

*Von explodierenden Sternen und
schwarzen Löchern*

Vortrag 22 Uhr



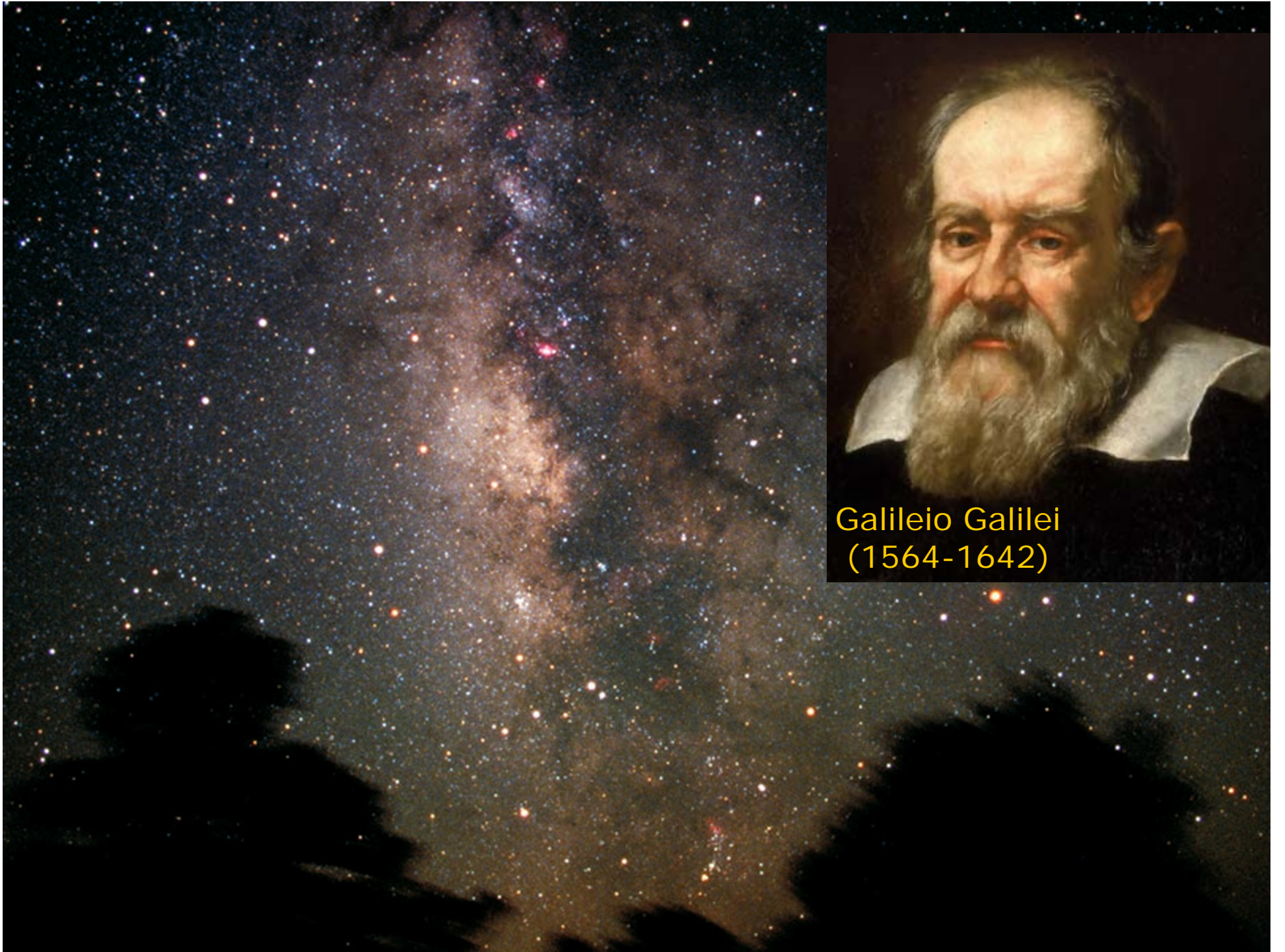
Von explodierenden Sternen und schwarzen Löchern

Ullrich Schwanke

Humboldt-Universität zu Berlin





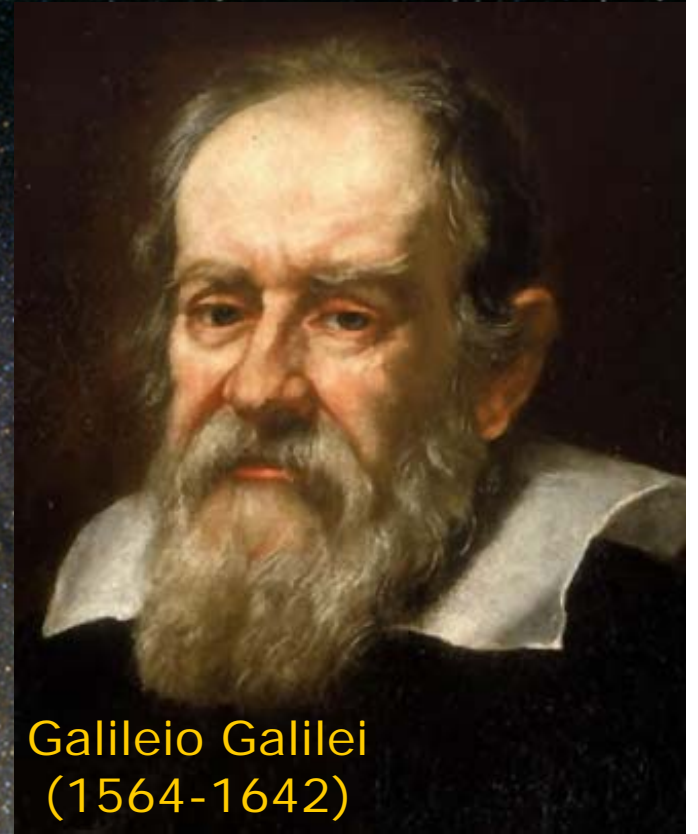


Galileo Galilei
(1564-1642)



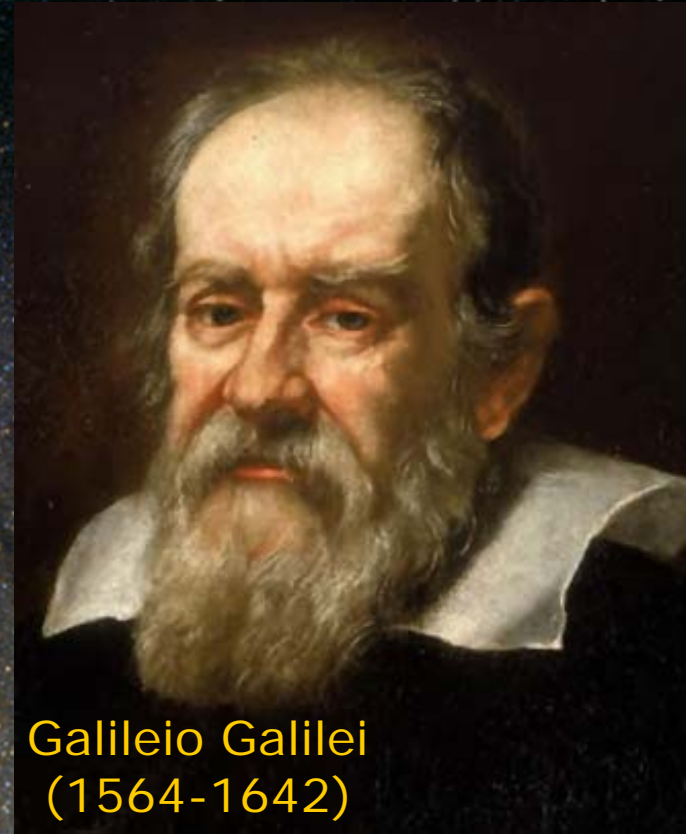
Galileo Galilei
(1564-1642)





Galileo Galilei
(1564-1642)



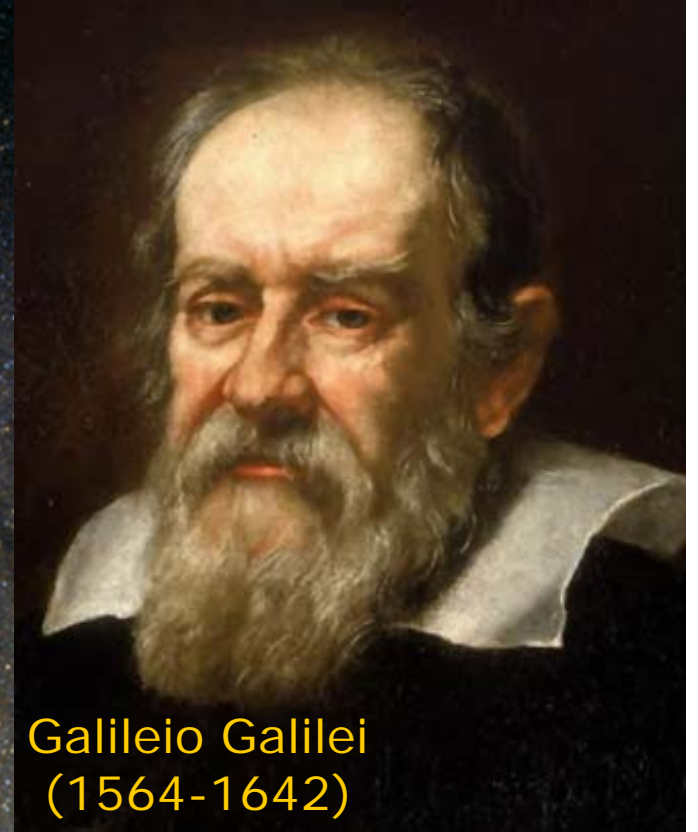


Galileo Galilei
(1564-1642)





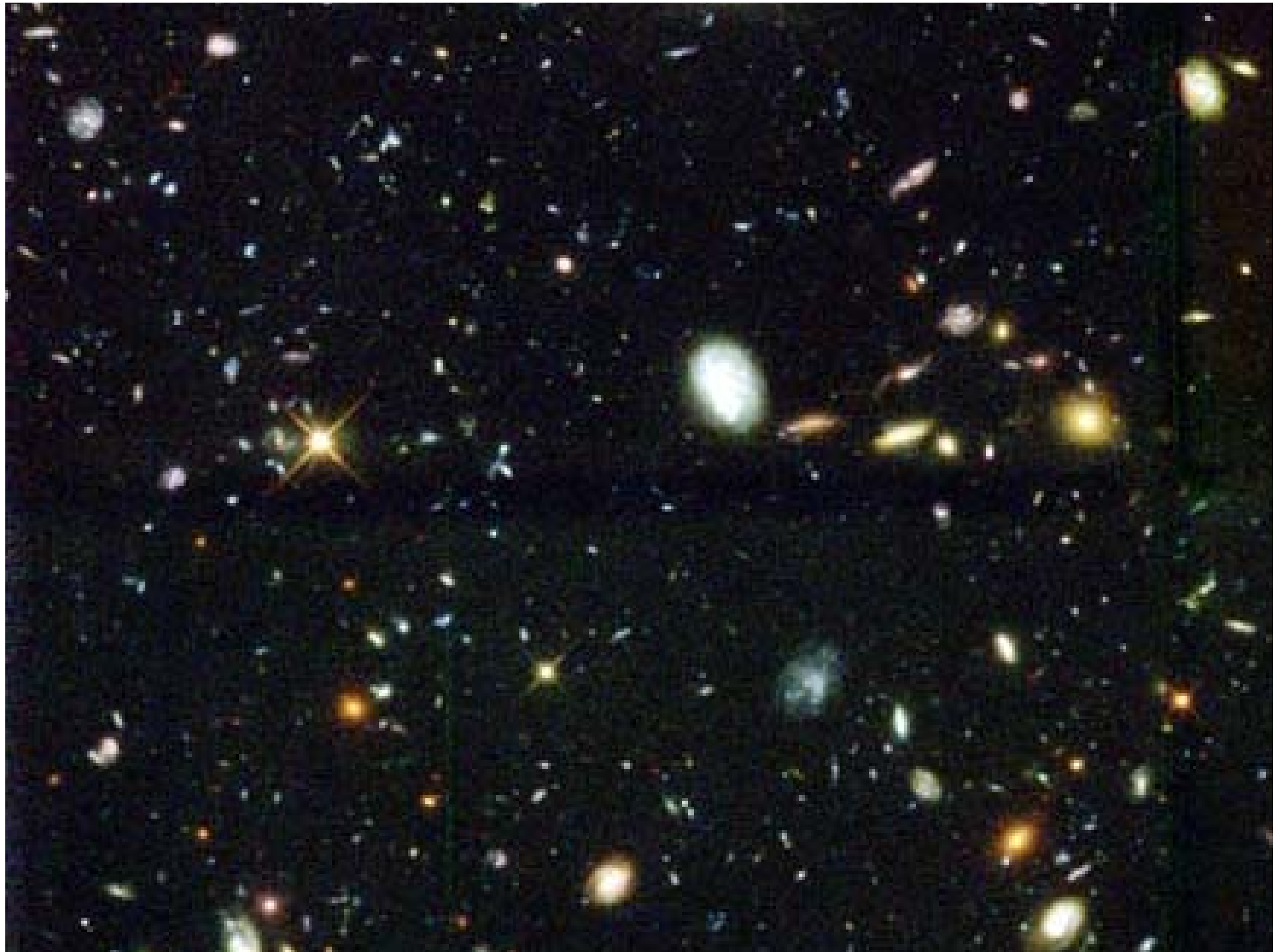
heute



Galileo Galilei
(1564-1642)

Bessere Instrumente bedeuten bessere „Auflösung“, also mehr Details.





Ist das alles?

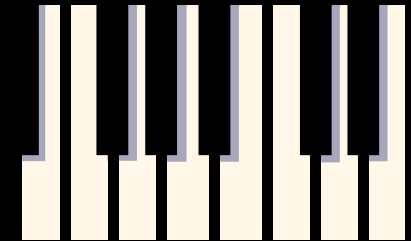
Das Spektrum elektromagnetischer Strahlung



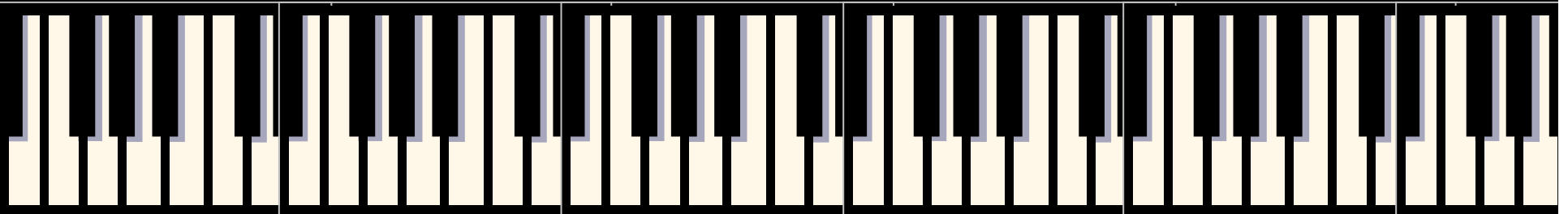
lange
Wellenlänge

kurze
Wellenlänge

Sichtbares Licht umfasst eine
Oktave in der Wellenlänge



... aber das Spektrum elektromagnetischer Strahlung aus dem
Weltall umfasst mehr als 70 Oktaven ...



... d.h., die Natur spielt auf einem 15 Meter langen Klavier ...



Radio

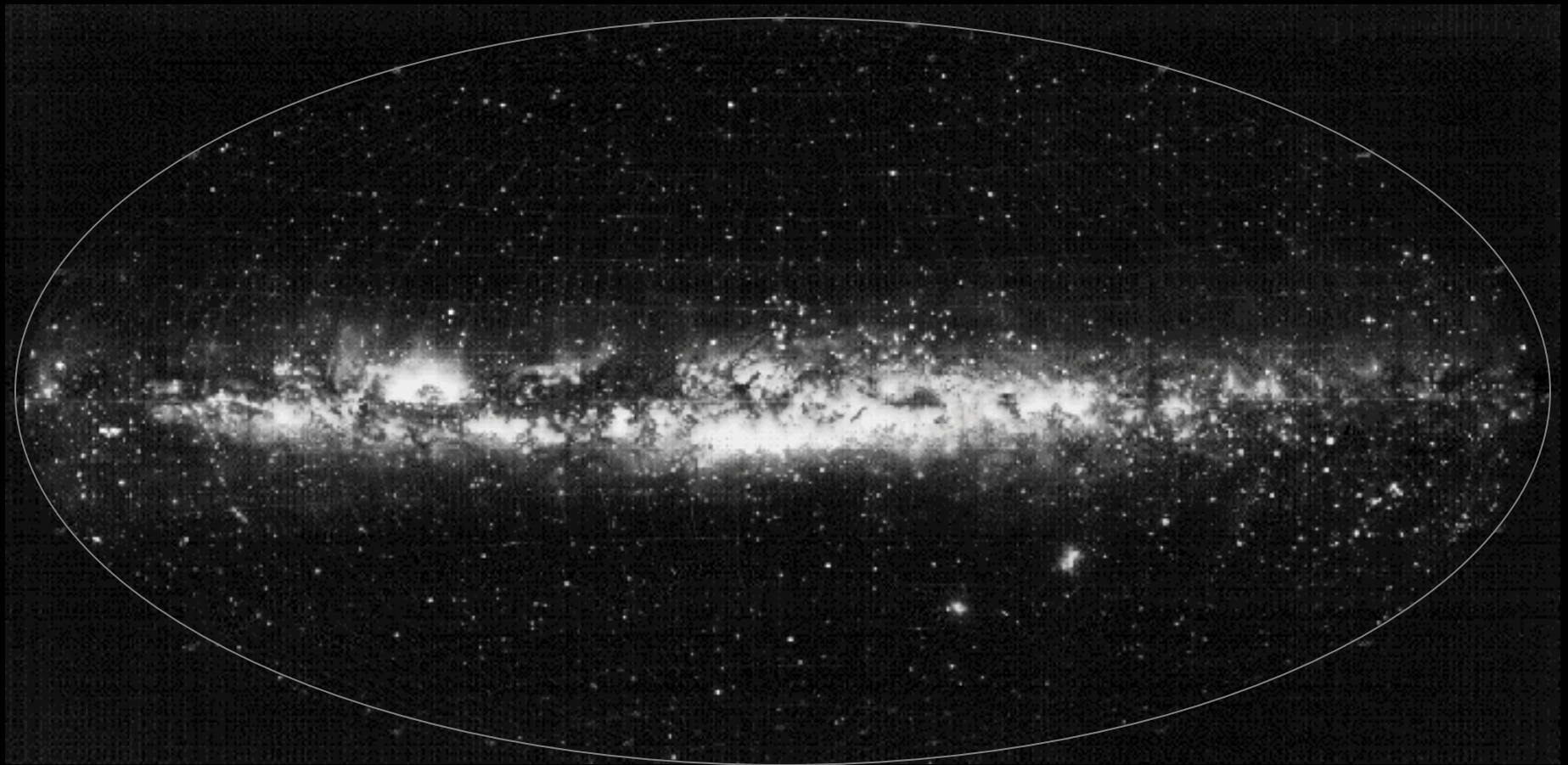
Infrarot

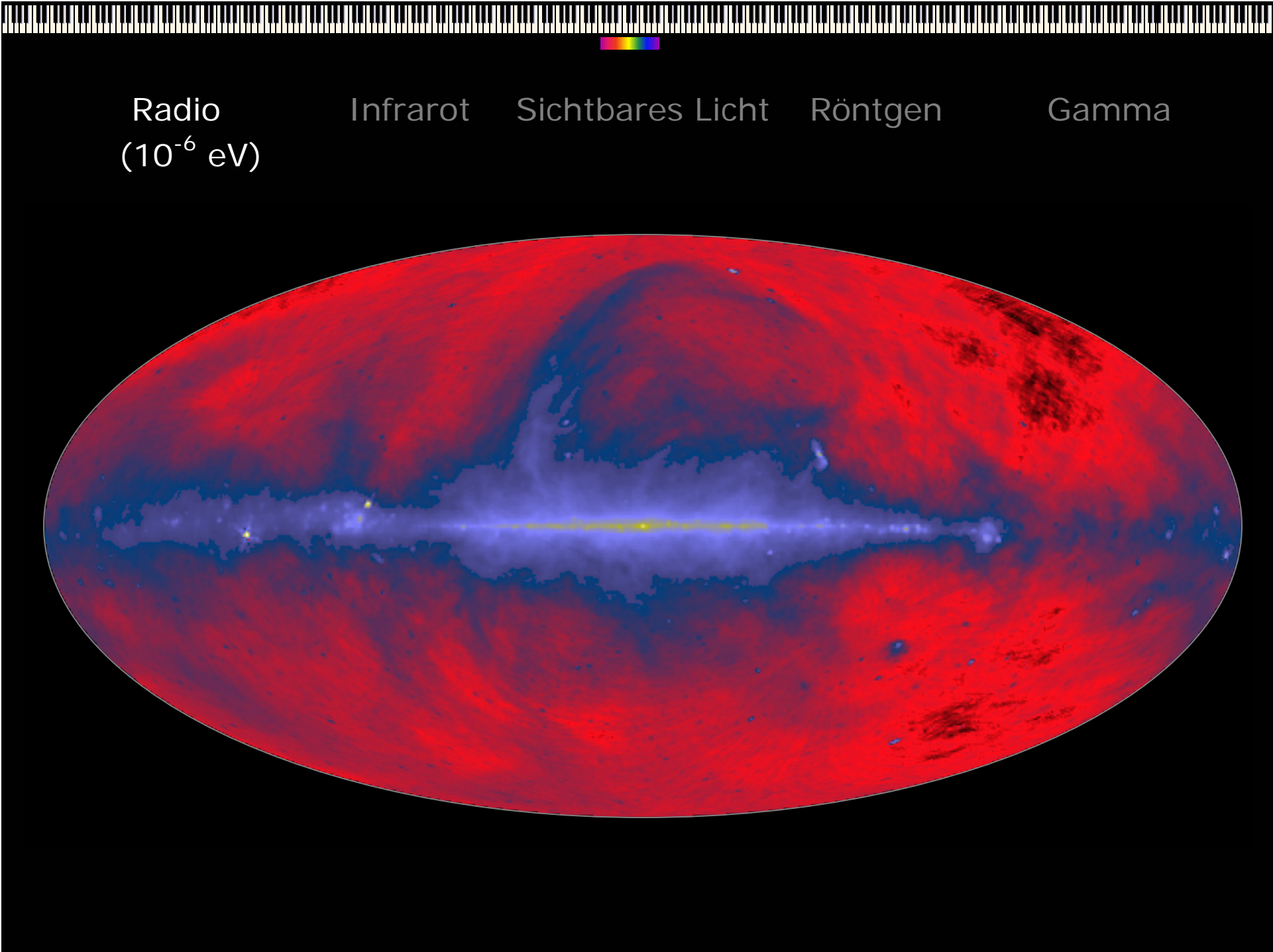
Sichtbares Licht

Röntgen

Gamma

(eV)







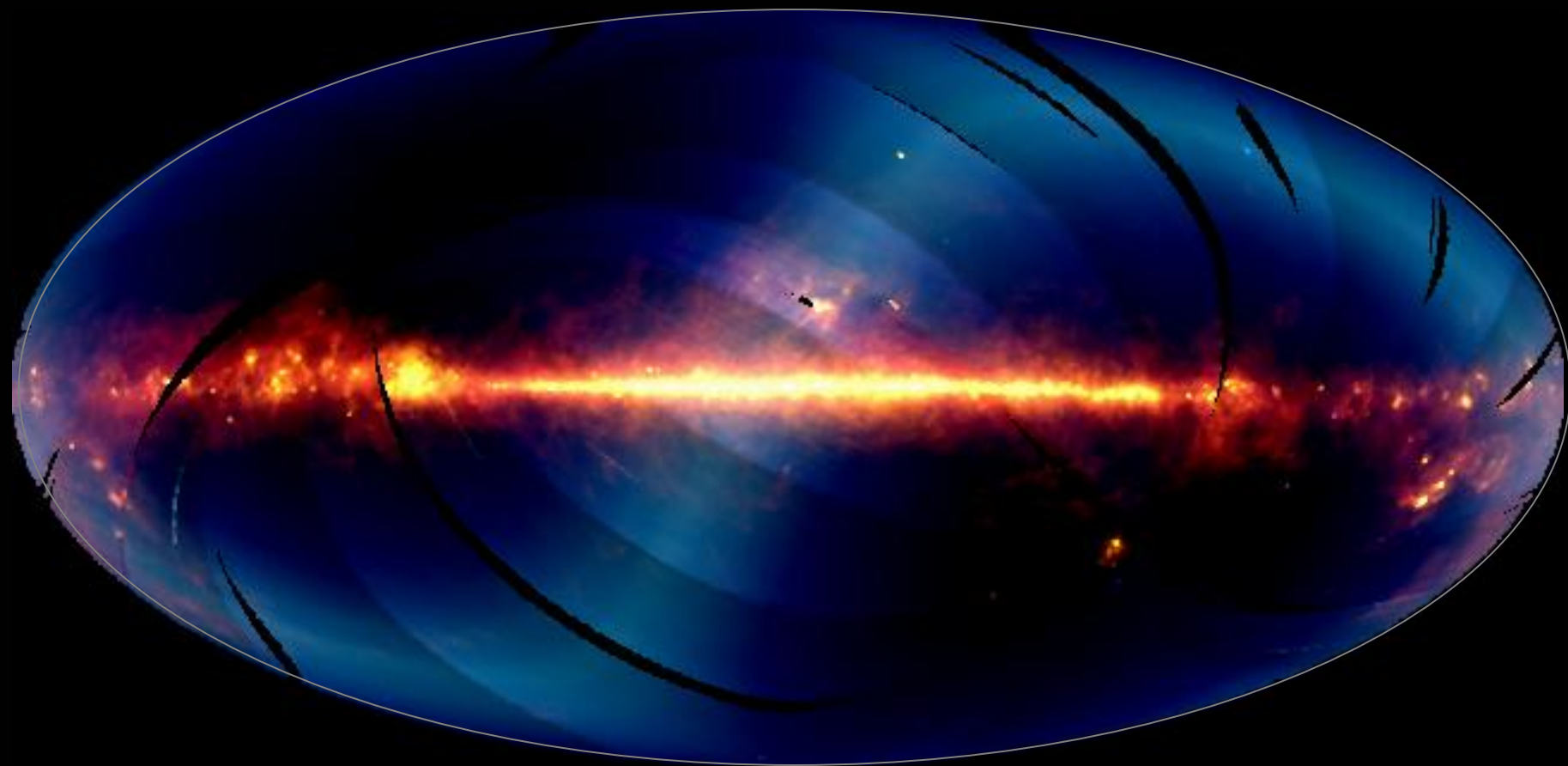
Radio

Infrarot
(10^{-2} eV)

Sichtbares Licht

Röntgen

Gamma





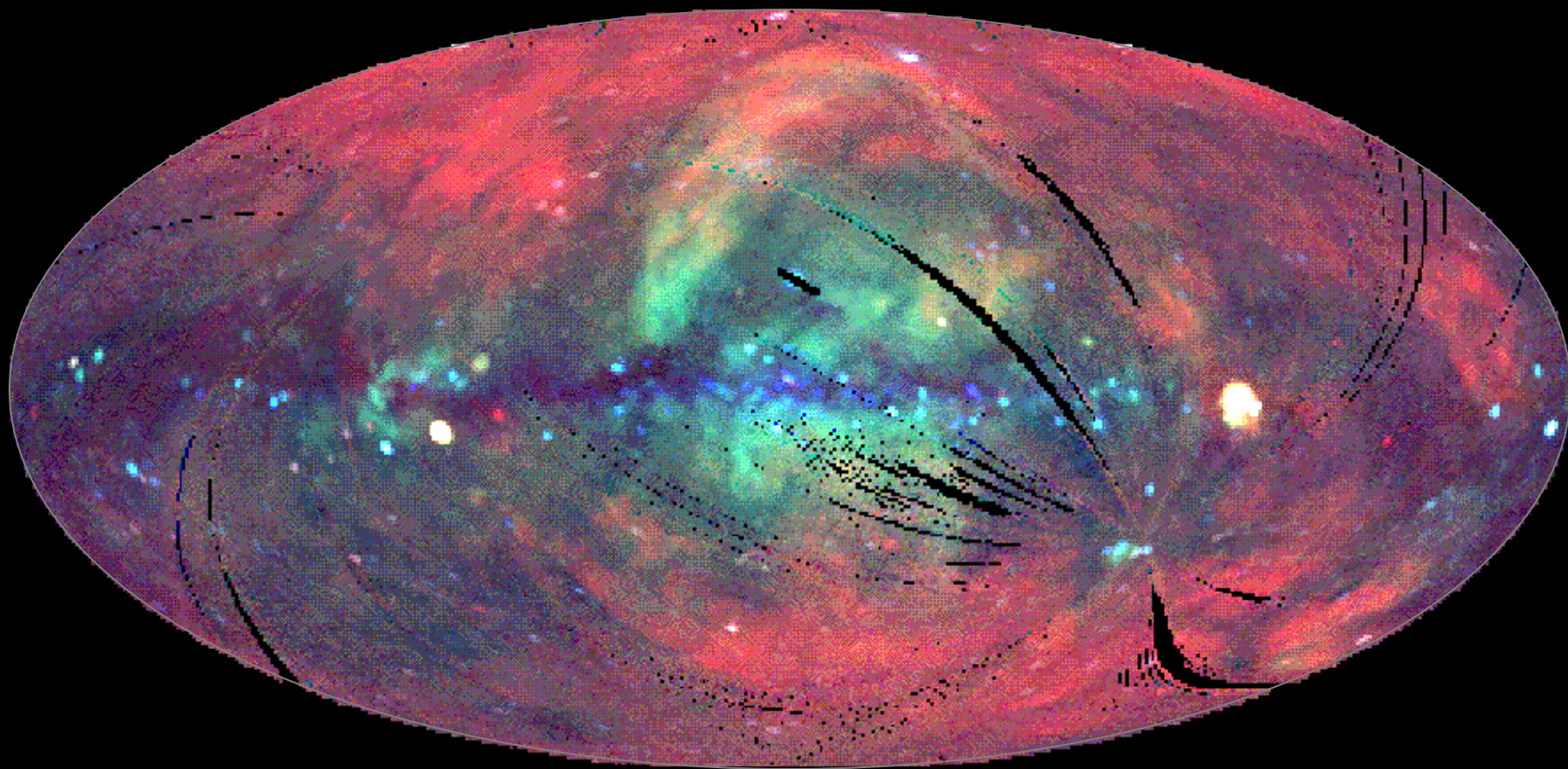
Radio

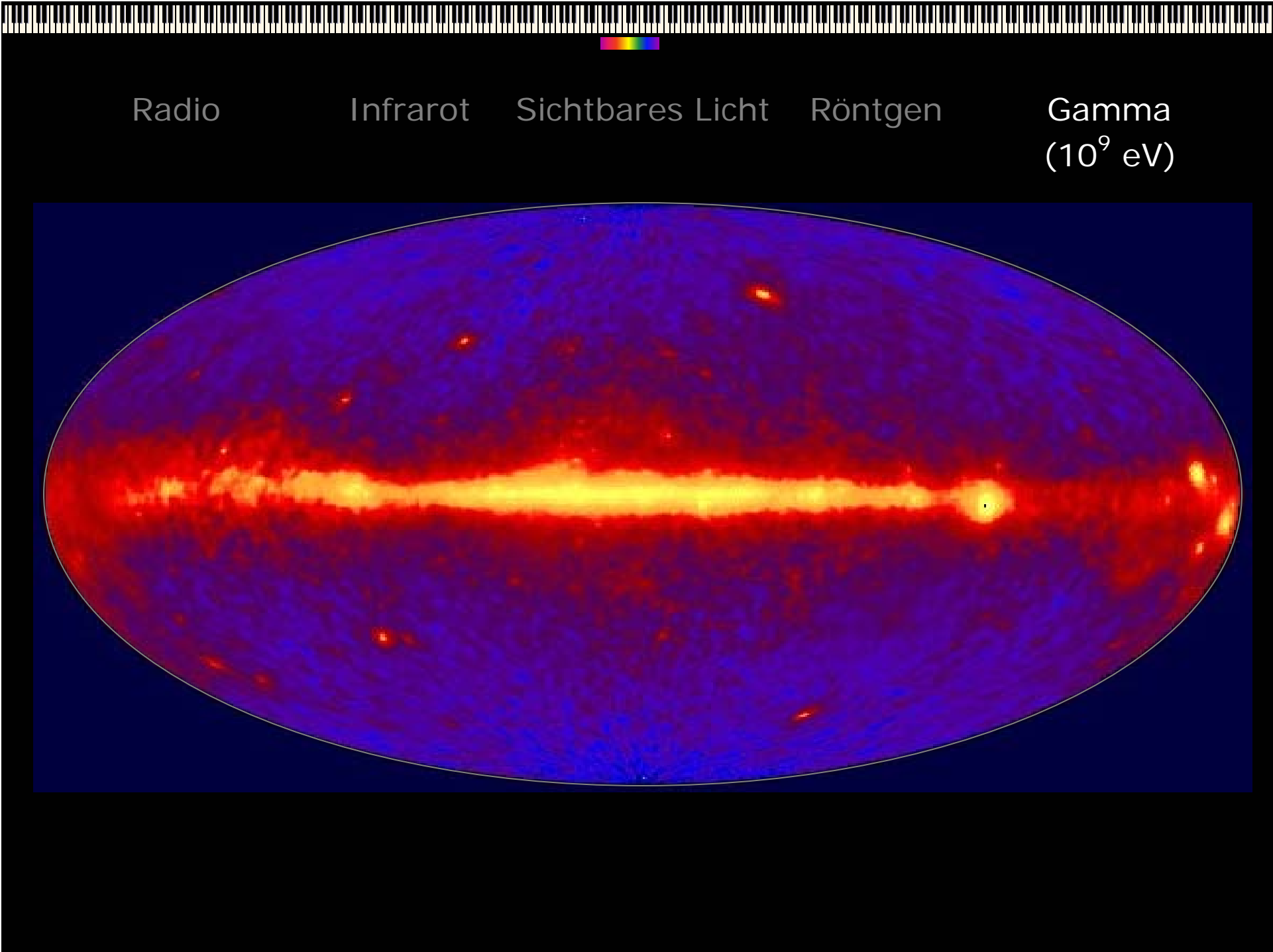
Infrarot

Sichtbares Licht

Röntgen
(10^3 eV)

Gamma





Gamma
(TeV = 10^{12} eV)

Terra Incognita



Gamma

Röntgen

Ultraviolett

Sichtbares Licht

Infrarot

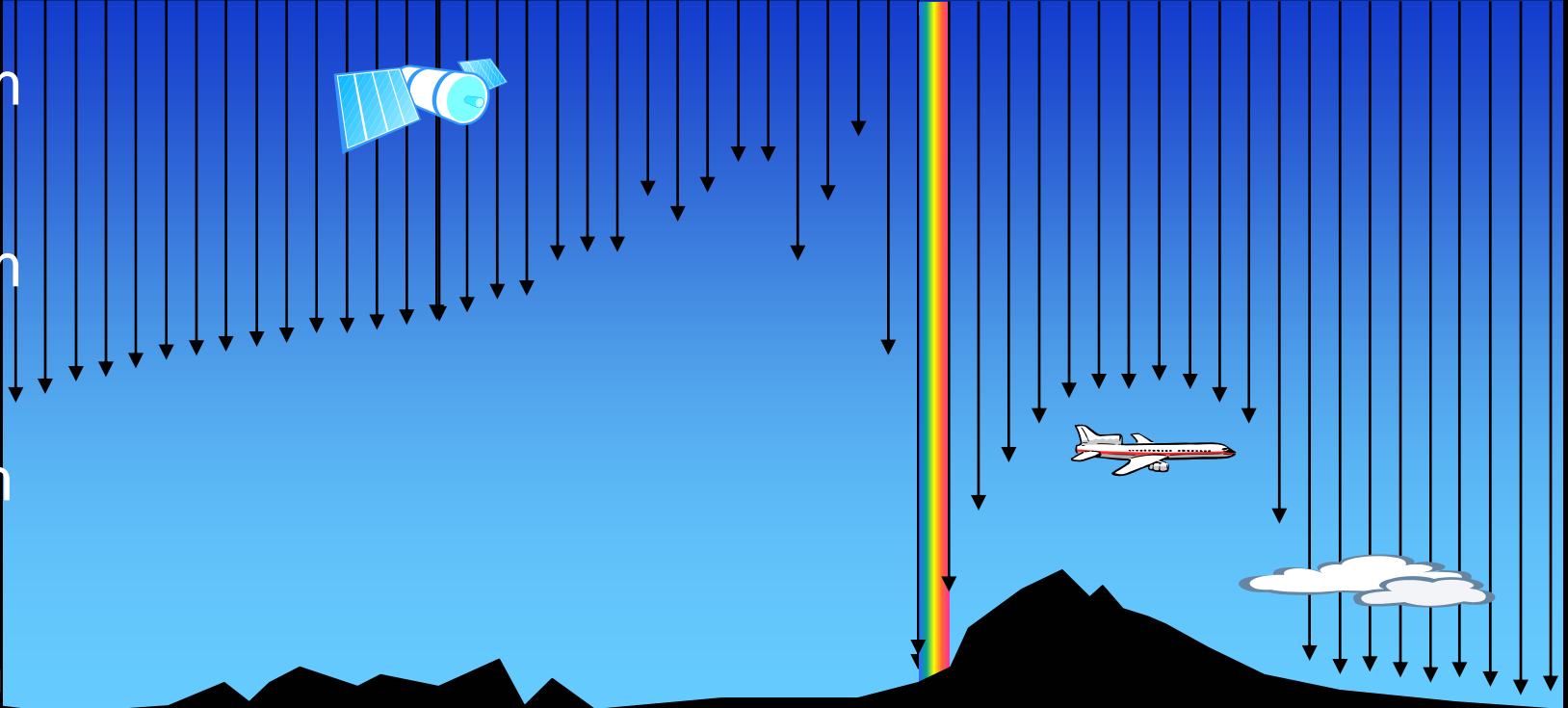
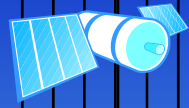
Radio

500 km

100 km

10 km

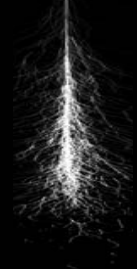
0 km



Photon (Lichtteilchen)

Teilchen-
Schauer

~ 10 km

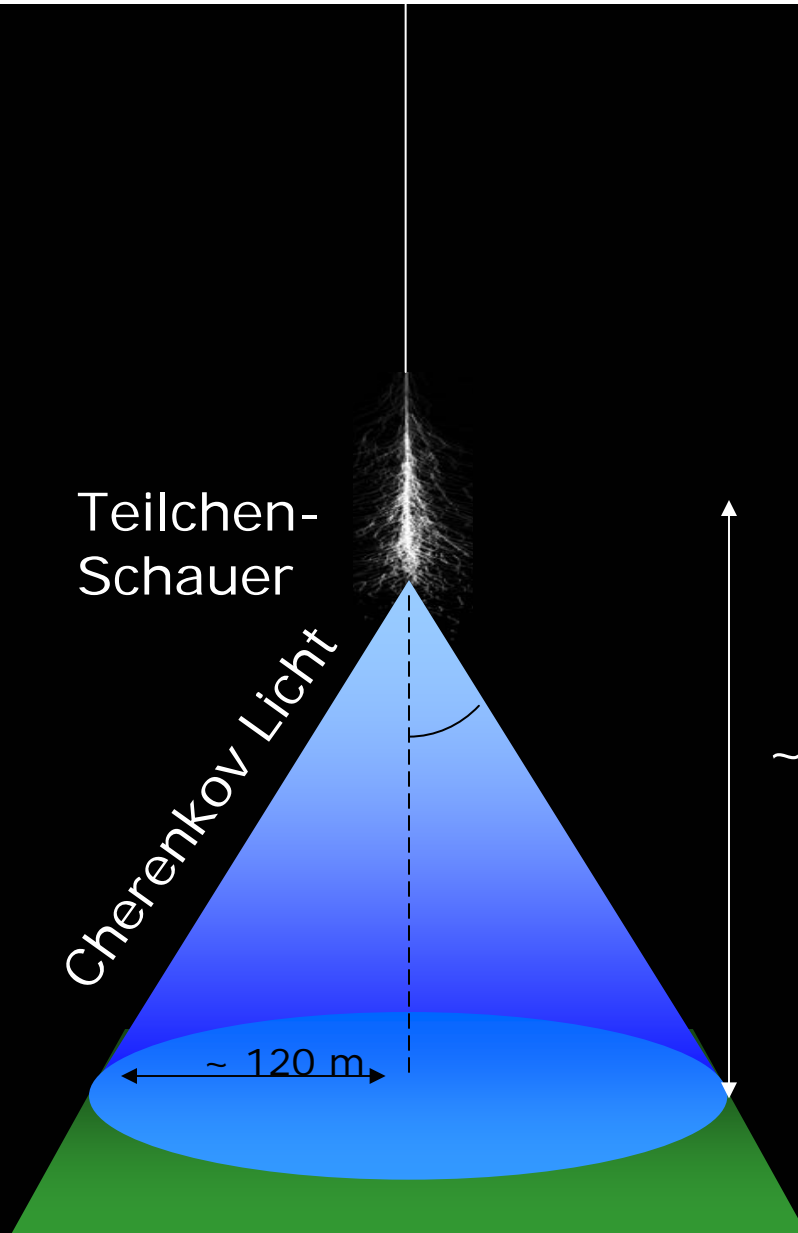


Teilchen-
Schauer

Cherenkov Licht

~ 10 km

~ 120 m



Luftschauer sehen aus wie Meteore

Rekonstruktion der Quelle mit vielen Bildern

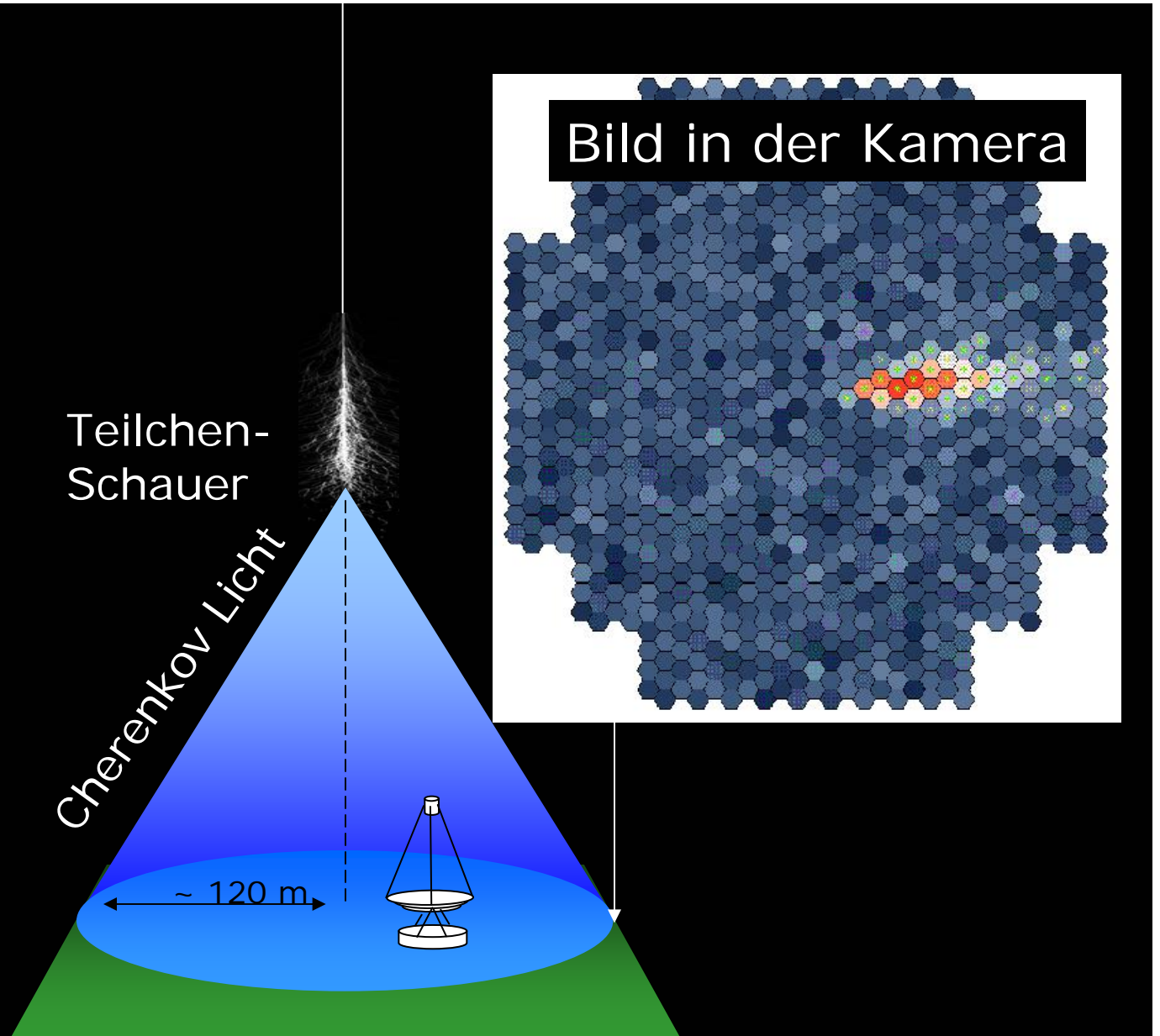


Teilchen-
Schauer

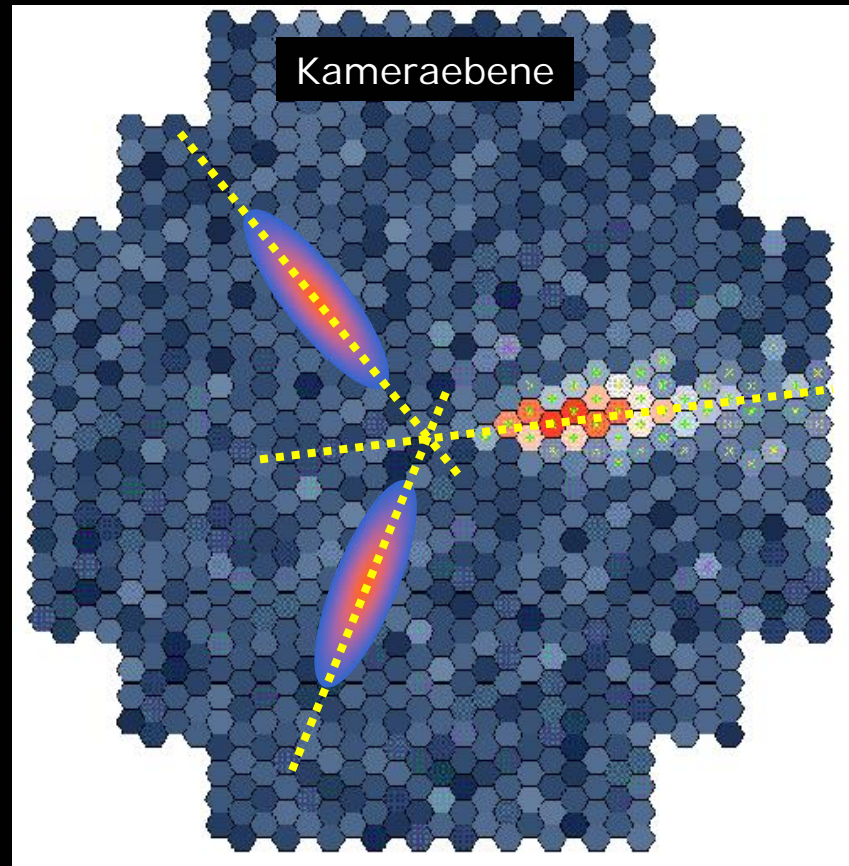
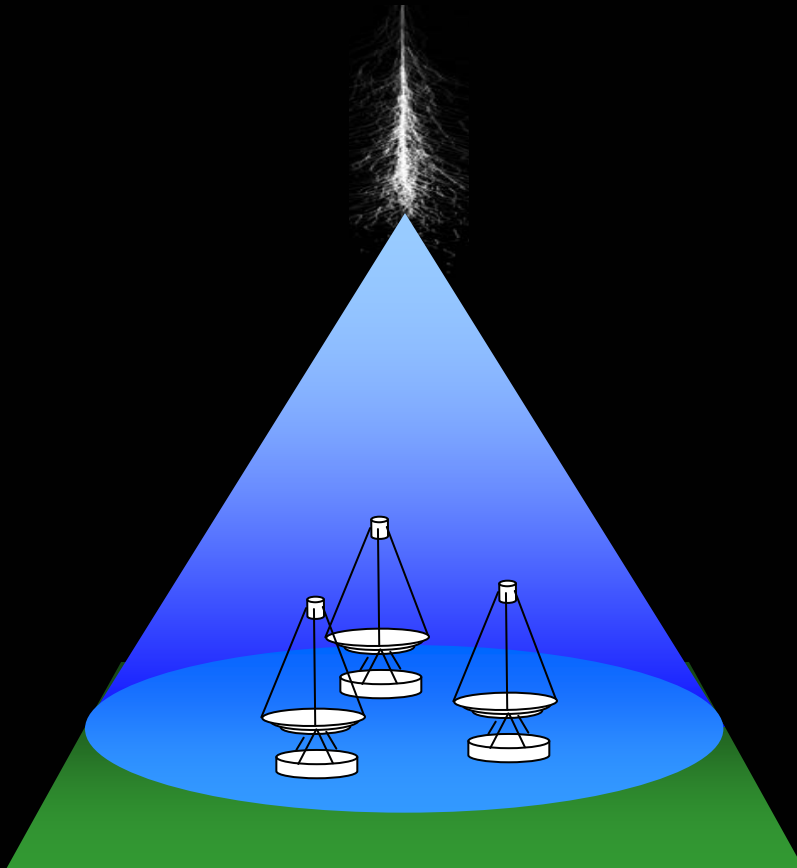
Cherenkov Licht

~ 120 m

Bild in der Kamera



Stereoskopische Systeme



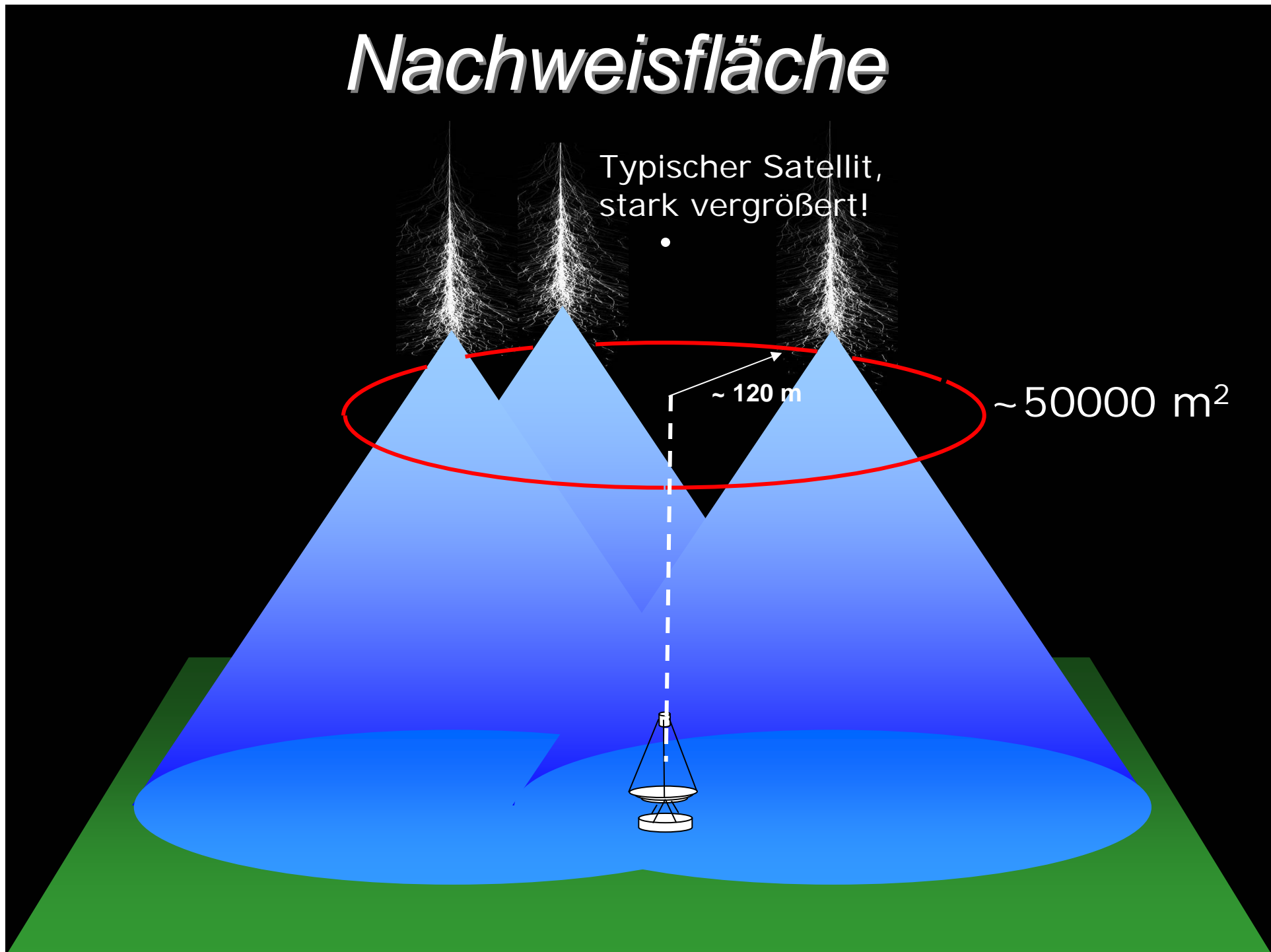
Nachweisfläche

Typischer Satellit,
stark vergrößert!

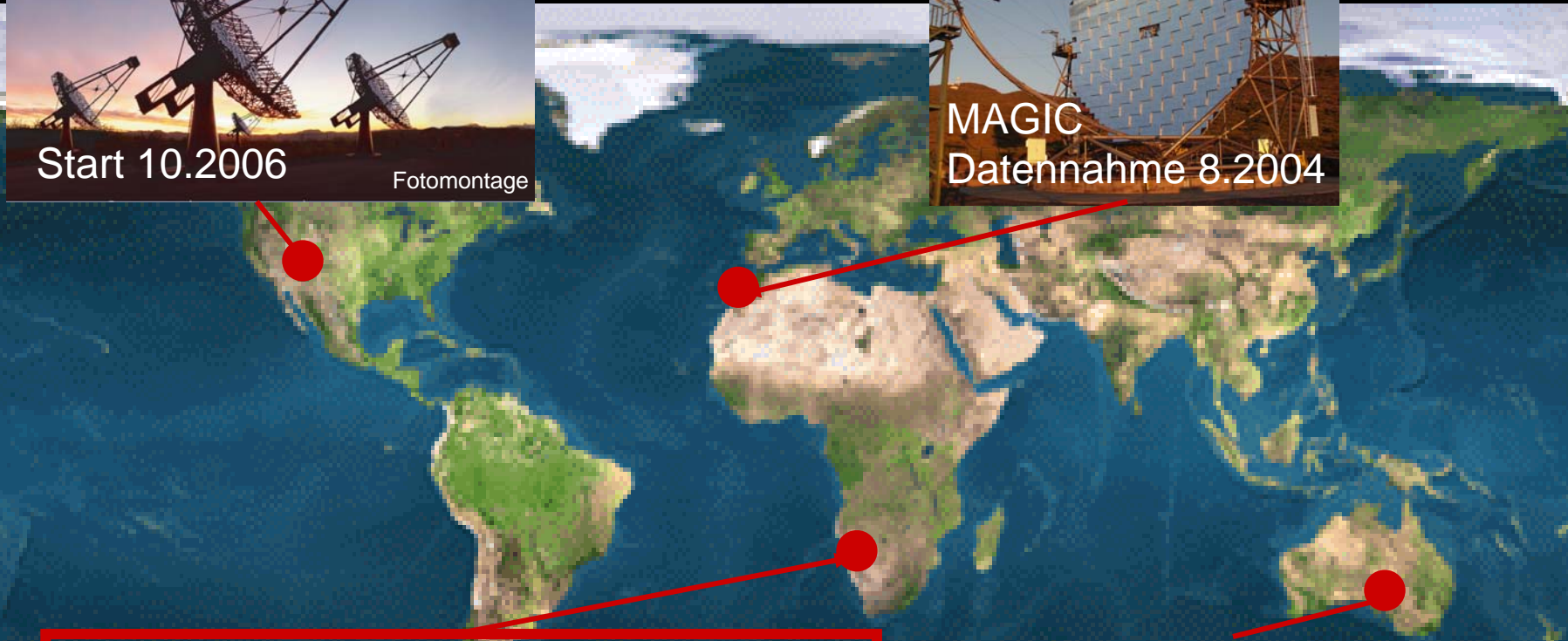
•

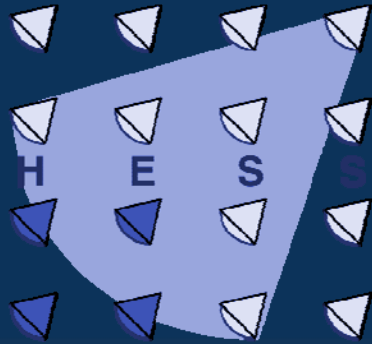
~ 120 m

~ 50000 m²



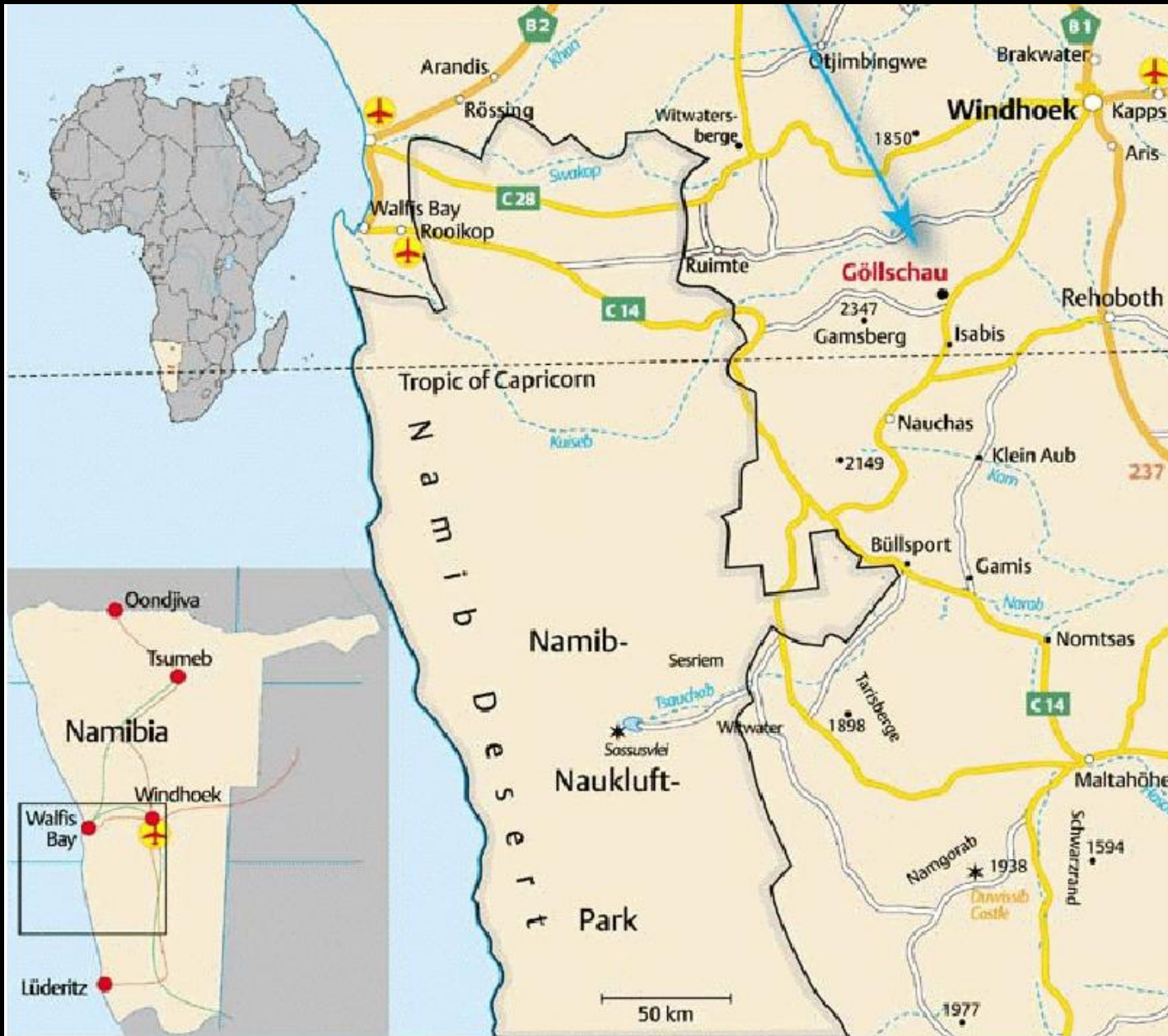
Cherenkov Teleskope Weltweit





Das H.E.S.S. Teleskop System

MPI Kernphysik, Heidelberg,
Humboldt Universität Berlin,
Universität Erlangen,
Ruhr Universität Bochum,
Universität Hamburg,
LSW Heidelberg,
Universität Tübingen,
Ecole Polytechnique, Palaiseau,
College de France, Paris,
Universite Paris VI-VII,
LEA Saclay,
CESR Toulouse,
GAM Montpellier,
LAOG Grenoble,
Paris Observatory,
Durham University,
Dublin Inst. For Adv. Studies,
Yerewan Physics Inst.,
Univ. Potchefstroom,
Univ. Of Namibia, Windhoek



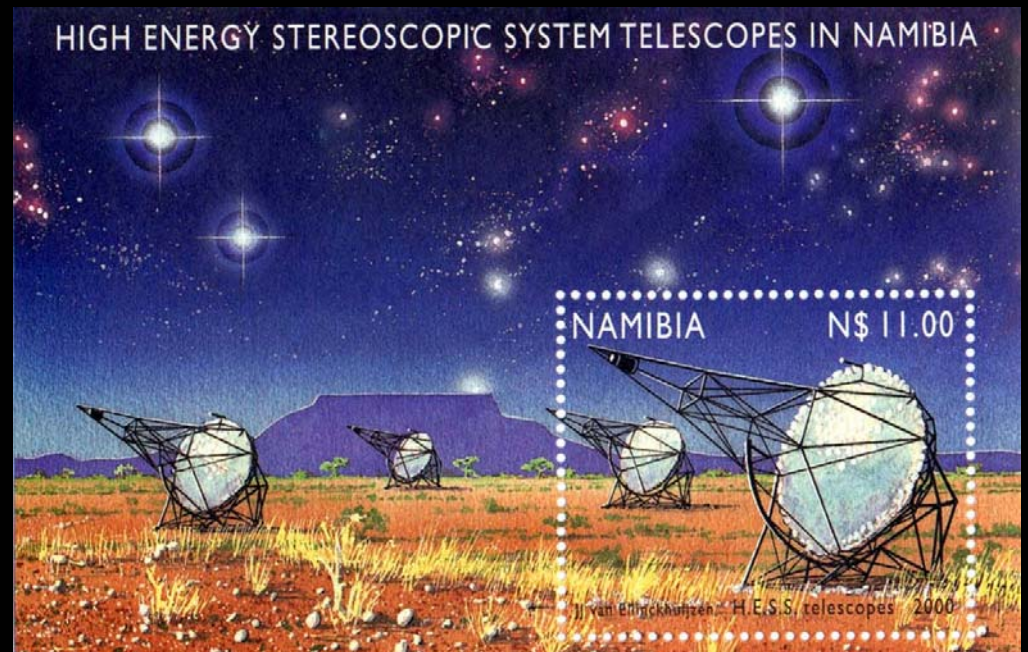
Namibia

- Klarer Himmel
- Zentrum der Milchstrasse im Zenith
- Mildes Klima
- Leichter Zugang
- Gute lokale Unterstützung



Namibia

- Klarer Himmel
- Zentrum der Milchstrasse im Zenith
- Mildes Klima
- Leichter Zugang
- Gute lokale Unterstützung

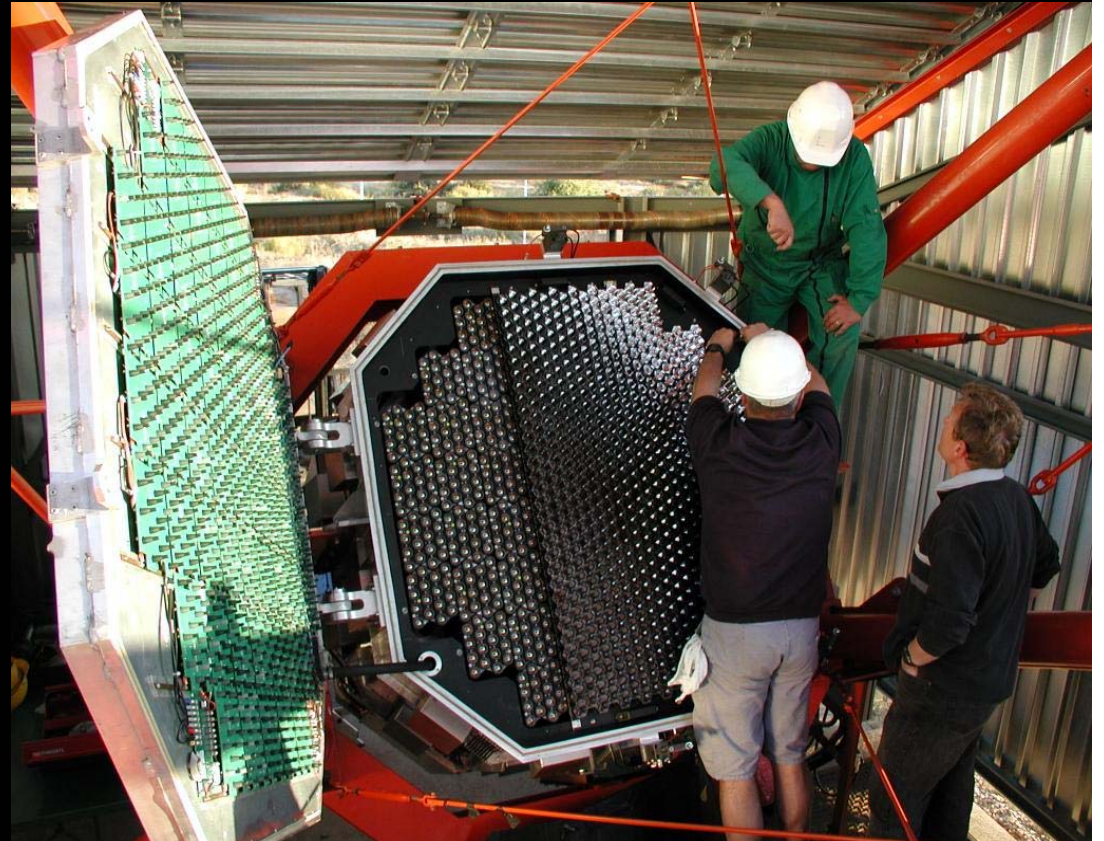
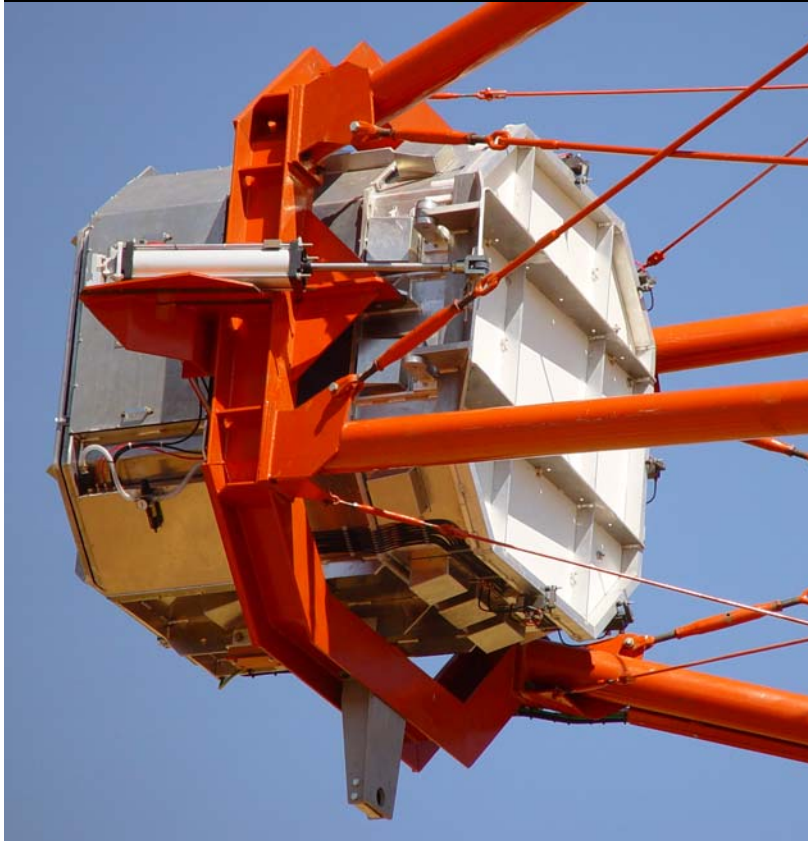


Teleskope

- Alt-Az Aufhängung
 - Gewicht ~60 Tonnen
- Spiegel
 - Fläche ~107m²,
 - Durchmesser 12 m,
 - Brennweite 15 m
- Kamera
 - 900 kg

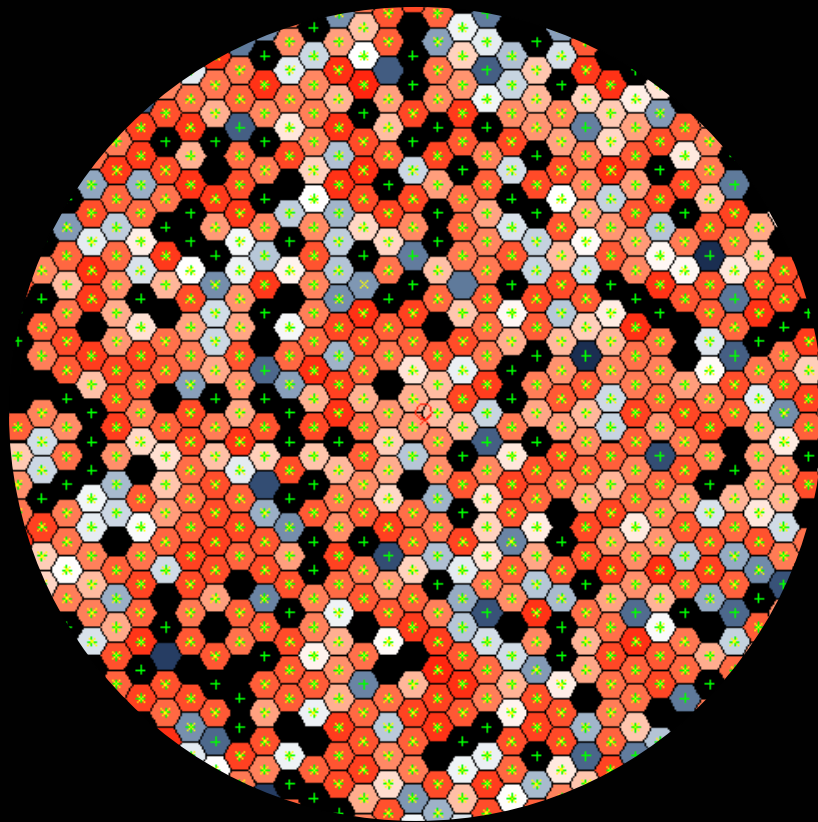


Kamera



Eine 1 kPix Digitalkamera

Wichtigste Eigenschaft der Kamera: kurze "Verschlusszeiten"



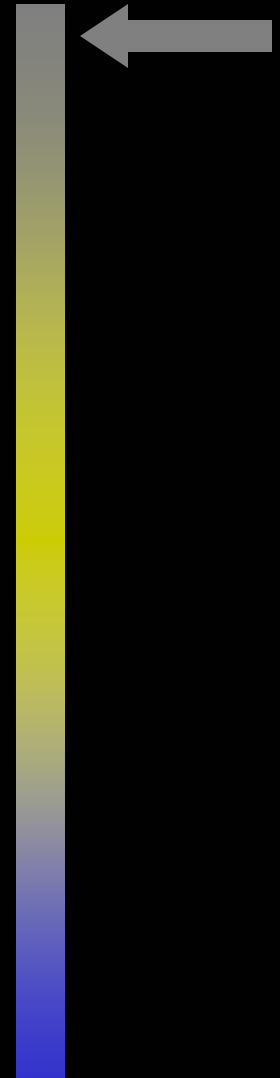
1/10000
(100 μ s)

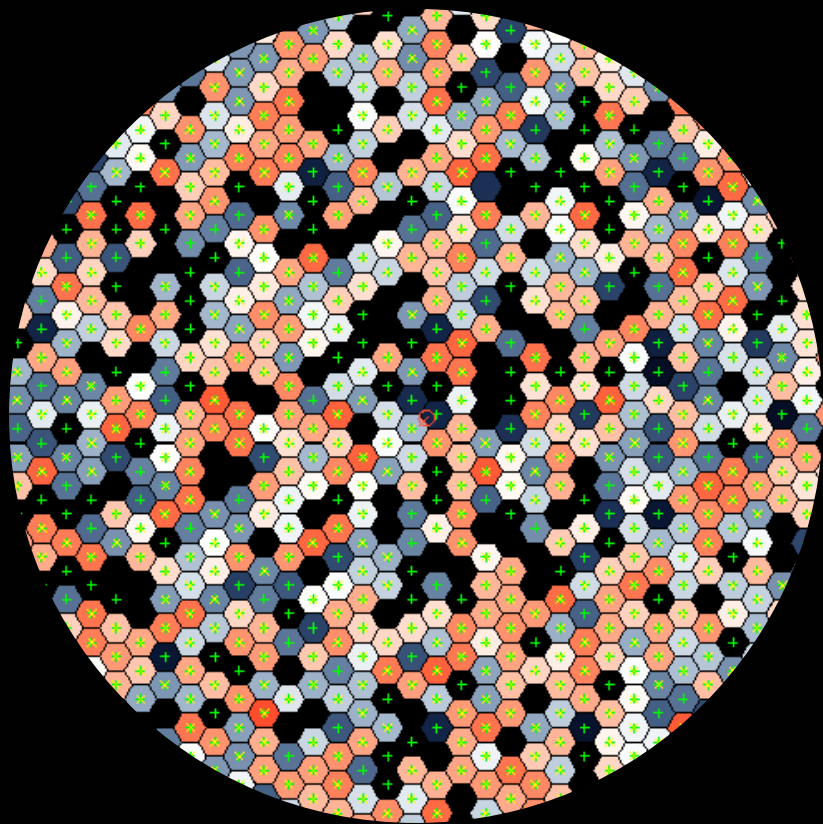
1/100000
(10 μ s)

1/1000000
(1 μ s)

1/10000000
(100 ns)

1/100000000
(10 ns)





1/10000
(100 μ s)

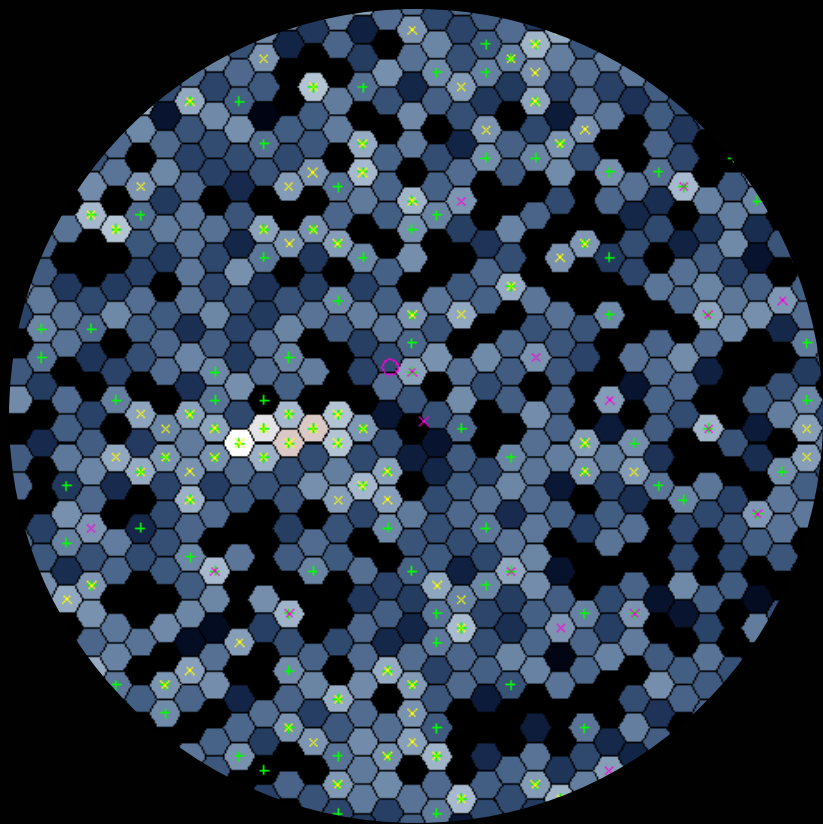
1/100000
(10 μ s)

1/1000000
(1 μ s)

1/10000000
(100 ns)

1/100000000
(10 ns)





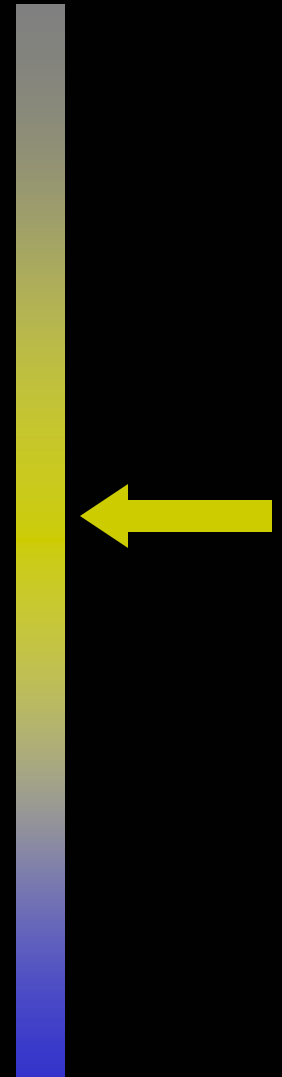
1/10000
(100 μ s)

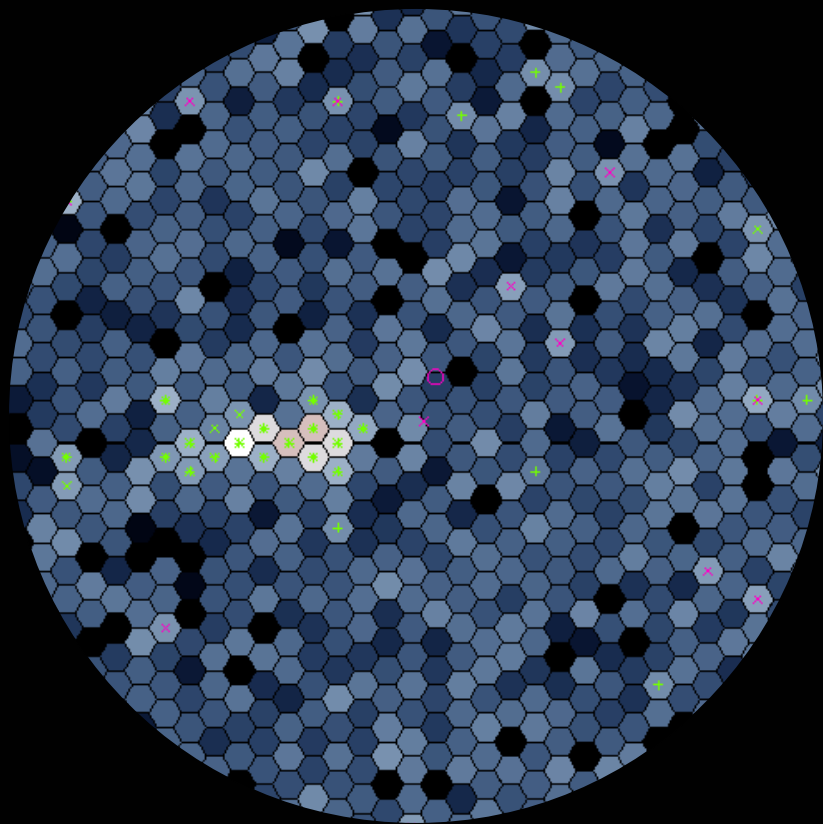
1/100000
(10 μ s)

1/1000000
(1 μ s)

1/10000000
(100 ns)

1/100000000
(10 ns)





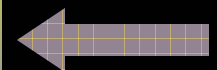
1/10000
(100 μ s)

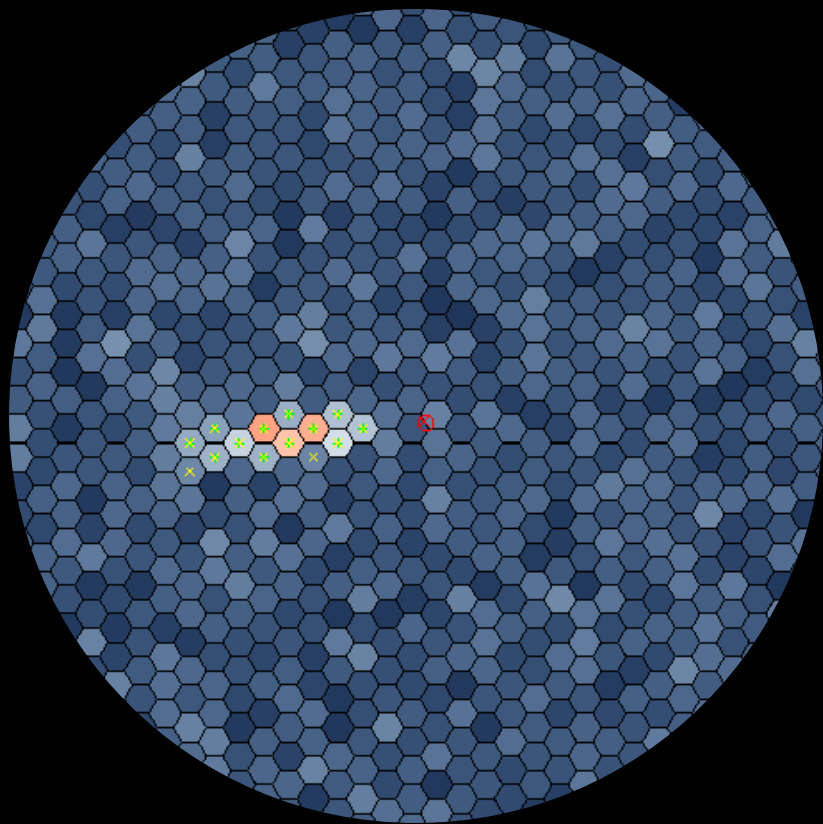
1/100000
(10 μ s)

1/1000000
(1 μ s)

1/10000000
(100 ns)

1/100000000
(10 ns)





1/10000
(100 μ s)

1/100000
(10 μ s)

1/1000000
(1 μ s)

1/10000000
(100 ns)

1/100000000
(10 ns)



Das Gesichtsfeld



- 5° Gesichtsfeld
- Belichtungszeit $1/1000000000$ s (10 ns)
- Bildrate ~ 500 Hz

Das System

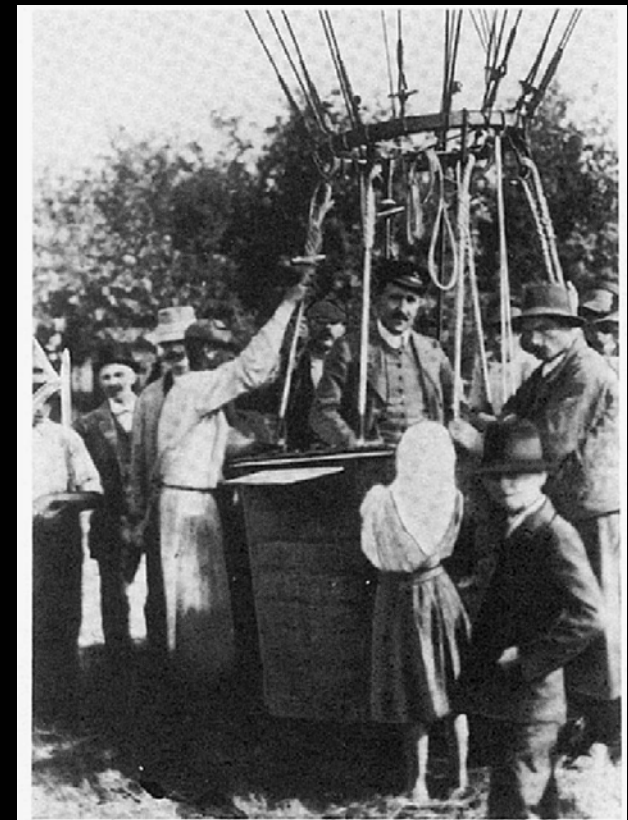
4 Teleskope in Betrieb seit Dezember 2003



*Das Mysterium der
kosmischen Strahlung*

Kosmische Strahlung

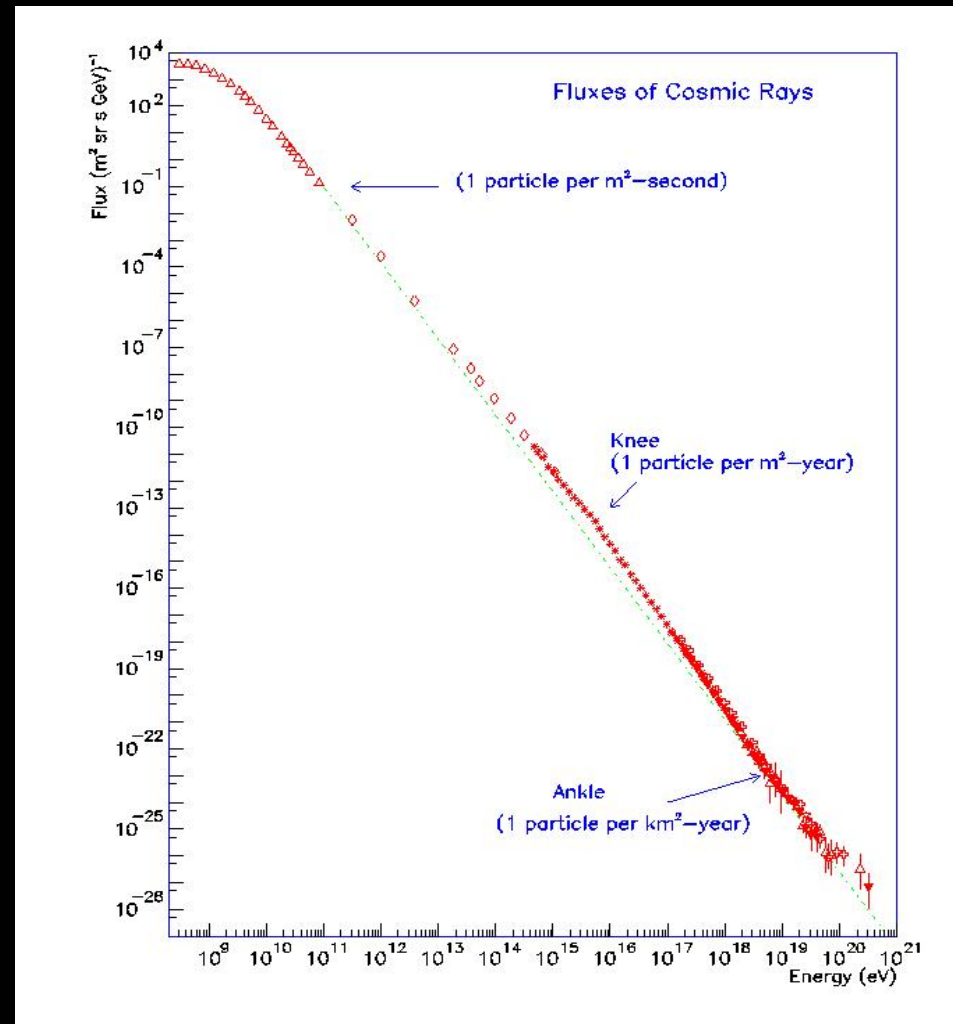
- 1912 entdeckt durch Viktor Hess
- Quellen noch immer unbekannt
- H.E.S.S. ist auf der Suche nach den Quellen!



Hess bei Ballonlandung (1912).

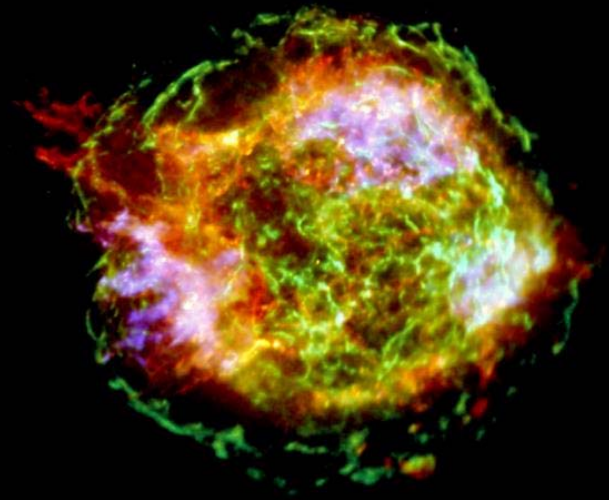
Energiespektrum

- Teilchenenergien, die auf der Erde wohl nie erreicht werden können
- Energieinhalt wie $\sim 10^9$ Sonnen
- Zusammensetzung recht gut bekannt: vorwiegend Protonen, aber auch Kerne
- **Quellen unbekannt**



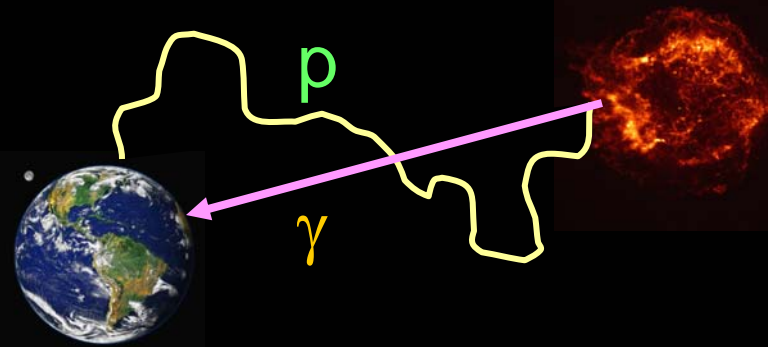
Suche nach den Quellen

- Supernova-Reste
 - Große Energiefreisetzung
 - Beschleunigung in Schockwelle
 - Elementzusammensetzung der Kosmischen Strahlung
- Gammastrahlung wird in den Beschleunigern erzeugt



Cas A, Chandra, Röntgen

Lokalisierung der Quellen



Protonen und Kerne

- Werden durch galaktische Magnetfelder abgelenkt
- Zeigen nicht zurück zur Quelle

Gammastrahlung

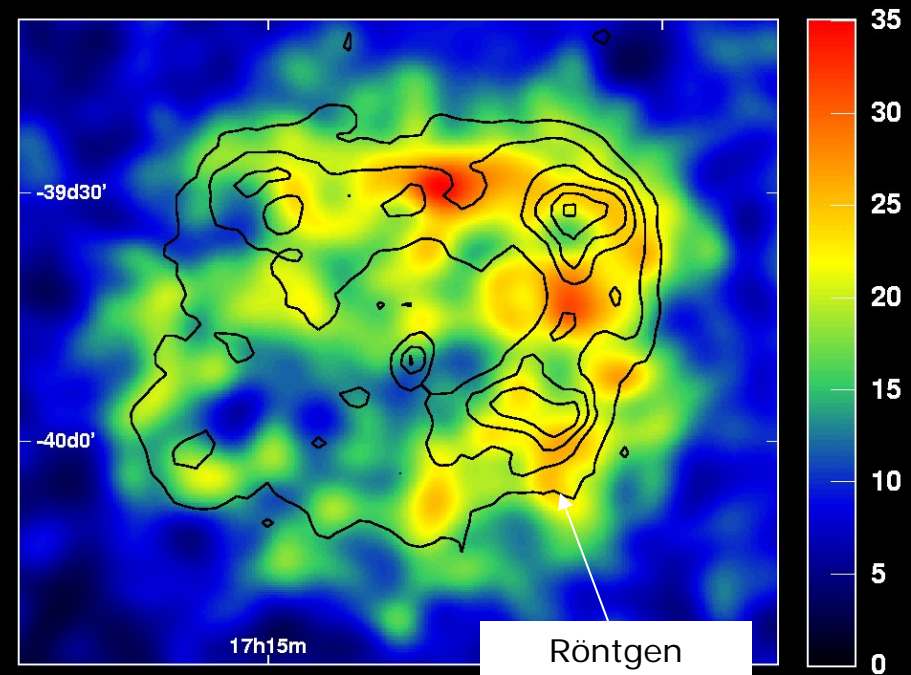
- Keine Ablenkung in Magnetfeldern
- Kann benutzt werden, um Quellen zu sehen

RX J1713.7-3946

Erstmalig

- Identifikation einer γ -Strahlungsquelle über die Morphologie
- Schalenstruktur sichtbar in γ -Strahlung

H.E.S.S. γ -Strahlungsabbild



Gammastrahlungsastrophysik hat Quelle aufgelöst
(wie Galilei 1610 den Jupiter und seine Monde)

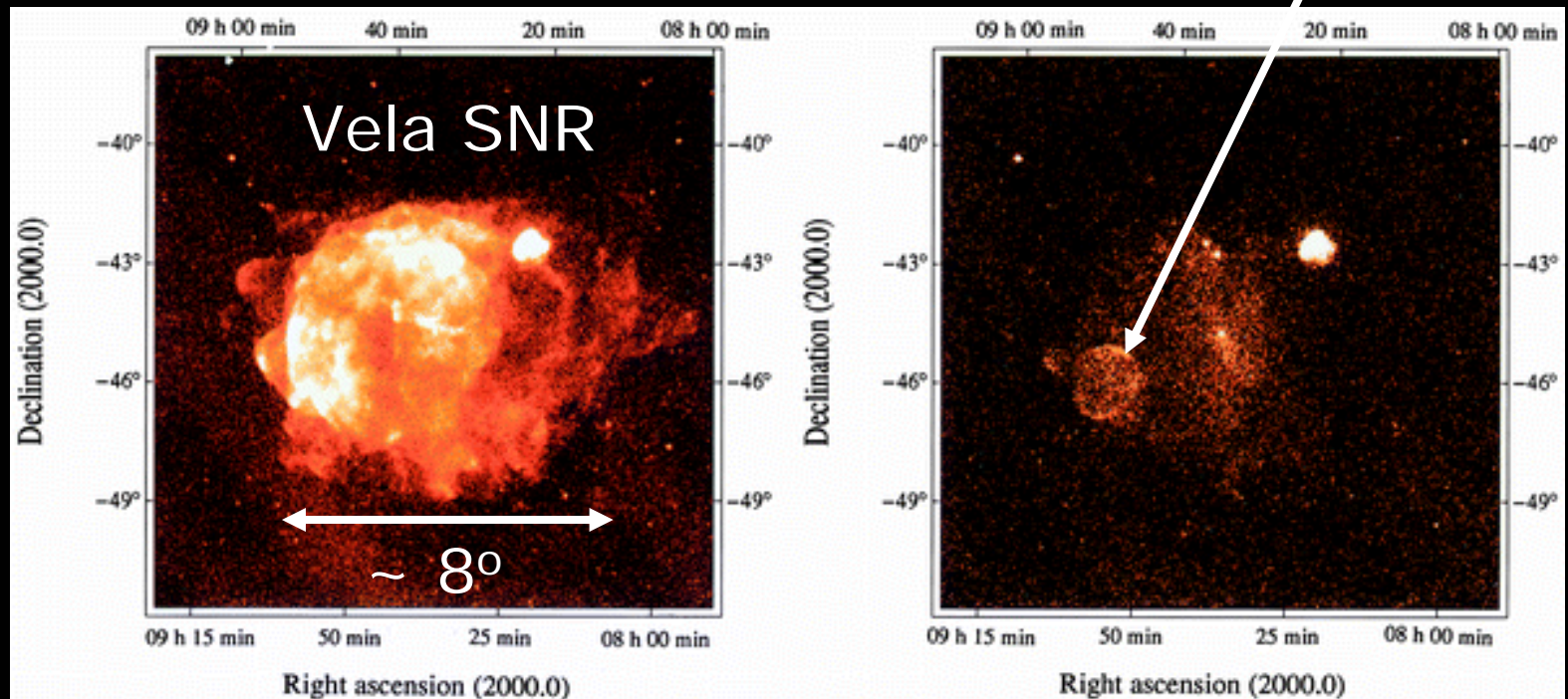
RX J0852.0-4622

Vela Junior

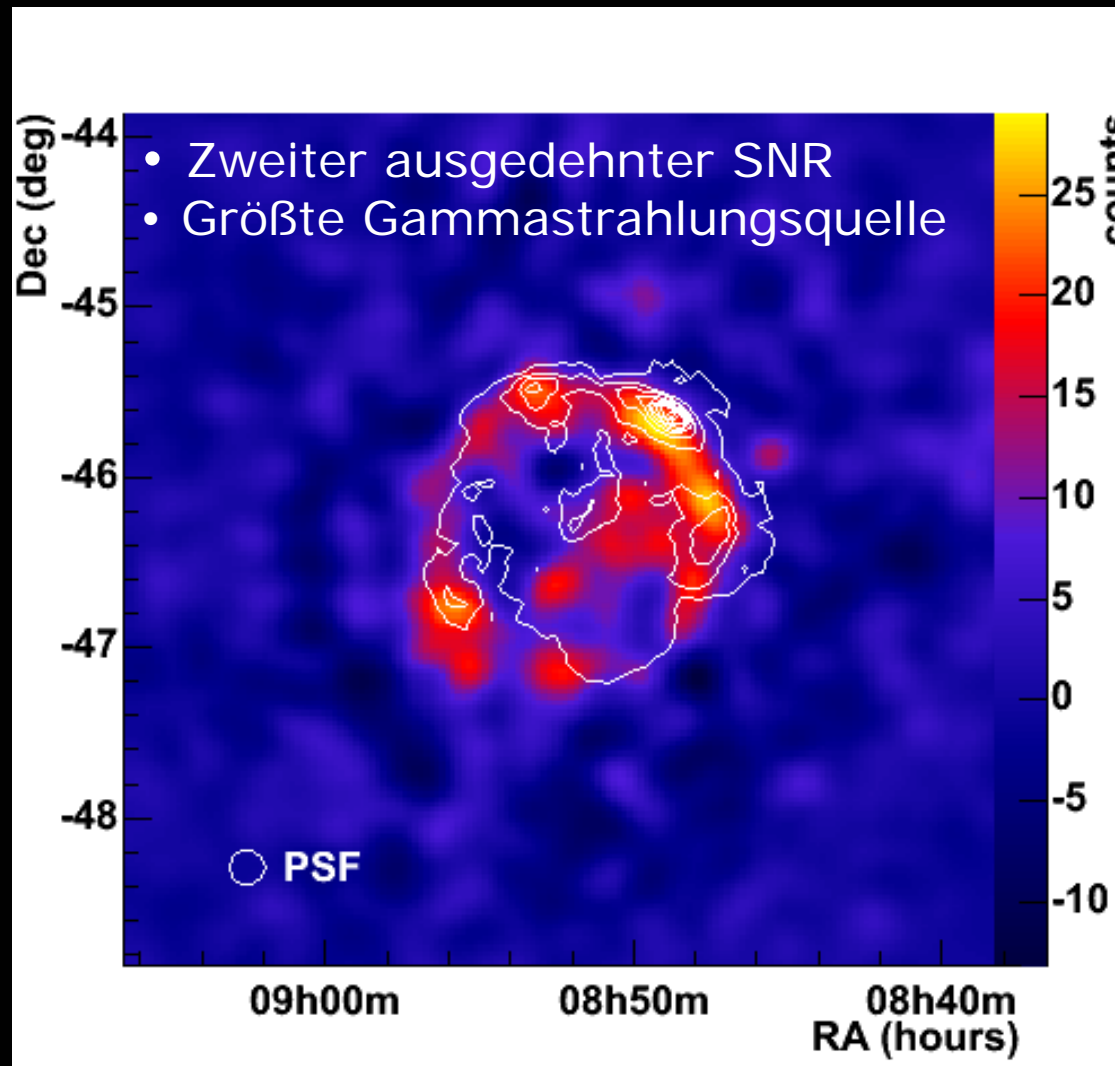
Röntgenstrahlung

Vela Junior

- entdeckt 1998
- 2° Durchmesser

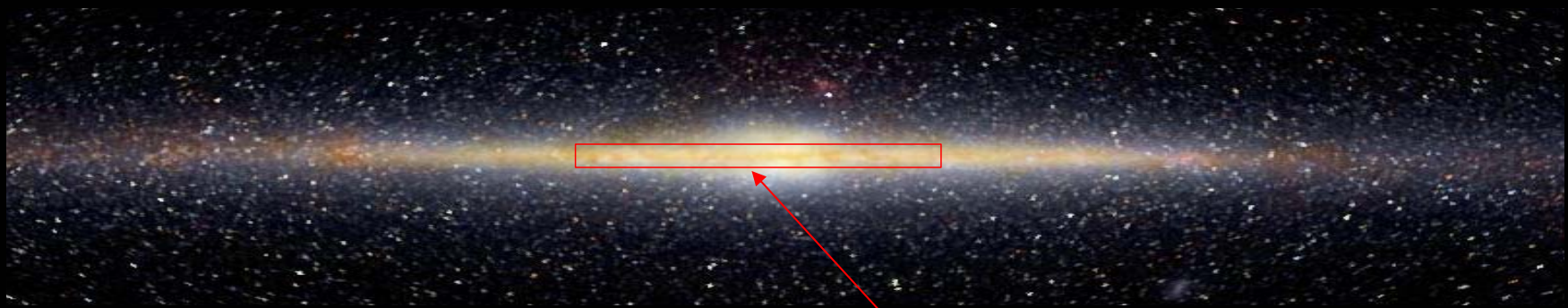


Vela Junior in Gammastrahlung

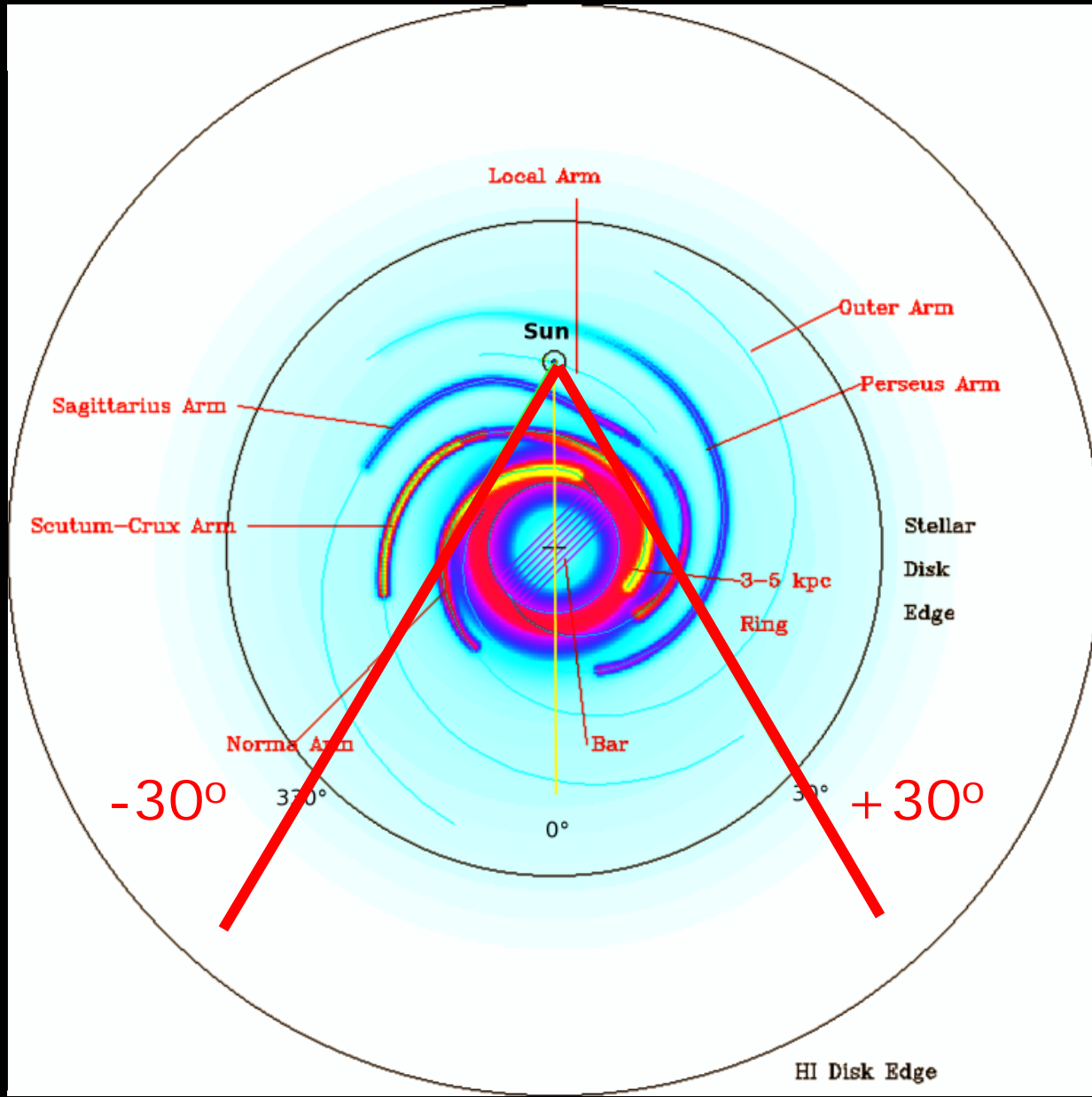


H.E.S.S. Durchmusterung 2004

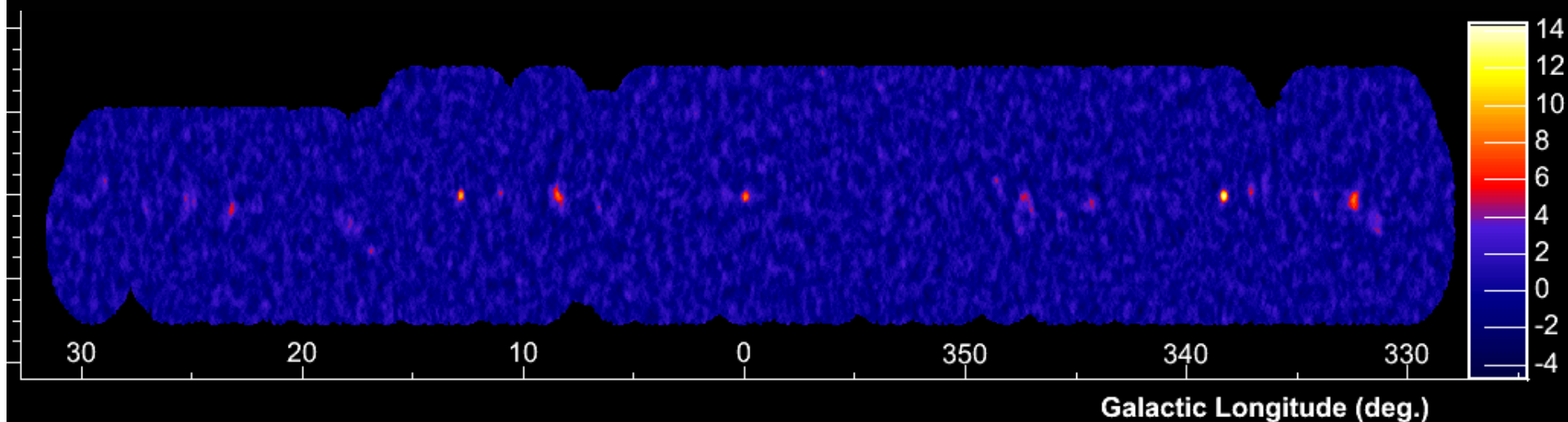
Erste sensitive Durchmusterung nach neuen
galaktischen Quellen



Durchmusterungsregion



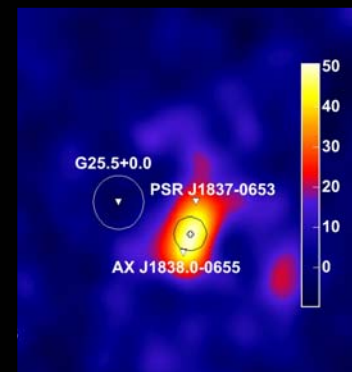
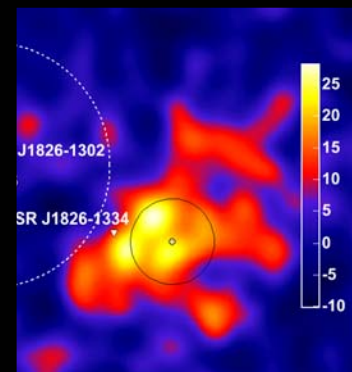
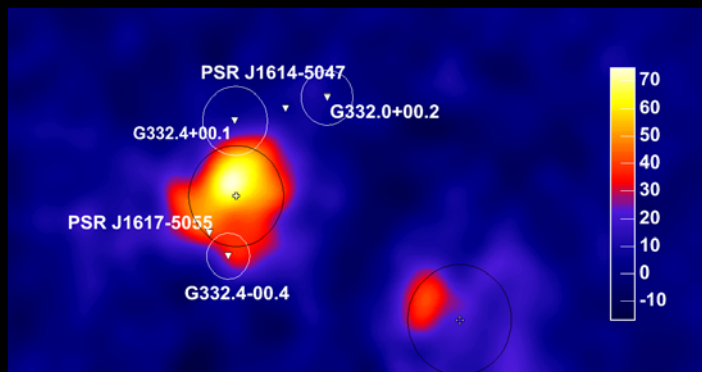
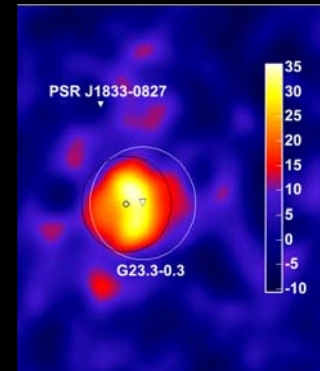
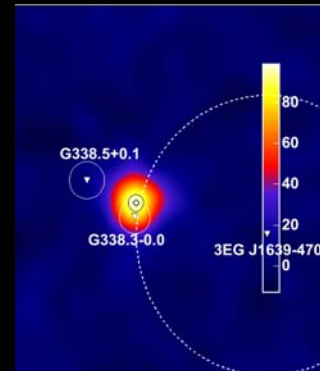
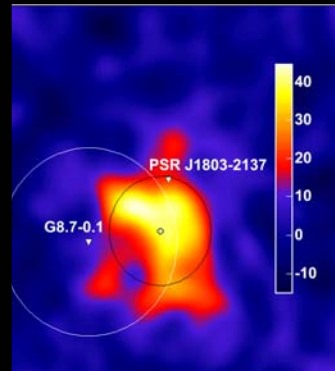
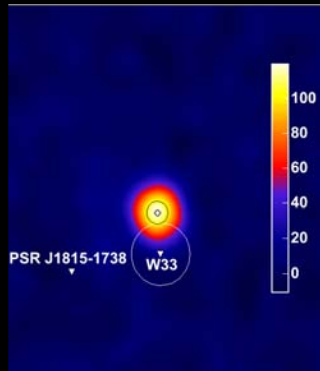
Himmelskarte



14 neue Quellen hochenergetischer
Gammastrahlung!

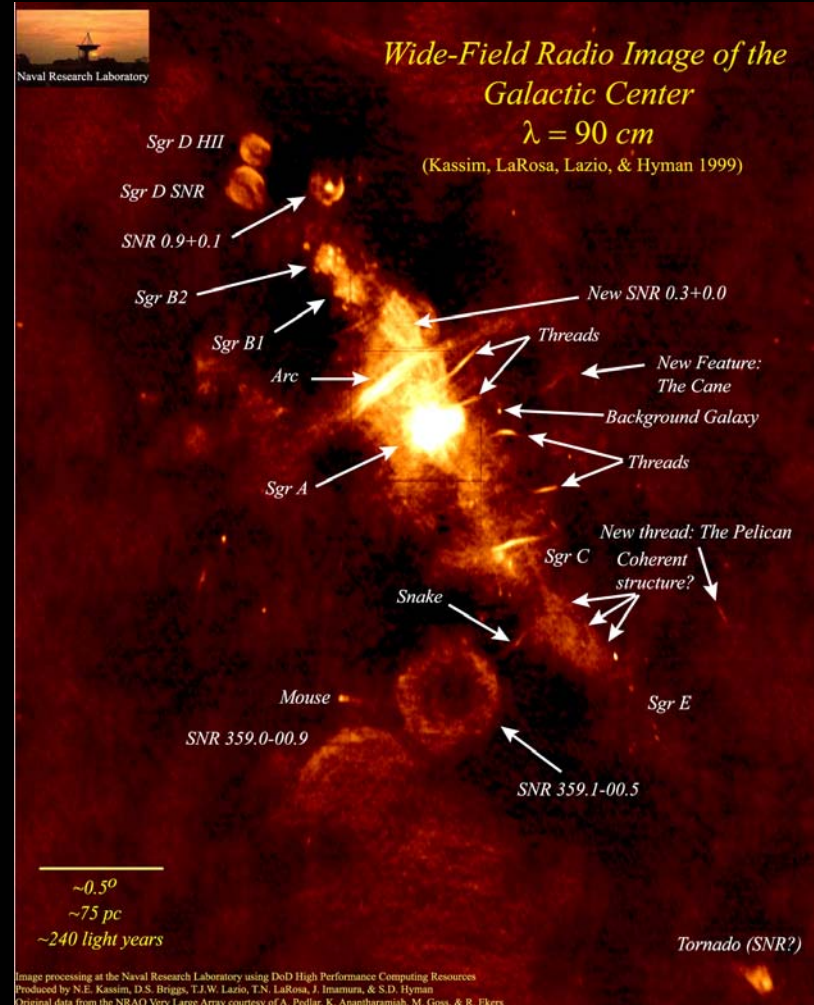
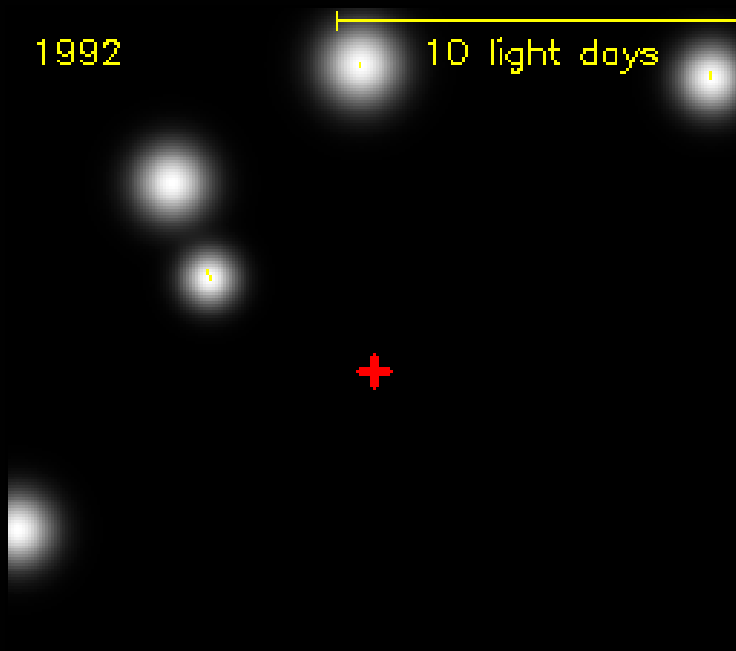
Vergrößerung

- Alle Quellen sind ausgedehnt!

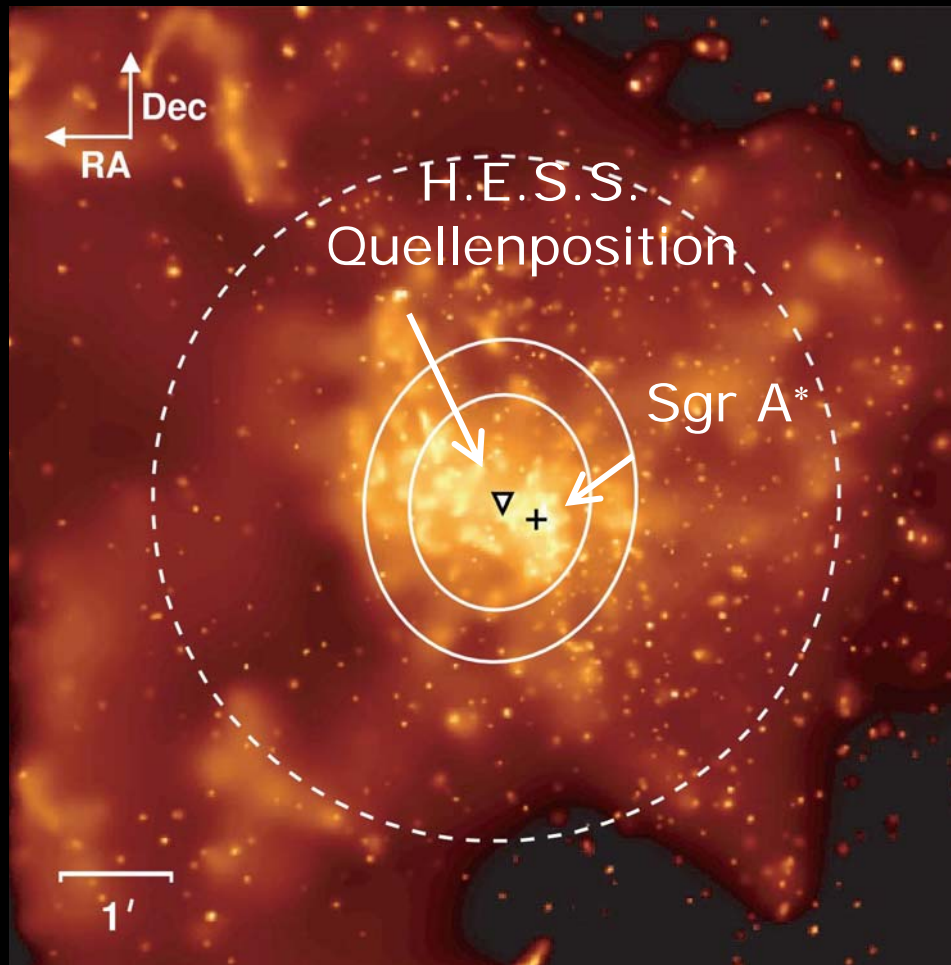


Das Schwarze Loch

- Dynamisches Zentrum unserer Milchstrasse
- Supermassives Schwarzes Loch $M = 2.6 \cdot 10^6 M_{\odot}$



*Sagittarius A**



- Stammt das Signal vom Schwarzen Loch, einem nahen Supernovarest, oder von Dunkler Materie ?

H.E.S.S. hat ein neues
Fenster zum Kosmos weit
aufgestoßen!

