



*Von explodierenden Sternen und  
schwarzen Löchern*

Vortrag 22 Uhr



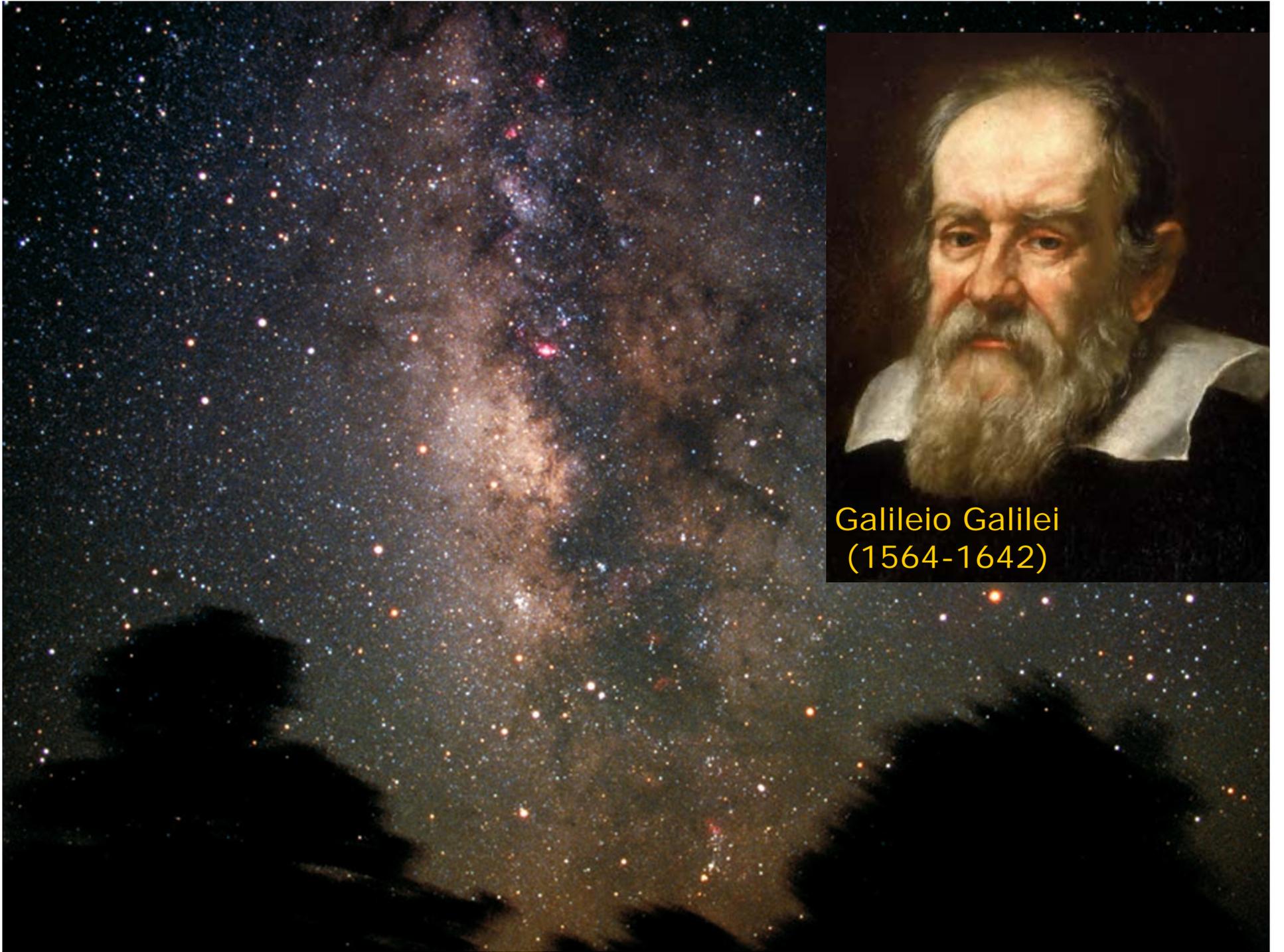
# *Von explodierenden Sternen und schwarzen Löchern*

Ullrich Schwanke

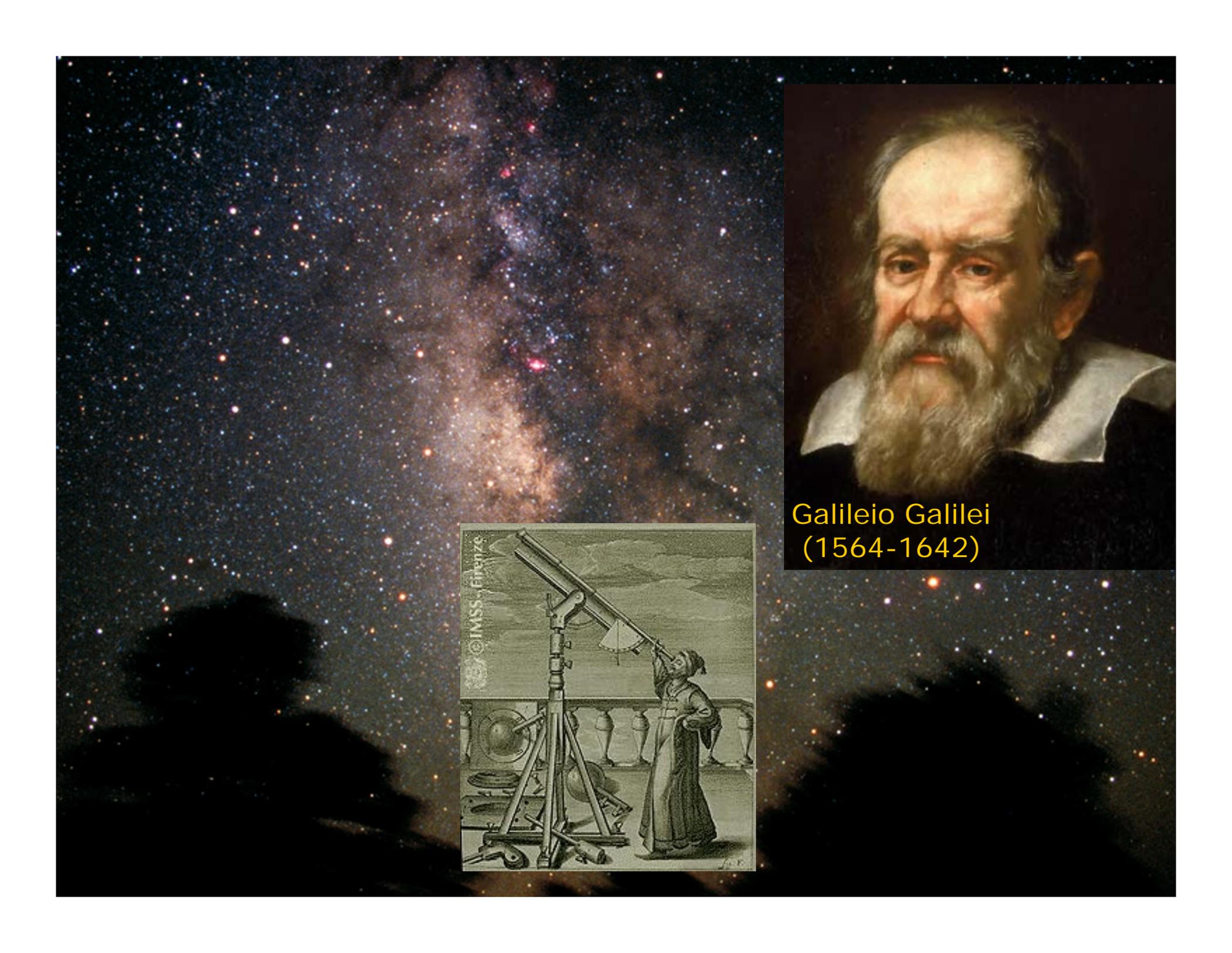
Humboldt-Universität zu Berlin





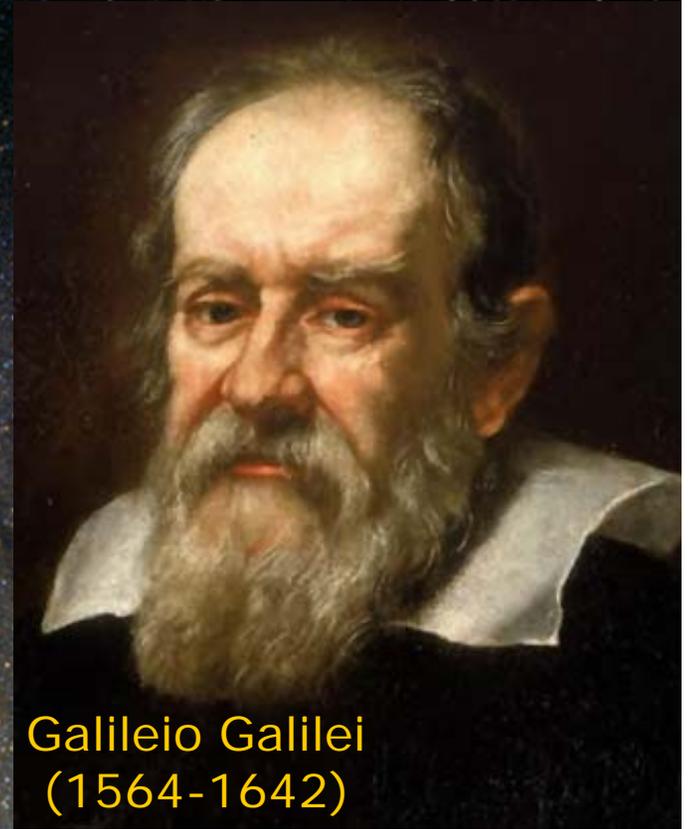


Galileo Galilei  
(1564-1642)



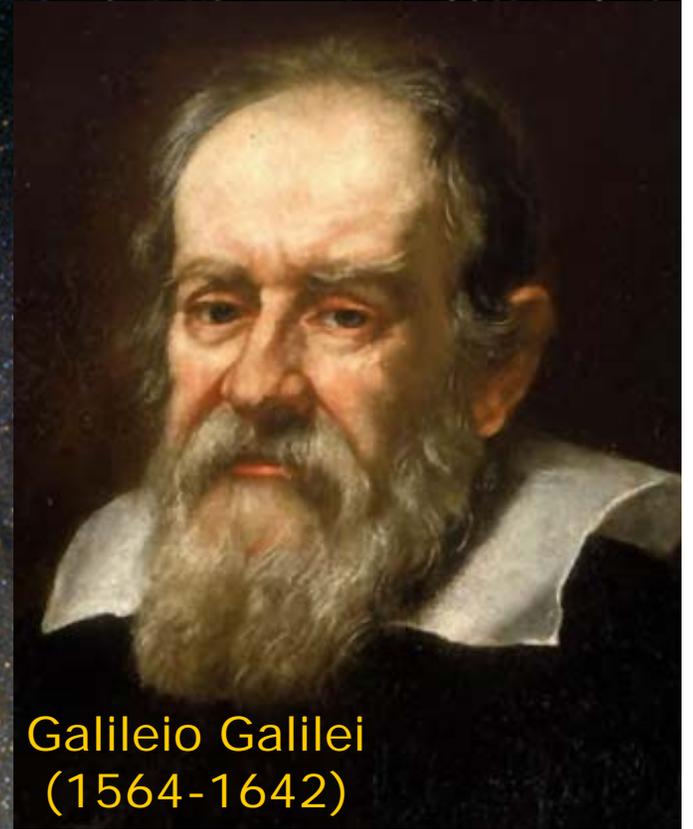
Galileo Galilei  
(1564-1642)





Galileo Galilei  
(1564-1642)



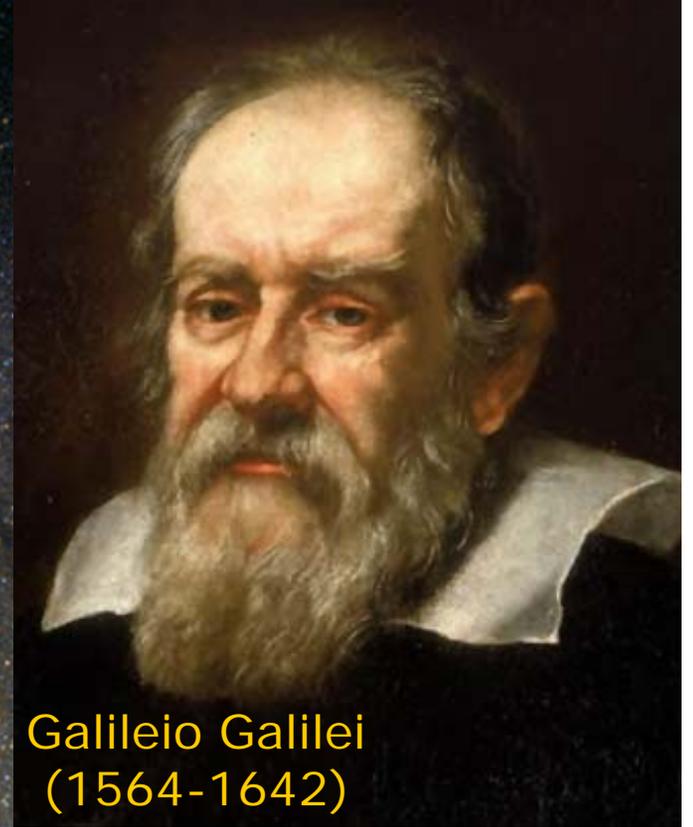


Galileo Galilei  
(1564-1642)





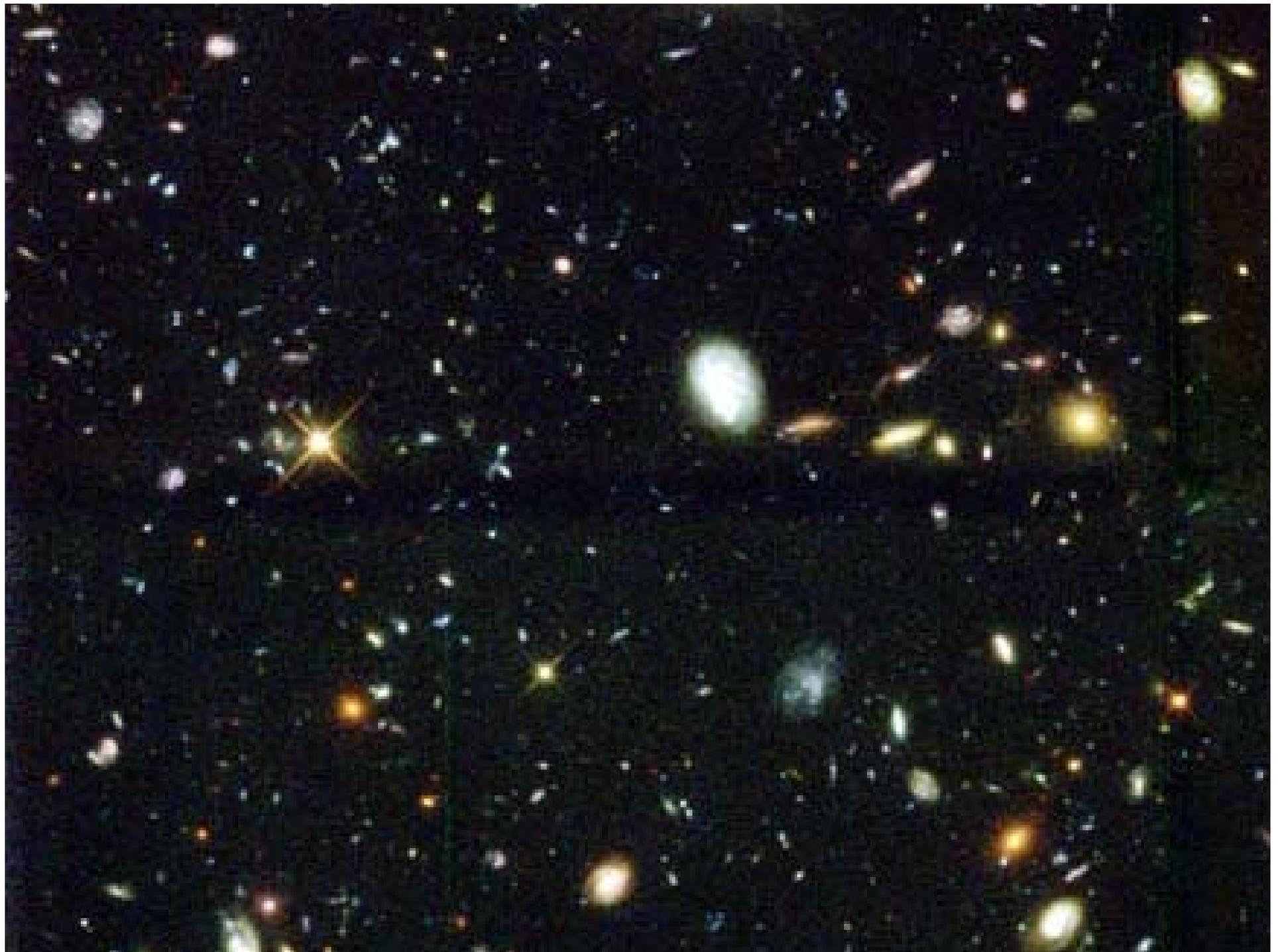
heute



Galileo Galilei  
(1564-1642)

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





*Ist das alles?*

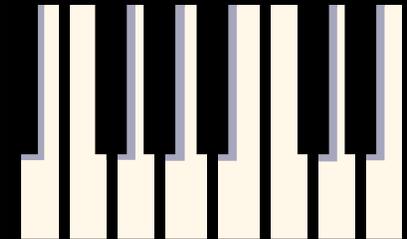
# Das Spektrum elektromagnetischer Strahlung



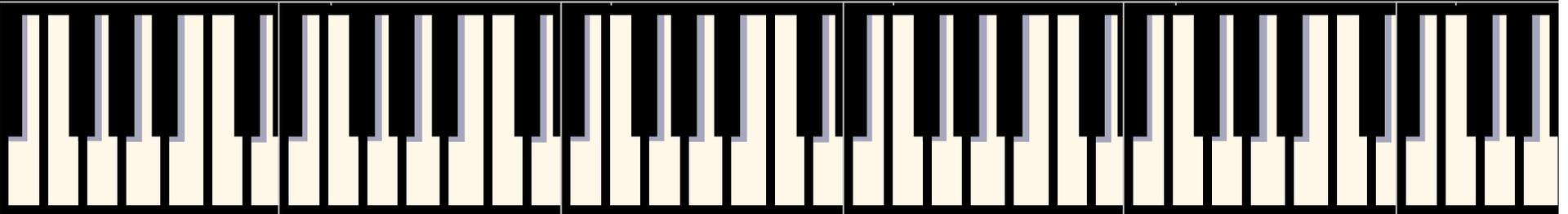
lange  
Wellenlänge

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

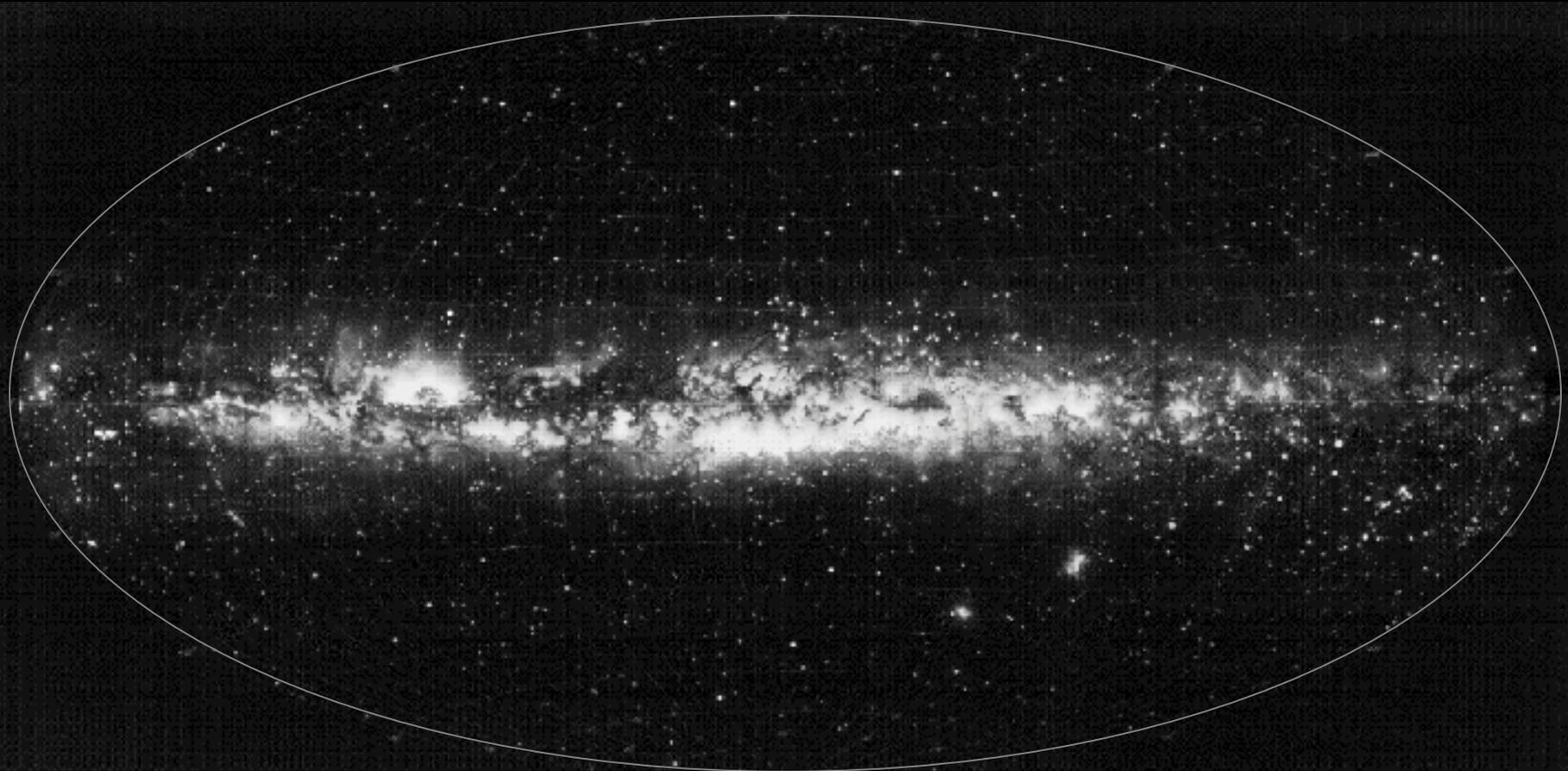
Infrarot

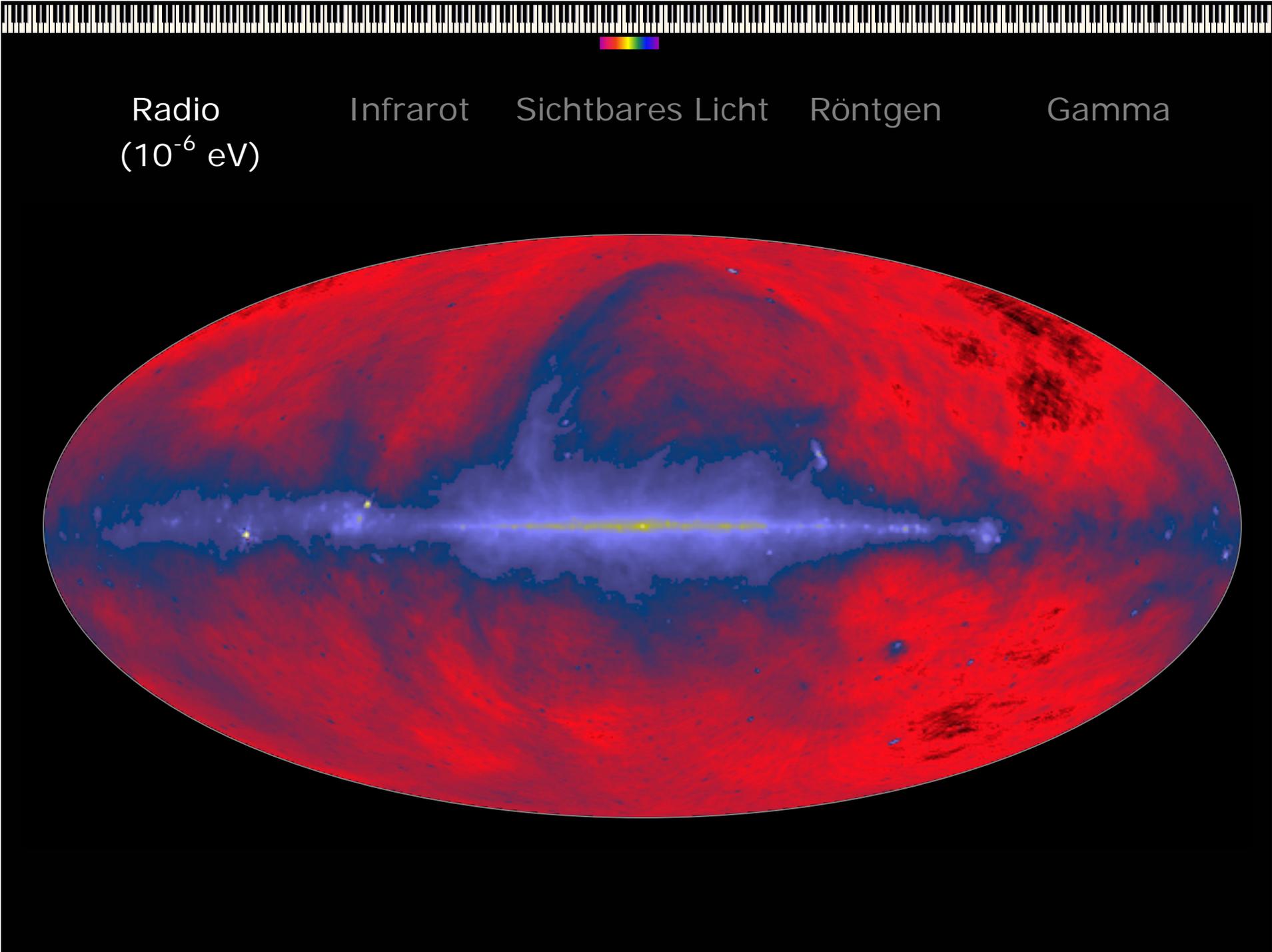
Sichtbares Licht

Röntgen

Gamma

(eV)







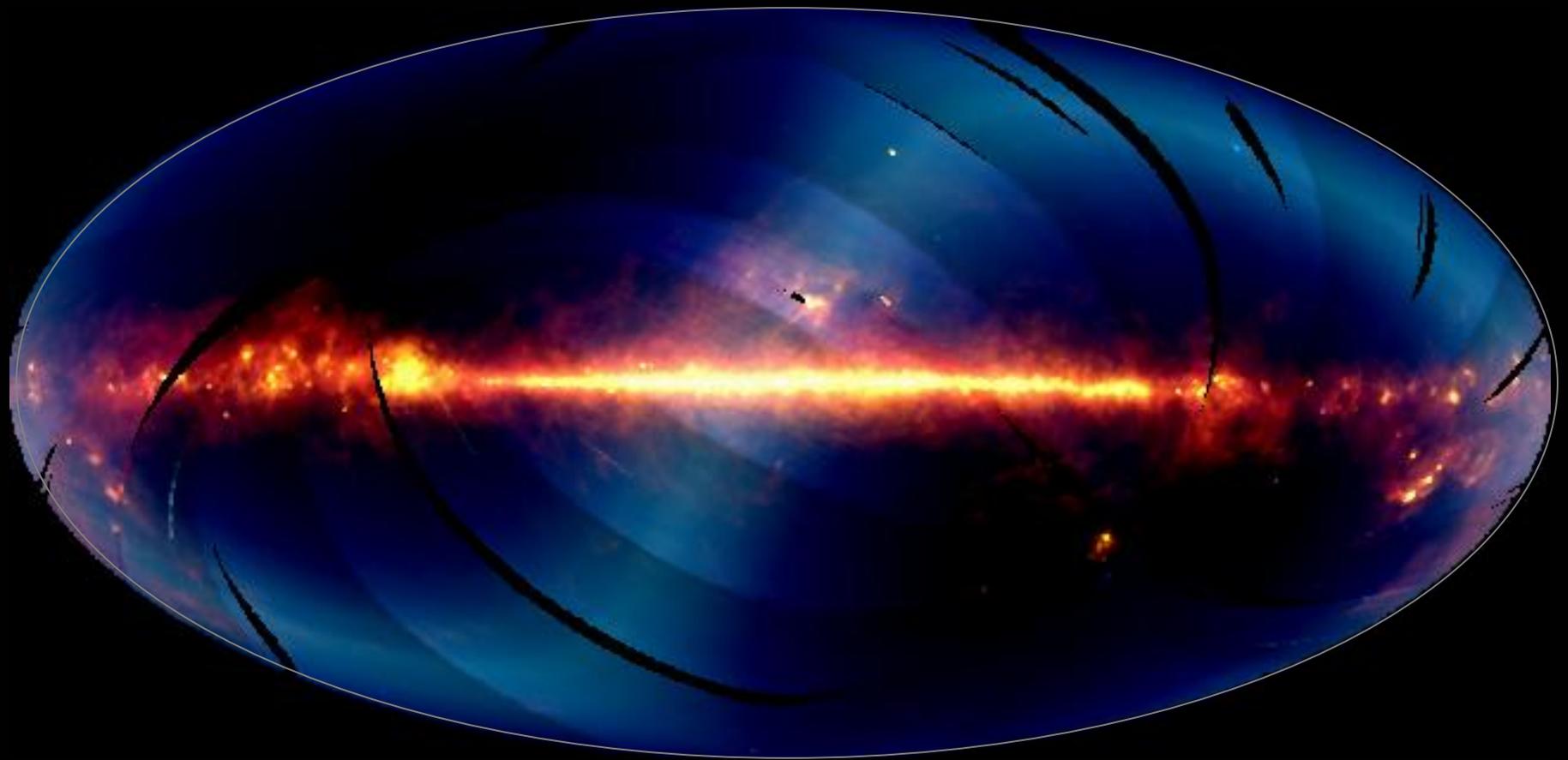
Radio

Infrarot  
( $10^{-2}$  eV)

Sichtbares Licht

Röntgen

Gamma





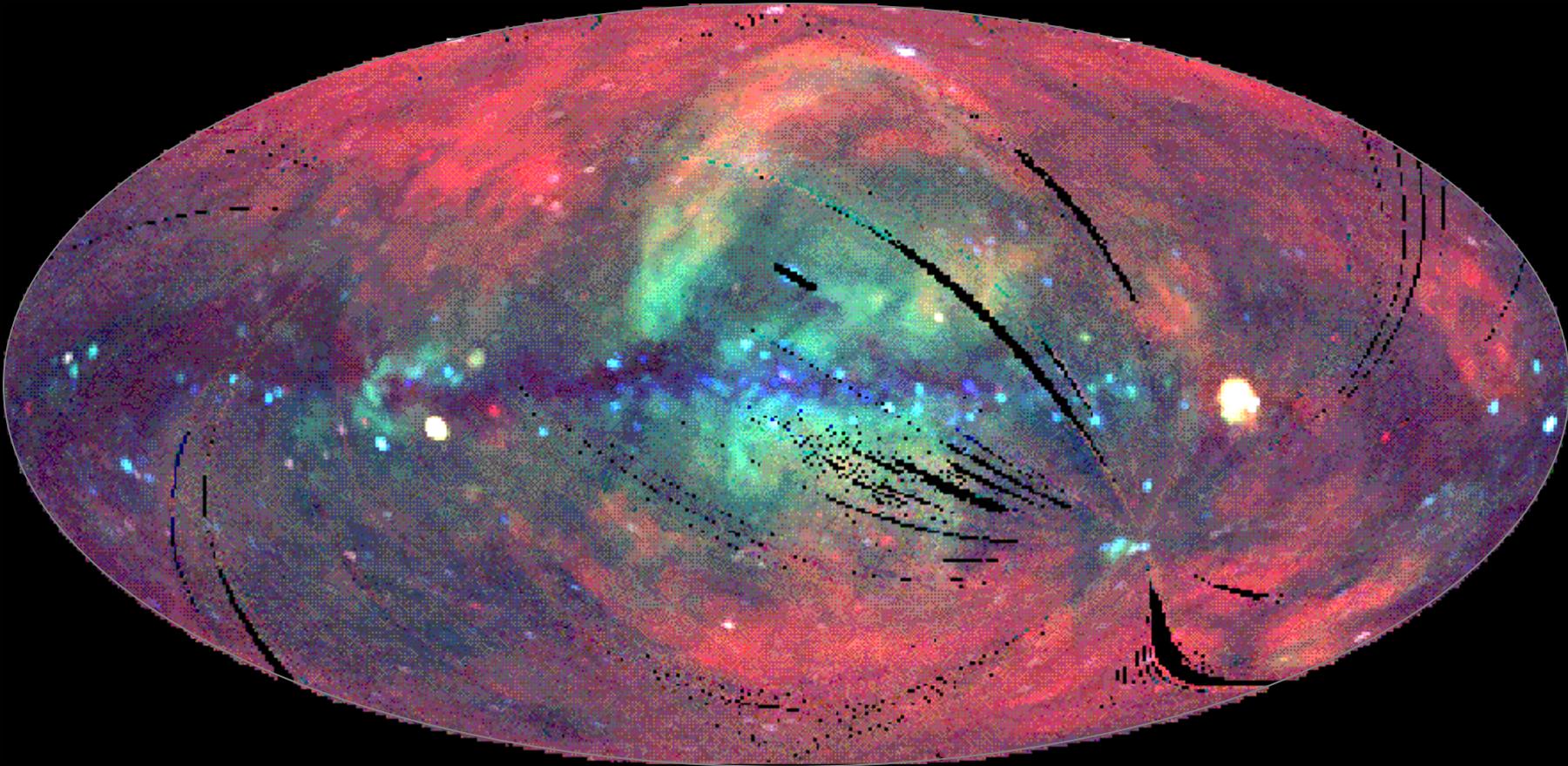
Radio

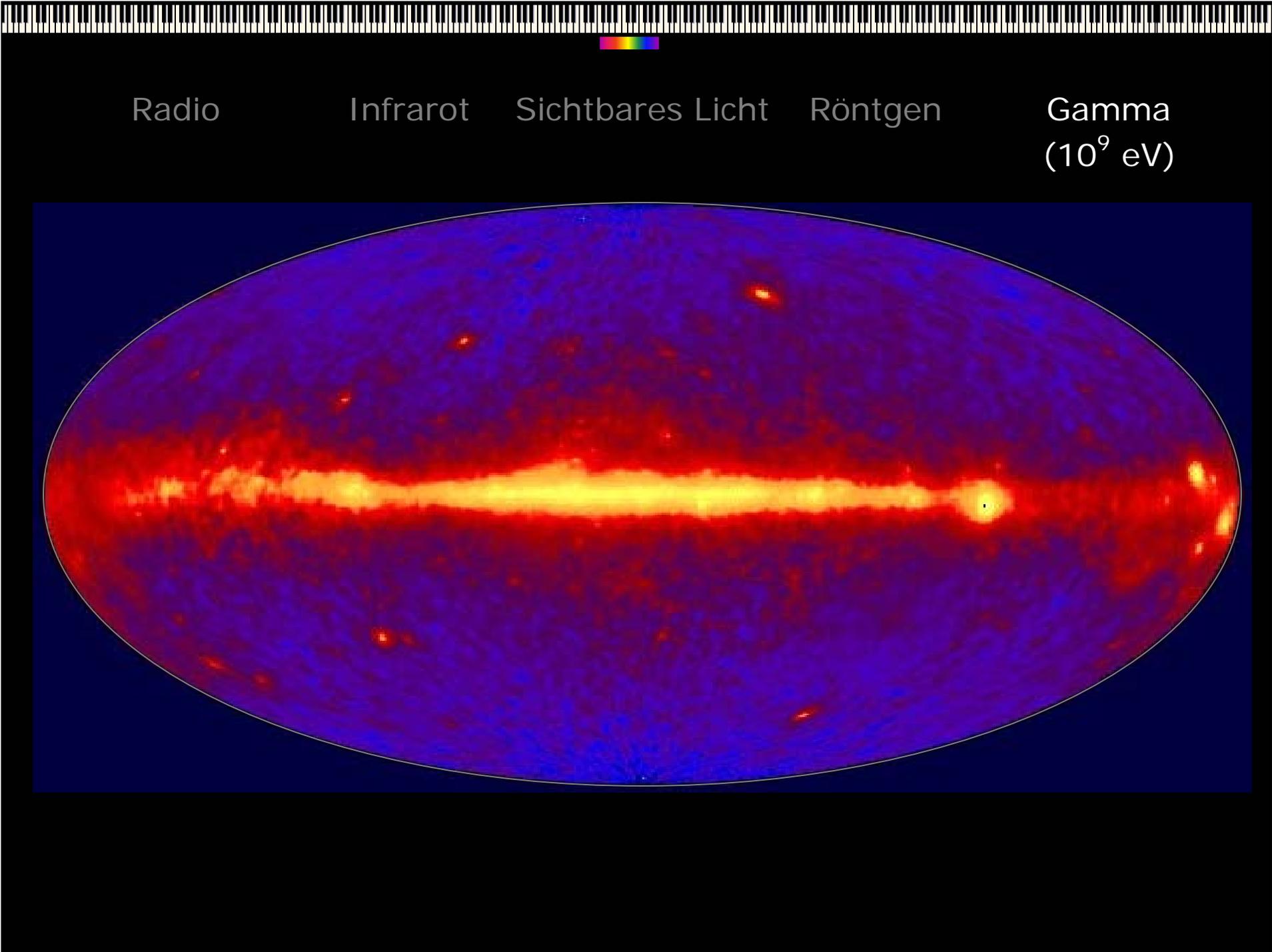
Infrarot

Sichtbares Licht

Röntgen  
( $10^3$  eV)

Gamma





Gamma  
(TeV =  $10^{12}$  eV)

Terra Incognita



Gamma

Röntgen

Ultraviolett

Sichtbares Licht

Infrarot

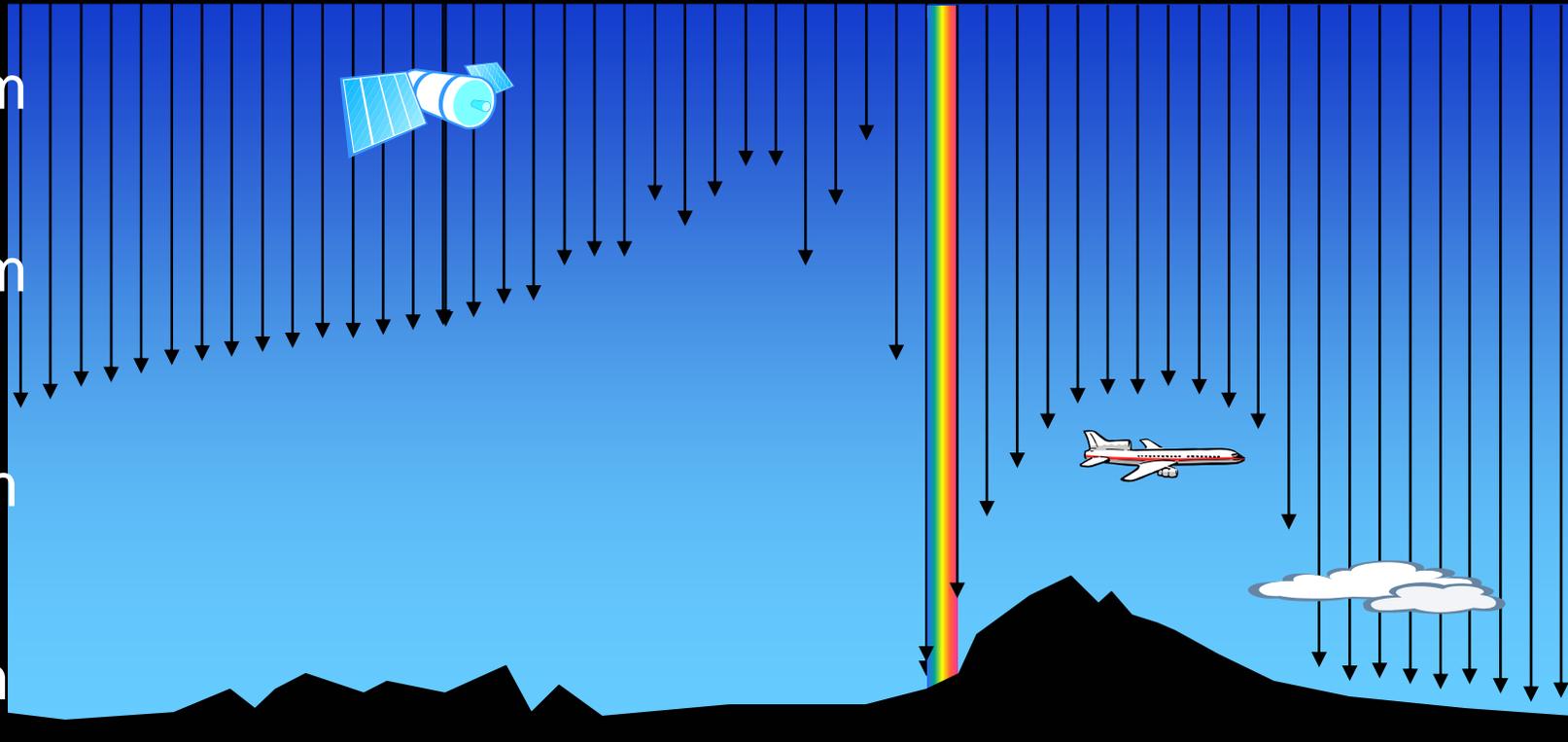
Radio

500 km

100 km

10 km

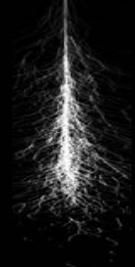
0 km



Photon (Lichtteilchen)

Teilchen-  
Schauer

~ 10 km

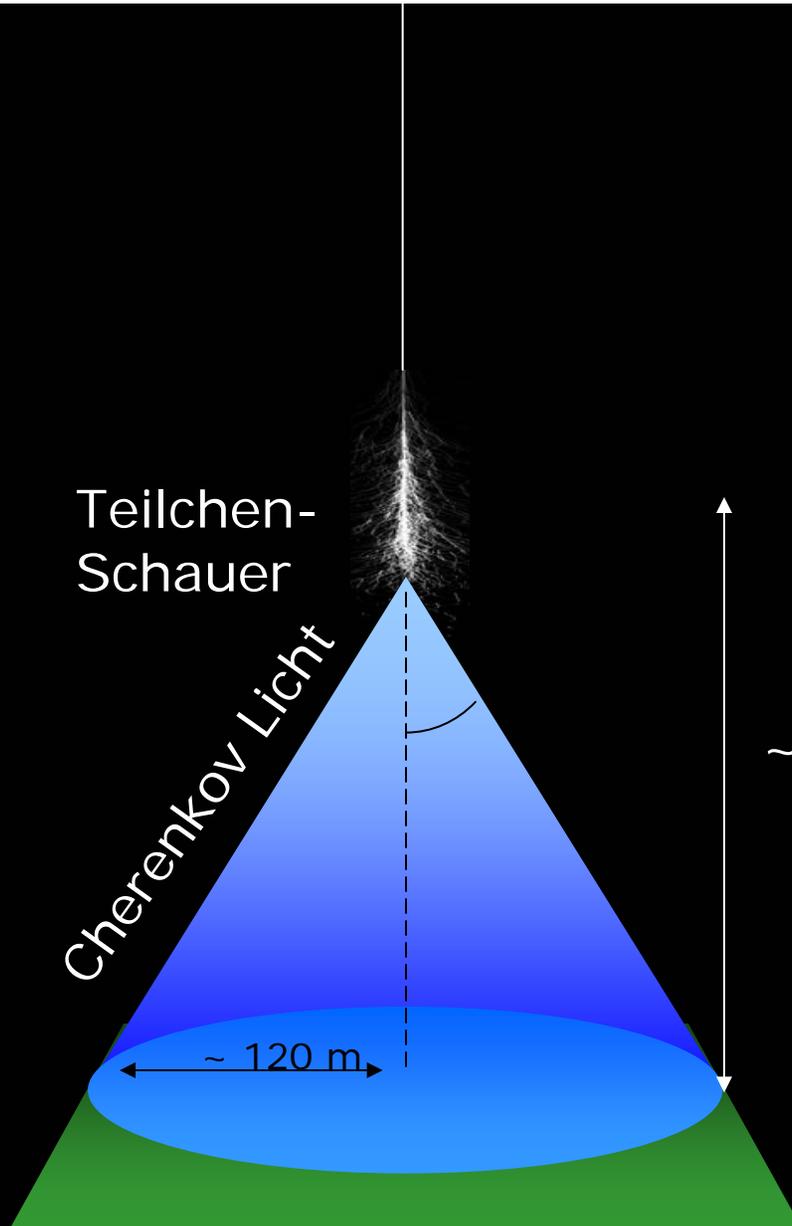


Teilchen-  
Schauer

Cherenkov Licht

~ 10 km

~ 120 m



*Luftschauer sehen aus wie Meteore*

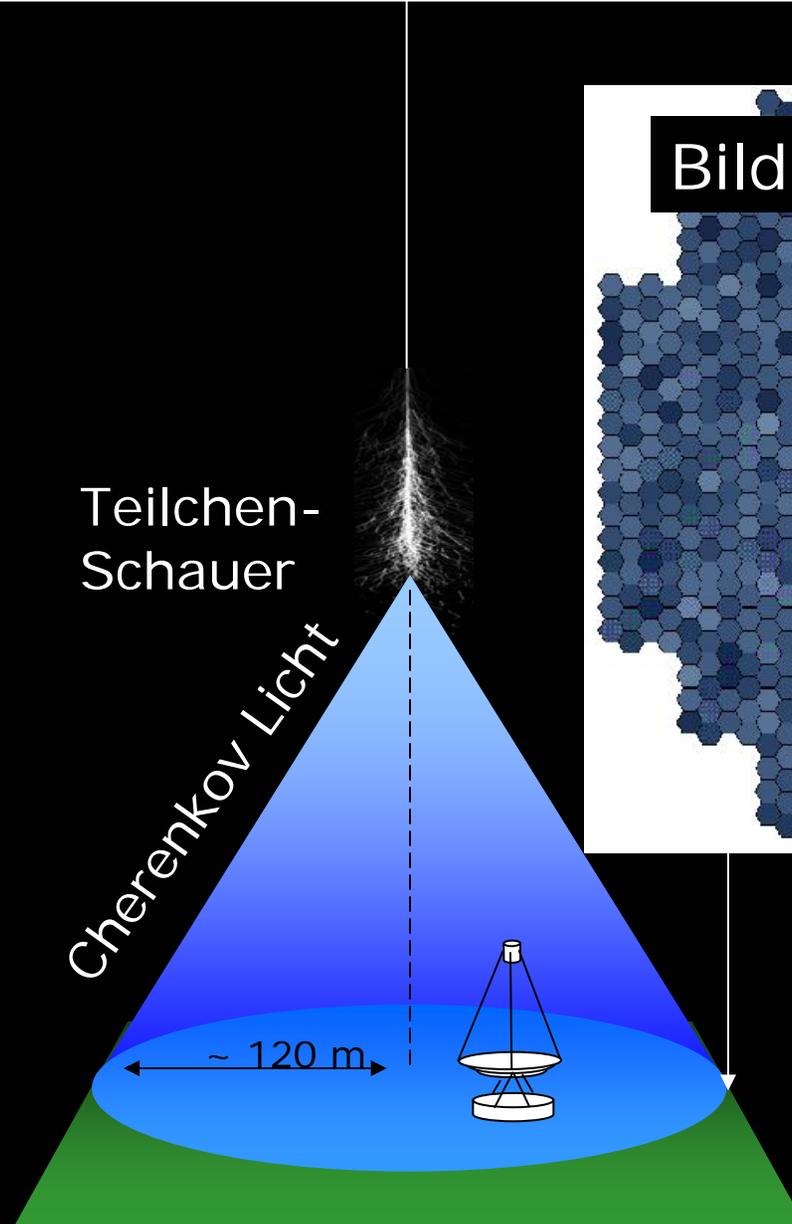
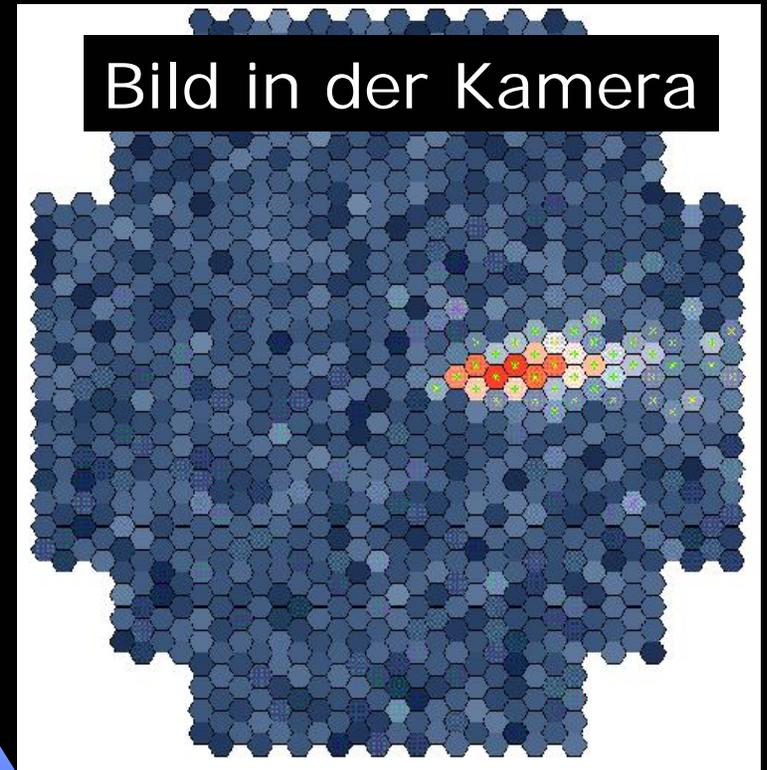
# Rekonstruktion der Quelle mit vielen Bildern



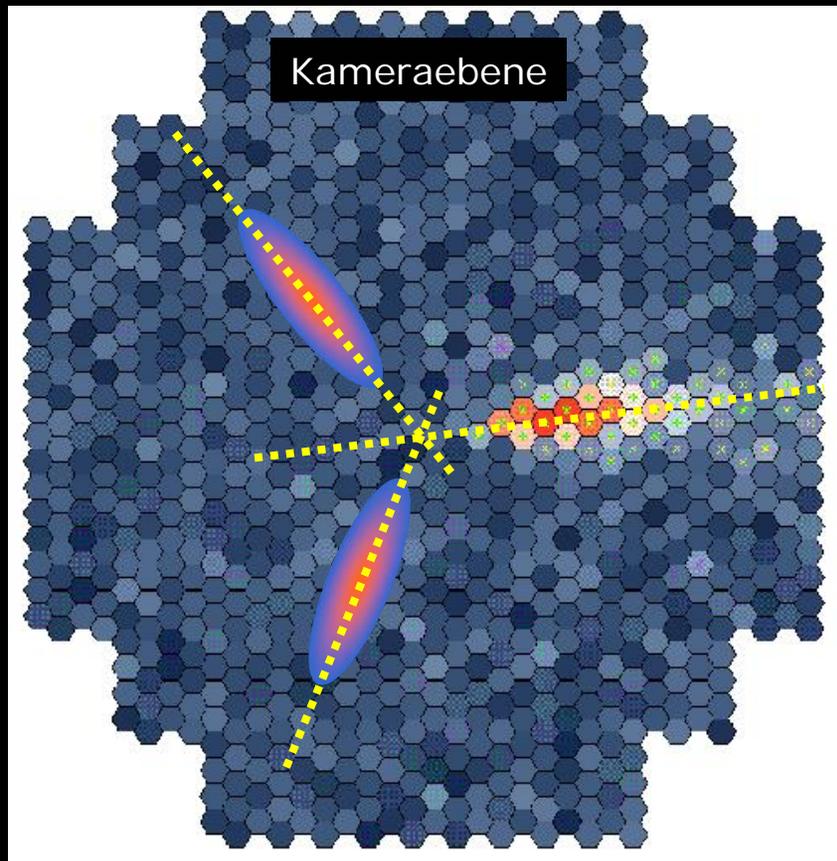
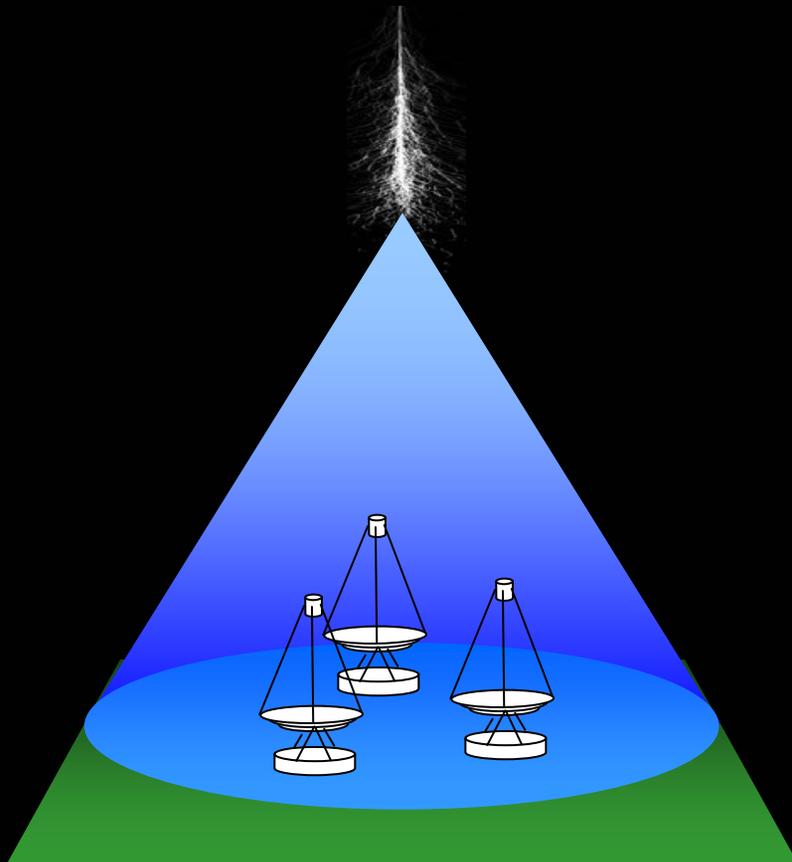
Teilchen-  
Schauer

Cherenkov Licht

~ 120 m

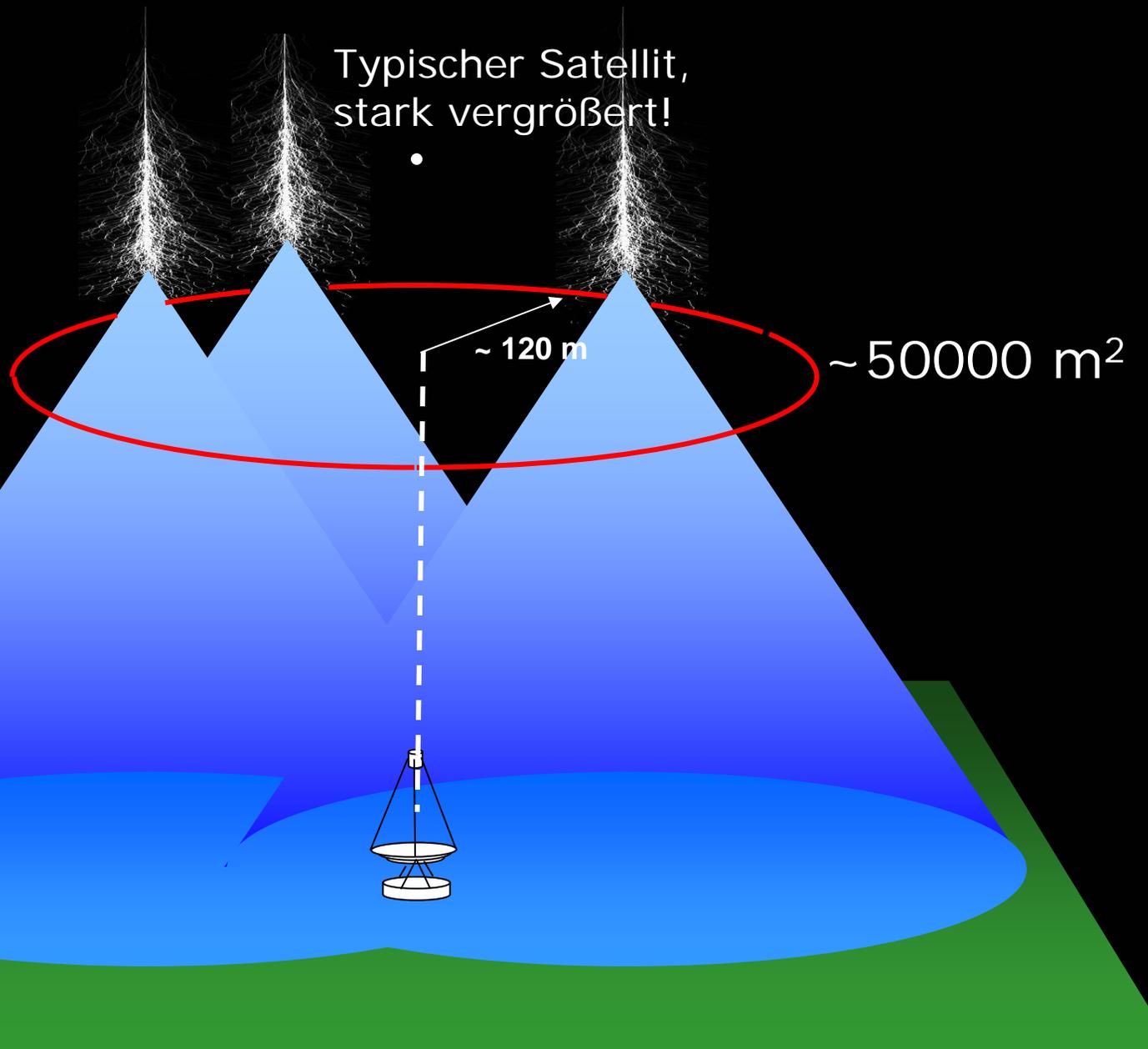


# *Stereoskopische Systeme*

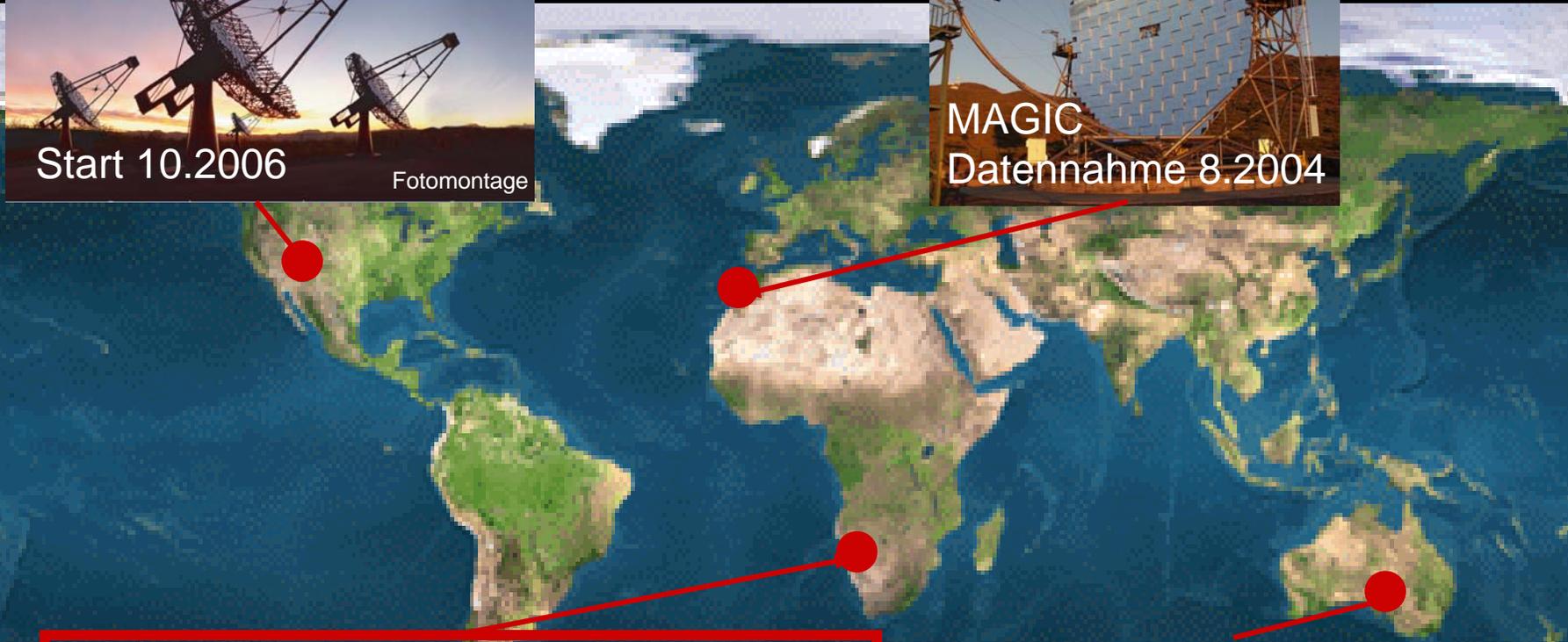


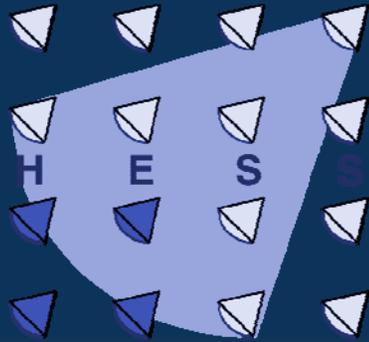
# Nachweisfläche

Typischer Satellit,  
stark vergrößert!



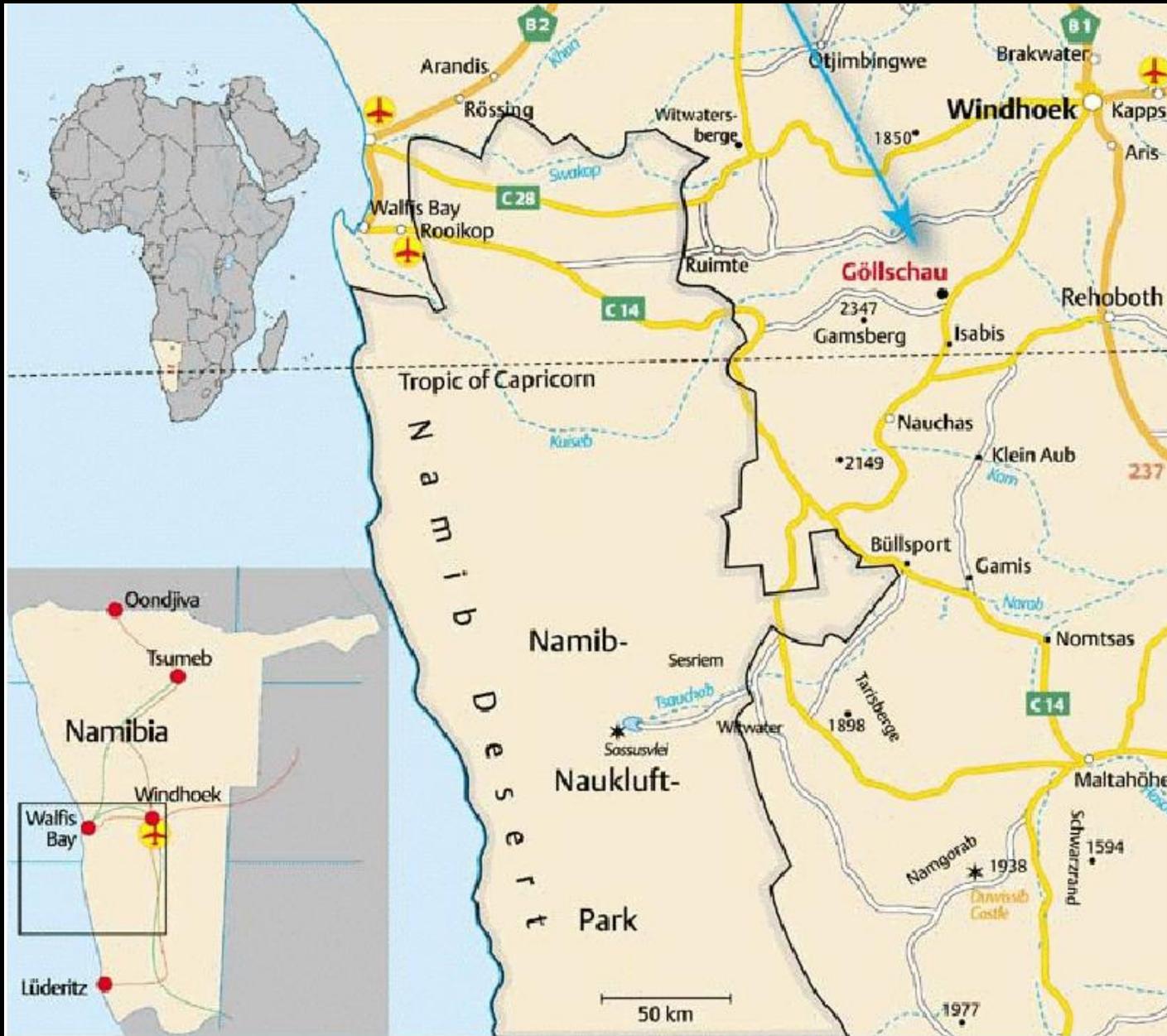
# Cherenkov Teleskope Weltweit





*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



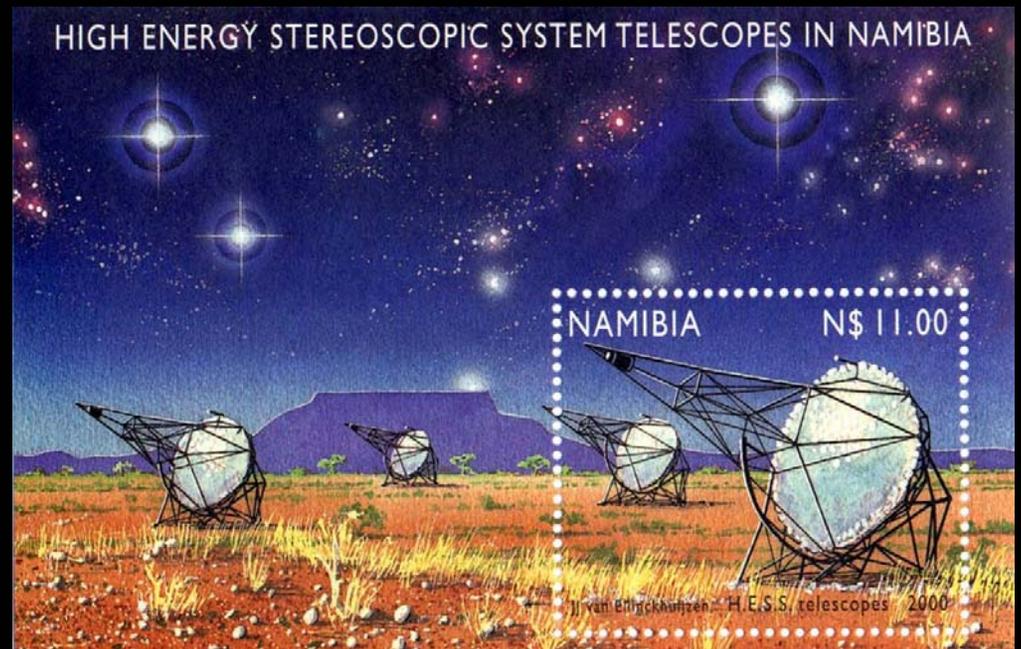
# *Namibia*

- 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

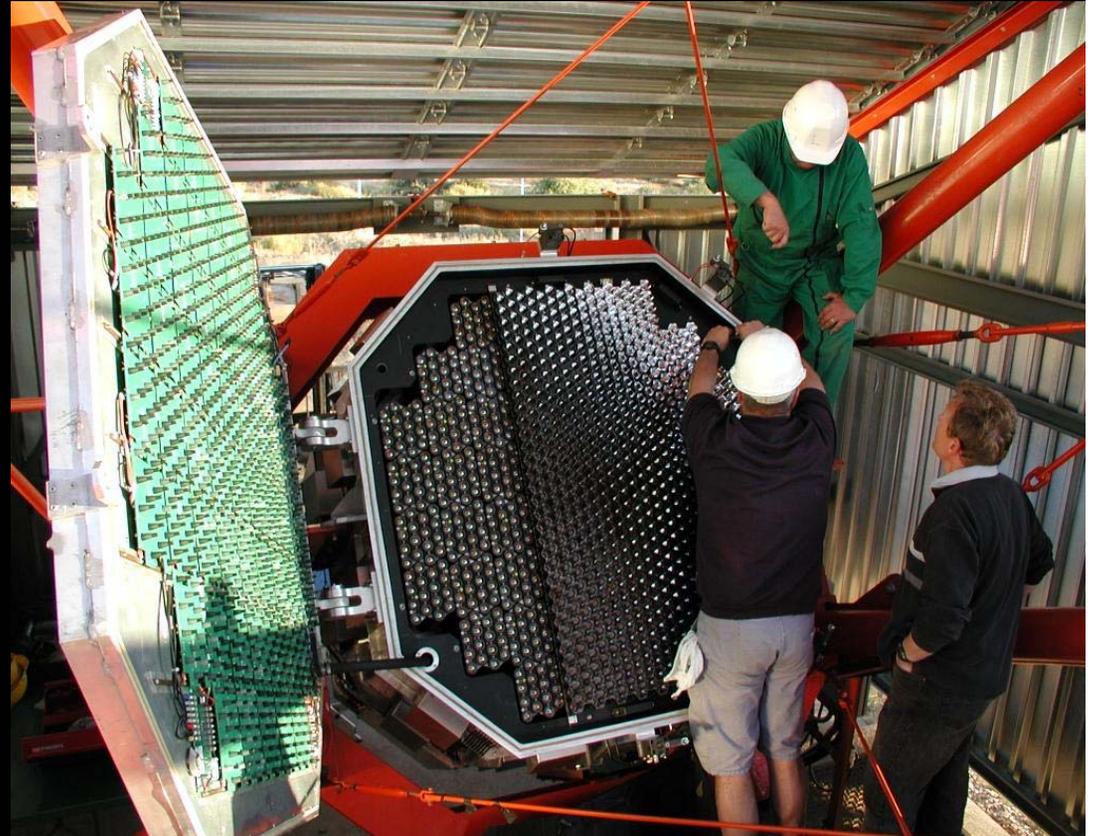


# Teleskope

- Alt-Az Aufhängung
  - Gewicht ~60 Tonnen
- Spiegel
  - Fläche ~107m<sup>2</sup>,
  - Durchmesser 12 m,
  - Brennweite 15 m
- Kamera
  - 900 kg

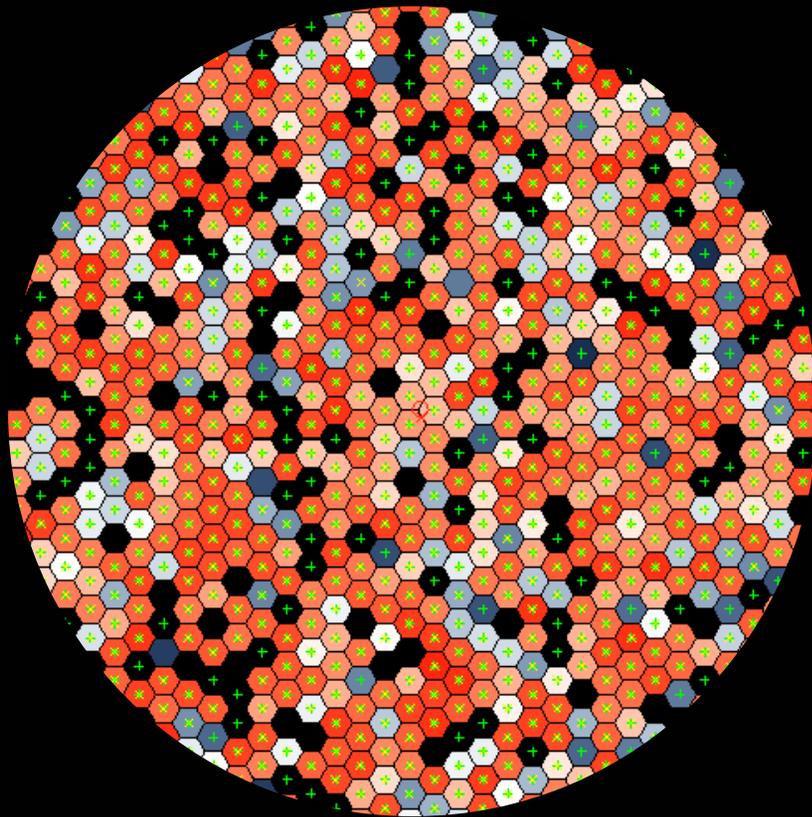


# *Kamera*



Eine 1 kPix Digitalkamera

# *Wichtigste Eigenschaft der Kamera: kurze "Verschlusszeiten"*



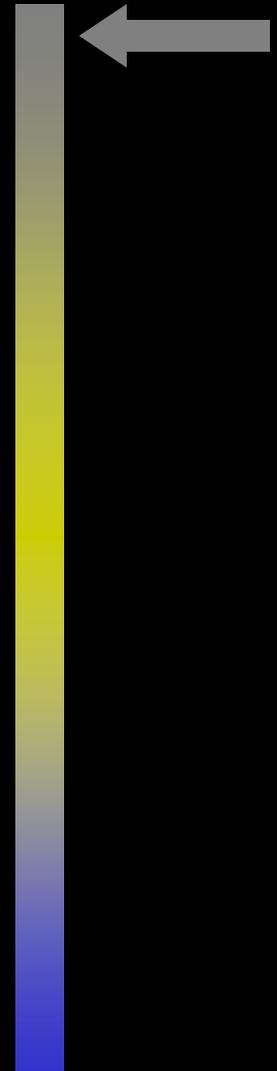
1/10000  
(100  $\mu$ s)

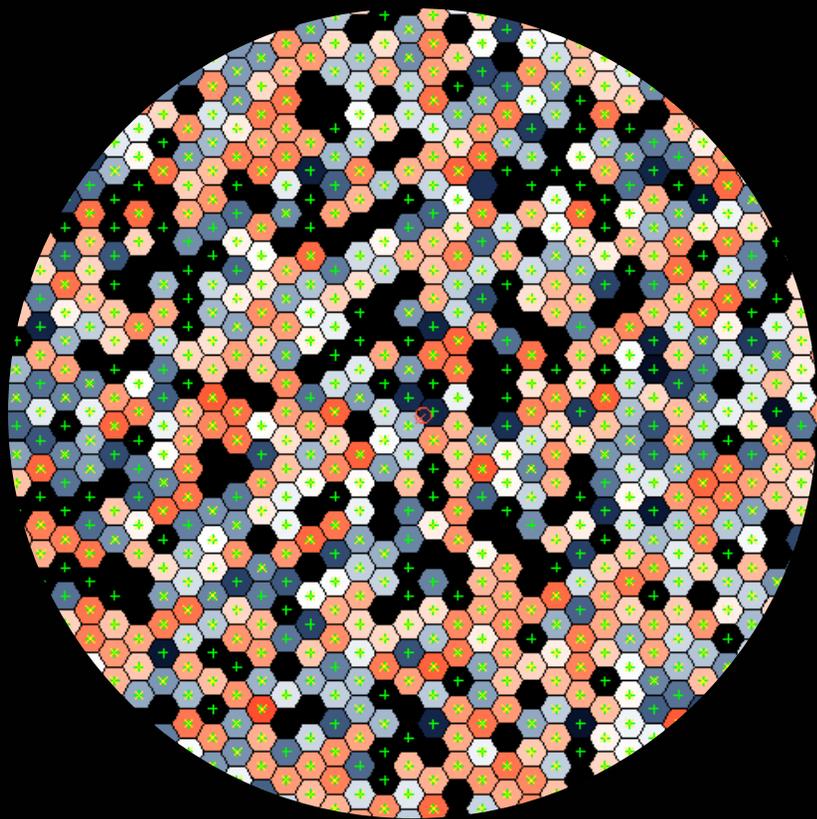
1/100000  
(10  $\mu$ s)

1/1000000  
(1  $\mu$ s)

1/10000000  
(100 ns)

1/100000000  
(10 ns)





1/10000  
(100  $\mu$ s)

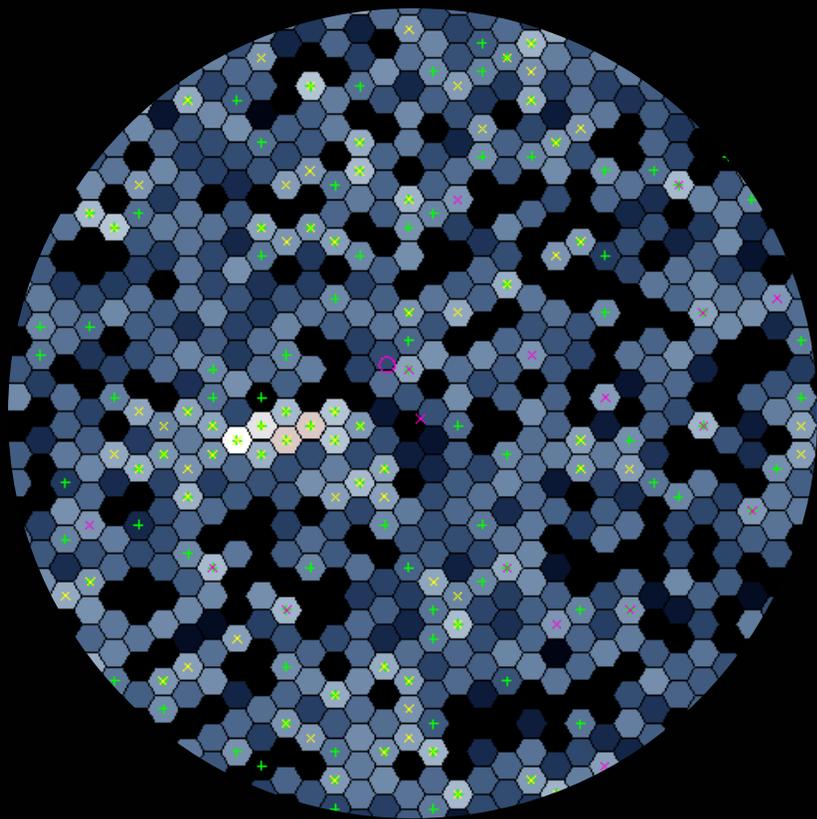
1/100000  
(10  $\mu$ s)

1/1000000  
(1  $\mu$ s)

1/10000000  
(100 ns)

1/100000000  
(10 ns)





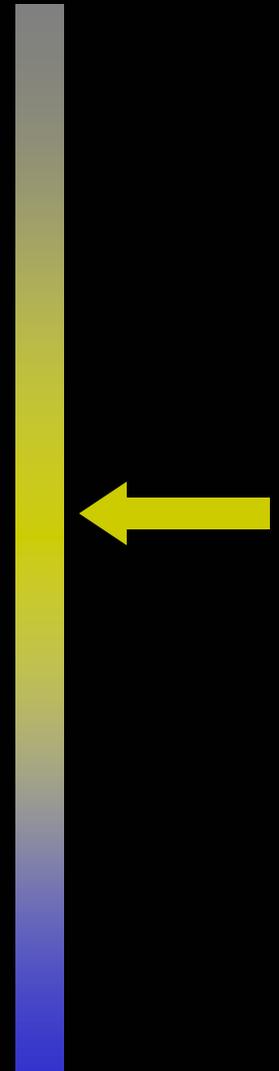
1/10000  
(100  $\mu$ s)

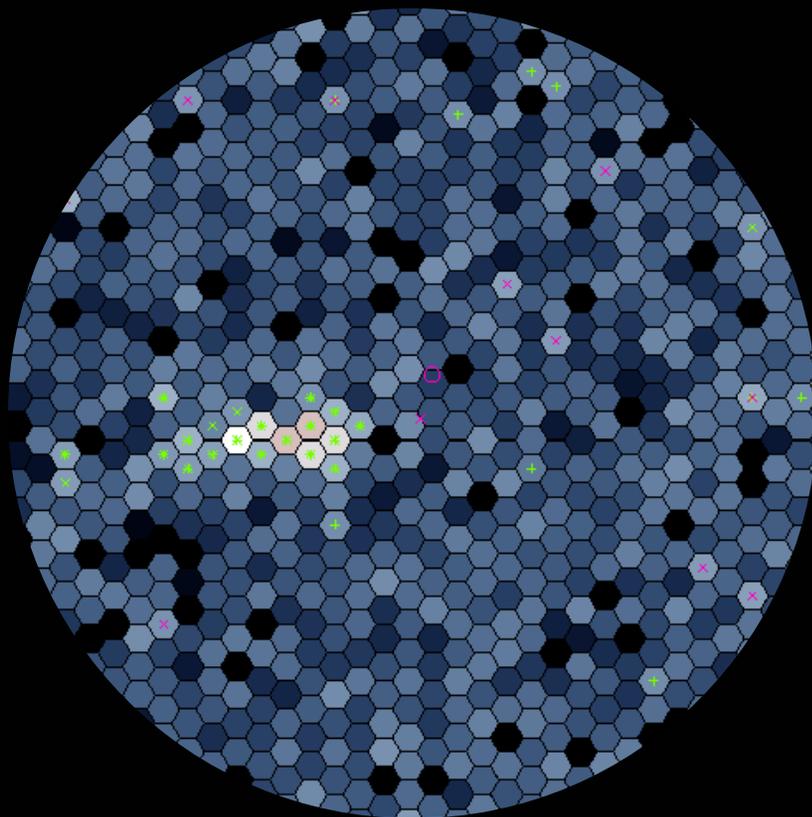
1/100000  
(10  $\mu$ s)

1/1000000  
(1  $\mu$ s)

1/10000000  
(100 ns)

1/100000000  
(10 ns)





1/10000  
(100  $\mu$ s)

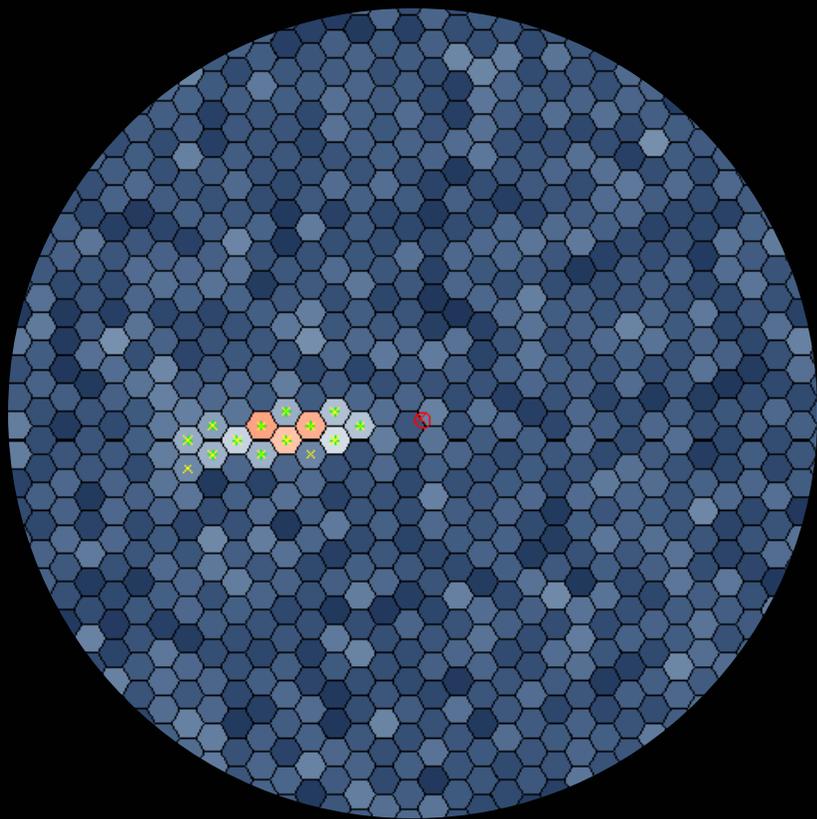
1/100000  
(10  $\mu$ s)

1/1000000  
(1  $\mu$ s)

1/10000000  
(100 ns)

1/100000000  
(10 ns)





**1/10000  
(100  $\mu$ s)**

**1/100000  
(10  $\mu$ s)**

**1/1000000  
(1  $\mu$ s)**

**1/10000000  
(100 ns)**

**1/100000000  
(10 ns)**



# Das Gesichtsfeld



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

# *Das System*

4 Teleskope in Betrieb seit Dezember 2003



*Das Mysterium der  
kosmischen Strahlung*

# *Kosmische Strahlung*

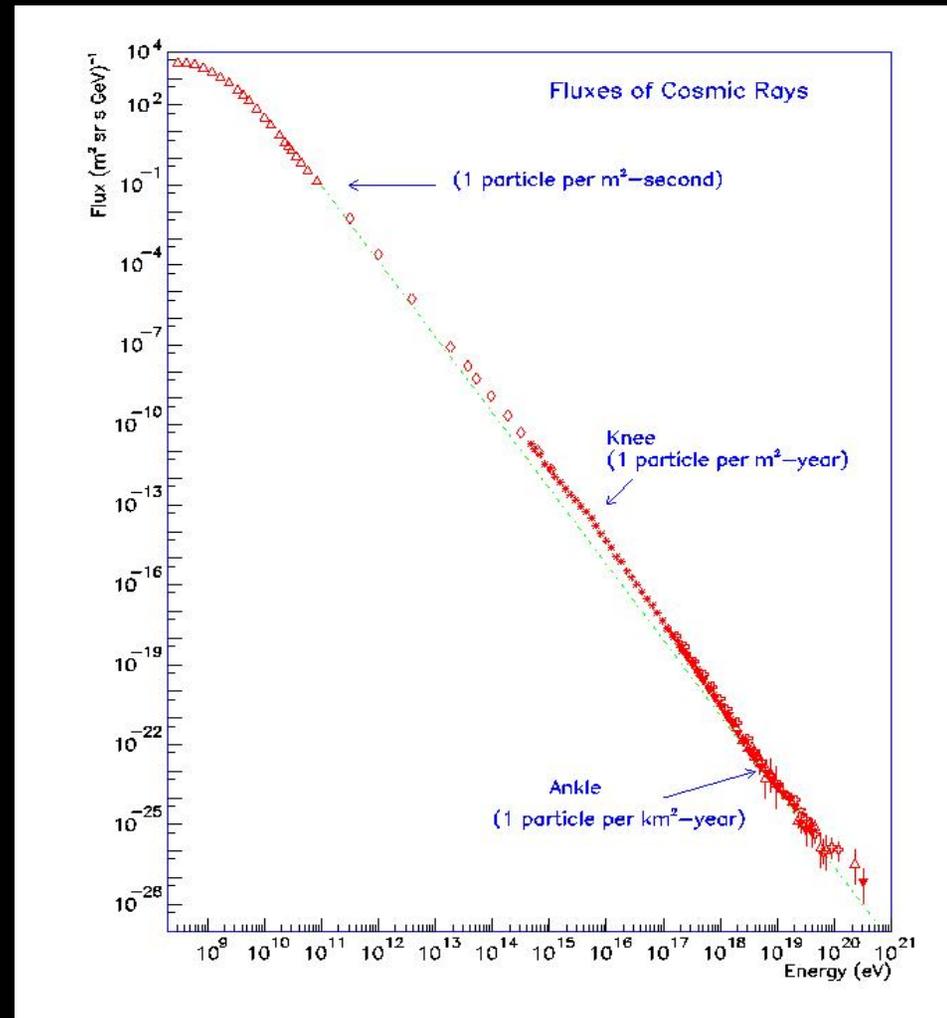
- 1912 entdeckt durch Viktor Hess
- Quellen noch immer unbekannt
- H.E.S.S. ist auf der Suche nach den Quellen!



Hess bei Ballonlandung (1912).

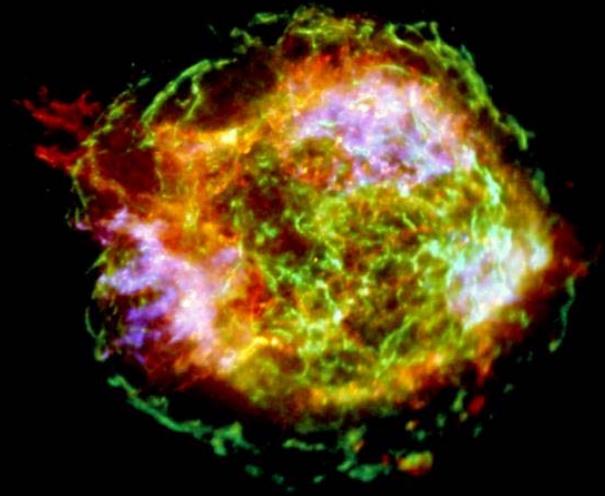
# Energiespektrum

- 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**



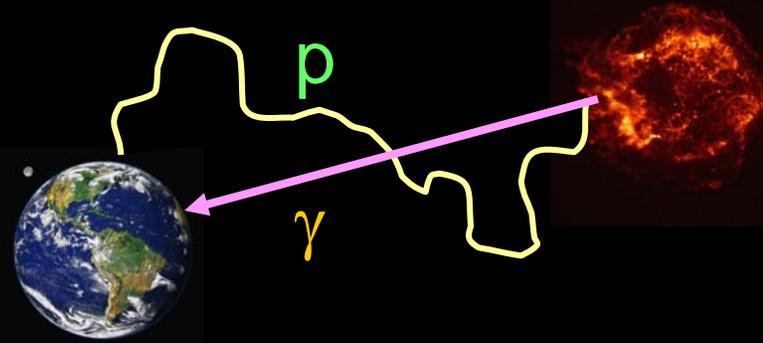
# *Suche nach den Quellen*

- 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

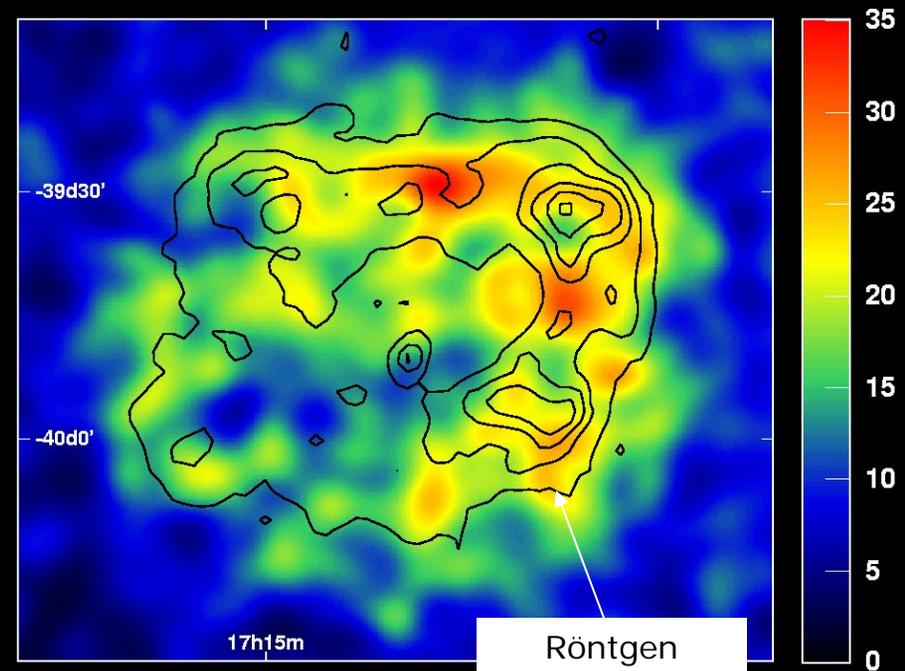
- Keine Ablenkung in Magnetfeldern
- Kann benutzt werden, um Quellen zu sehen

# RX J1713.7-3946

## Erstmalig

- Identifikation einer  $\gamma$ -Strahlungsquelle über die Morphologie
- Schalenstruktur sichtbar in  $\gamma$ -Strahlung

H.E.S.S.  $\gamma$ -Strahlungsabbild



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

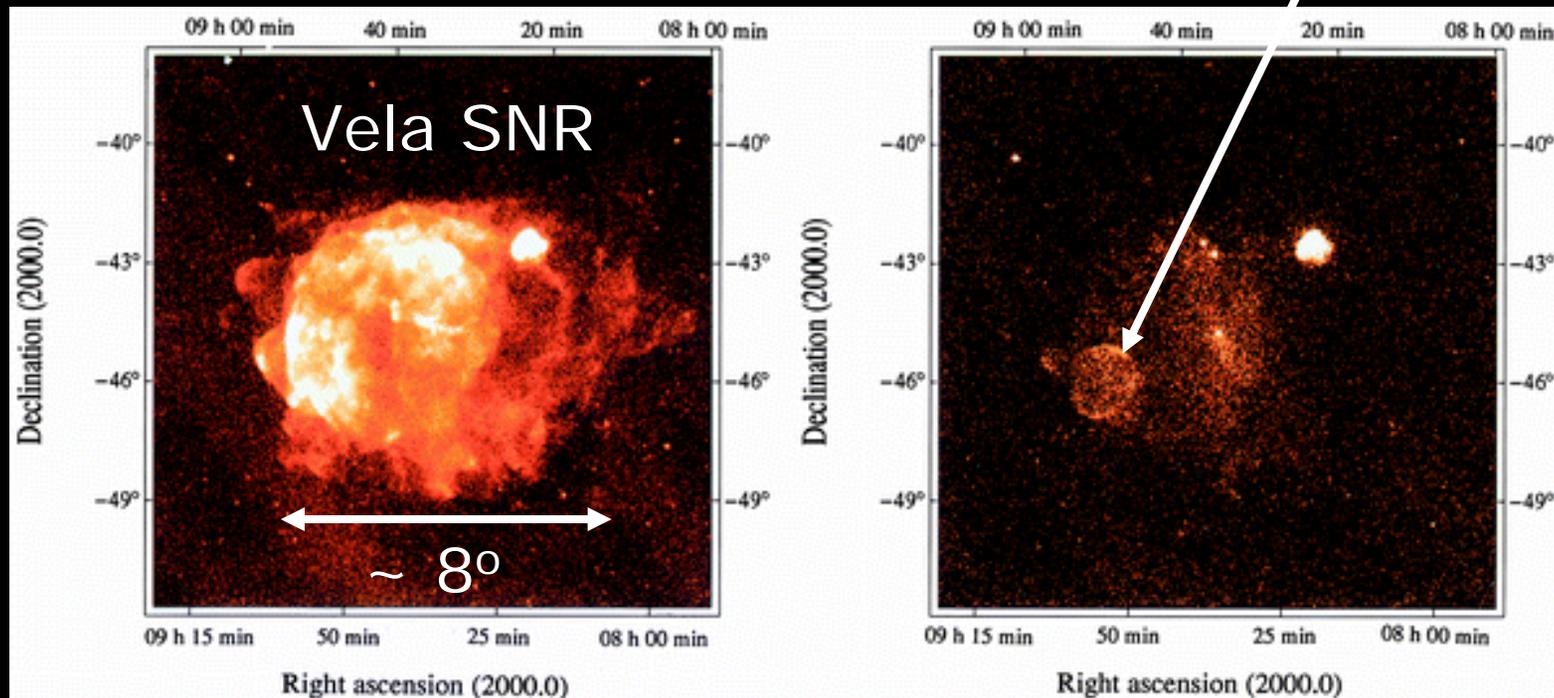
# *RX J0852.0-4622*

## *Vela Junior*

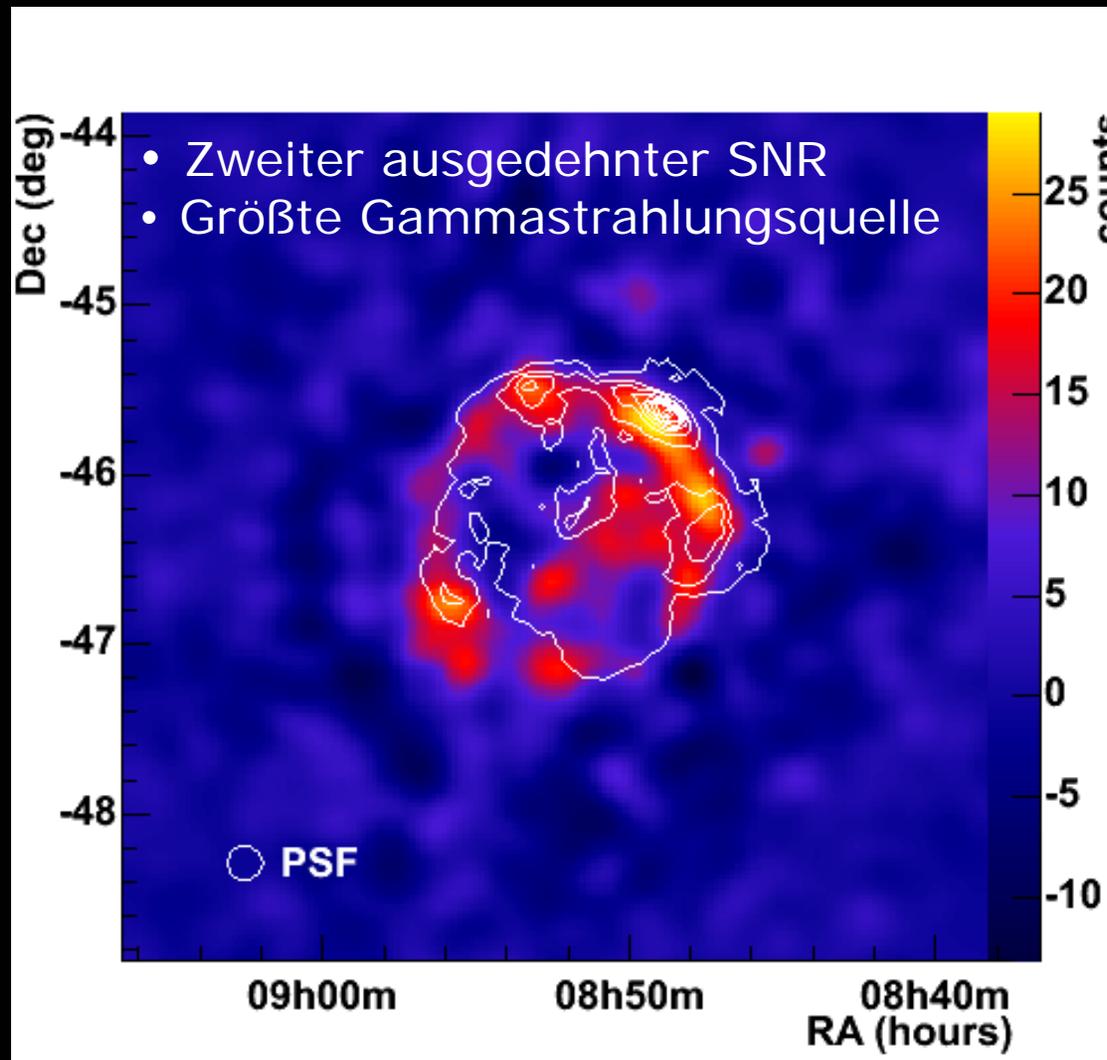
Röntgenstrahlung

Vela Junior

- entdeckt 1998
- 2° Durchmesser

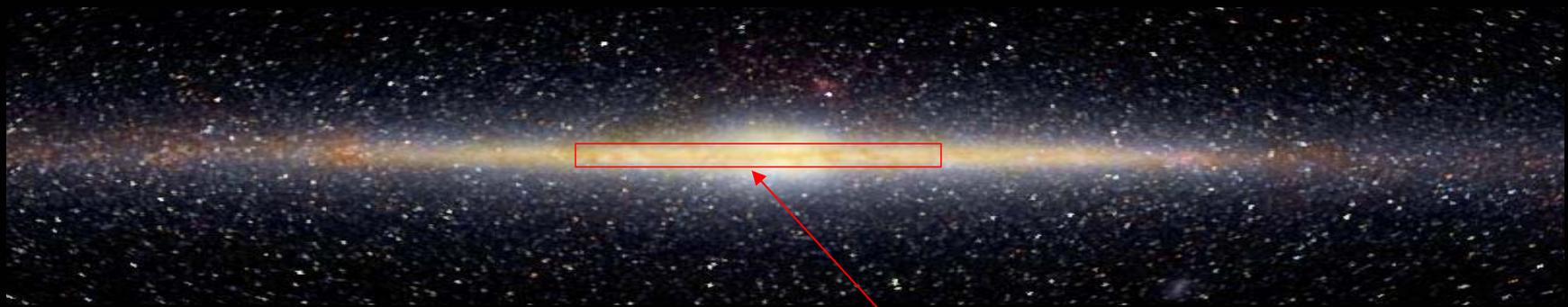


# *Vela Junior in Gammastrahlung*

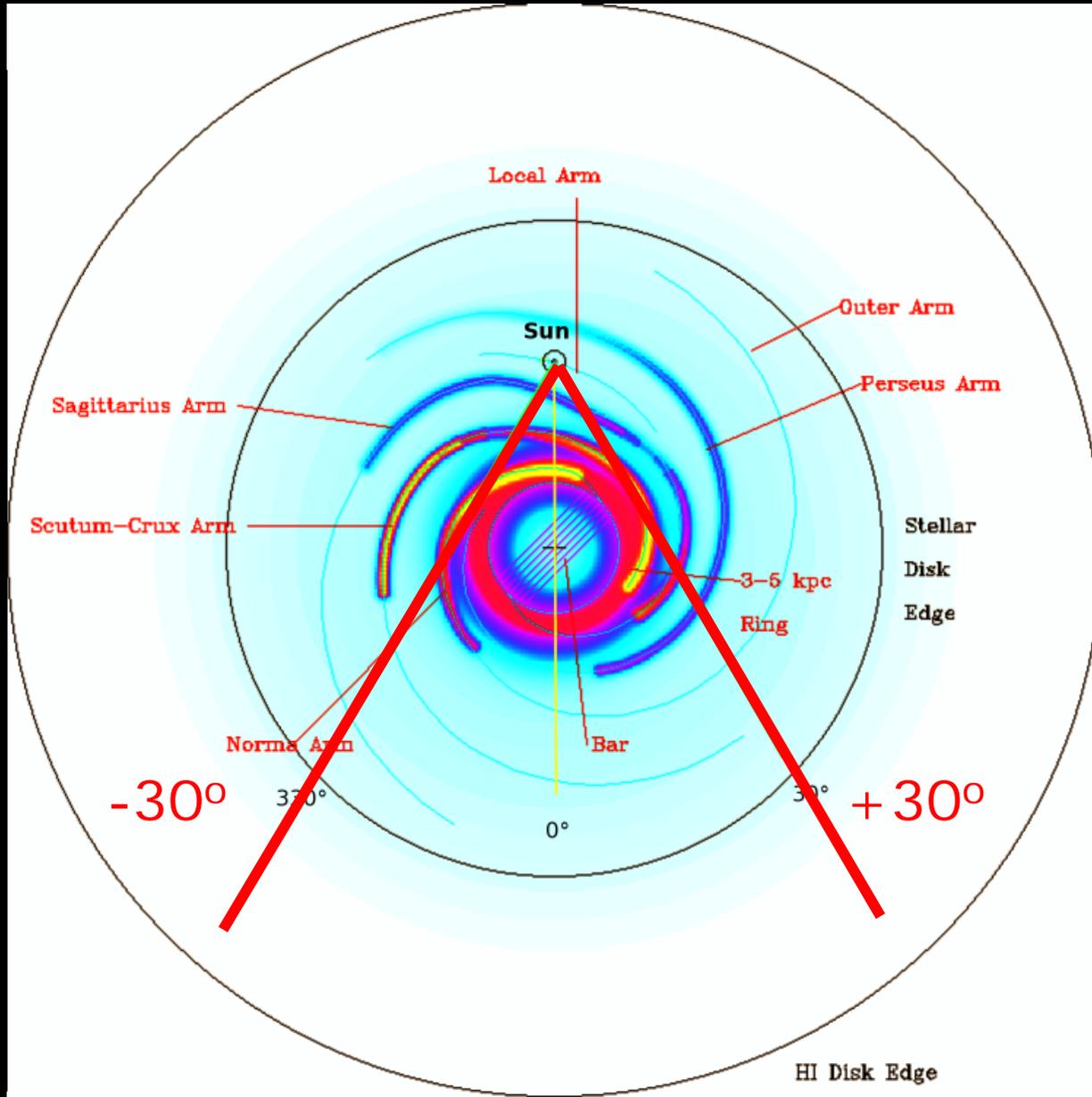


# *H.E.S.S. Durchmusterung 2004*

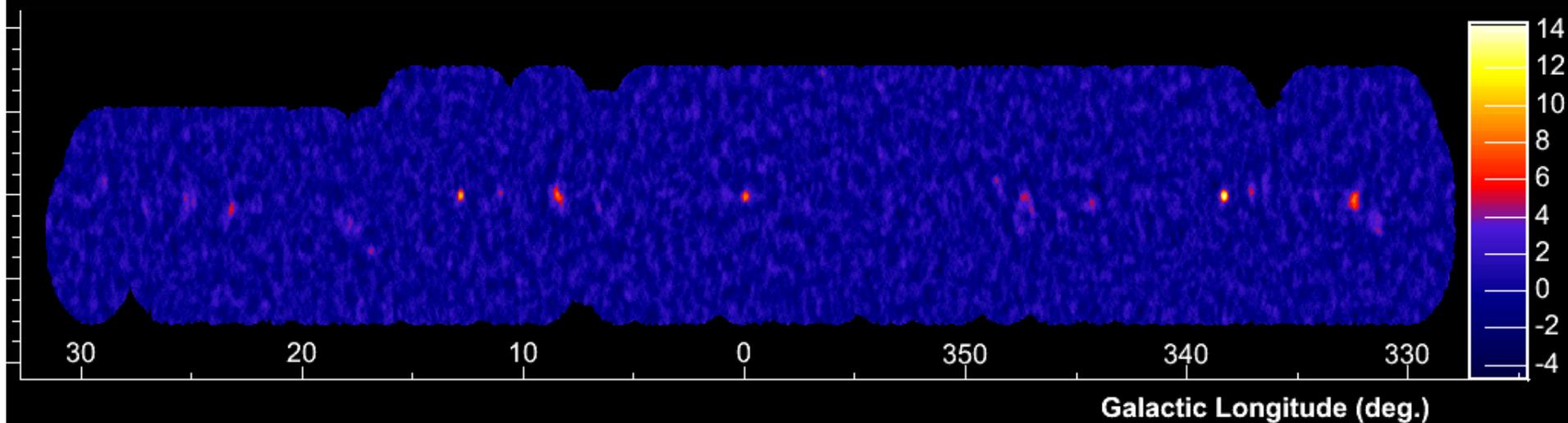
Erste sensitive Durchmusterung nach neuen  
galaktischen Quellen



Durchmusterungsregion



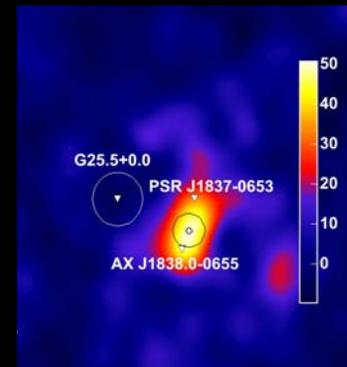
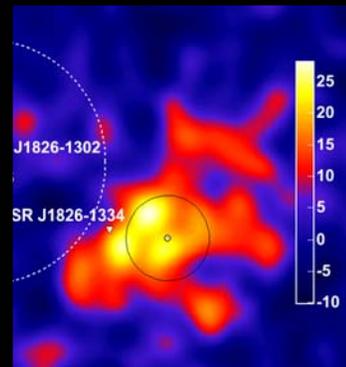
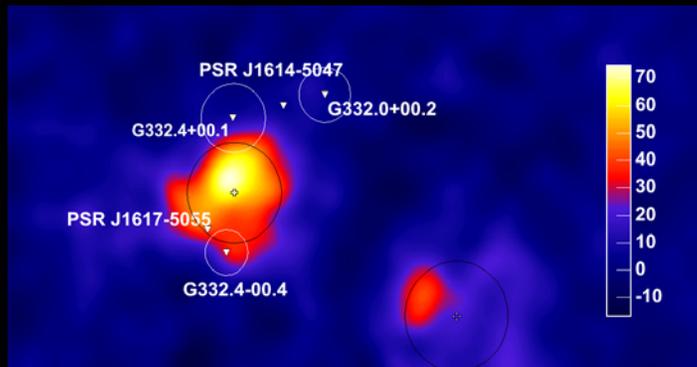
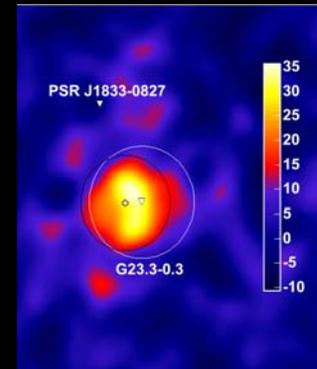
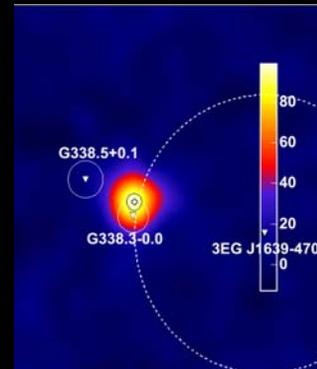
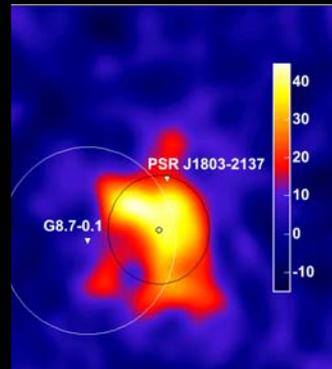
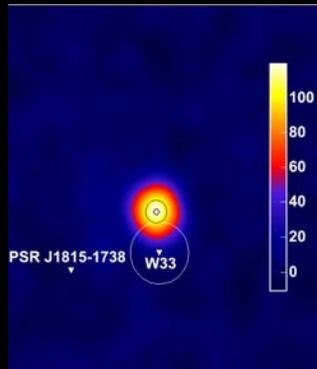
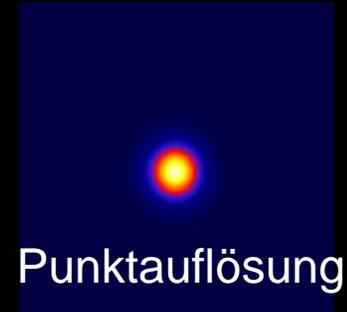
# *Himmelskarte*



14 neue Quellen hochenergetischer  
Gammastrahlung!

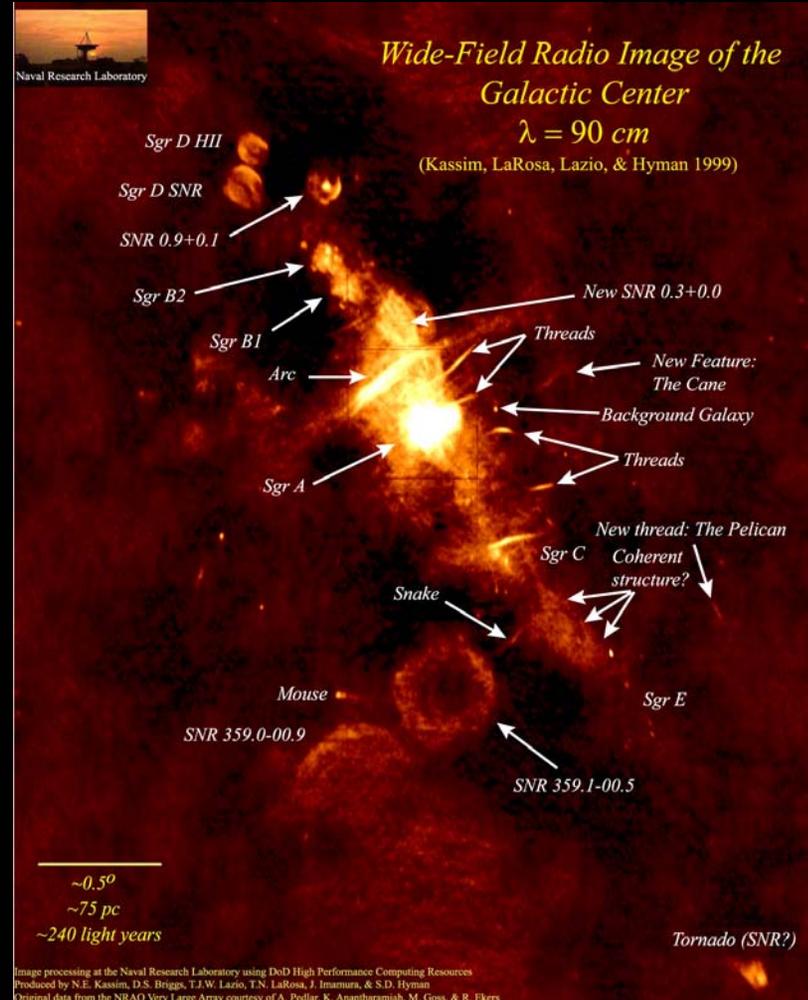
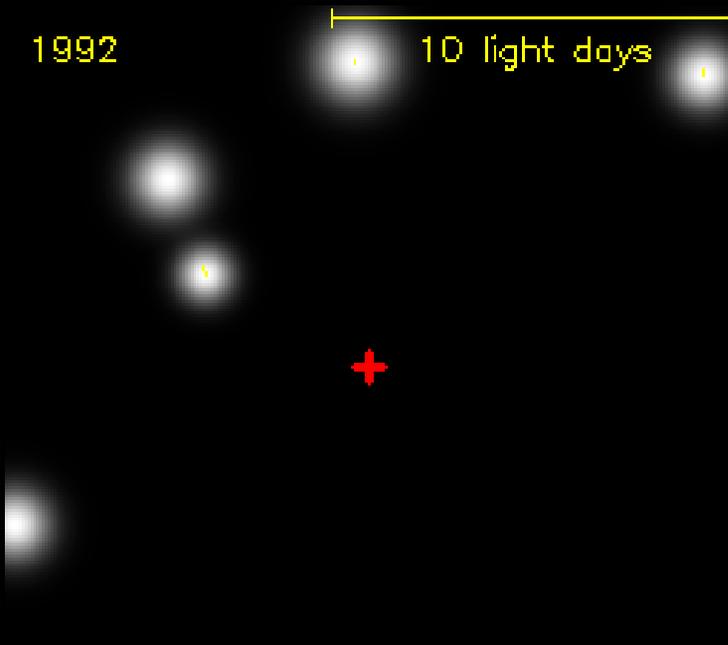
# Vergrößerung

- Alle Quellen sind ausgedehnt!

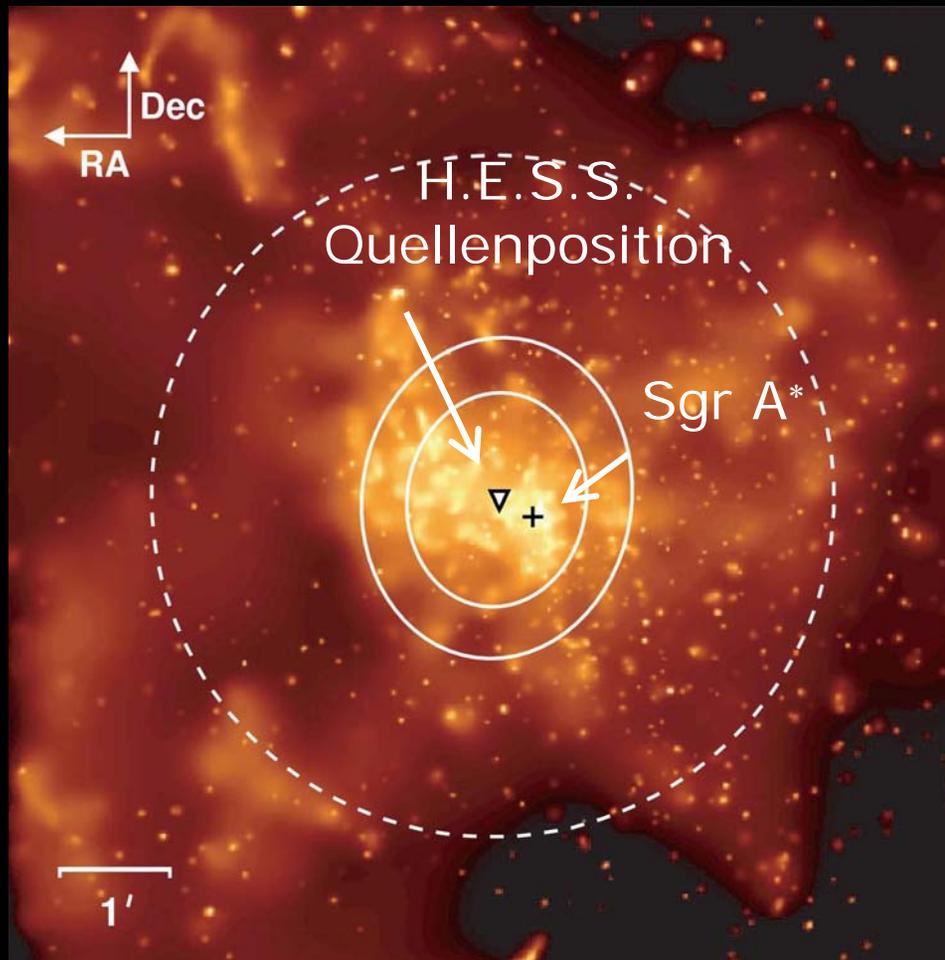


# Das Schwarze Loch

- 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!

