

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

Ein Tag am Südpol



Elisa

Anna

Petra

Franzis Halzen, PI

Martin

Stephan



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

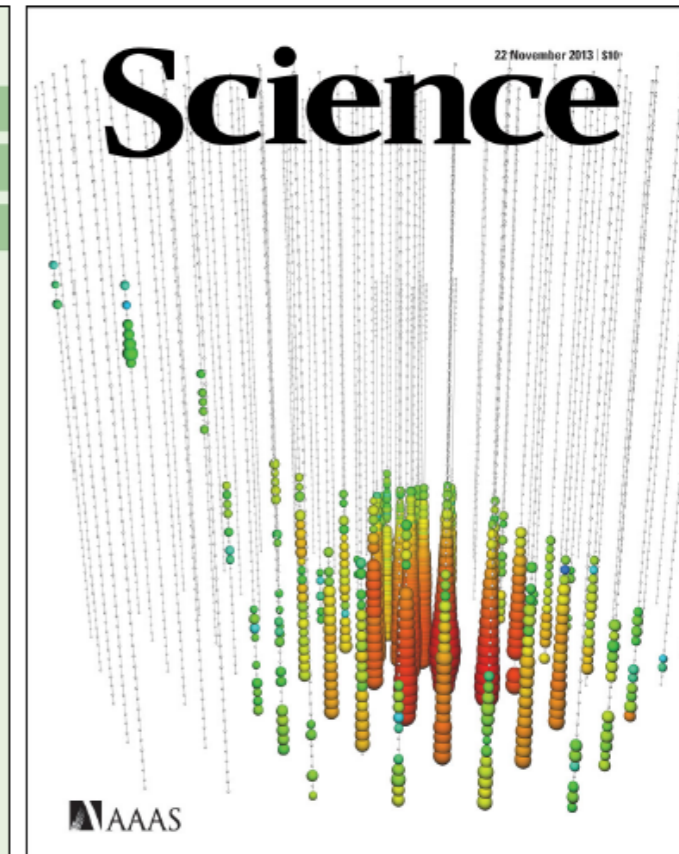
Swedish Polar Research Secretariat
 The Swedish Research Council (VR)
 University of Wisconsin Alumni Research Foundation (WARF)
 US National Science Foundation (NSF)

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 Teilchen mit solch hohen Energien erzeugt werden



Spektrum der kosmischen Strahlung

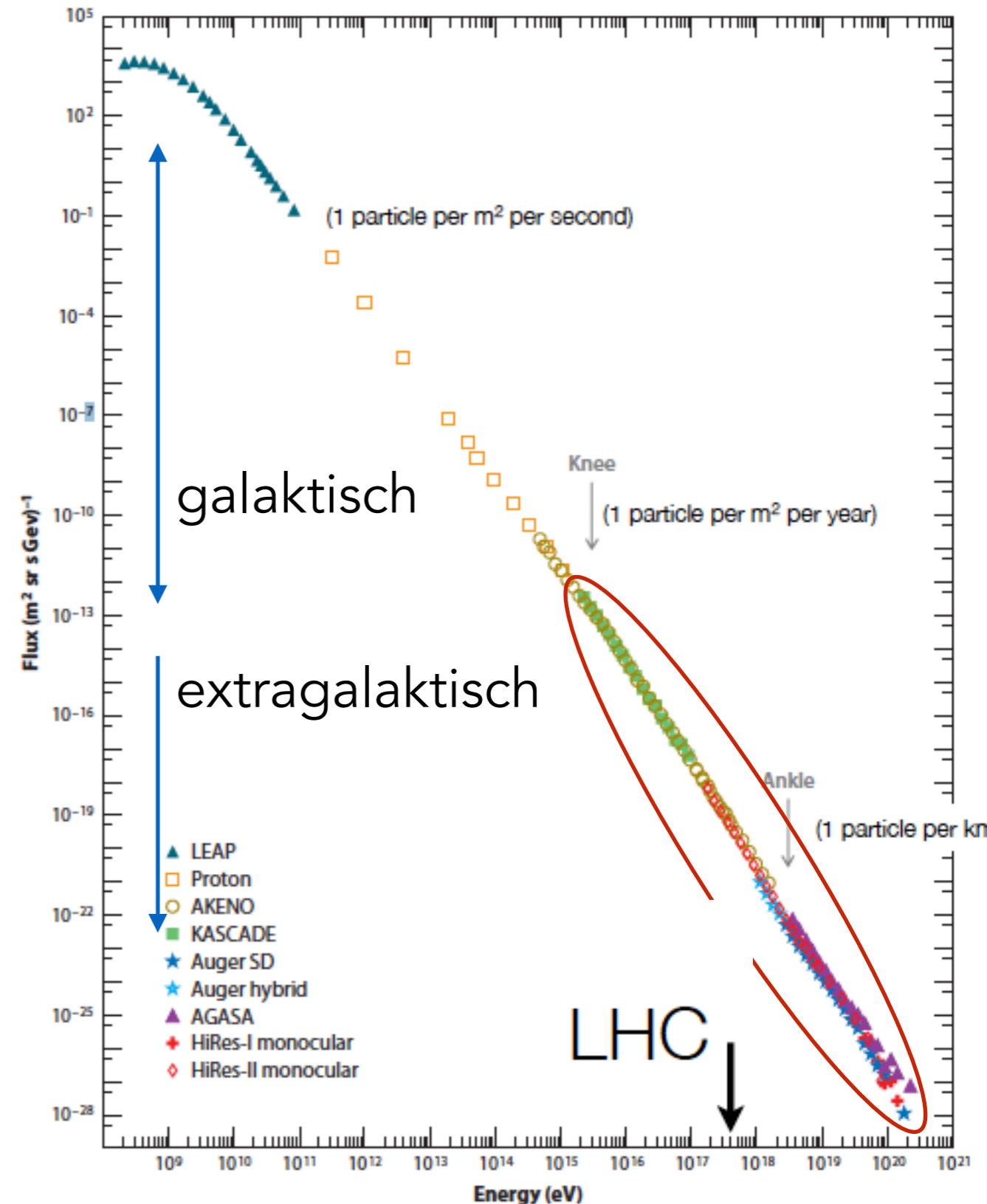
Entdeckt von Victor Hess im Jahr 1911

Inzwischen mehr als ein Jahrhundert an
Messdaten

Energien bis zu 10^{21} eV

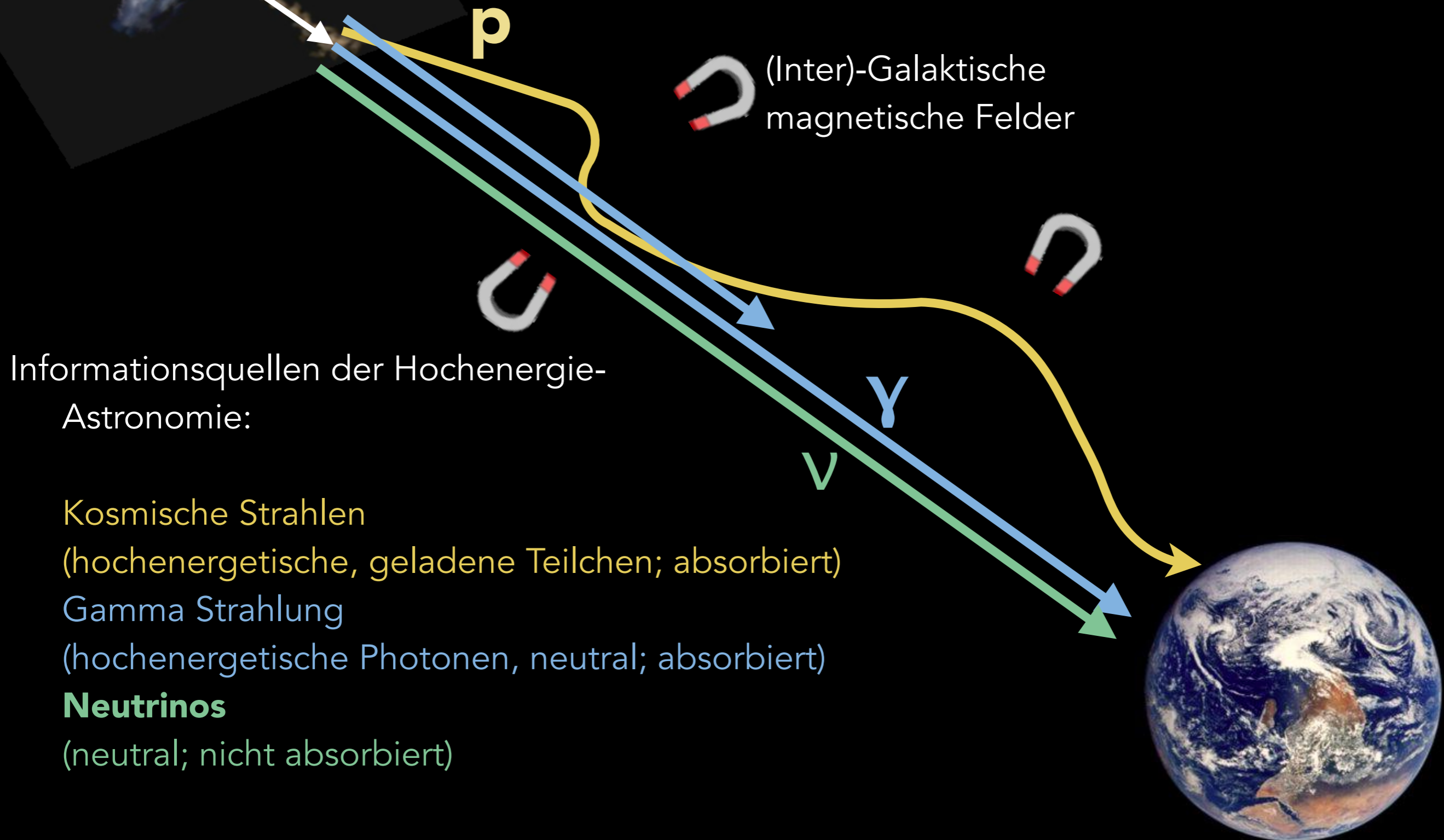
Quellen der kosmischen Strahlung: ->
natürliche Teilchenbeschleuniger

Welche Beschleuniger? Diese Frage
ist bis heute unbeantwortet



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

Untersuchung des hochenergetischen Universums



Informationsquellen der Hochenergie-Astronomie:

- Kosmische Strahlen
(hochenergetische, geladene Teilchen; absorbiert)
- Gamma Strahlung
(hochenergetische Photonen, neutral; absorbiert)
- Neutrinos**
(neutral; nicht absorbiert)

Energieskalen auf der Erde

Beispiele aus dem Alltag:

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

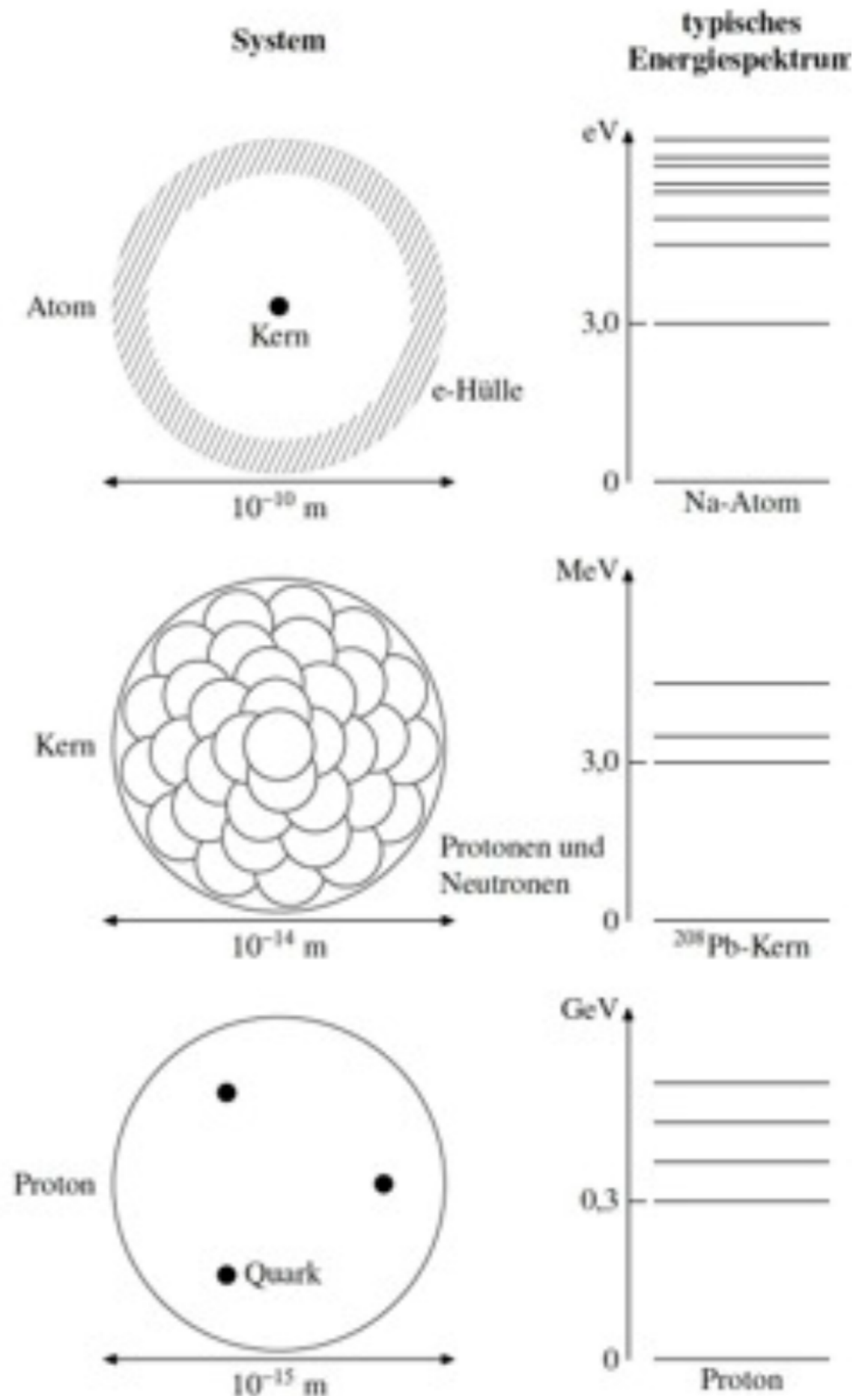
Mikrowelle: $\sim \mu\text{eV}$

Infrarot: meV

Sichtbares Licht: eV

Röntgenstrahlung: keV

LHC: $4 \times 10^{17} \text{ eV} = 400 \text{ PeV}$
($1 \text{ PeV} = 10^{15} \text{ eV}$)



Neutrinos

Subatomare, neutrale Elementarteilchen mit geringer Masse

Postuliert 1930 von Wolfgang Pauli (Erklärung für β -Kernumwandlung)

Entdeckt 1956 im Cowan-Reines Experiment

Können nur indirekt nachgewiesen werden

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

\Rightarrow viel Materie (Atomkerne) notwendig (Target)

\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 ($v > c/n$)

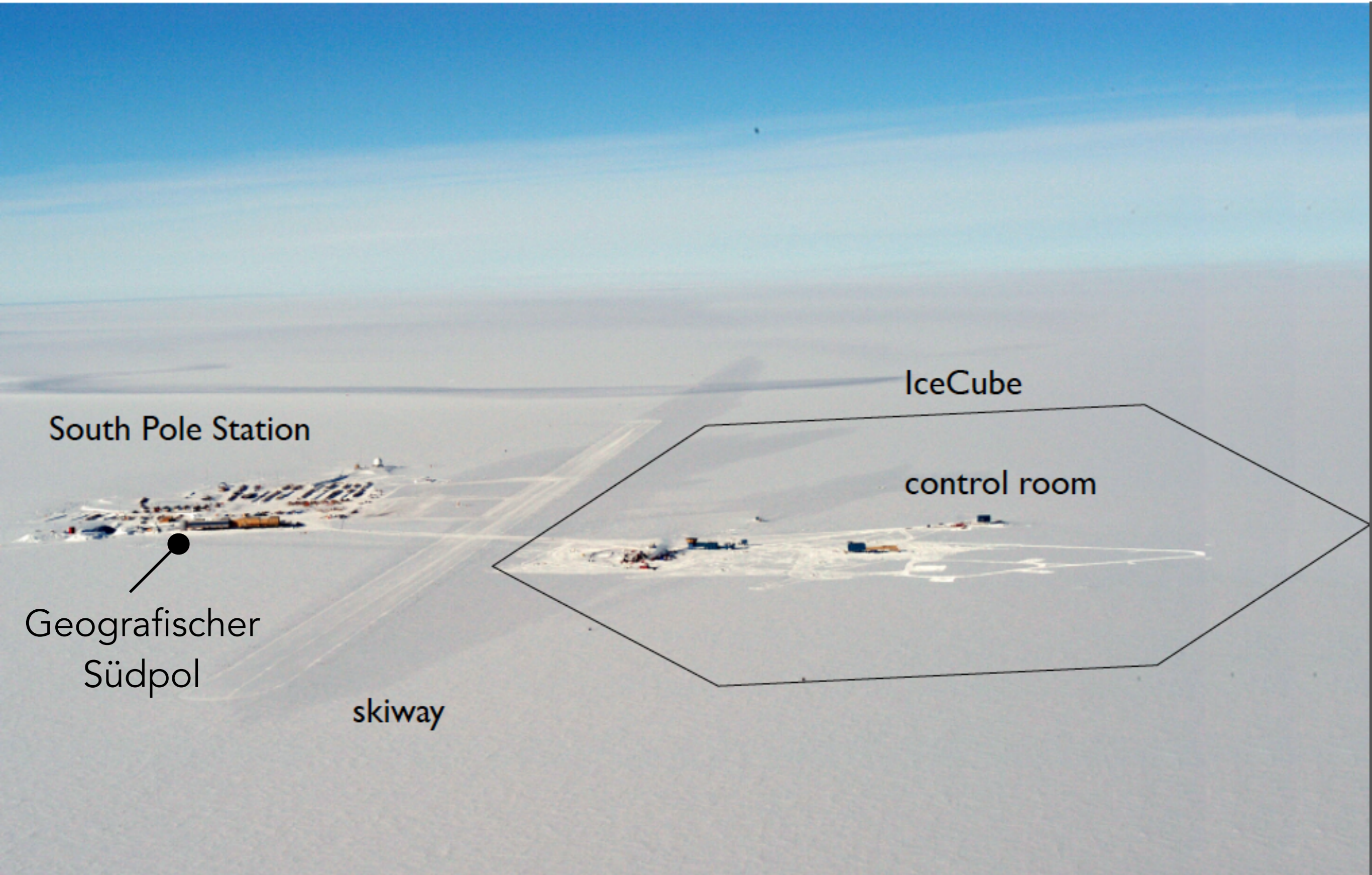
Woher kommen die Teilchen?

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

Woher kommen die Neutrinos?

????

Der IceCube Detektor



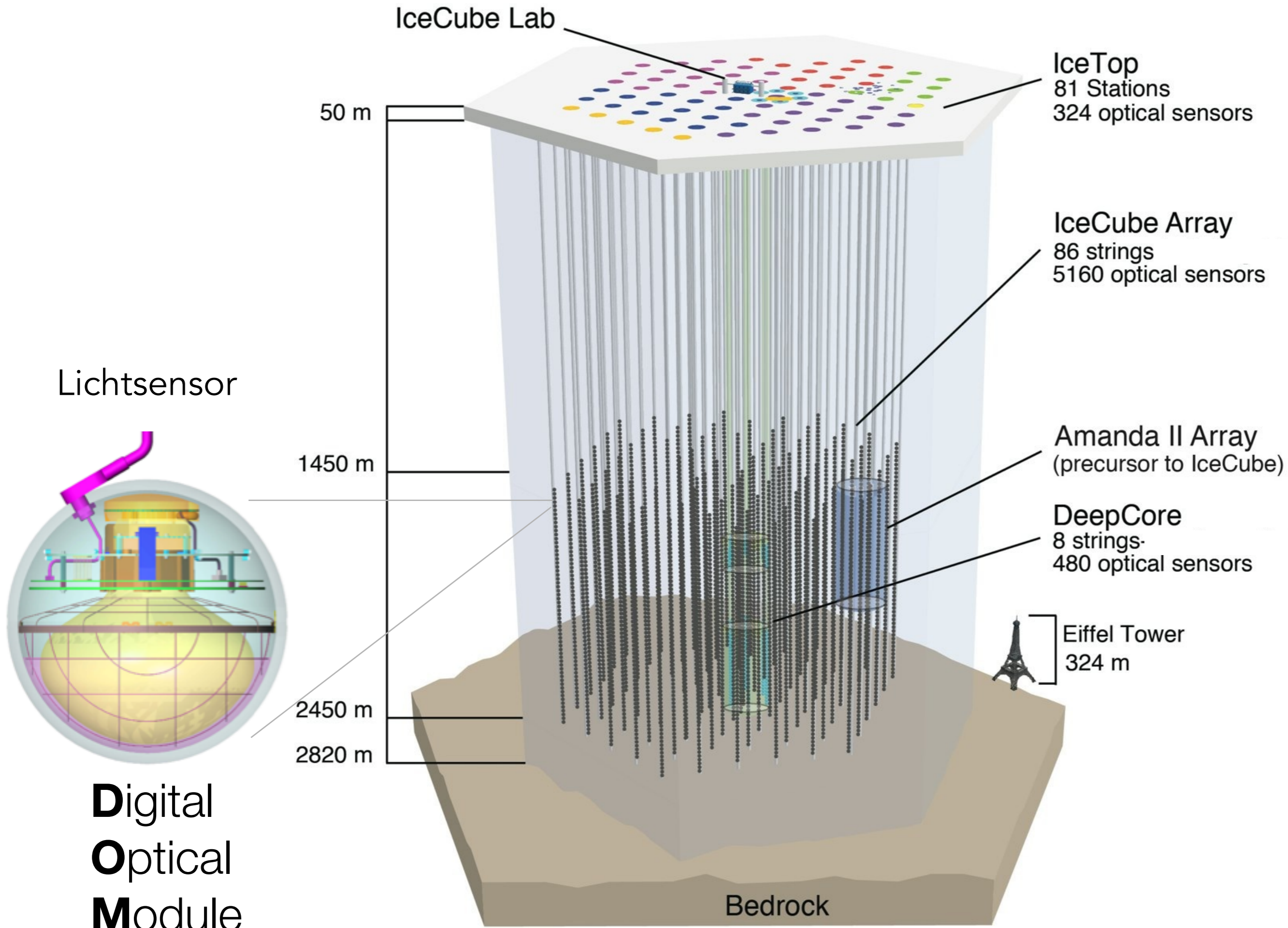
South Pole Station

Geografischer
Südpol

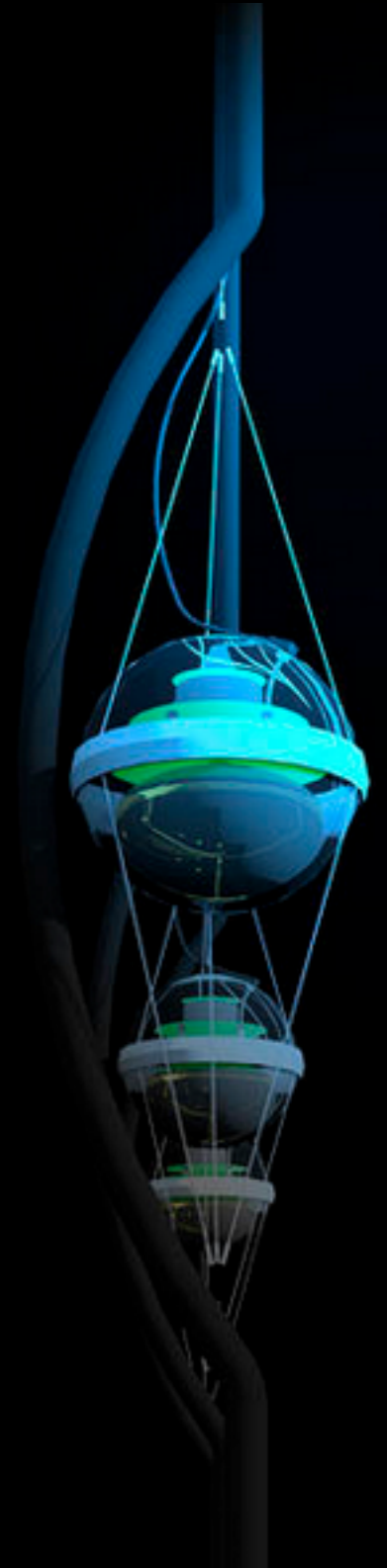
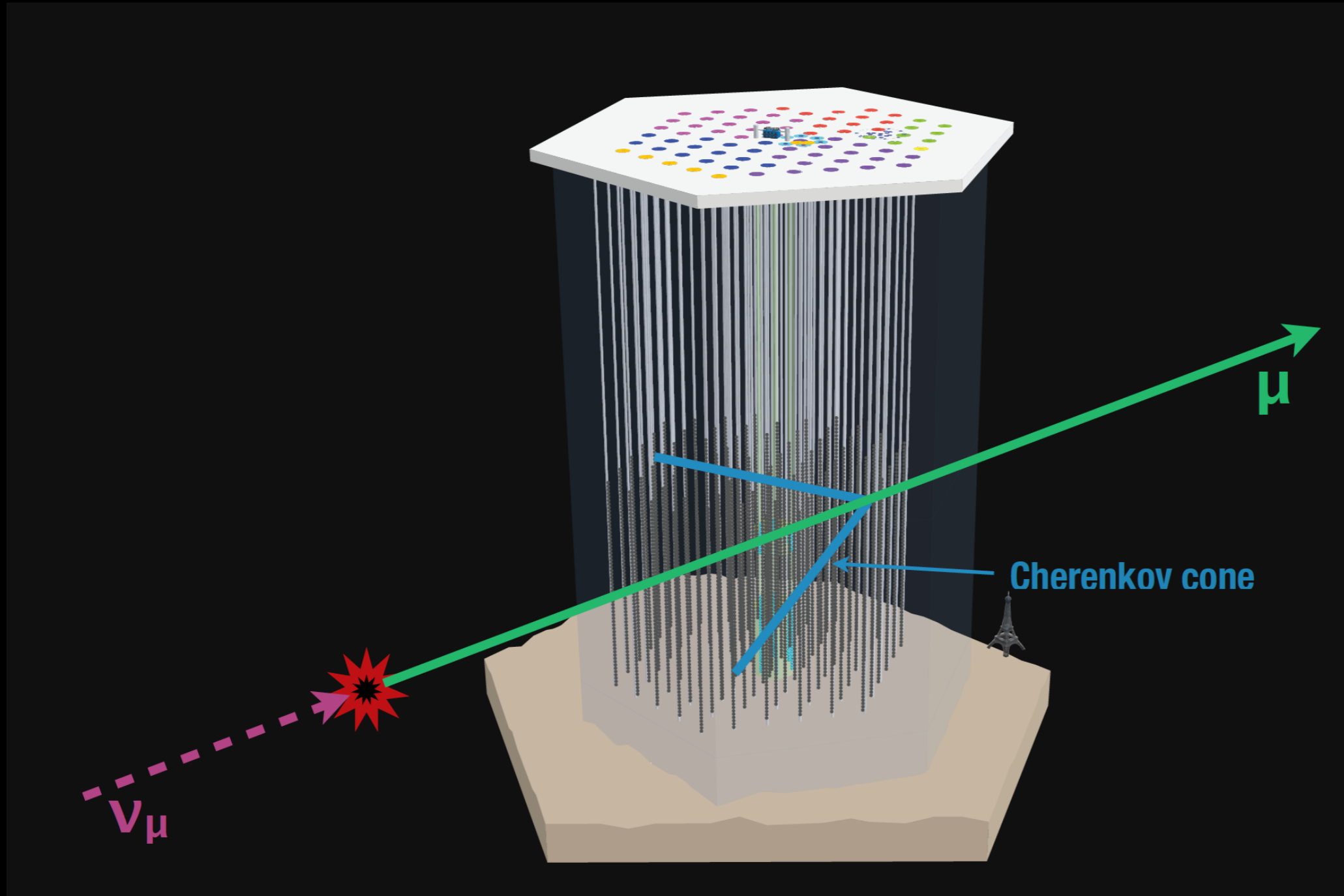
skiway

IceCube

control room



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



NuMu

6.08e+04

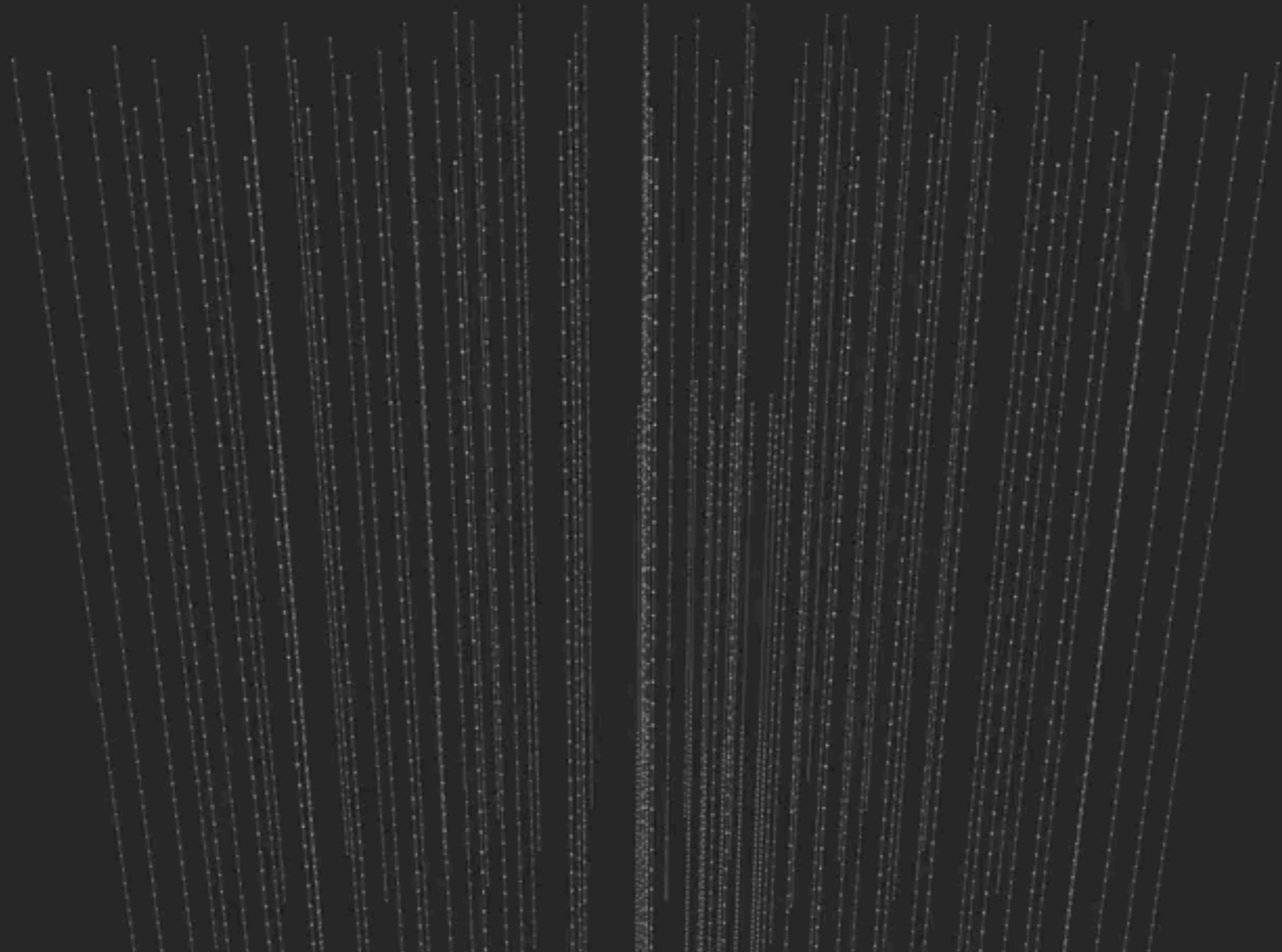
44.43 deg

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)

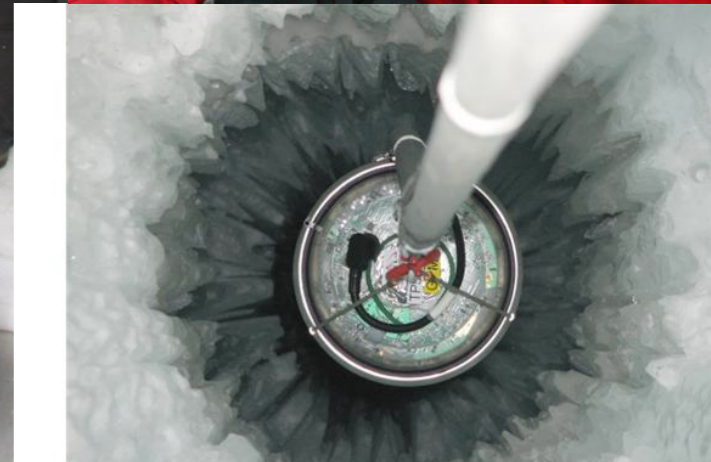


Bohren mit heißem Wasser:

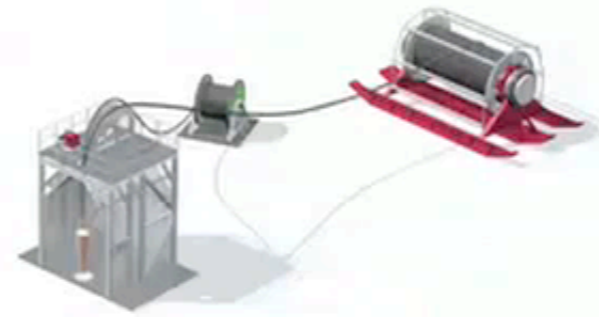
- 800 Liter pro Minute
- Druck: 7 MPa
- 90 Grad Celsius

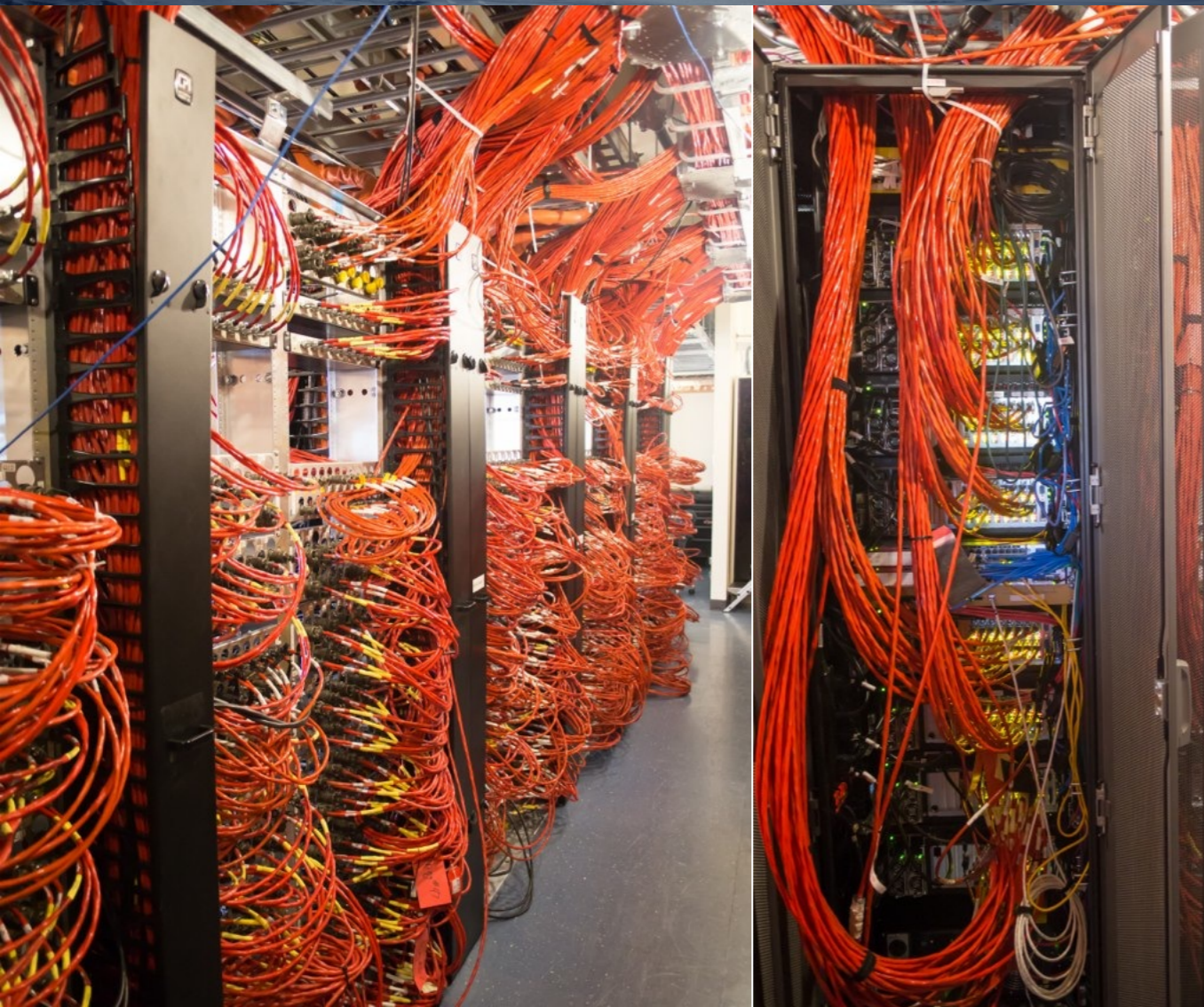
4.8 MW Heizleistung

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?

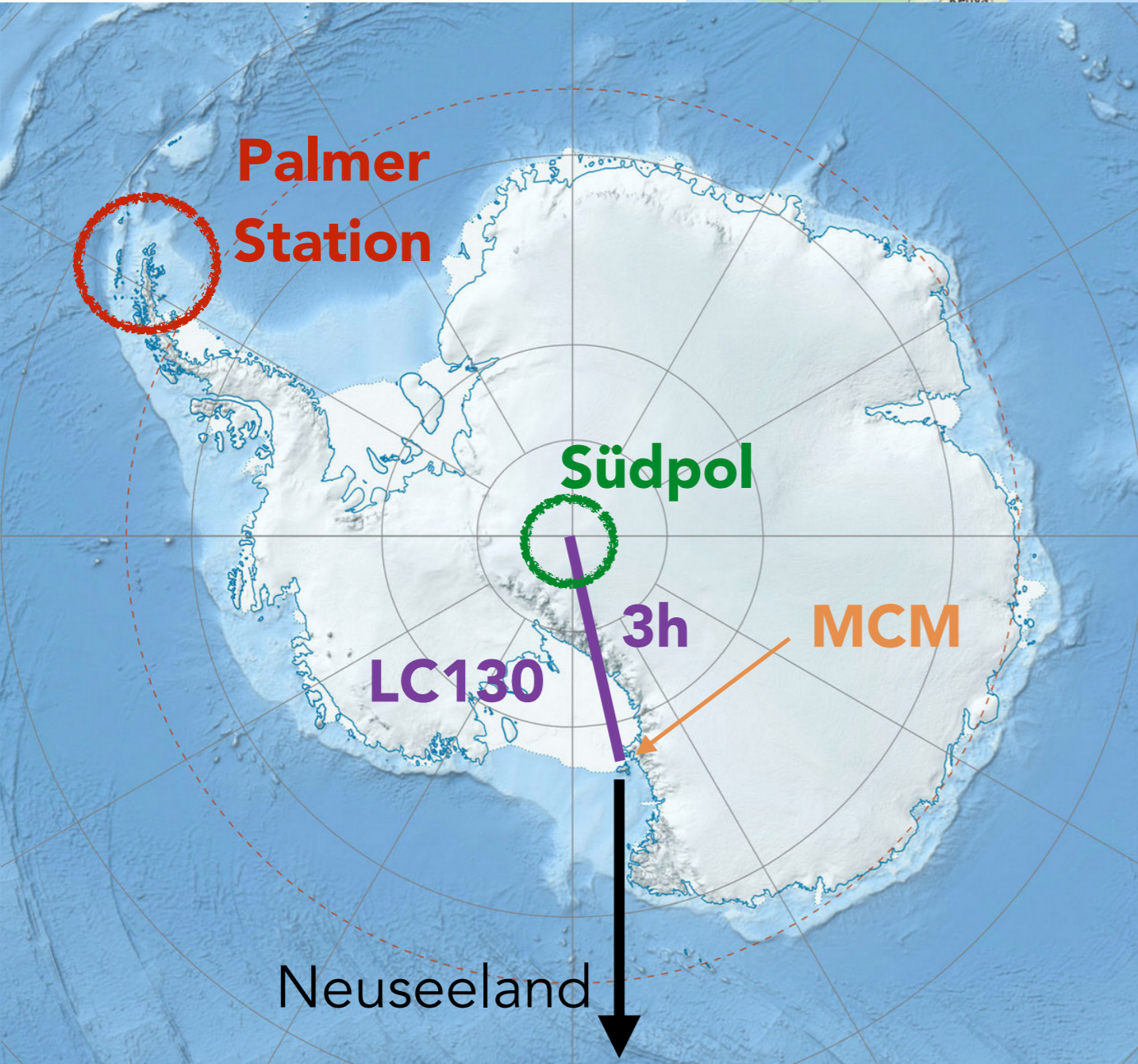
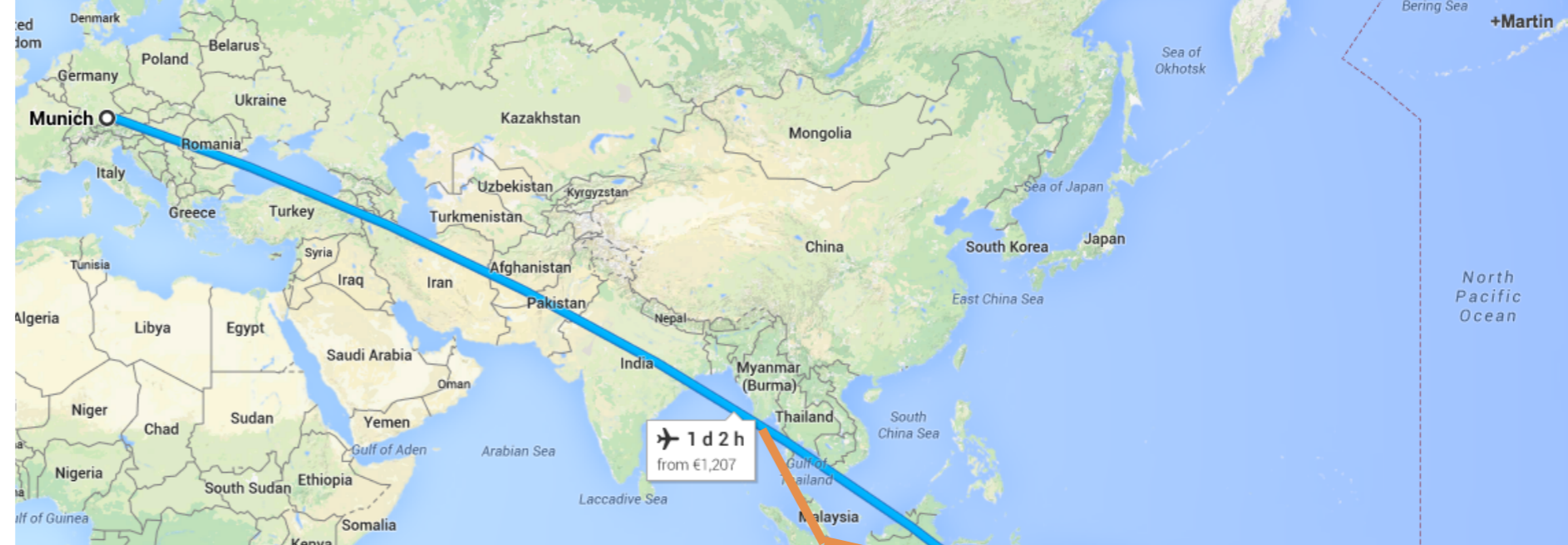








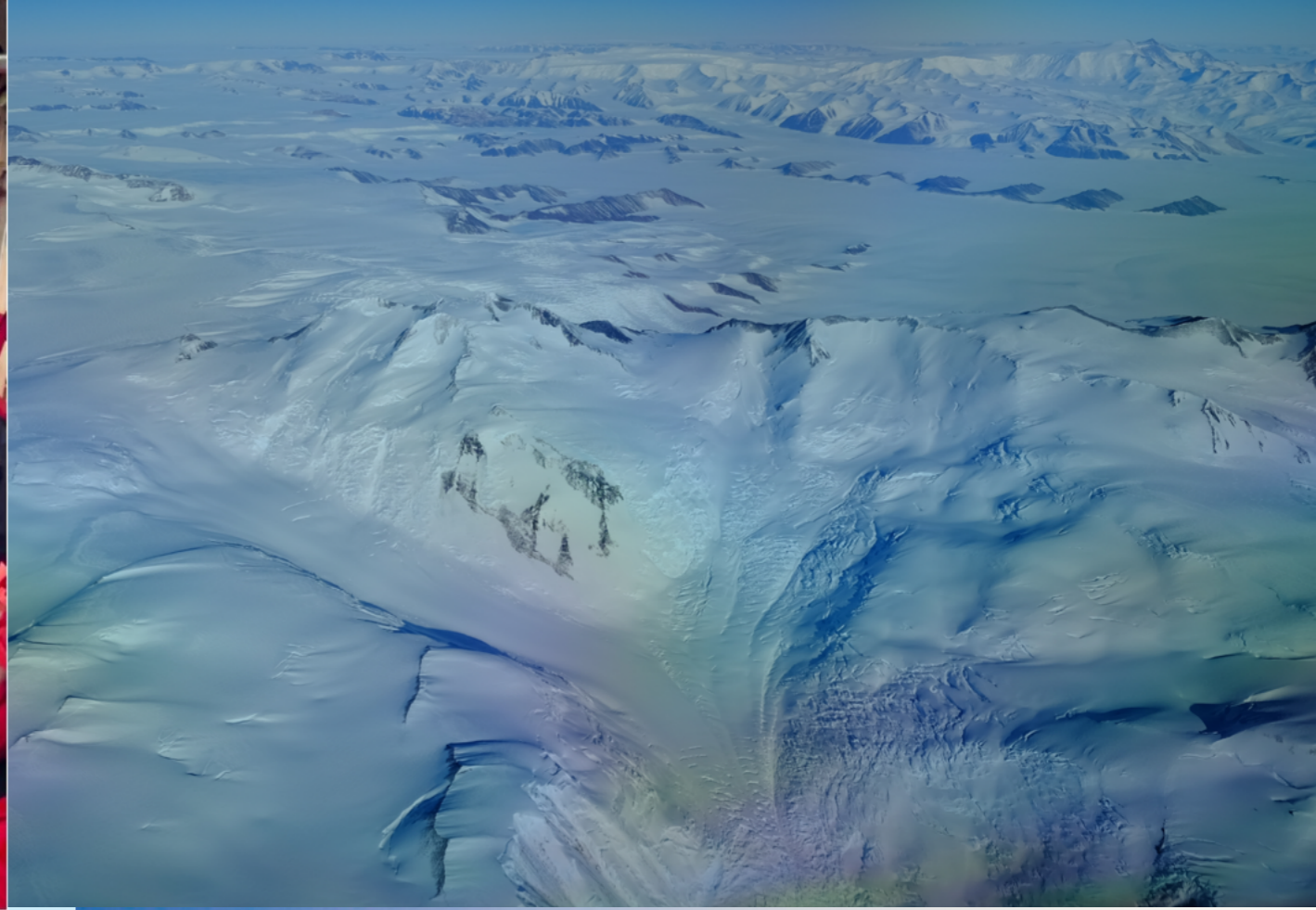
Wie kommt man zum Südpol?











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 der Verbrennung 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,...)

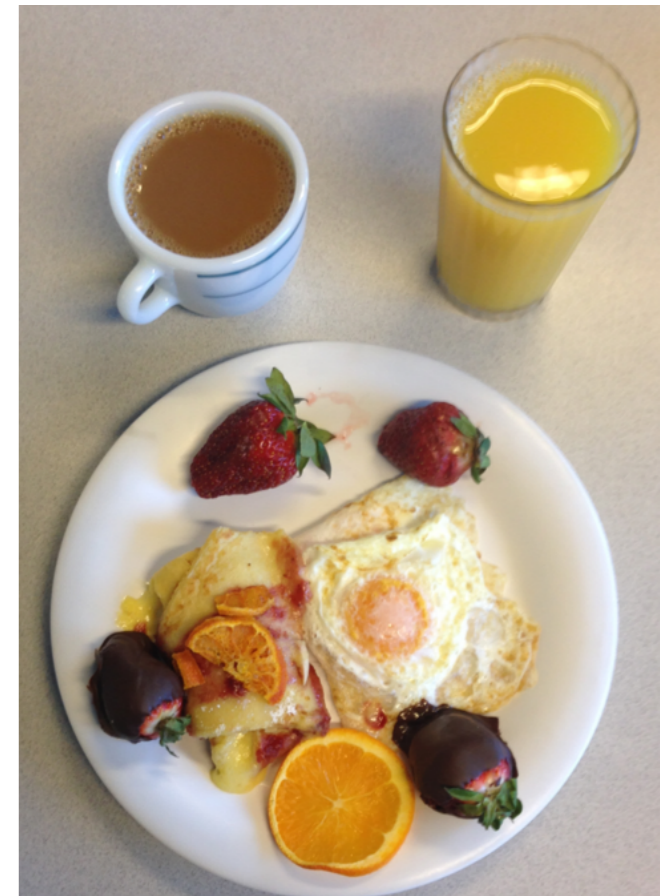
Kleine Gemeinschaft (im Winter ~ 40 Personen)

- 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 eure Fragen



