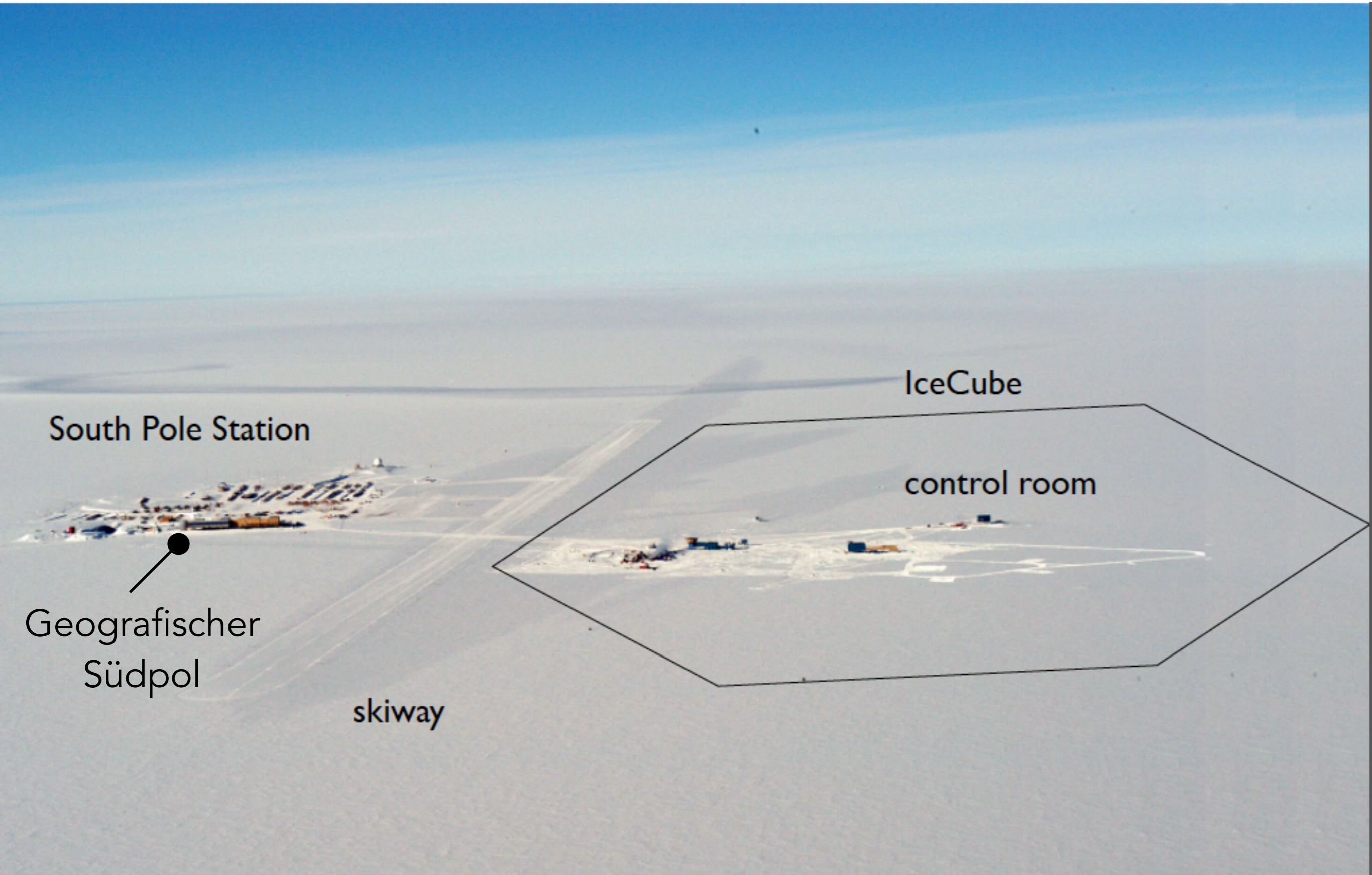
Woher kommen die Teilchen?

Schwachen Wechselwirkung zwischen Neutrinos und Atomkernen des Eises (inverser Betazerfall)

Woher kommen die Neutrinos?

????

Der IceCube Detektor



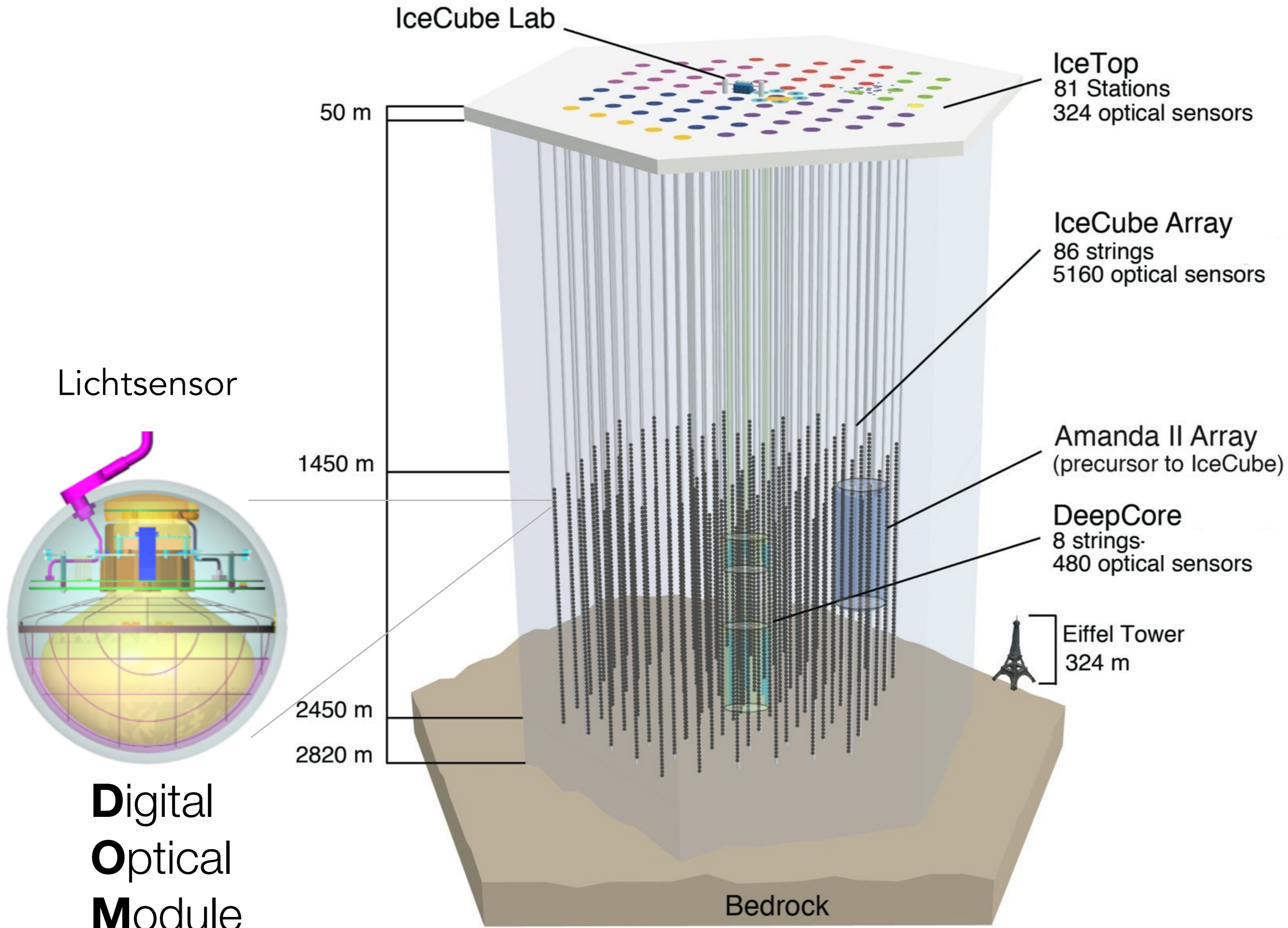
South Pole Station

IceCube

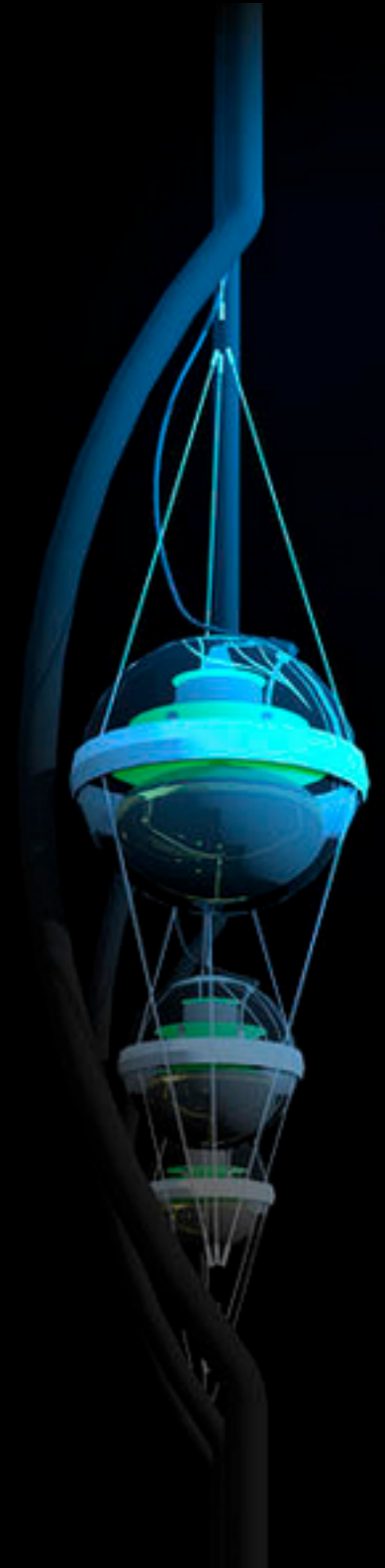
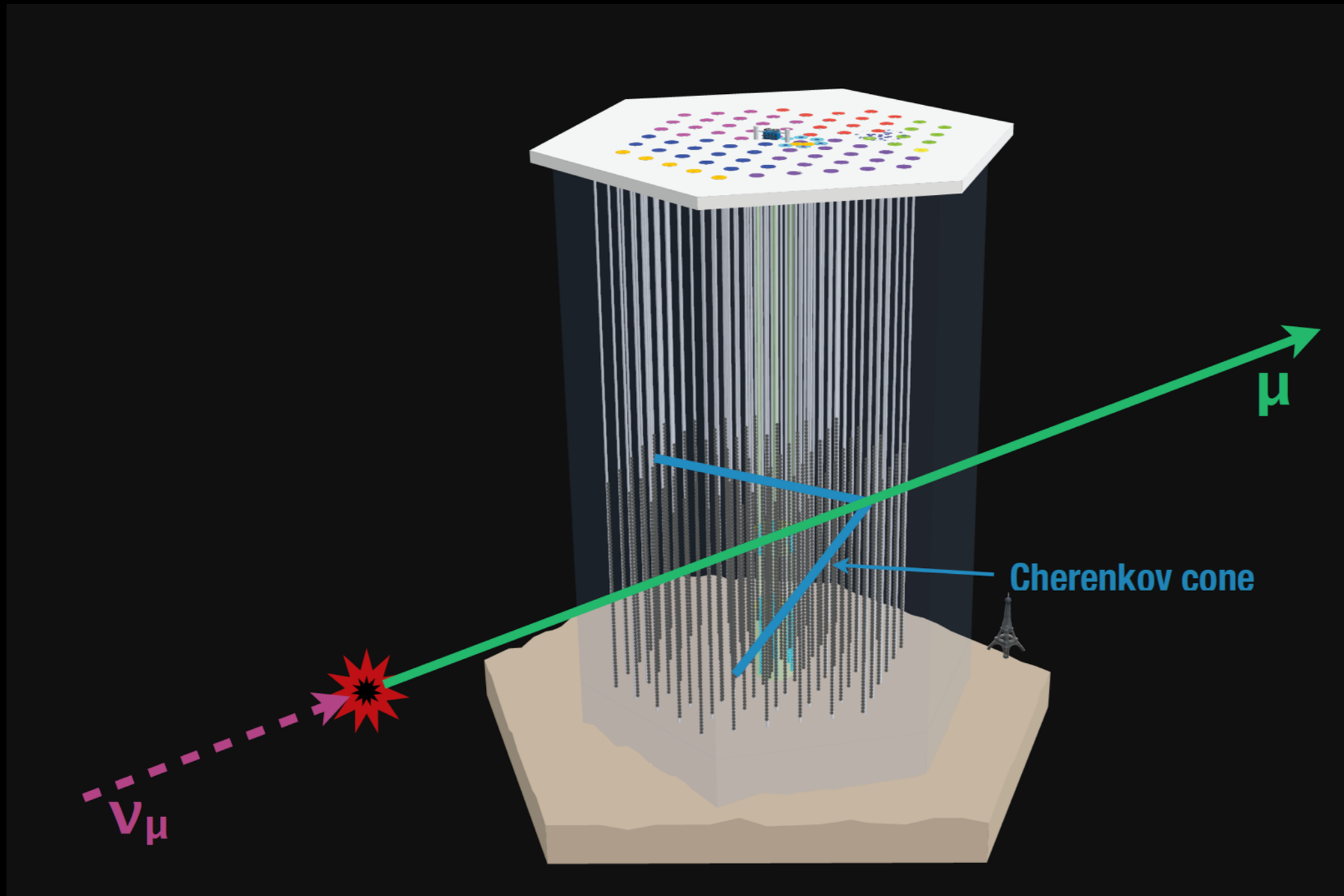
control room

Geografischer
Südpol

skiway



Relativistische ($v \sim c$) geladene Teilchen im Eis



NuMu

6.08e+04

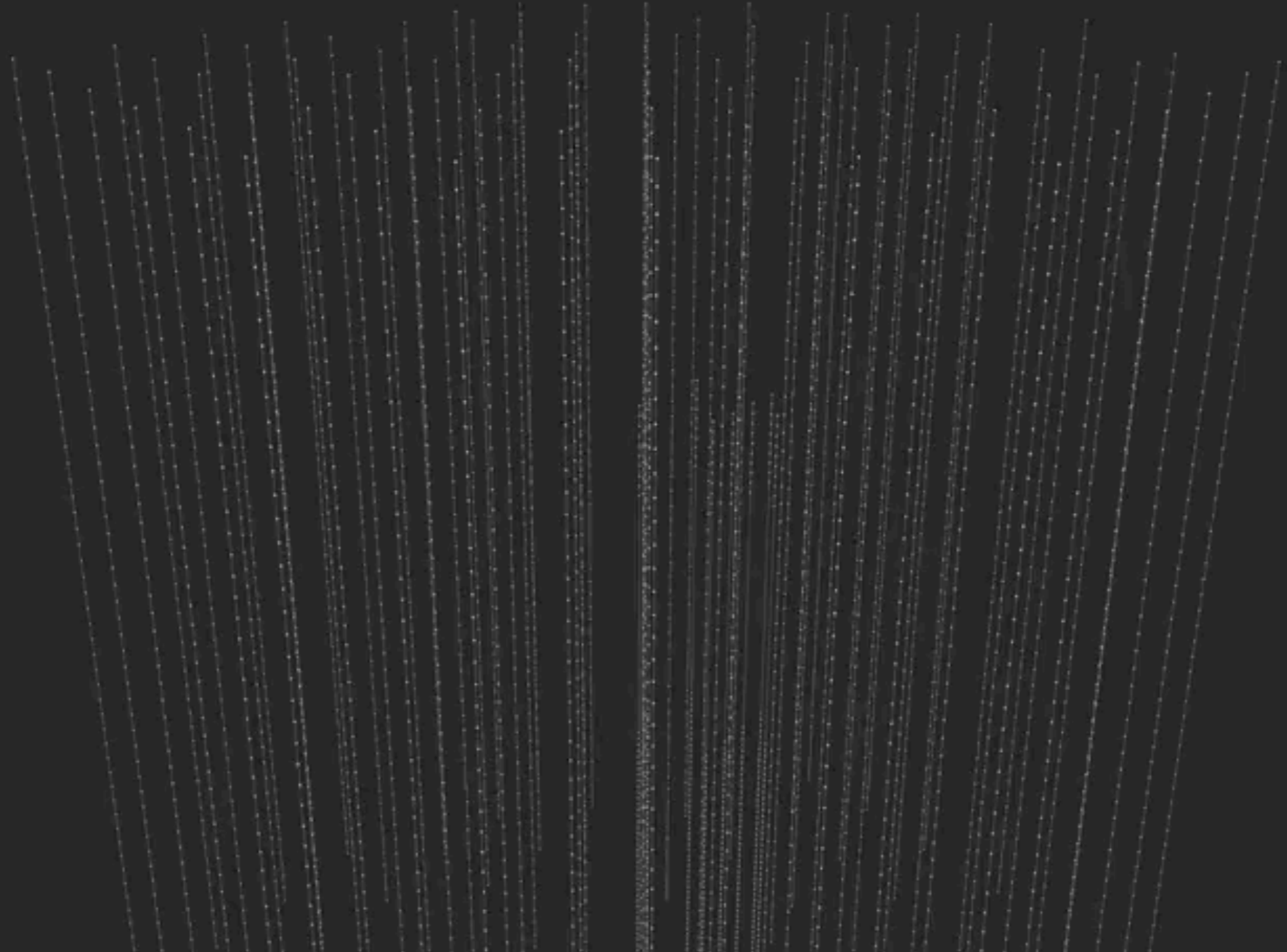
44.43 deg

357.53 deg

100/446 shown, max E (GeV) == 56675.77

100/444 shown, max E (GeV) == 1.58

Big Bird: ein Neutrinoereignis mit bis jetzt höchster gemessener Energie



Bau des Detektors (2004 - 2010)

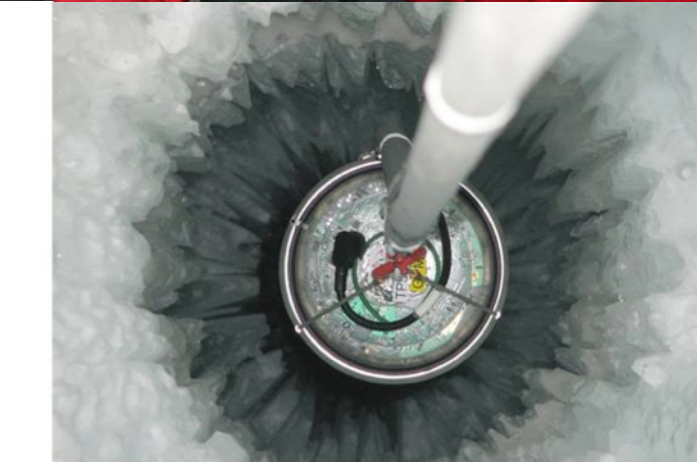


Bohren mit heißem Wasser:

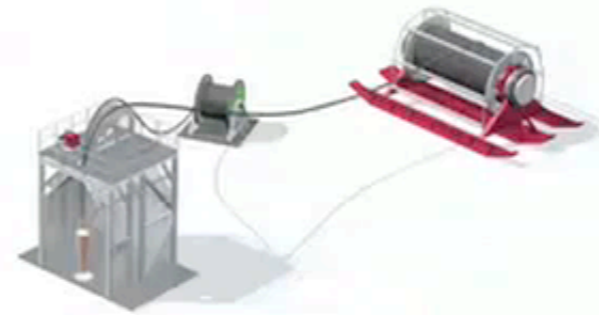
- 800 Liter pro Minute
- Druck: 7 MPa
- 90 Grad Celsius

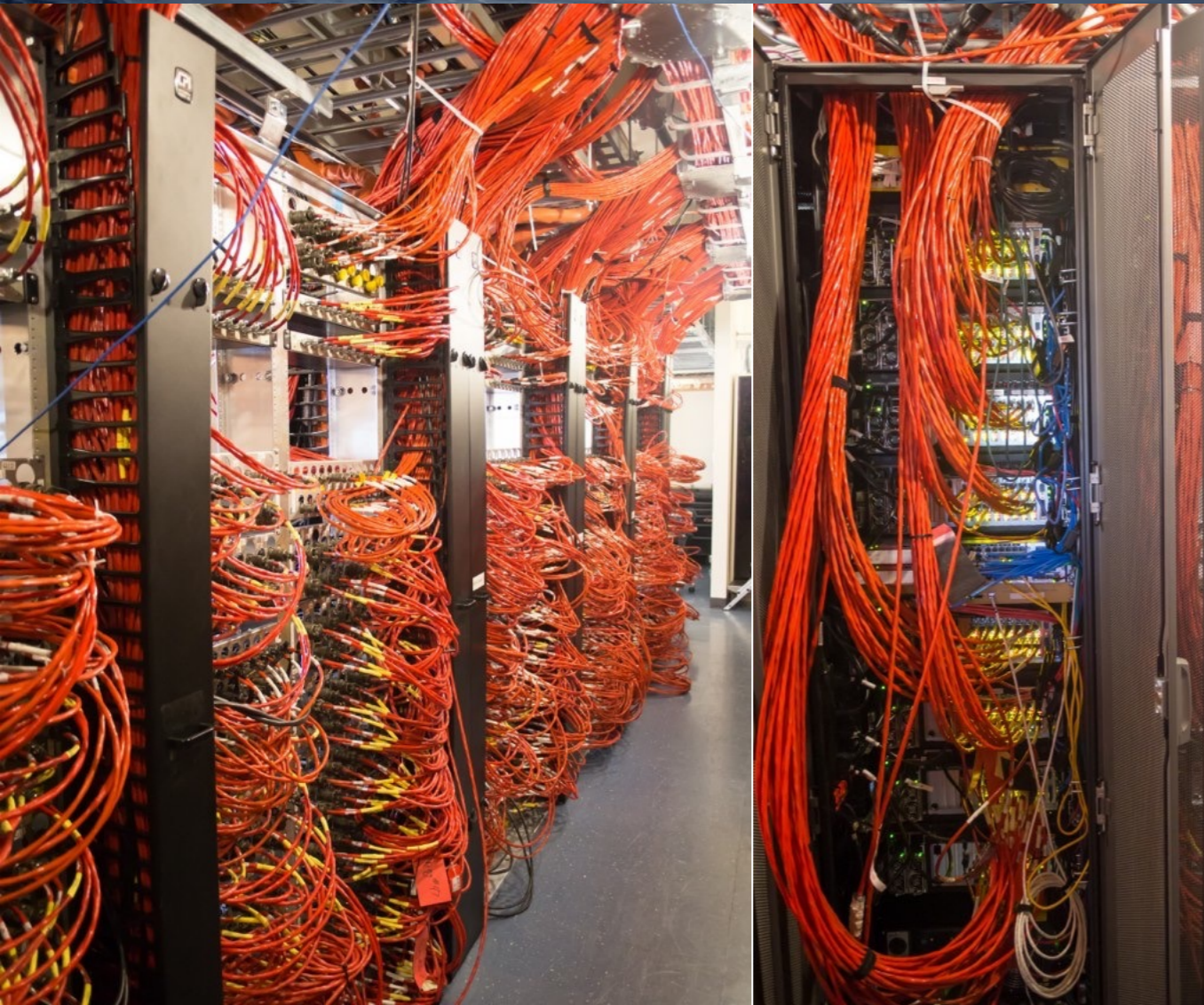
4.8 MW Heizleistung

2 Tage fürs Bohren eines 2,5 km Lochs & Installieren von 60 DOMs



Wie kann man schnell 2,5 km tiefe Löcher ins antarktische Eis bohren?

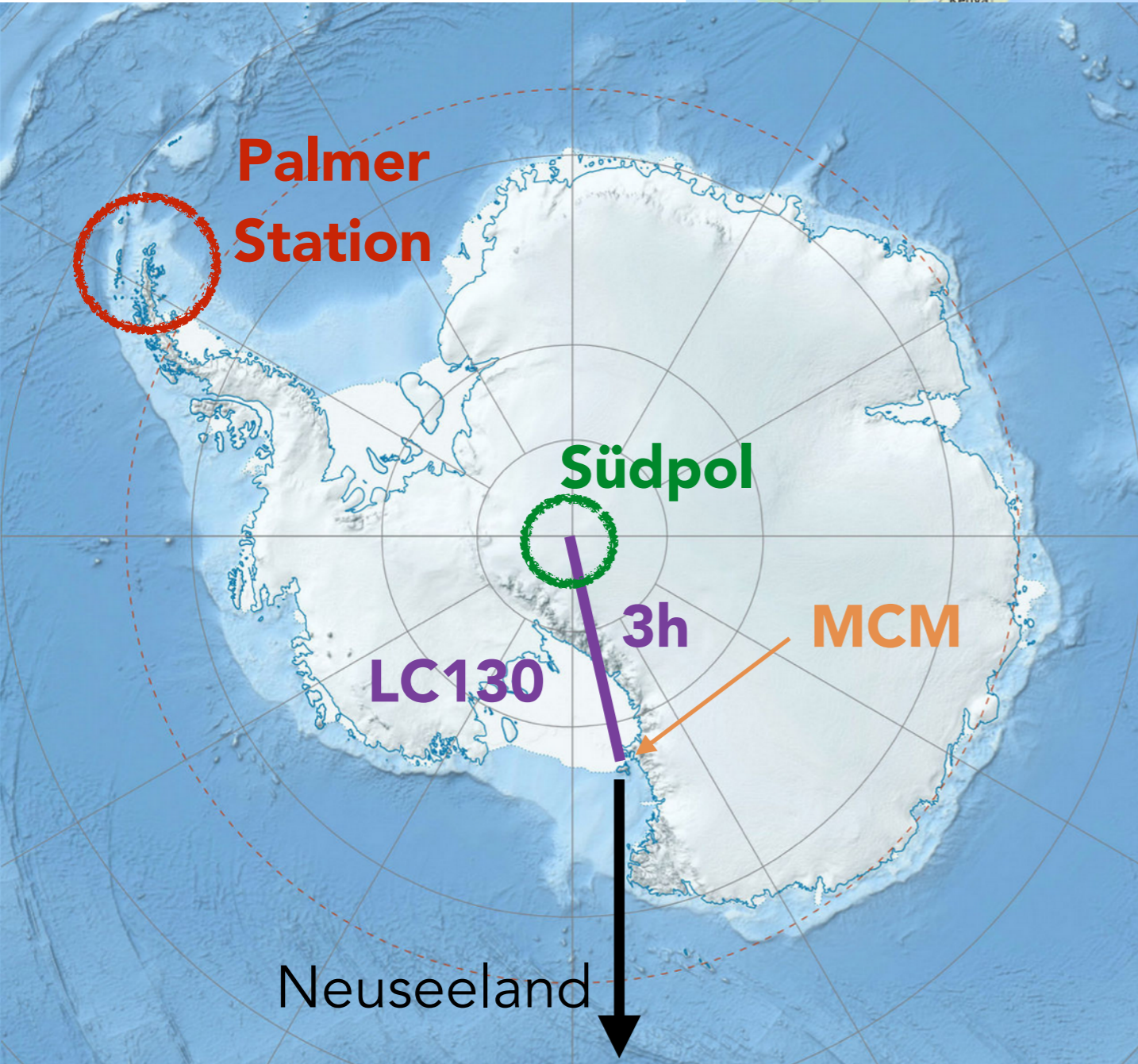
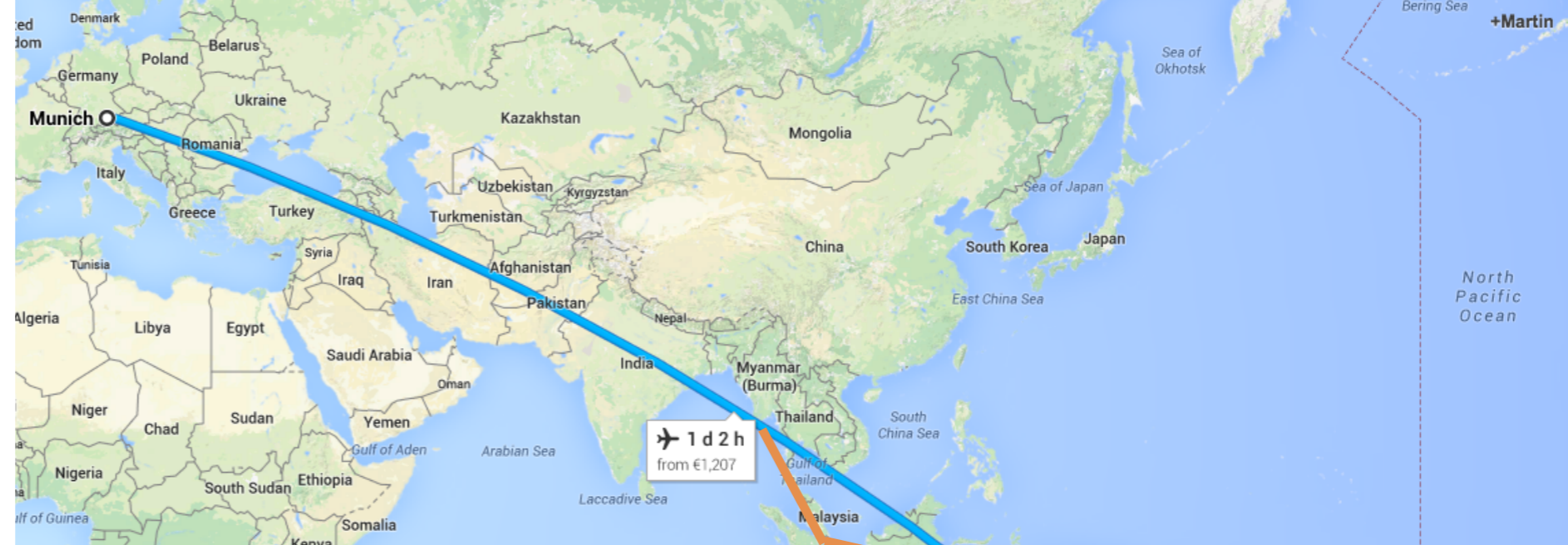








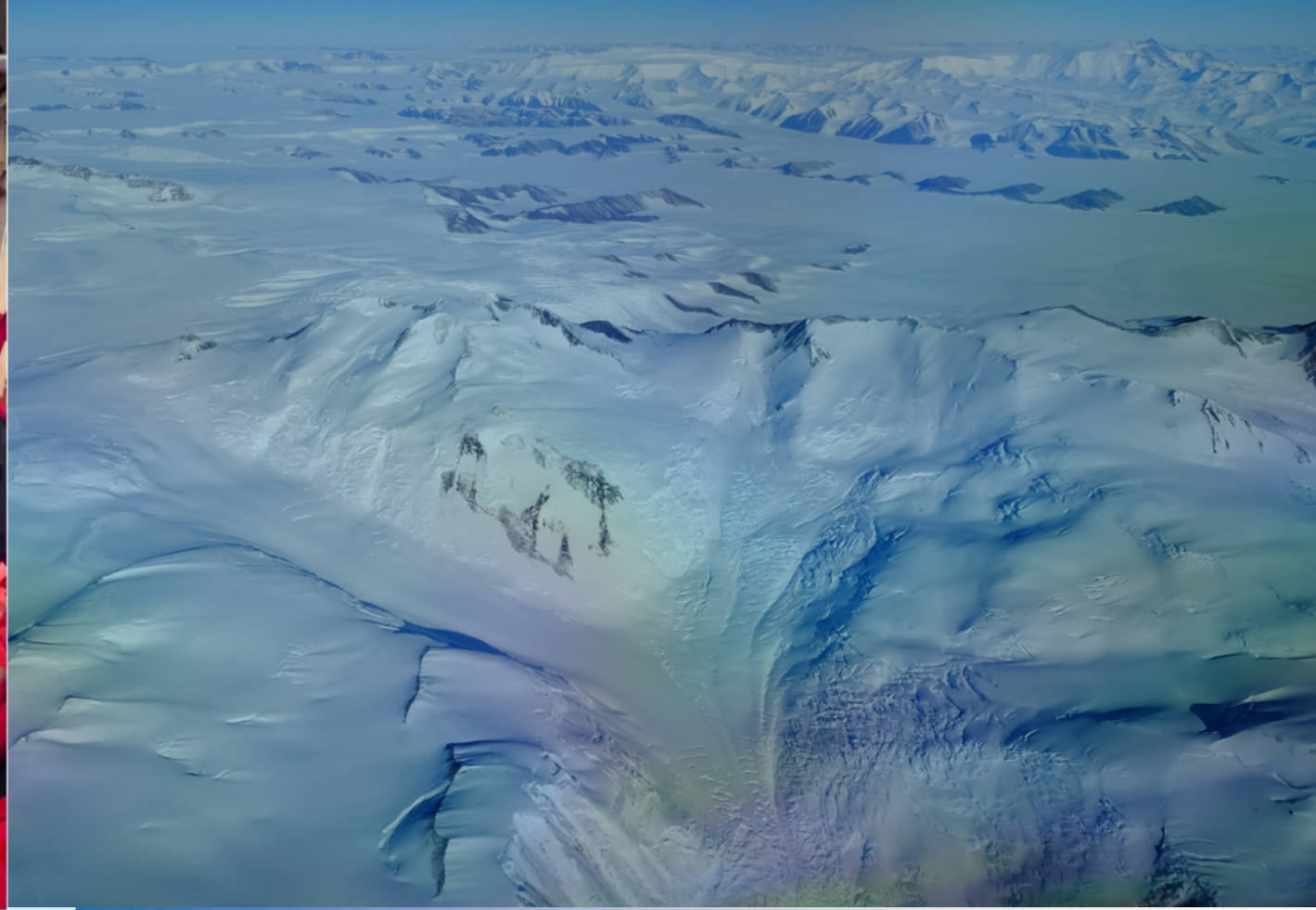
Wie kommt man zum Südpol?











South Pole in numbers

| | |
|-------------------------------------|---|
| Highest Recorded Temperature | +9.9°F (-12.3°C) December 25, 2011 |
| Lowest Recorded Temperature | -117.0°F (-82.8°C) June 23, 1982 |
| Average Annual Temperature | -57.1°F (-49.5°C) |
| Peak Wind | 48 kts (55 mph) from 330 degrees on August 24, 1989 |
| Average Wind | 10.7 kts (12.3 mph) from 020 degrees |
| Maximum Pressure | 719.0 mbs on August 25, 1996 |
| Minimum Pressure | 641.7 mbs on July 25, 1985 |
| Average Pressure | 681.3 mbs |

“Aktuelles” Wetter am Südpol

Weather for South Pole Station
Today is Monday, December 8th 10:08am



Temperature
-27.4 °C -17.3 °F

Windchill
-41.8 °C -43.2 °F

Wind
15.2 kts Grid 23

Barometer
682.2 mb (3,214 m/10,545 ft)

Dinge, die hier anders sind

Energie: zu 100% aus Verbrennen von Kerosin

- Kerosin-Anlieferung durch:
 - Flugzeug (verbrennt 3 Liter pro gelieferten Liter)
 - Landtransport (verbrennt 1 Liter um 3 Liter zu liefern)

Wasser: wird gewonnen durch Schmelzen von Eis

- sehr teuer

Hygiene: viele Menschen

auf engem Raum

- trotzdem nur
2x Duschen / Woche



Das Leben auf der Station

Kleine und auf sich selbst gestellte Welt

jeder übernimmt allgemeine Aufgaben (Feuerwehr, Ambulanz, Geschirrspülen, Toilettenputzen,...)

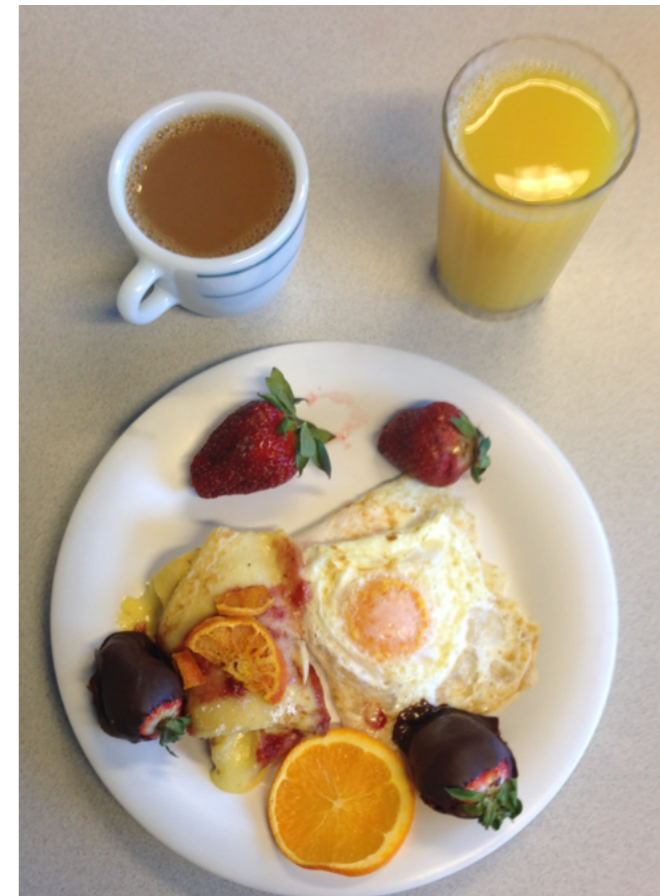
Kleine Gemeinschaft (im Winter ~ 40 Personen)

- soziale Kompetenz und Toleranz sind notwendig
- der Beitrag jedes einzelnen zählt!

Weniger Bewegung und gutes Essen

- Turnhalle und Kraftraum vorhanden

Weitere Features: Musikraum, Gewächshaus, Bastelraum, Biblio- und Videothek







Wir freuen uns auf euere Fragen



