

Astrophysik

Kosmologie

Astroteilchenphysik

Teilchenphysik

Astroteilchenphysik

Wer sind wir und was genau machen wir?

Arbeitsgruppe K-H. Kampert

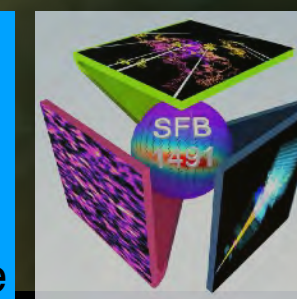
J. Rautenberg (Auger)

C. Pauly (CBM/HADES)

Arbeitsgruppe K. Helbing (IceCube,
KATRIN,
EnEx)

aktuell ca. 35 Mitarbeiter

(Postdocs, Doktorand*innen, BSc, MSc Studierende)



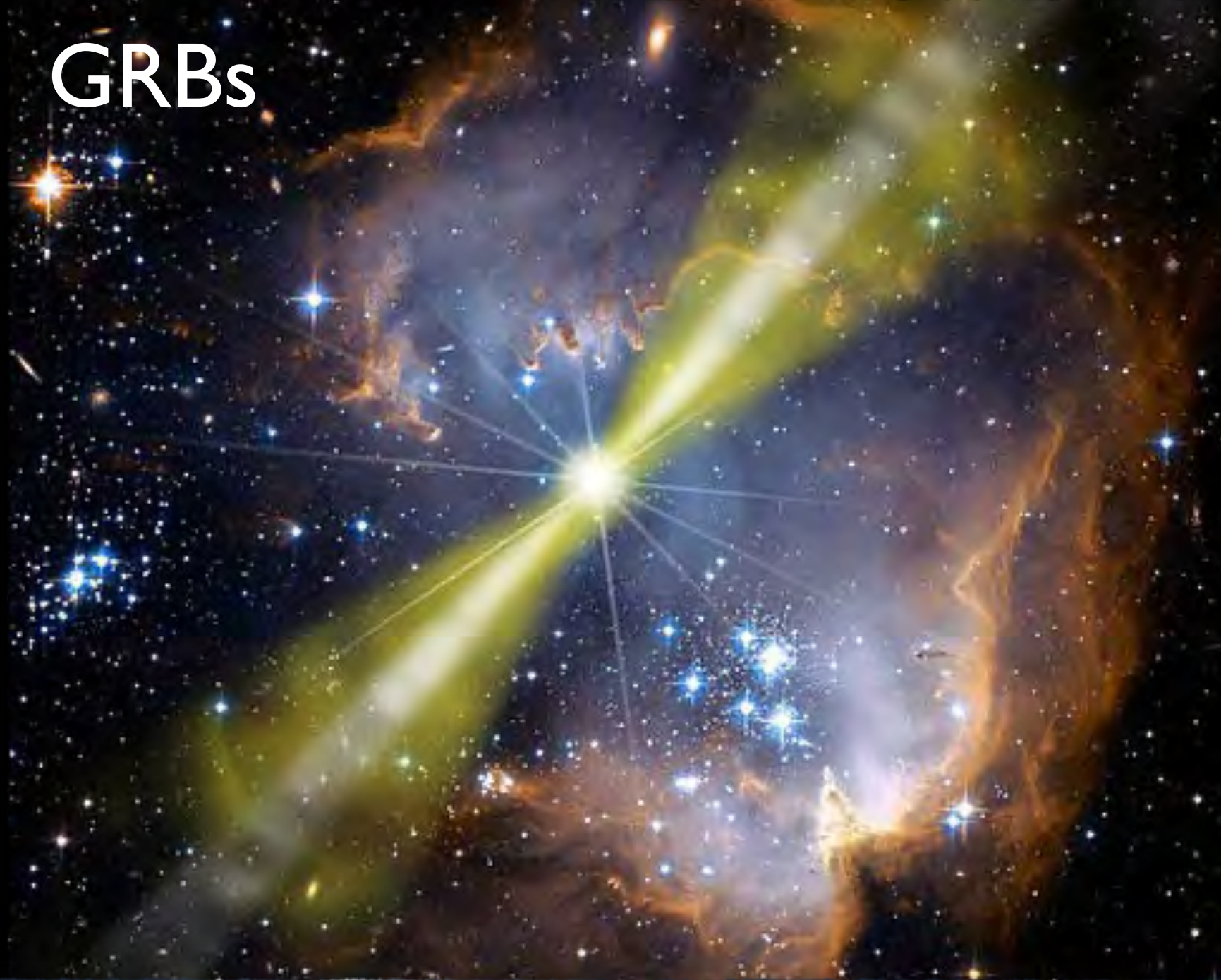
Wissenschaftliche Themenbereiche:

- **Höchstenergetische Teilchen aus dem Universum**
Pierre Auger und IceCube Observatorium
→ Atomkerne, Neutrinos, Photonen, ...
- **Universum im Labor**
Schwerionenkollisionen: Blick ins Innere von Neutronensternen → CBM Experiment
- **Präziseste Waage für Neutrinos**
→ KATRIN Experiment
- **Suche nach außerirdischem Leben**
→ EnEx Mission

Woher kommen die höchstenergetischen Teilchen des Universums?

Wie funktionieren die kosmischen Teilchenbeschleuniger ?

GRBs



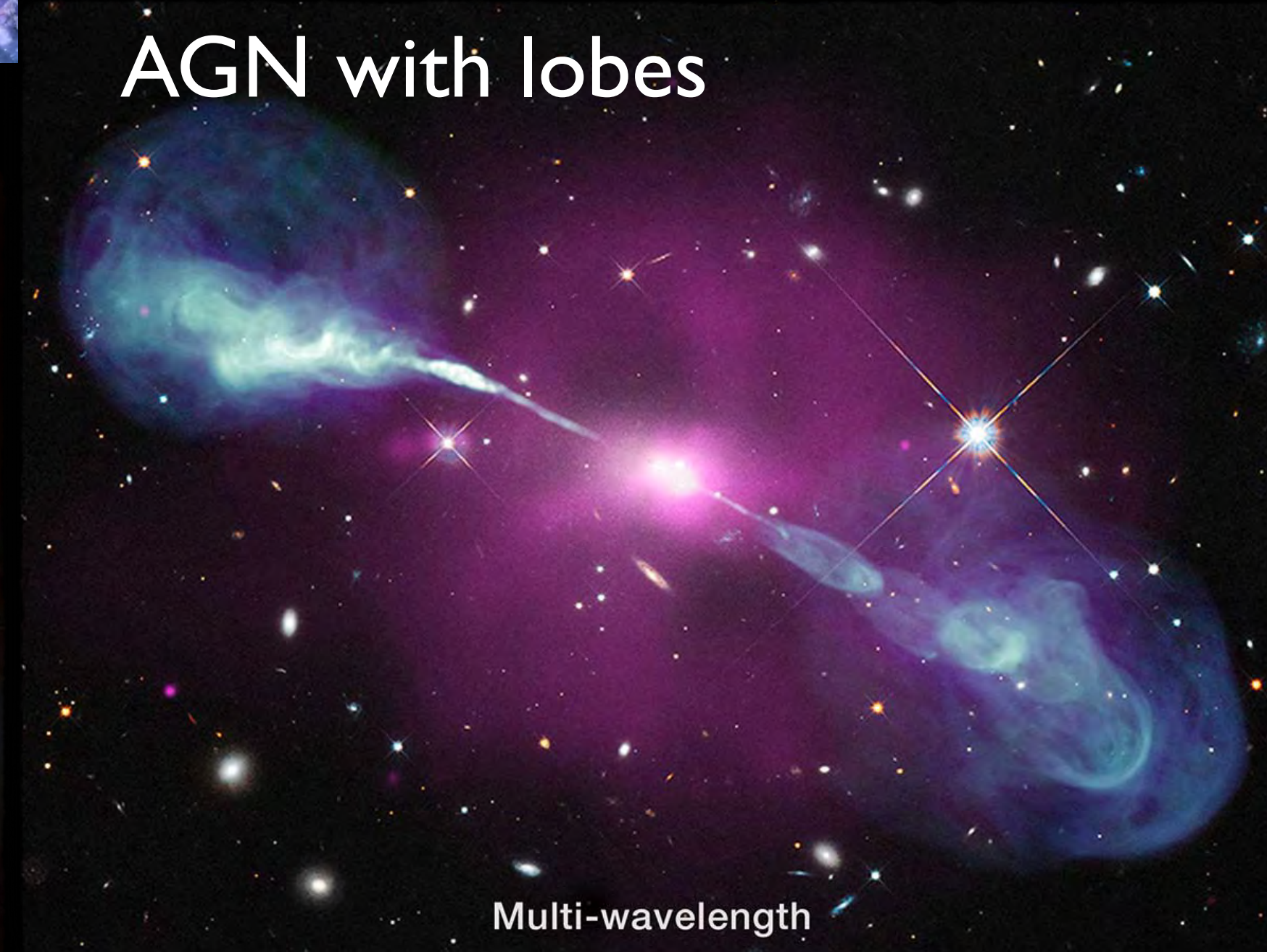
Galaxy Clusters



Neutron Stars

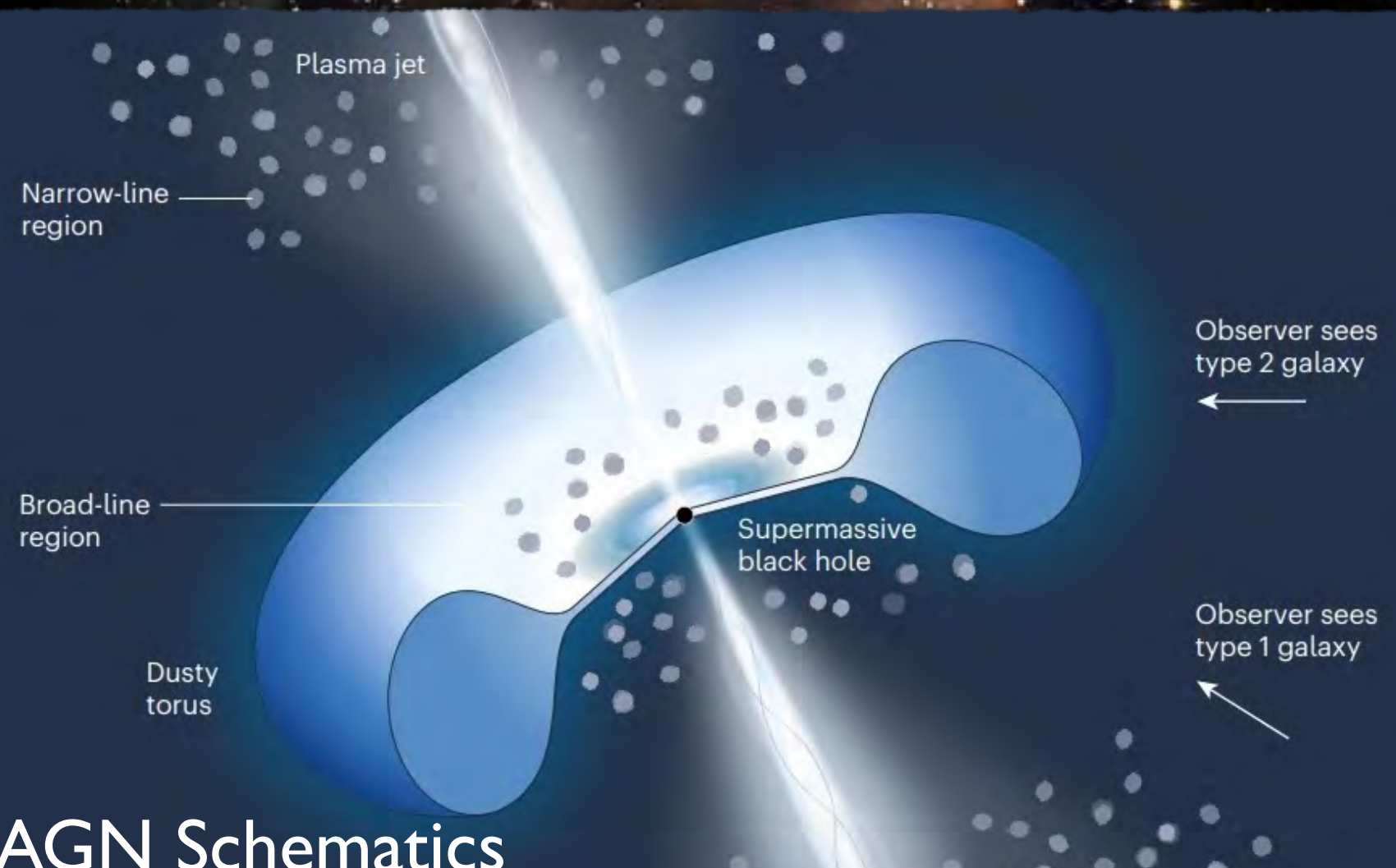


AGN with lobes



Multi-wavelength

Starburst Galaxies



AGN Schematics

Woher kommen die höchstenergetischen Teilchen des Universums? Wie funktionieren die kosmischen Teilchenbeschleuniger ?

GRBs

Galaxy Clusters

Neutron Stars

Multi-Messenger Astronomie

$$p_{CR} + \text{matter} \rightarrow \pi^{\pm} + \pi^0 + X$$

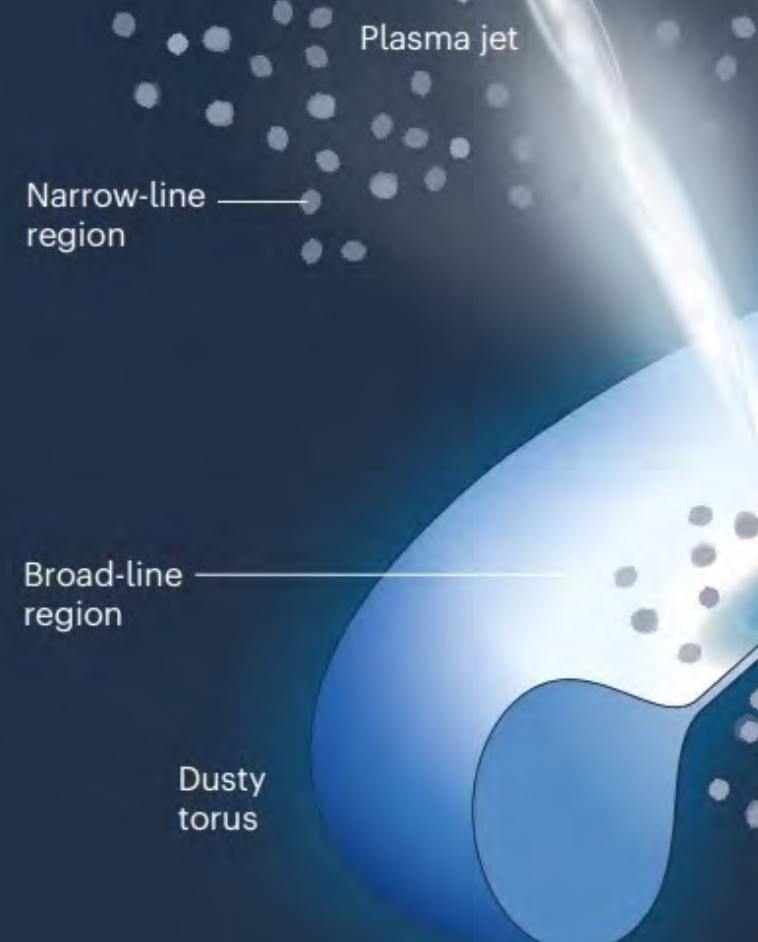
$$\begin{aligned} &\searrow \gamma + \gamma \\ &\searrow \mu + \nu_{\mu} + \nu_e \end{aligned}$$

SHOCK WAVE

π^0
 π^-
 e
 μ
 ν_{μ}
 ν_e



Quasars



AGN Schematics

Multi-wavelength

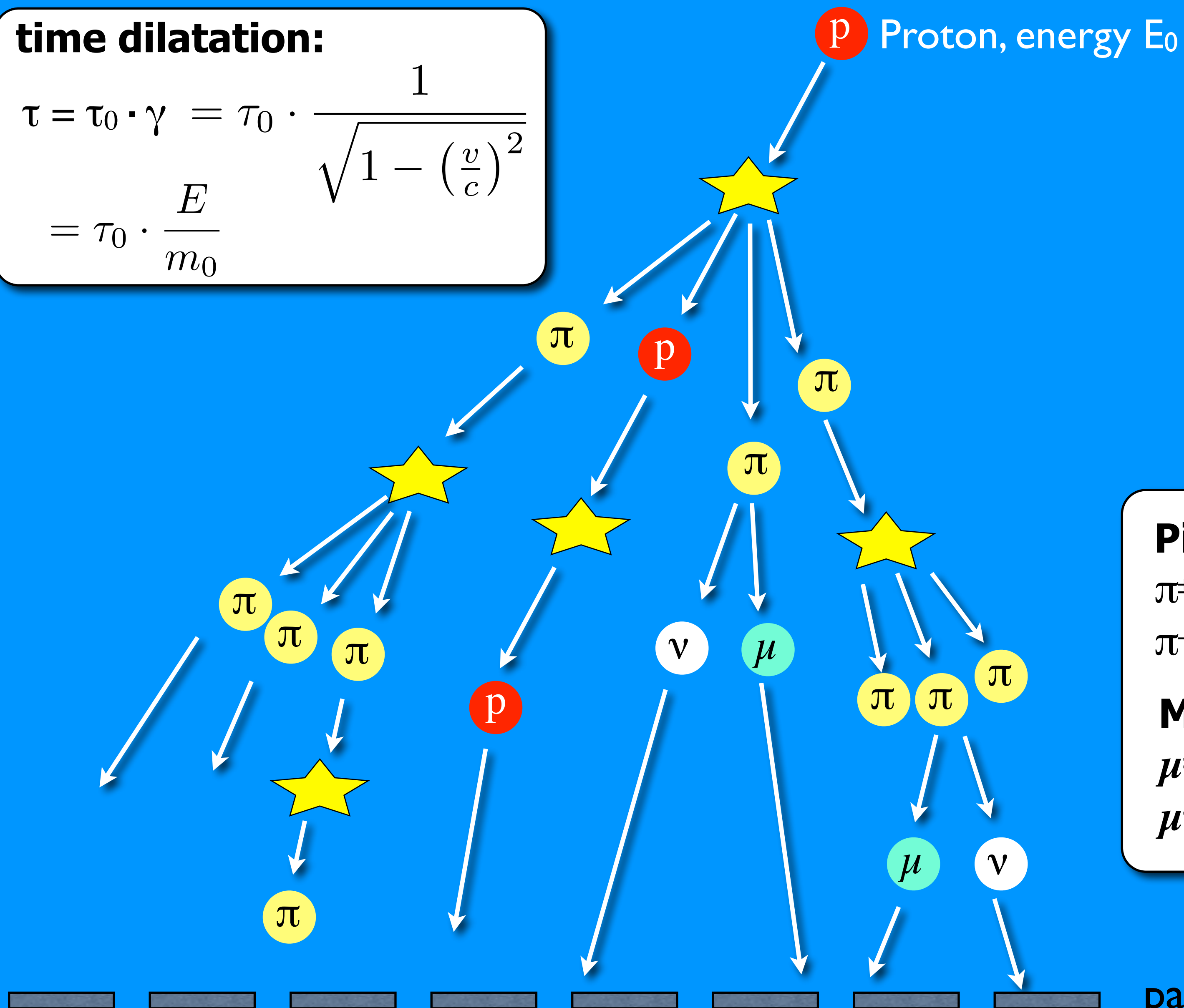
Nachweis der kosmischen Teilchen

time dilatation:

$$\tau = \tau_0 \cdot \gamma = \tau_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$= \tau_0 \cdot \frac{E}{m_0 c^2}$$

Energien bis jenseits von 10^{20} eV,
d.h. 100 Millionenfach LHC Energie



Pions:

$$\pi^\pm: \tau_0 = 2.6 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$$

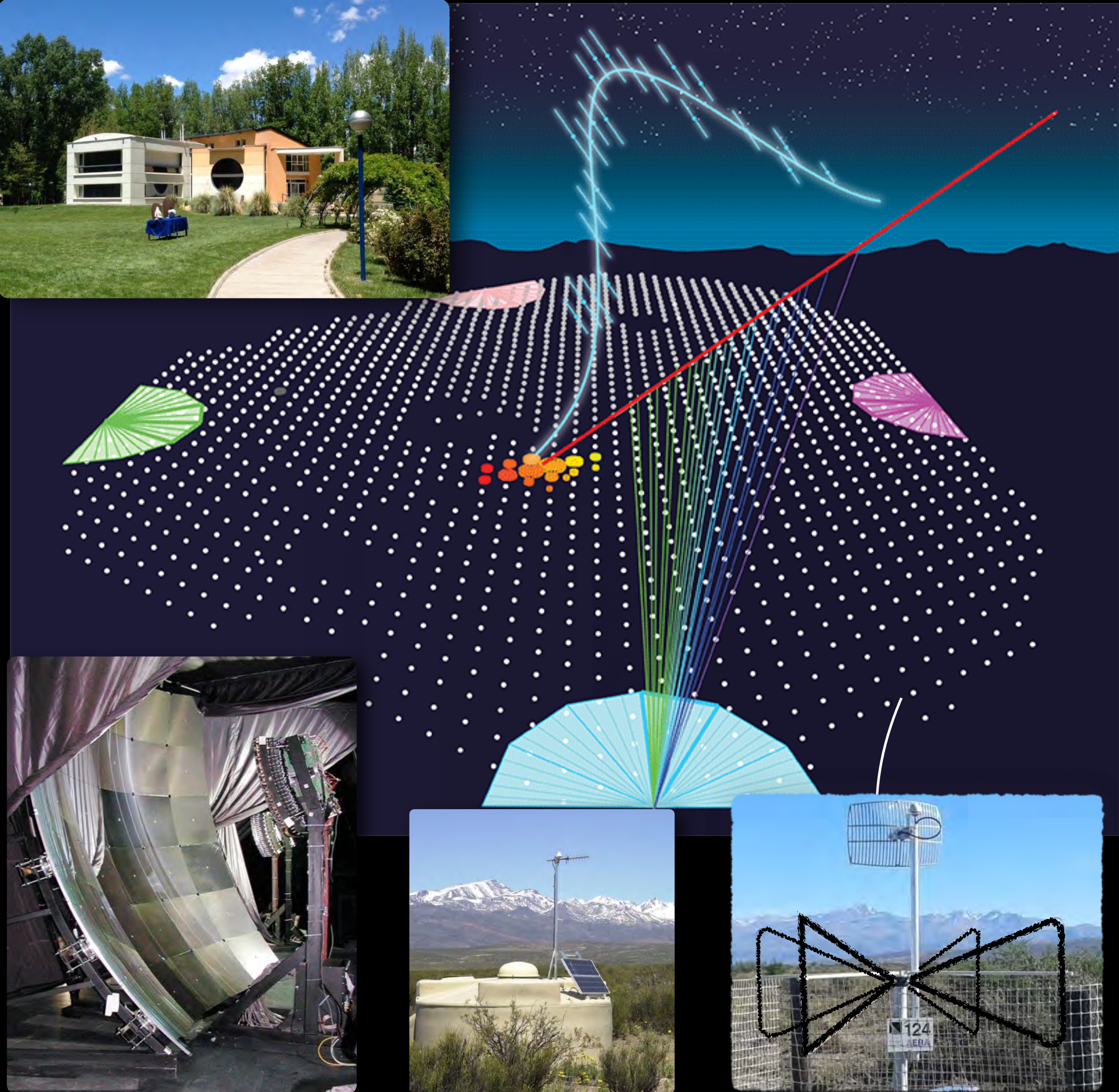
Myons:

$$\mu^\pm: \tau_0 = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

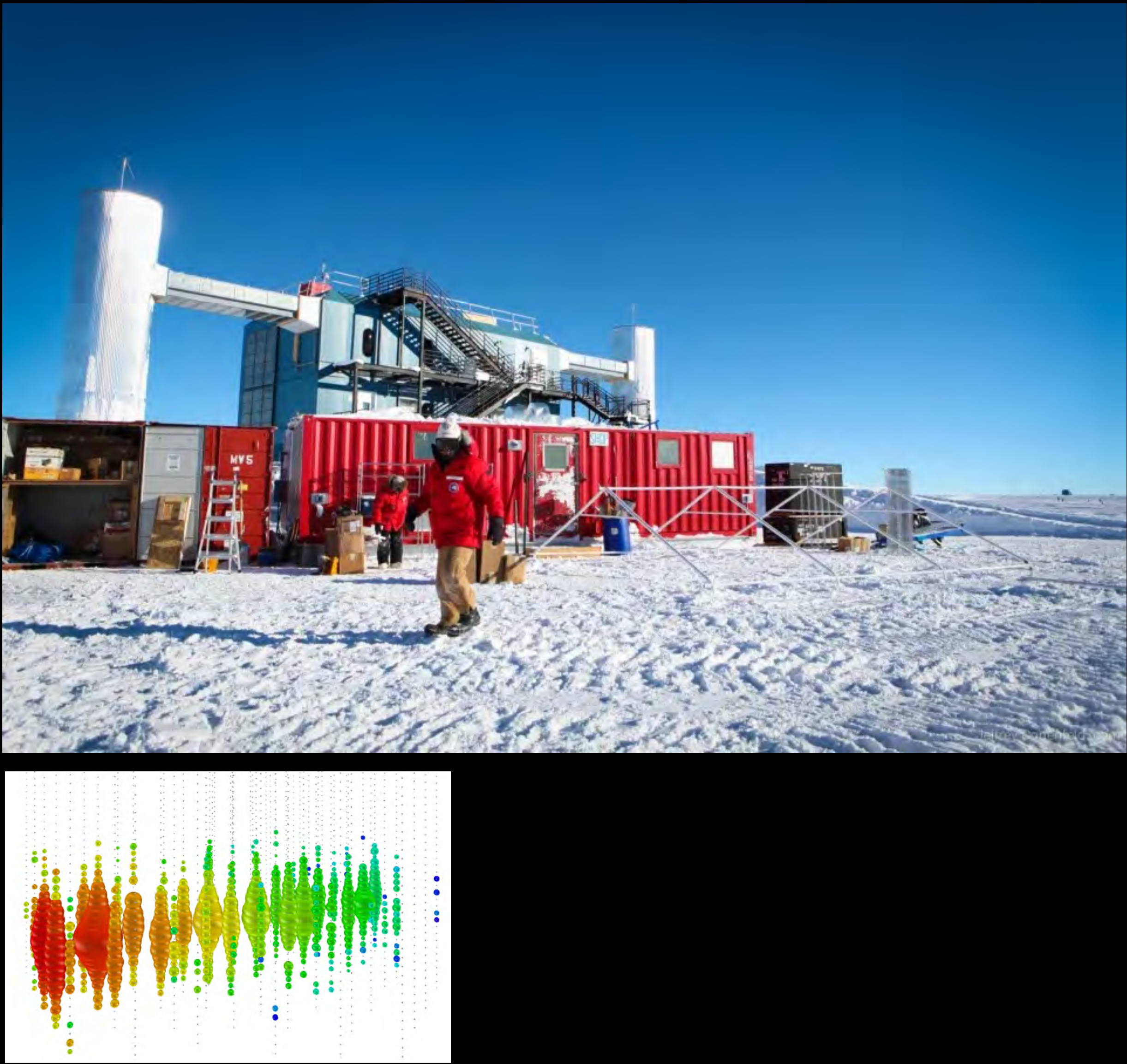
$$\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \nu_\mu$$

particle detectors at found

Pierre Auger UHECR Observatorium in Argentinien: 3000 km² Fläche

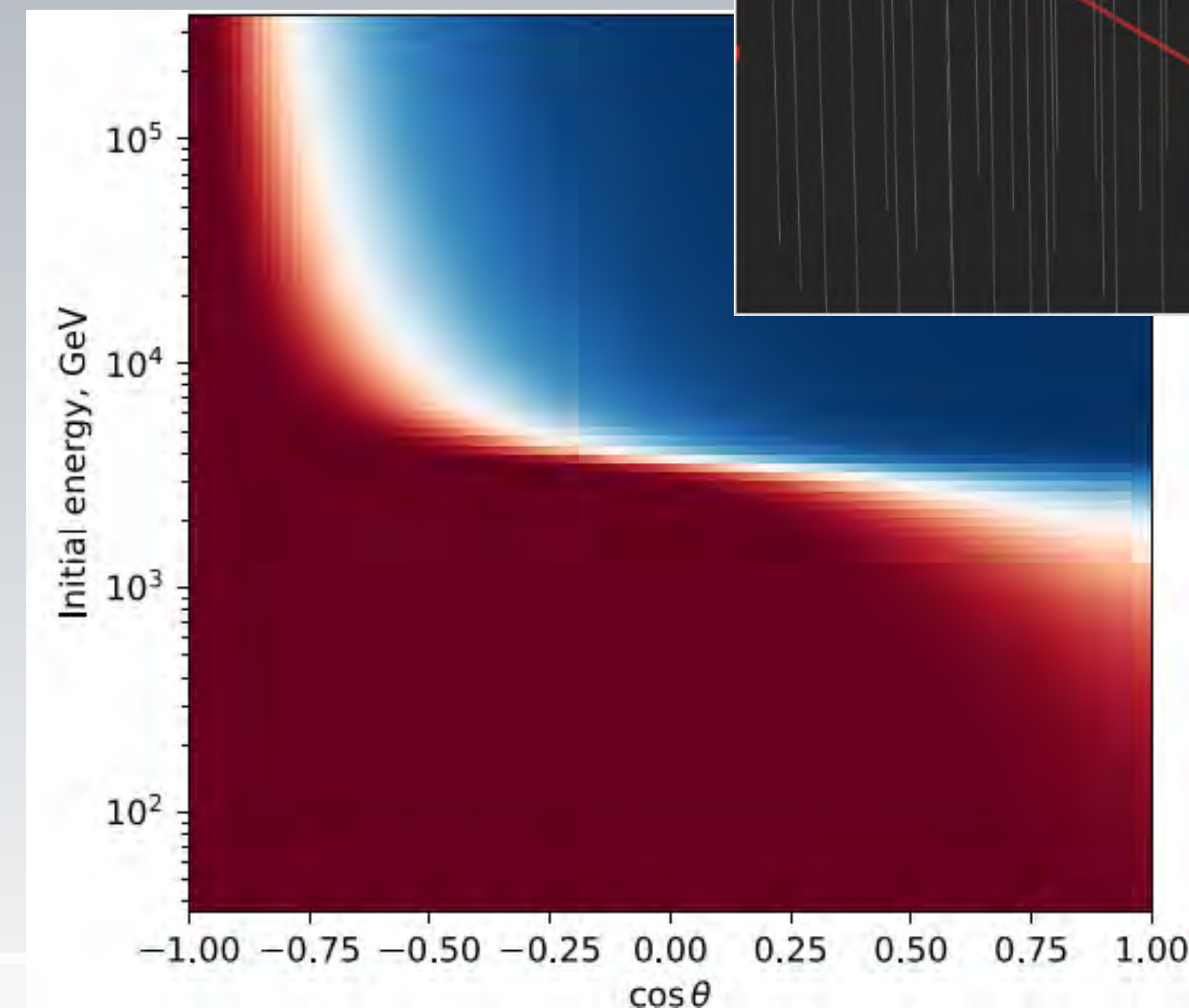
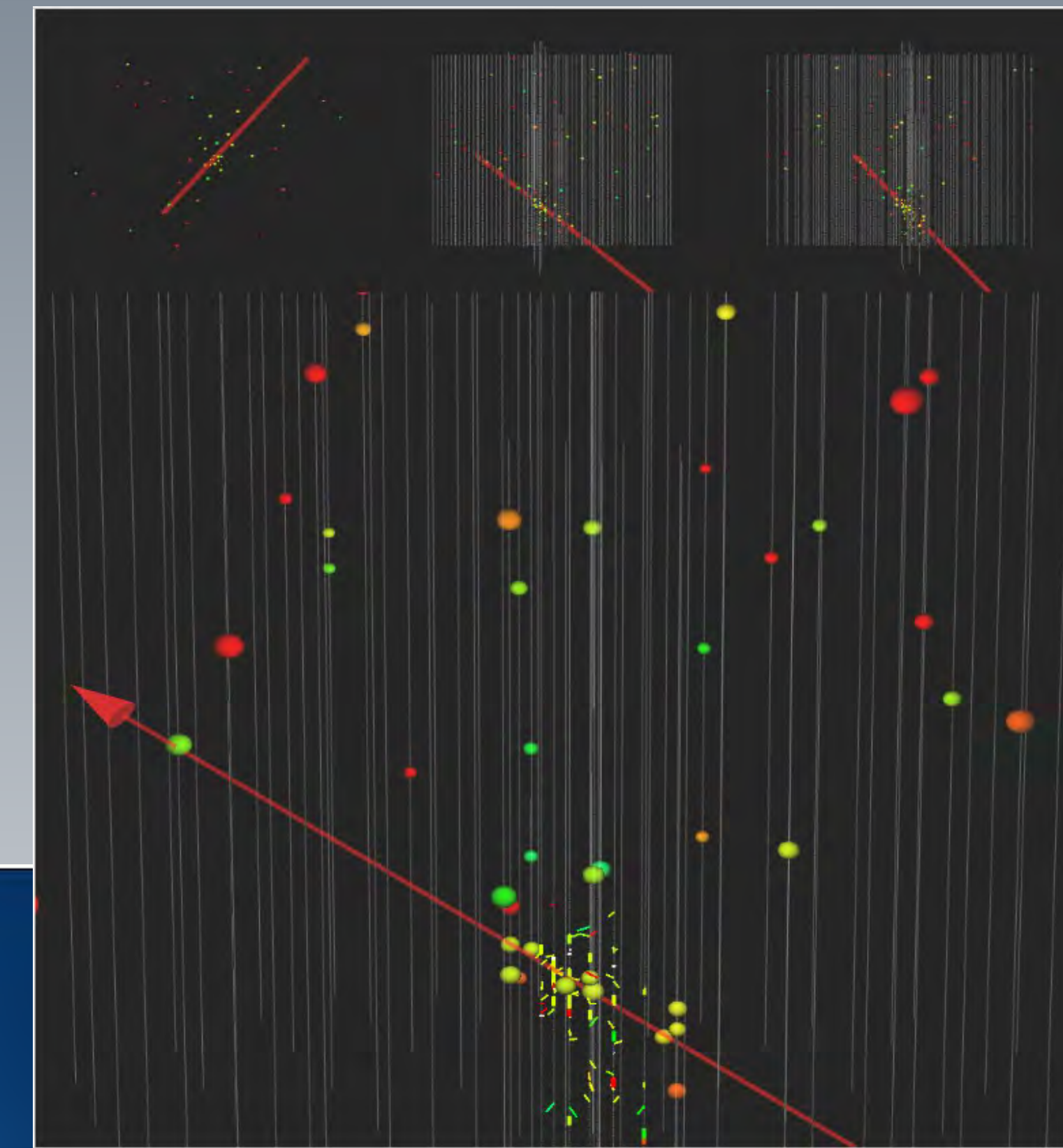


IceCube Neutrino Observatorium am Südpol: 1 km³ Volumen

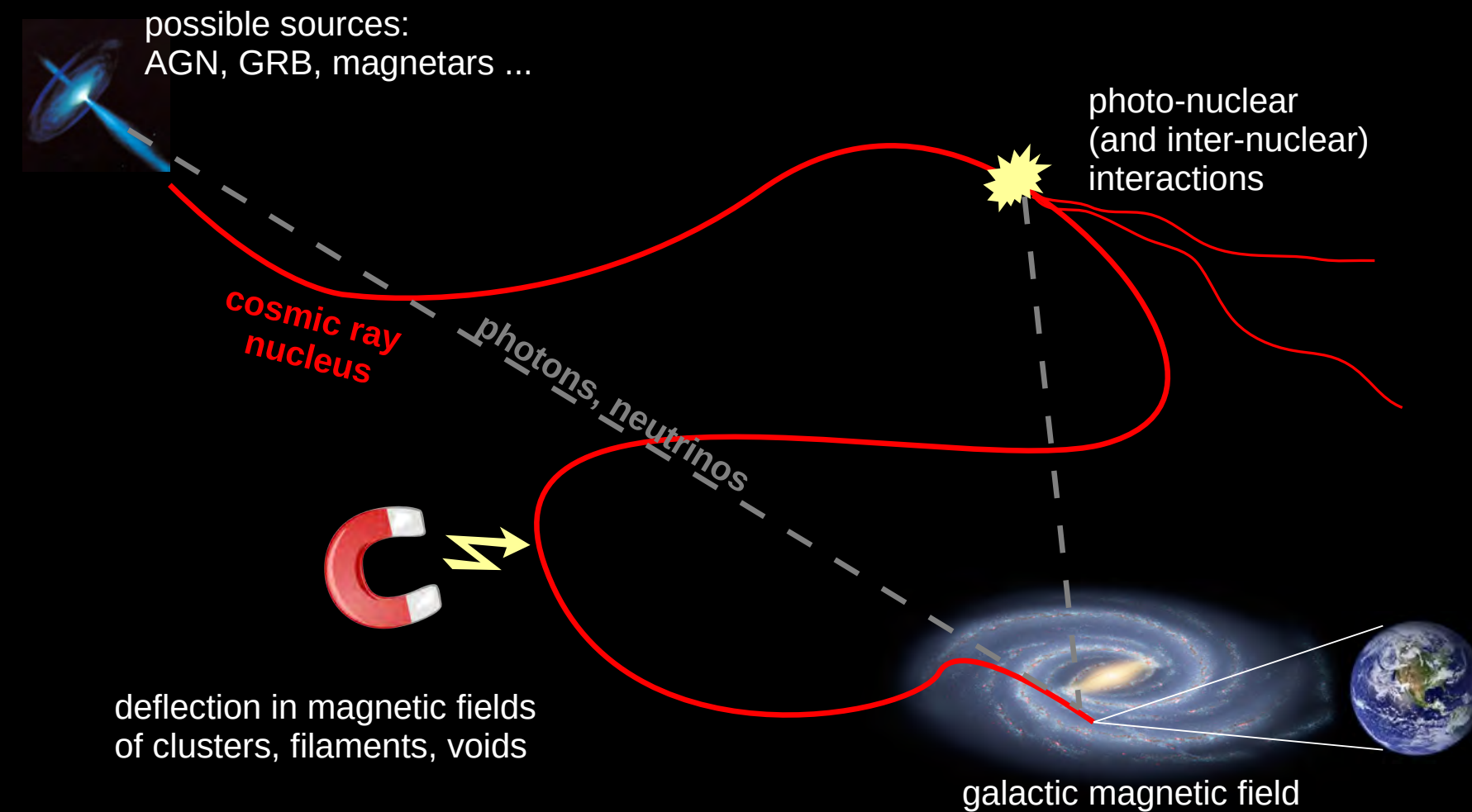


IceCube

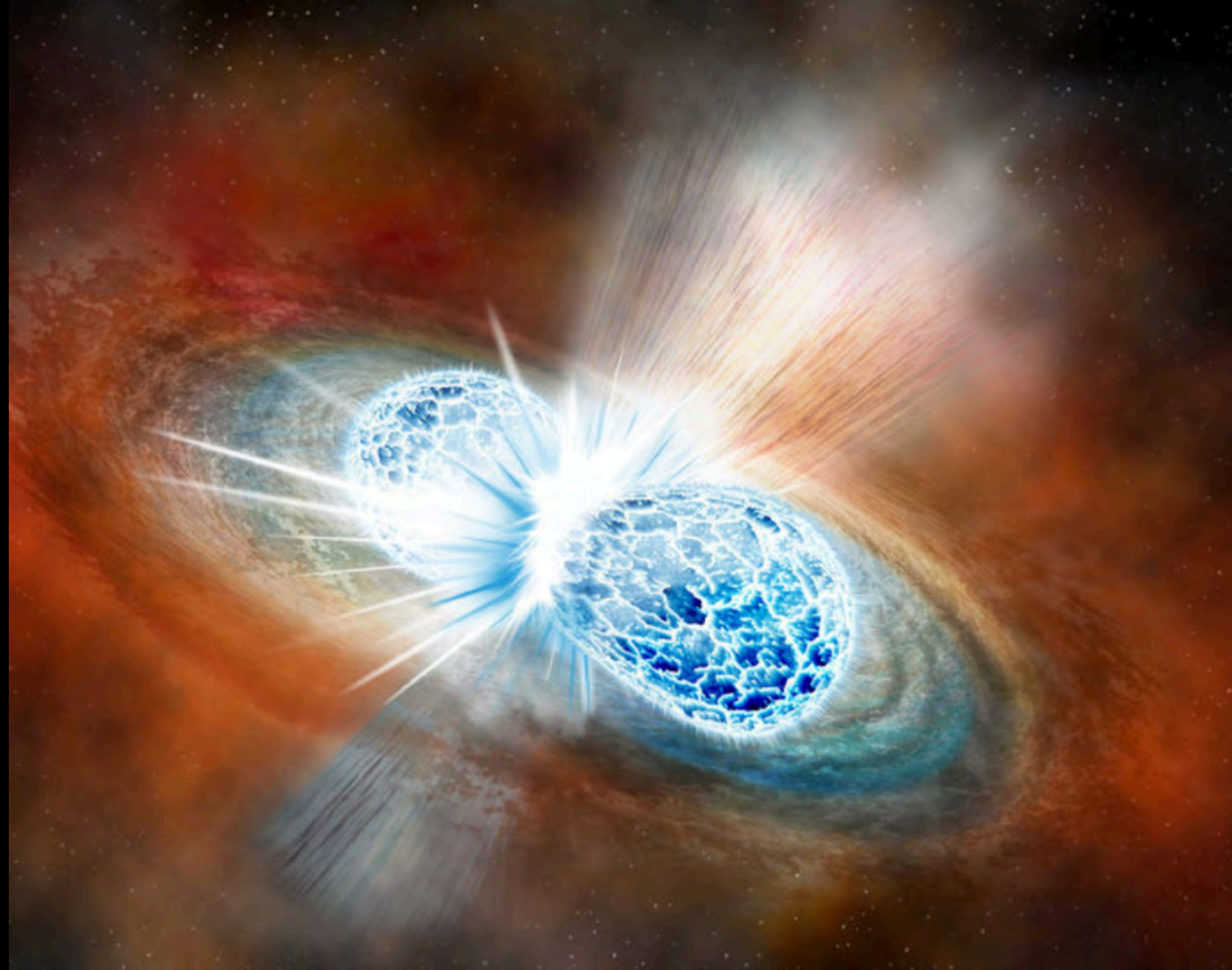
- Propagation von nicht-elementaren Ladungen (fractional charges) durch die Erde
 - Simulation/Datenanalyse
 - Fractional charges: hypothetische Teilchen mit Ladung $|q| < e$
 - Untersuchung des Effekts von Energieverlusten im Medium um den Detektor auf die Sensitivität



Kosmische Teilchenpropagation



Neutrinos aus Neutronensternverschmelzungen



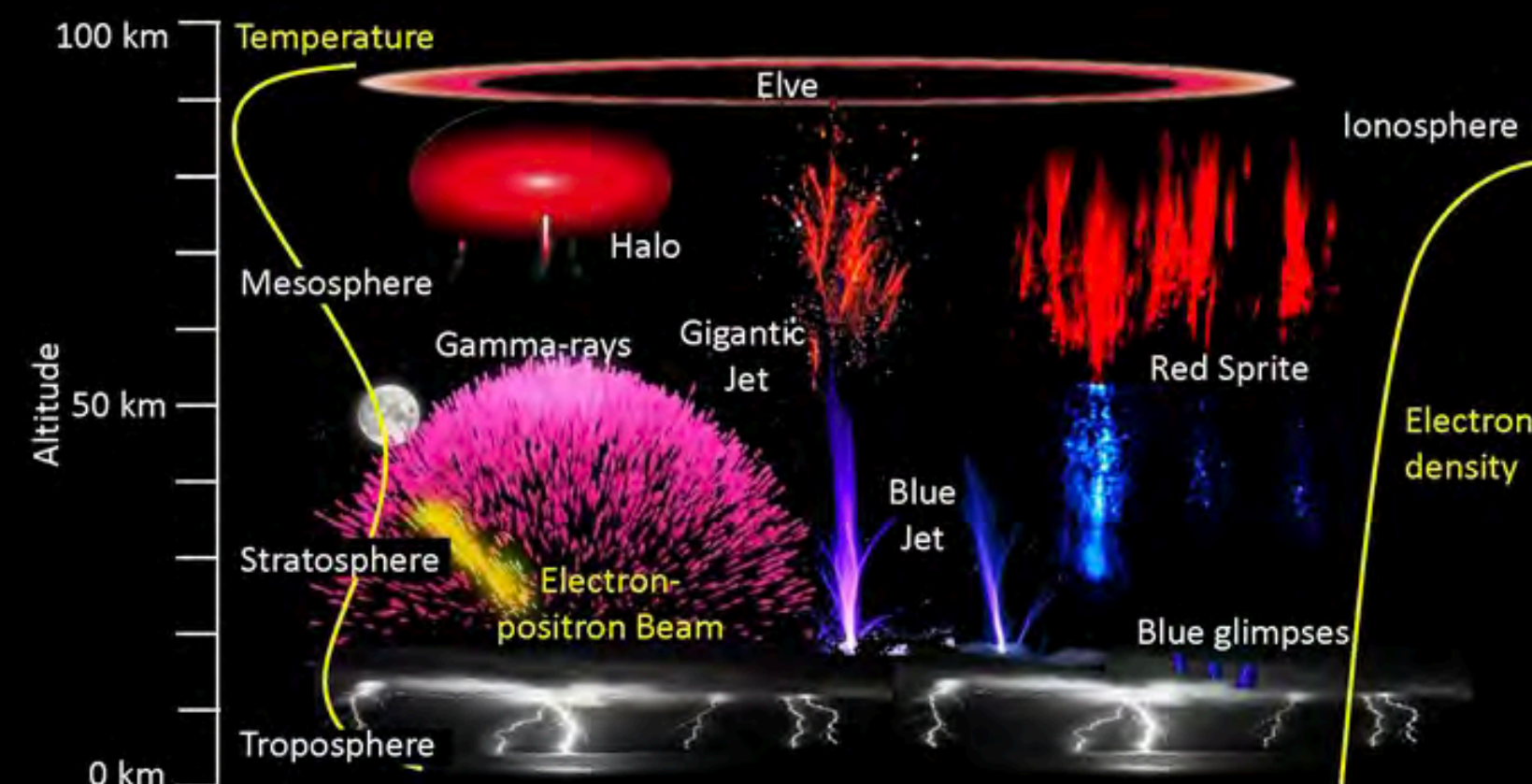
Mögliche Bachelorthemen am Auger Observatorium

- Neue **Nachweismethoden entwickeln** und passende Detektoren, u.a. • Tests von Photosensoren, • Laser-Kalibration im Feld, • Simulation von Radioantennen
- **Daten analysieren** unter spezifischen Fragestellungen z.B. • Signalspuren von Neutrinos in Wasser-Cherenkov Detektoren, • Detektorstabilität (T,p-Variationen), • Interferometrische Radiomessungen zu Terrestrischen Gamma-Flashes
- **Phänomenologische Studien**, etwa galakt- u. extragal. Propagation der kosmischen Strahlung, u.A. zur • Untersuchung von Λ CDM kosmologischen Modellen und von • kosmischen Magnetfeldern

J Rautenberg bei der Arbeit...

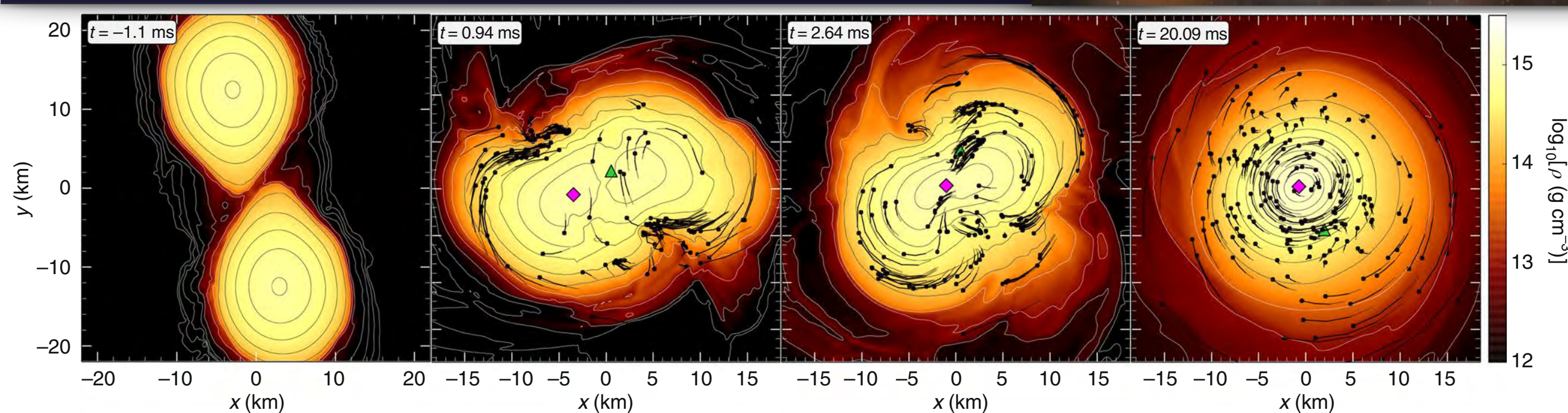
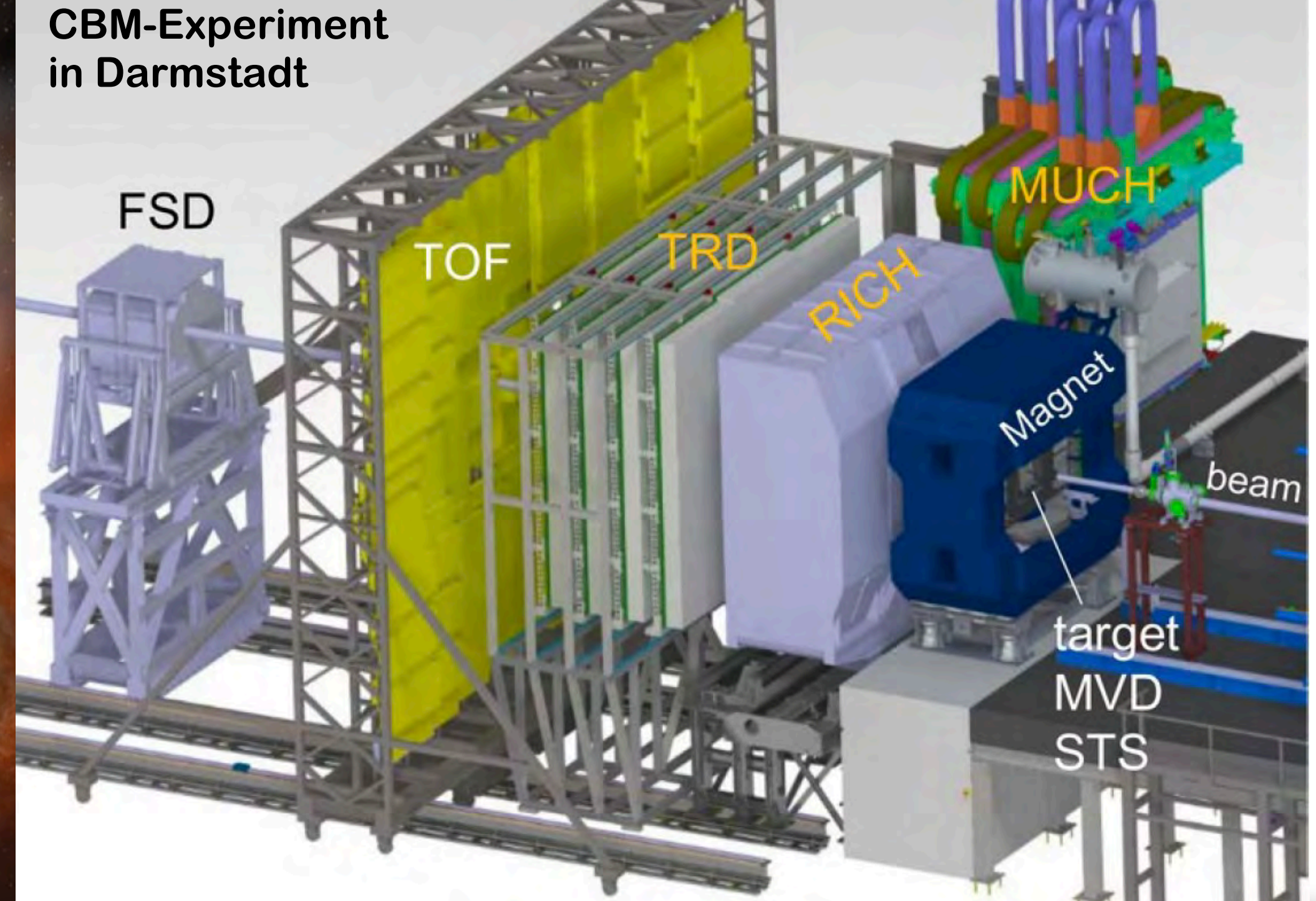
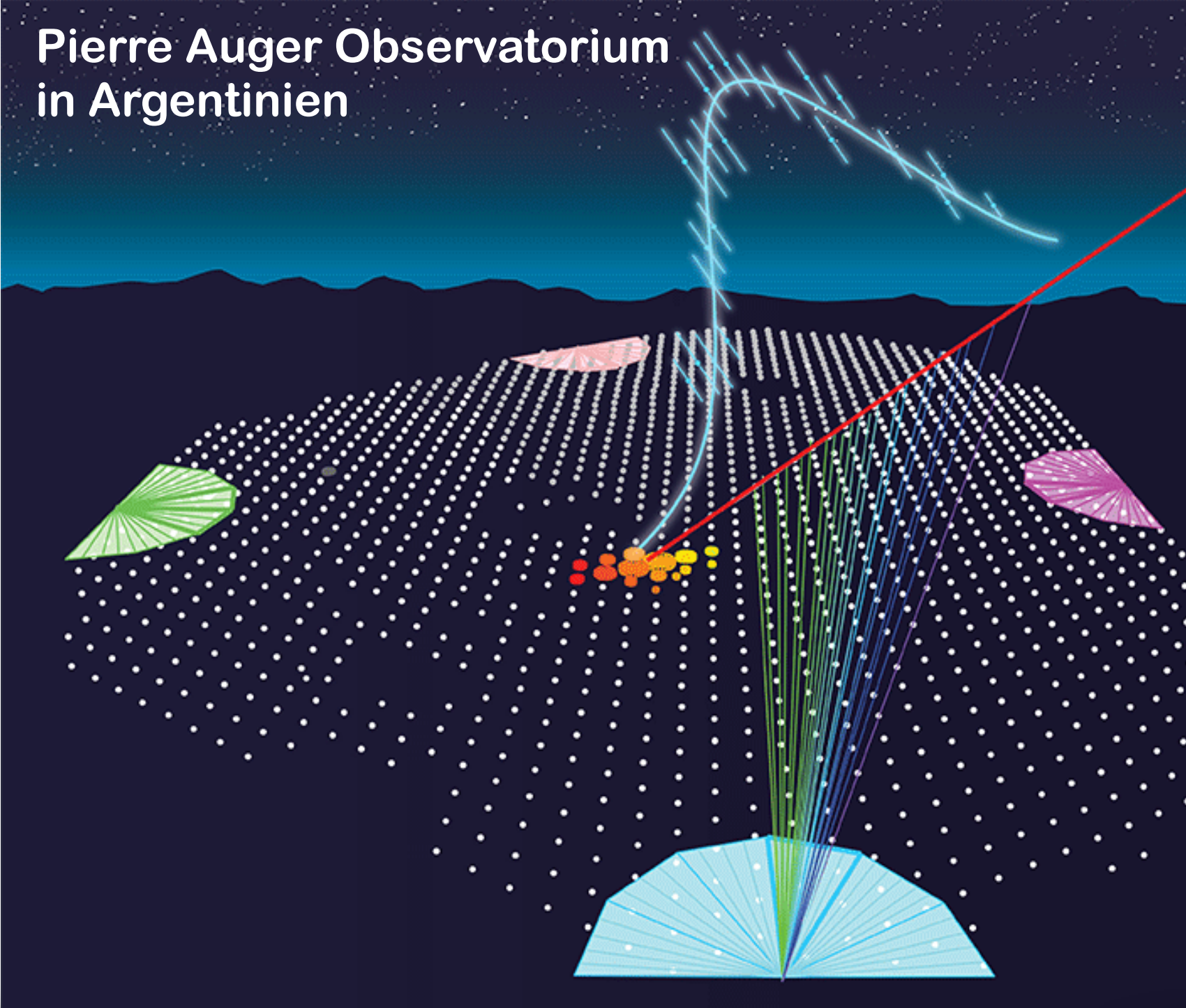


Atmosphärische Effekte (Elfen, Blitzenstehung ...)



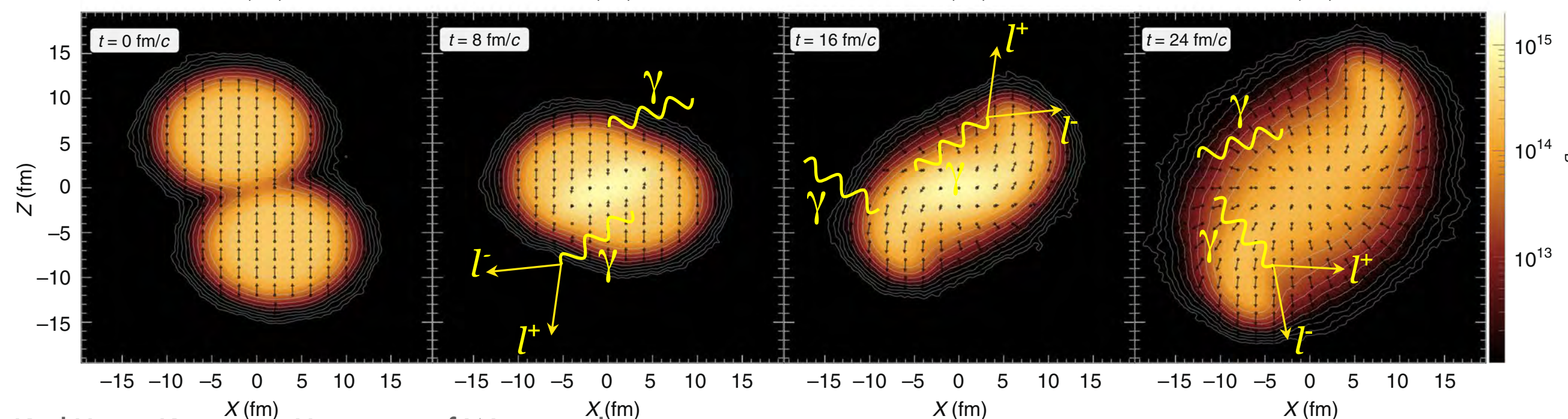
Freudestrahlende Doktorand*innen aus Wuppertal, Aachen, Karlsruhe in Argentinien





Todestanz zweier Neutronensterne (Simulation)

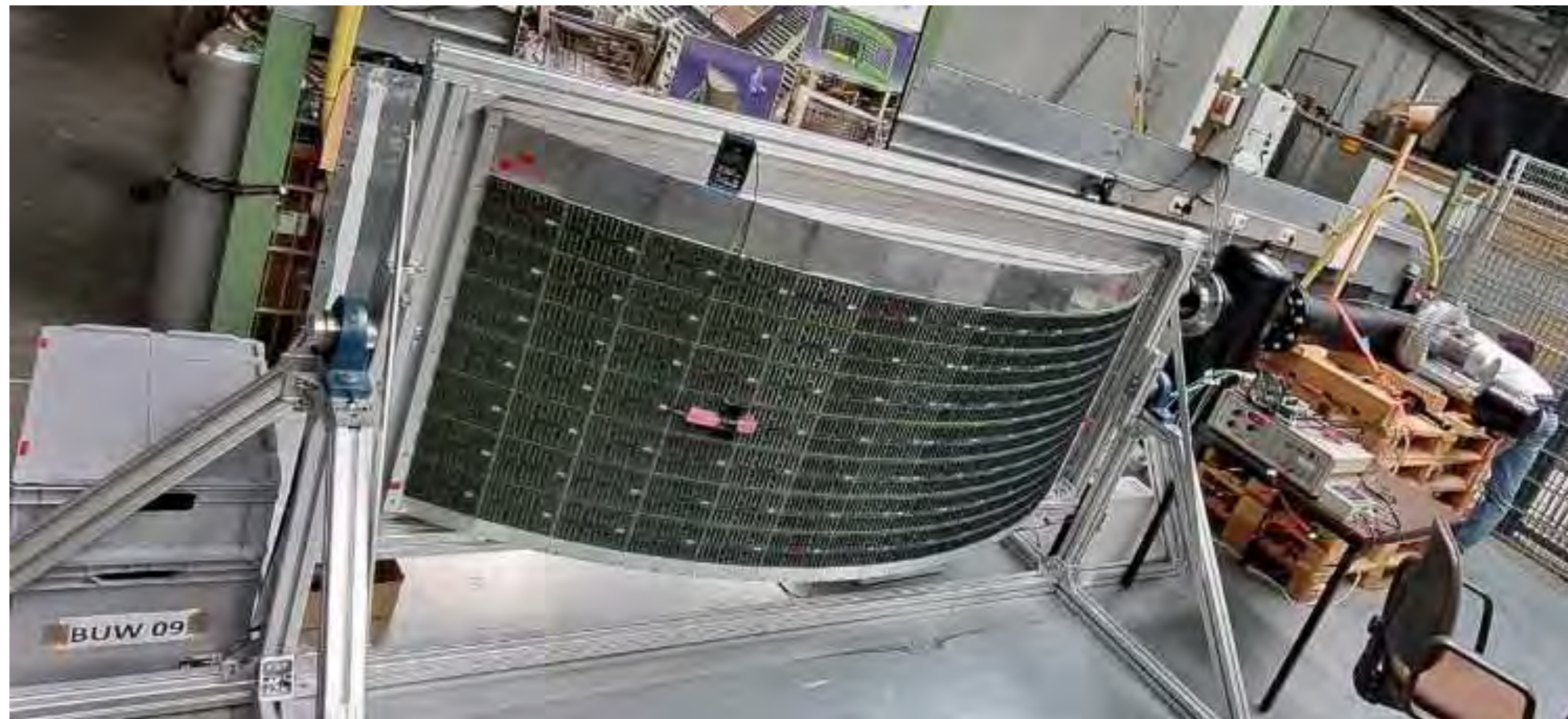
- Abstrahlung von Neutrinos mit Nachweis in Auger und IceCube
- Verständnis über komprimierte nukleare Materie



Simulation einer Kollision zweier hochenergetischer Gold-Kerne

- thermische Abstrahlung von (virtuellen) Photonen, Nachweis in CBM
- Verständnis über komprimierte nukleare Materie

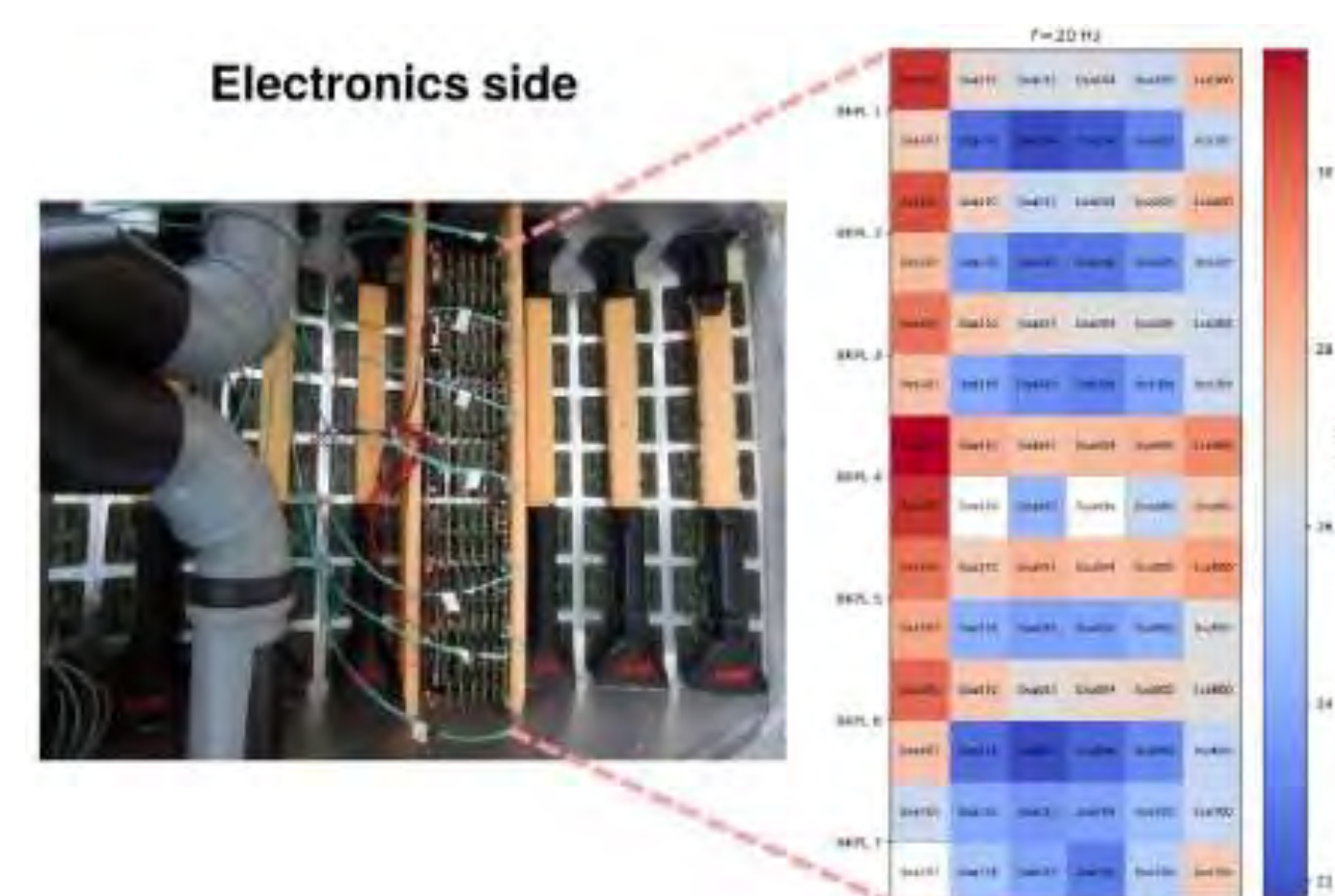
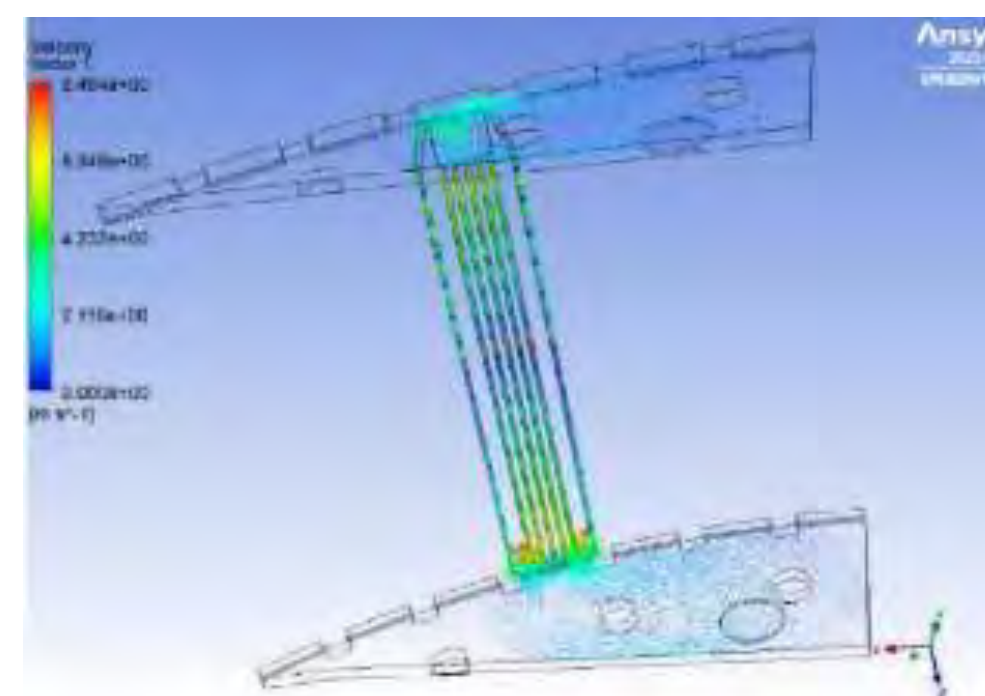
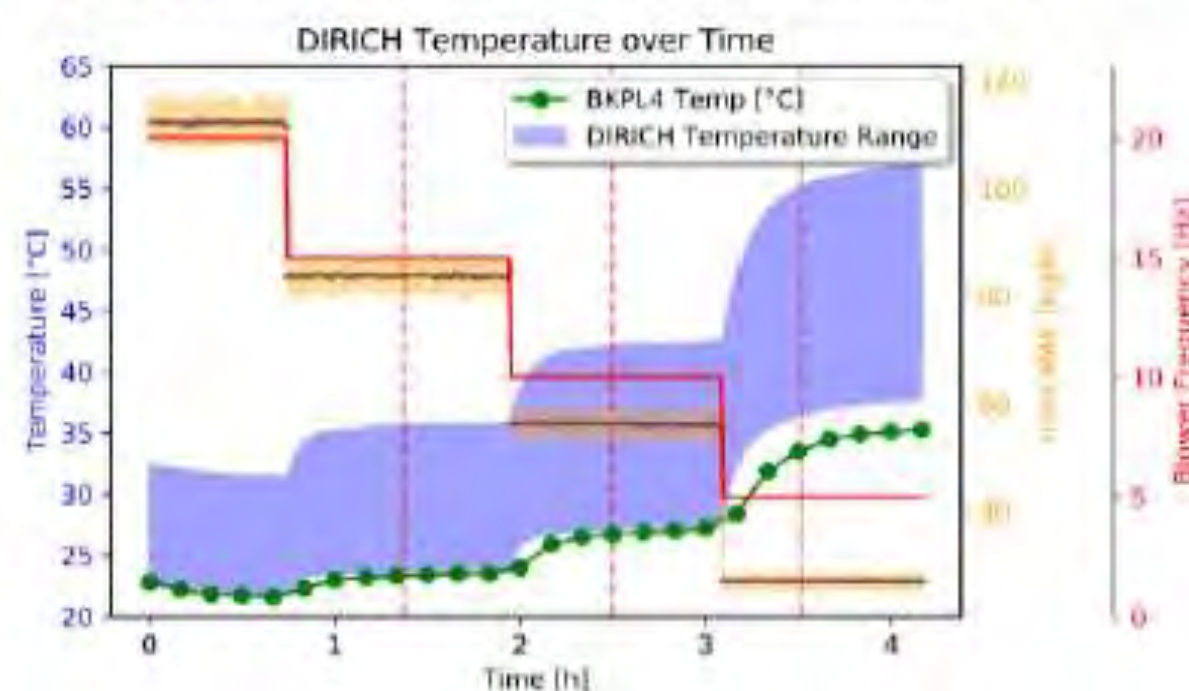
Aufbau der CBM RICH Photonen Kamera(s)



- **RICH – Ring Imaging Cherenkov Detector**
 - Wichtiger CBM Subdetektor zur e-Identifikation
- Wuppertaler Beitrag zu CBM RICH:
 - **Photonen Kamera** (zu bestaunen in der HN)
 - **elektronische Auslese + Photosensoren**
- **Umluft Kühlsystem**
- **Mögliche Themen für Bachelor Arbeiten:**
 - Inbetriebnahme des Umluft Kühlsystems
Temperatur, Kühlleistung, Slow-Control Interface...
 - Inbetriebnahme+Test elektronische Auslese
 - ...

→ kürzlich abgeschlossene Materarbeit J. Boccarella (Nov. 2023):
Messung + CFD Simulation der Kühlluft Verteilung in der Kamera

Temperature Evolution of all DiRICH-FEBs

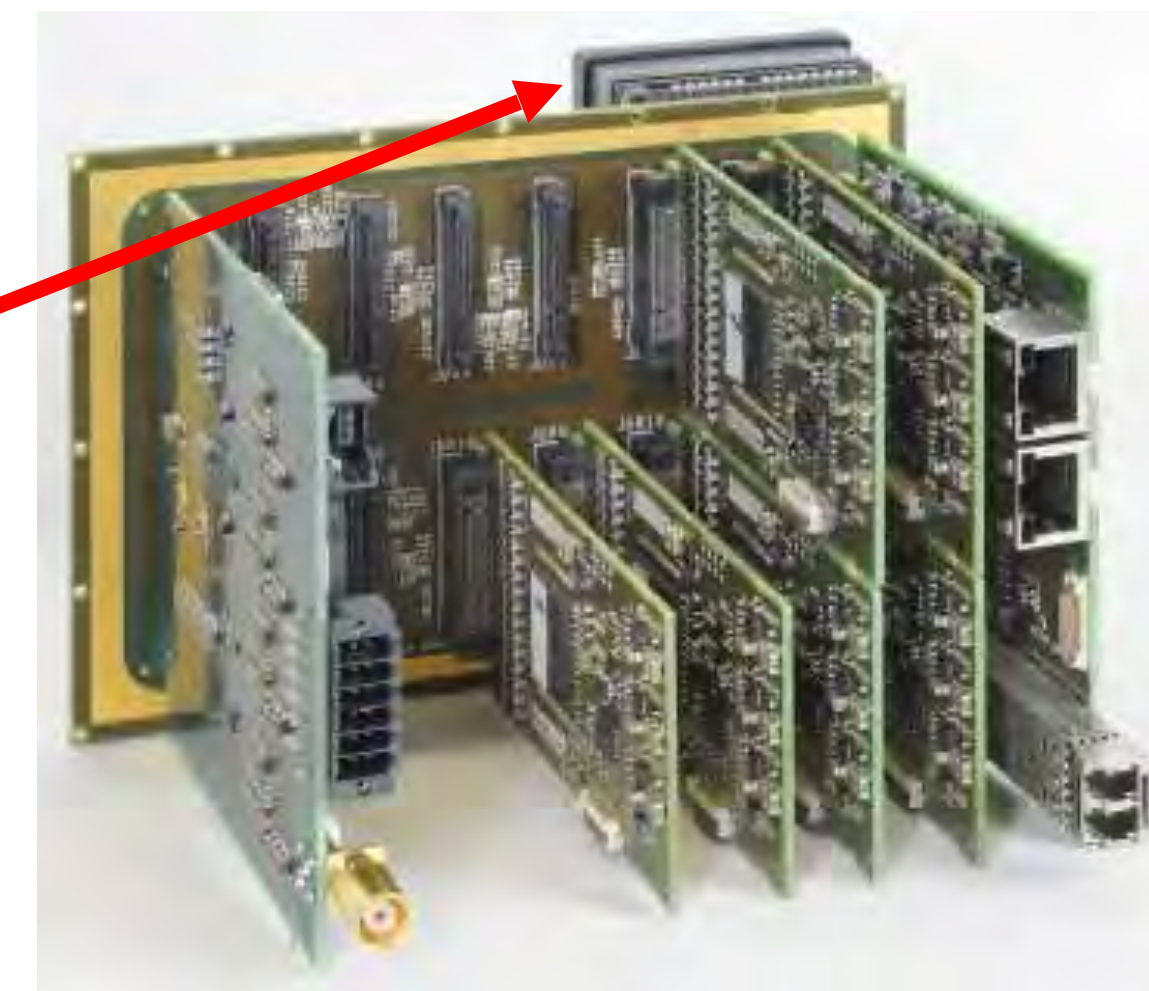
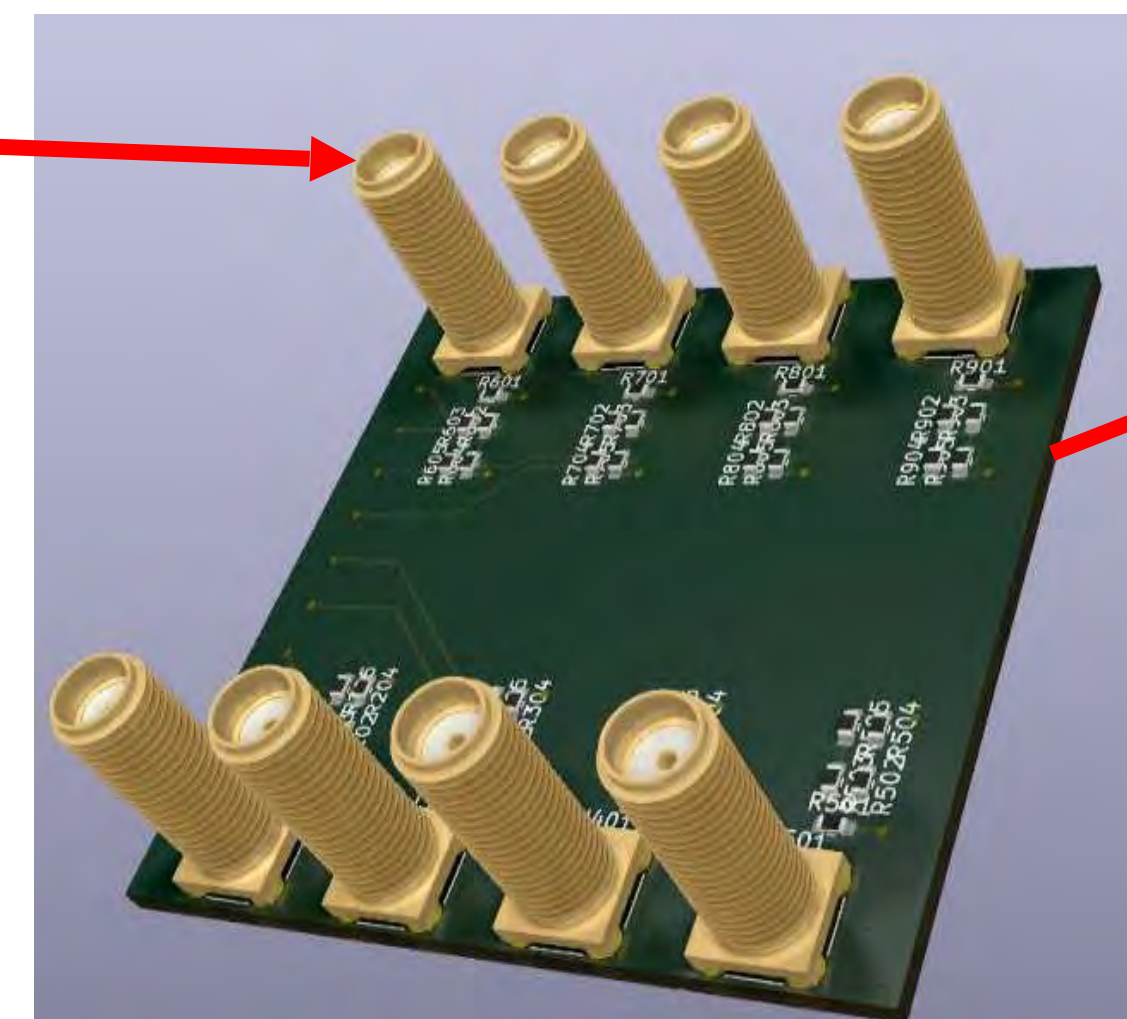
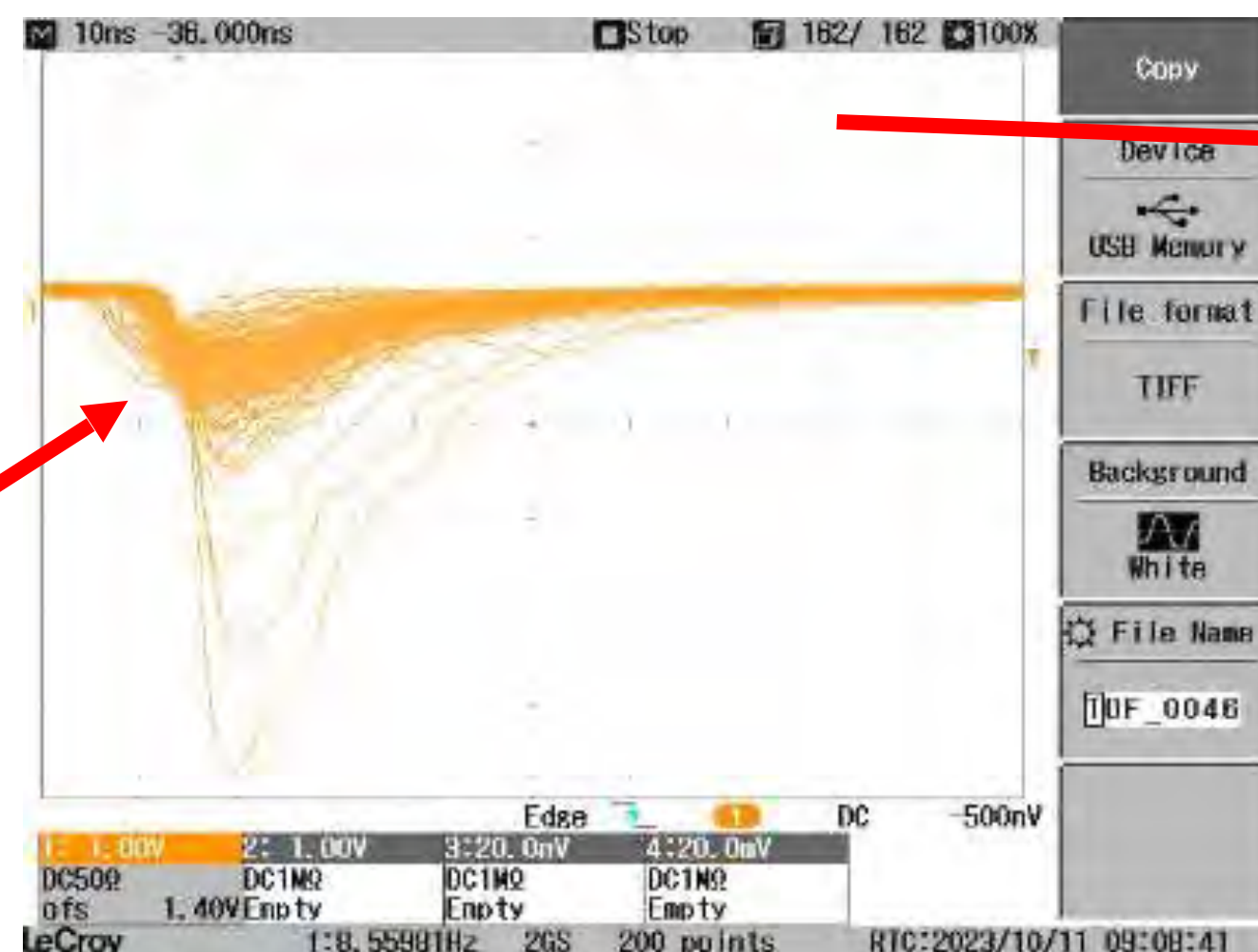


Adaptierung der RICH Ausleseelektronik für Kalorimeter Module

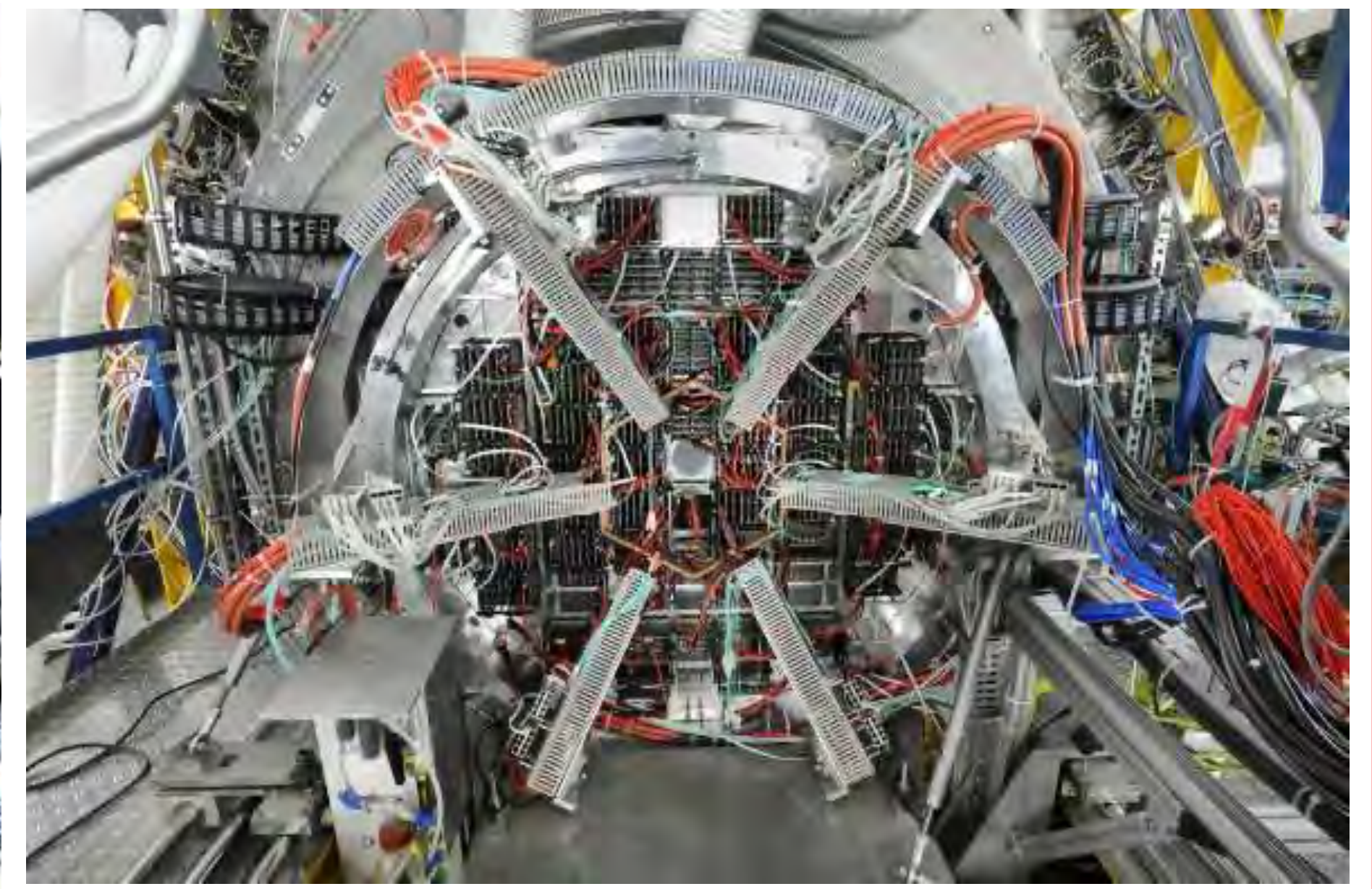
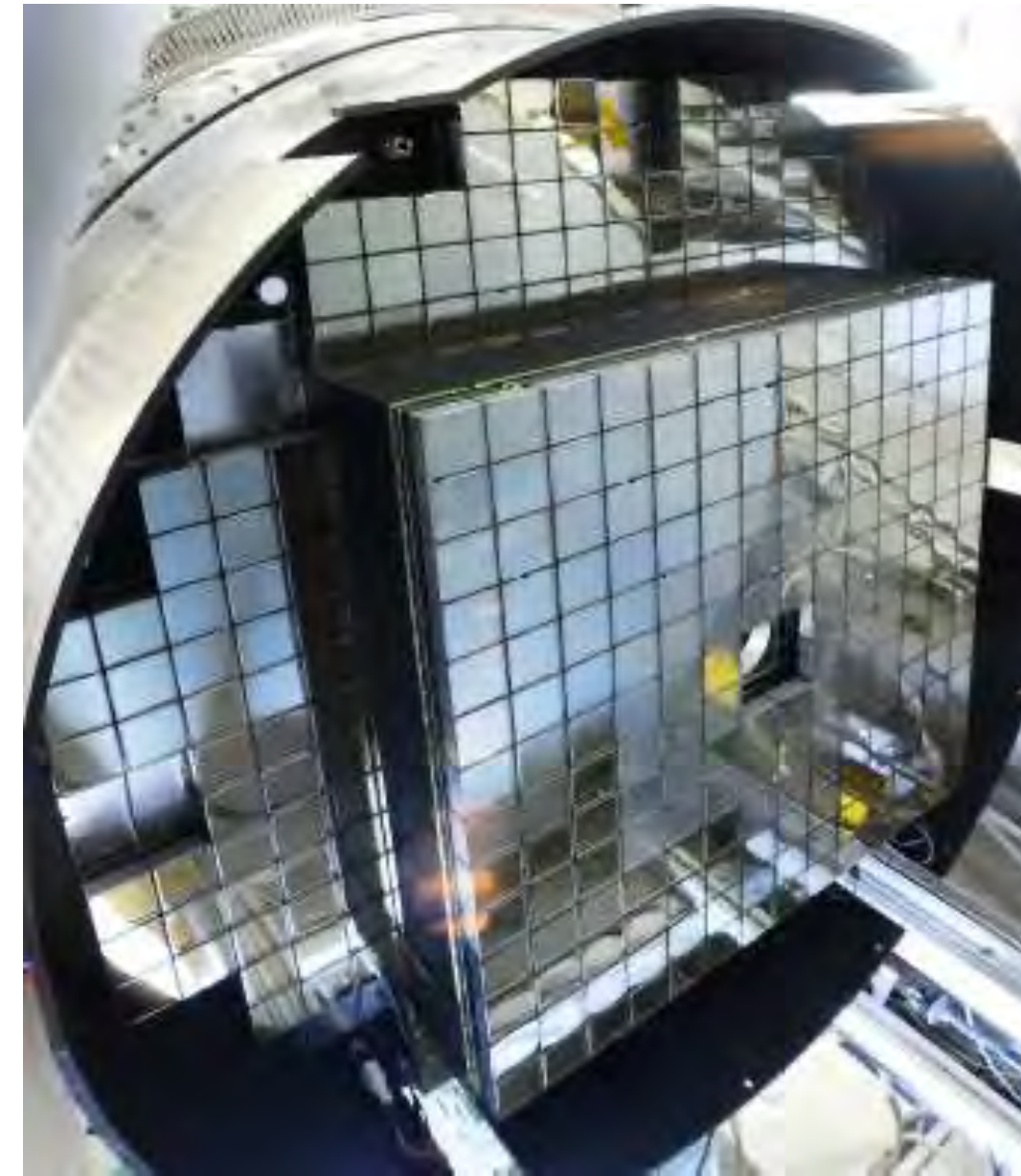
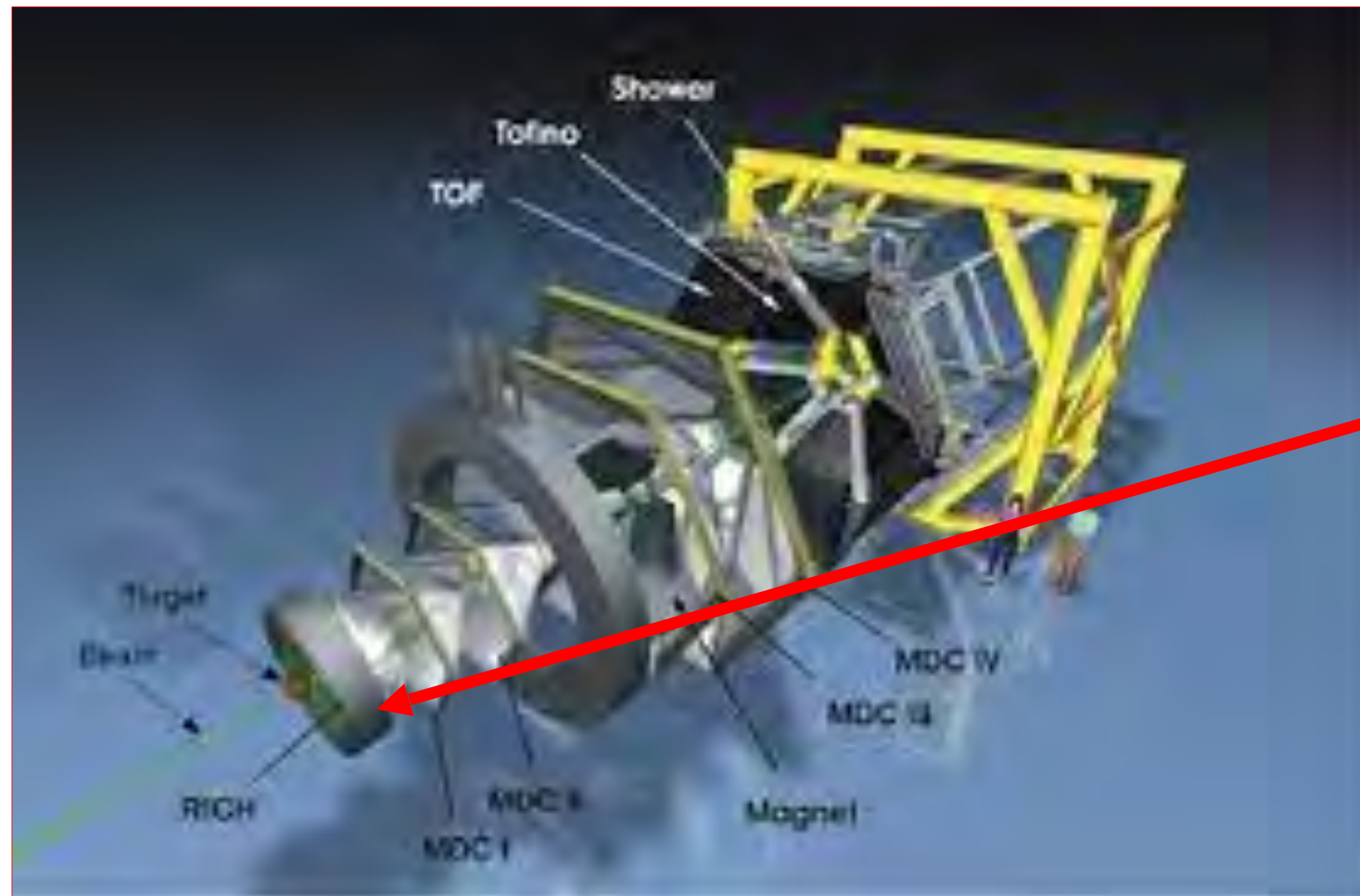
- Für unseren CBM RICH nutzen wir eine **FPGA-TDC basierte elektronische Auslekette** („DIRICH“)
- Mittels geeigneter Adaptierung möchten wir ev. weitere Detektorkomponenten auslesen
- **Mögliche Bachelor / Master Themen:**
 - Test und Charakterisierung im Labor
 - Eventuell Aufbau+Teilnahme an Strahl Test an der GSI (2024 / 2025)
 - Analyse der Strahltest Daten (Energieauflösung, Zeitauflösung)
- → ...



prepare separate modules



HADES RICH Detektor

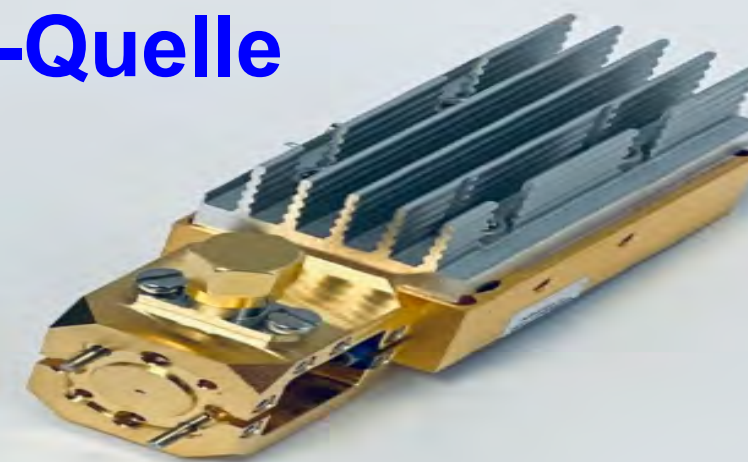


- HADES : Untersuchug dichter, kalter Kernmaterie anhand von (Schwer)Ionen Kollisionen
- Nächste Messkampagne : 4 Wochen Au+Au im März 2024
- Mögliche Themen z.B.:
“Detektor Performance-Analyse HADES RICH anhand erster Daten (Frühjahr '24)“

KATRIN: Wie schwer ist das Neutrino?

- Measurements with THz source and detector for Rydberg de-excitation
 - Thermische Ionisation von Atomzuständen hoher Hauptquantenzahl dominanter Hintergrund im KATRIN-Experiment
 - Terahertz-Frequenzen können diese Zustände abregen, bevor sie ionisiert werden
 - Messungen am Prüfstand zur Charakterisierung der Terahertz-Quelle
 - Simulationsstudien mit SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter) für die Sputter-Ausbeute durch die Radioaktivität in Metalloberflächen im Prüfstand

THz-Quelle

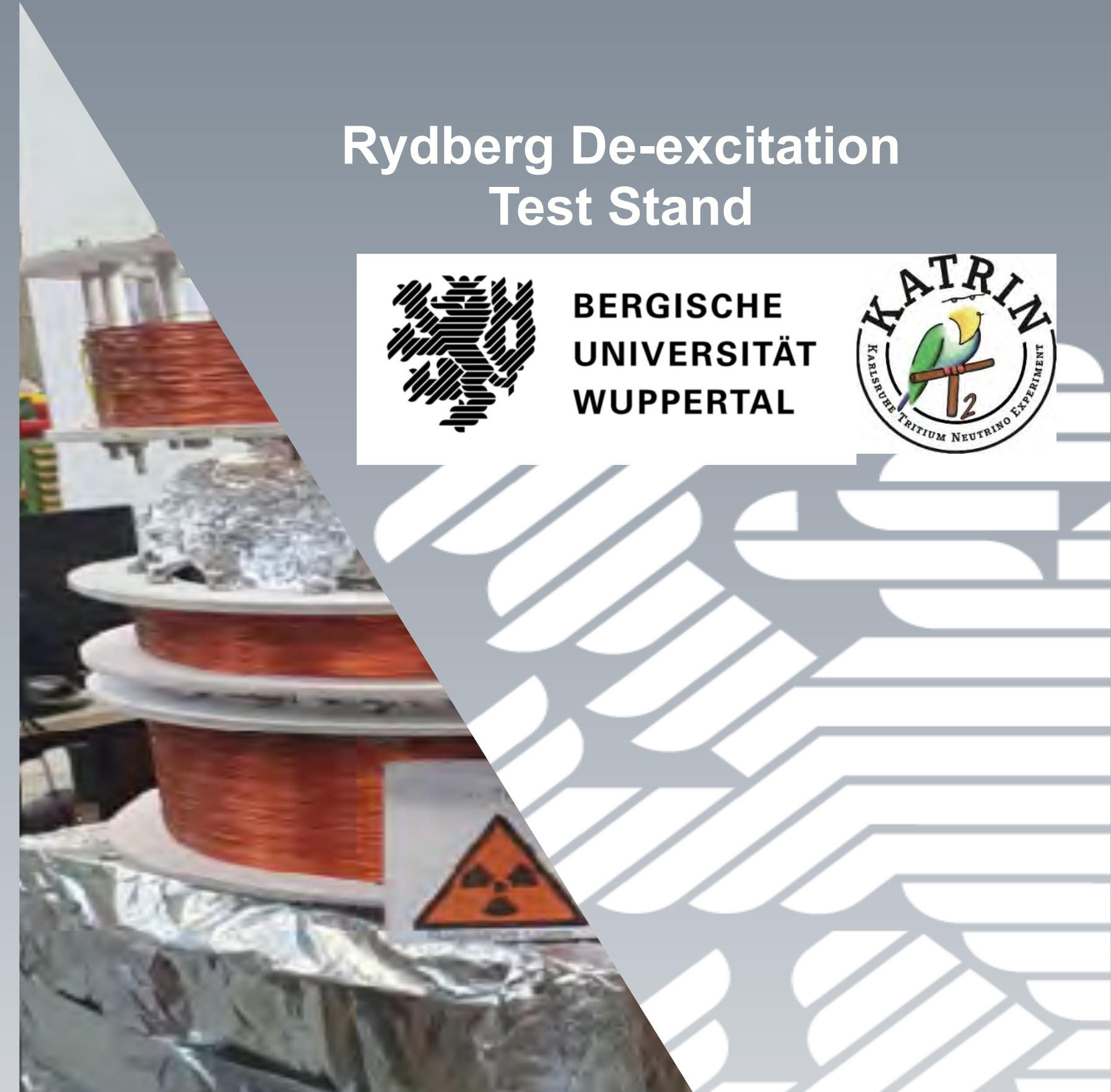


Mögliche Bachelorarbeitsthemen
Prof. Klaus Helbing | Astroteilchenphysik

Rydberg De-excitation Test Stand



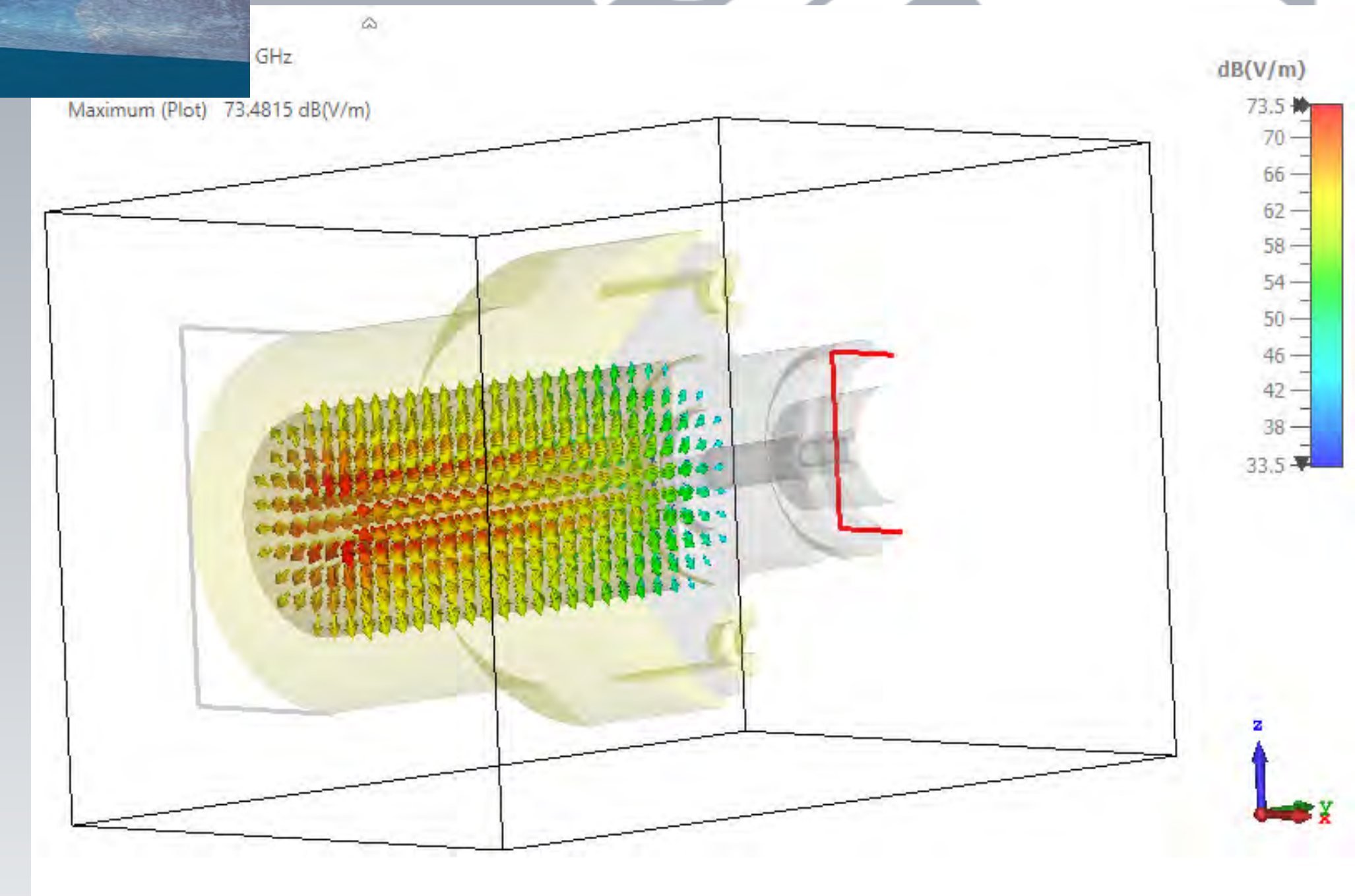
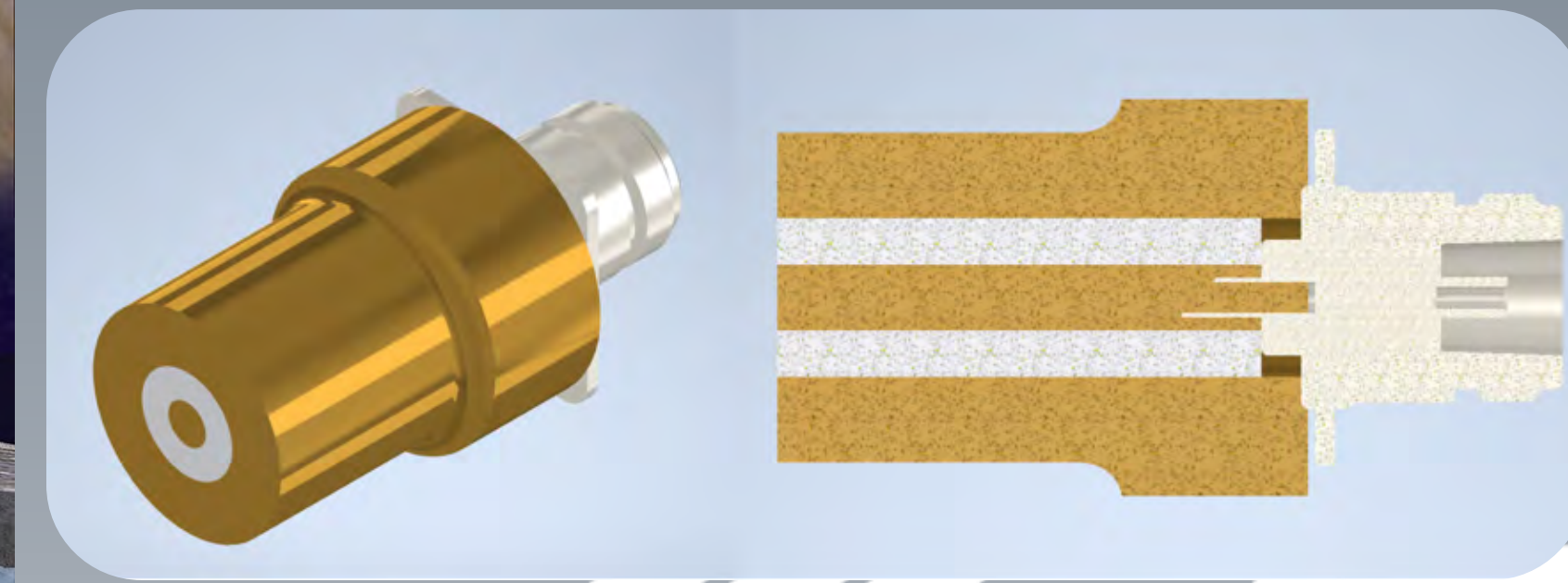
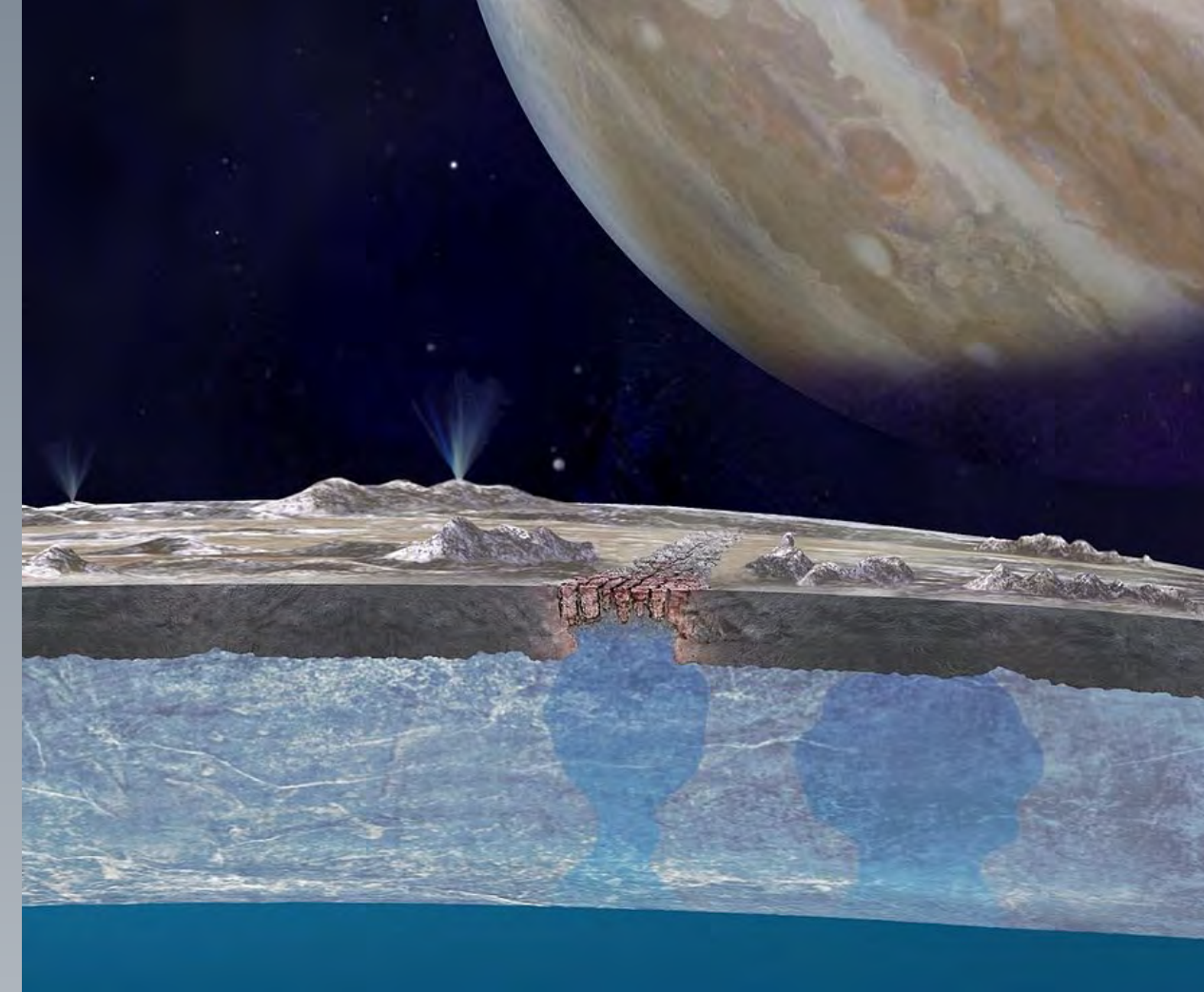
BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



TRIPLE-FRS

Technologies for Rapid Ice Penetration and Subglacial Lake Exploration

- Simulation eines Permittivitätsmesskopfes zur Charakterisierung von Gletschern
 - Messung von elektrischen Eiseigenschaften für die Propagation von Radiowellen
 - Anwendung für Radar-gestützte Navigation einer Schmelzsonde auf Eismonden (Europa & Enceladus)
 - Ergänzend zu Feldexperimenten auf Alpengletschern



Mögliche Bachelorarbeitsthemen
Prof. Klaus Helbing | Astroteilchenphysik



Sprechen Sie uns an, um ein auf Sie zugeschnittenes Thema zu finden....



Astrophysik

Kosmologie

Astroteilchenphysik

Teilchenphysik

Regelmässige Aktualisierungen: <https://astro.uni-wuppertal.de/de/lehre/abschlussarbeiten/>