

Astronomische Beobachtungen in Namibia

Gerd Pühlhofer, *Landessternwarte Heidelberg*

Eine Einführung in die Vorgänge, die mit den H.E.S.S.-Teleskopen in Namibia untersucht werden:

- Was geht in ausgedehnten Druckwellen im Weltall vor?
- Was verursacht diese Druckwellen?

Technische Bemerkungen:

die Powerpoint-Präsentation startet einige Animationen, die nicht in die Powerpoint-Datei eingebunden sind. In dem Verzeichnis, in dem sich die Powerpoint-Datei befindet, muss dafür das Archiv „puehlhofer_samstag_jan06_animations.zip“ entpackt werden, das die Animationen enthält. Das File ist auf der Webseite zu finden, von der die vorliegende Datei stammt.

Zum Ansehen der Powerpoint-Präsentation sollte man den Präsentationsmodus von Powerpoint (bzw. dem Powerpoint-Standalone-Viewer) starten. Alle Animationen und Folienabläufe werden vollständig durchlaufen, wenn zum Weiterblättern die Leertaste verwendet wird.

Leider funktionieren die beiden animierten Gif-Files (Tsunami: animation-gif, Optische Variabilität: u_gem.gif) nicht zuverlässig mit dem Standalone-Viewer.

Die PDF-Version des Vortrags gibt nur die nicht-animierten Teile der Präsentation wieder und ist daher unvollständig.

Die Präsentation verwendet Material, das auf verschiedenen Webseiten (u.a. für Lehrzwecke) zur Verfügung gestellt wird. Sofern bekannt, folgen hier die jeweiligen Referenzen/Danksagungen:

● Folie 1,19,20,32,35: H.E.S.S.-Bilder:

http://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HSS/public/hn_images.htm -> Link zu Construction. Siehe Copyright-Notiz auf der Web-Seite.

● Folie 8:Tsunami-Animation „animation.gif“:

<http://staff.aist.go.jp/kenji.satake/animation.html>

Copyright 2001-2005 Active Fault Research Center. All Rights Reserved

● Folie 9,10: Supernova-Explosion: sn_explosion_lg_web.mpg

<http://chandra.harvard.edu/resources/animations/pulsar2.html>

Credit: Animation: NASA/CXC/A.Hobart

● Folie 11,12: Supernova-Druckwelle regt Sternentstehung an: ssc2004-04v2.wmv

<http://www.spitzer.caltech.edu/Media/releases/ssc2004-04/ssc2004-04v2.shtml>

Credit: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC-Caltech)

● Folie 13,14: Teilchenbeschleunigung im Schock: shock2.avi, sn_large_avi.avi

<http://www-eep.physik.hu-berlin.de/~lohse/pic03/shock2.avi>

Credit: W. Hofmann (MPI-K)?

● Folie 15: Animation des Chandra-Satelliten: classic_lg.mpg

<http://chandra.harvard.edu/resources/animations/spacecraft.html>

Credit: Animation: NASA/NGST/CXC/A.Hobart

● Folie 16,17: Supernova-Überrest-Bilder von SN 1006, Tycho

<http://chandra.harvard.edu/photo/2005/sn1006/index.html>

<http://chandra.harvard.edu/photo/2005/tycho/index.html>

Credit: NASA/CXC/Rutgers/J.Hughes et al.

● Folie 18: Animation der Chandra-Aufnahmen von Cas A: casa_lg.mpg
<http://chandra.harvard.edu/resources/animations/pulsar.html>
Credit: NASA/CXC/GSFC/U.Hwang et al.

● Folie 19/32: Bild des Chandra-Satelliten
<http://chandra.harvard.edu/resources/illustrations/craftIllustrations.html>
Illustration: NGST

● Folie 19: Wechselwirkungsprozesse:
Elektronen-Emissions-Bilder:
<http://chandra.harvard.edu/resources/illustrations/x-raysLight.html>
Illustration: CXC/S. Lee

Gamma-Emission durch hadronische Wechselwirkung: pi0.avi
Quelle: unbekannt/W. Hofmann (MPI-K)?

● Folie 21/22: HESS-Supernova-Bilder
RXJ 1713-3946: <http://de.arxiv.org/abs/astro-ph/0511678>
Vela Jr: <http://de.arxiv.org/abs/astro-ph/0505380>
Credit: HESS collaboration

● Folie 23: Ultrahochenergie-Luftschauer-Bild
<http://universe.nasa.gov/be/library/images-library4.html>
Responsible NASA Person: Phil Newman

● Folie 24: Polarlicht-Foto
<http://www.ptialaska.net/~hutch/aurora.html>
copyright Dick Hutchinson

● Folie 25: Protonenschauer-Simulation über Chicago: protonshoweroverchicago.mpeg

<http://astro.uchicago.edu/cosmus/projects/aires/>

Credit: Cosmus, Open Source Science Outreach:

"Maximo Ave, Dinoj Surendran, Tokonatsu Yamamoto, Randy Landsberg, and Mark SubbaRao created the following visualizations of showers created using Sergio Sciutto's AIREs package.,,

Chicago-Bild von <http://terraserver.microsoft.com/>

● Folie 26: AGN-Darstellung:

<http://universe.nasa.gov/be/library/images-library1.html>

Responsible NASA Person: Phil Newman

● Folie 27: AGN-Jet-Animation: [agn_with_2_jets.avi](#)

Quelle: unbekannt/W. Hofmann (MPI-K)?

● Folie 28: Radiobild von Cygnus A:

<http://www.astrosurf.org/lombry/univers-quasars4.htm>

<http://mamacass.ucsd.edu:8080/people/pblanco/cyga.html>

Credit John Conway and Philip Blanco, University of California, San Diego

● Folie 29: Animation von Radioaufnahmen des Jets in 3C120: [3c120rx.avi](#)

<http://www.bu.edu/blazars/3c120.html>

<http://www.bu.edu/blazars/X-ray/3c120rx.avi>

Credit: made by Dr. Jose-Luis Gomez from the real VLBA images of the radio jet at a frequency of 43 GHz

● Folie 30: AGN-Darstellung:

<http://www.bu.edu/blazars/3c120.html>

Ein Frame einer Animation der Radio-Galaxie 3C 120 von

Cosmovation, einer Gruppe von Dr. Wolfgang Steffen am Instituto de Astronomia,

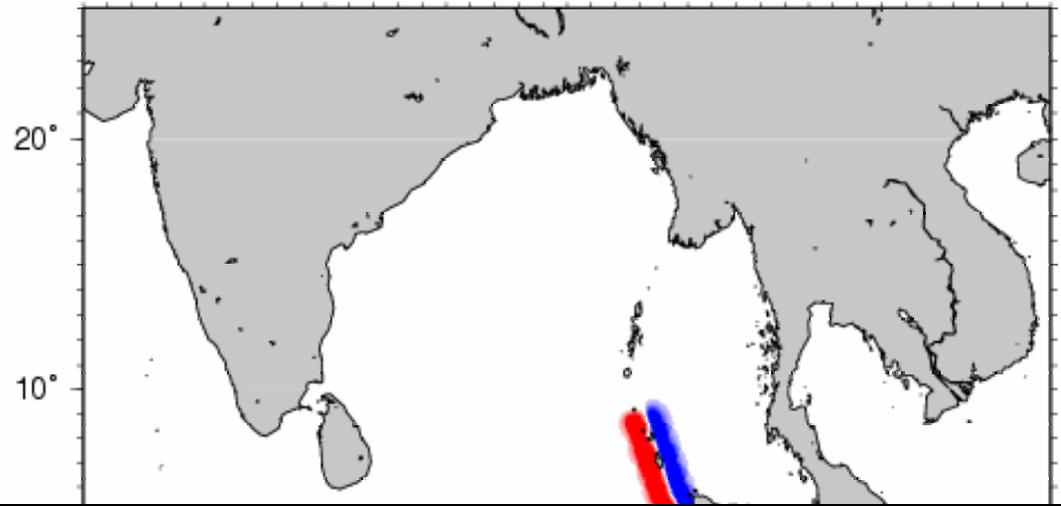
UNAM, Ensenada, Mexico, <http://www.cosmovation.com.mx/>

- Folie 31,32: Animation einer veränderlichen spektralen Energieverteilung eines Blazars: SED.mpg
<http://jelley.wustl.edu/~scott/research.html>
Credit: S. B. Hughes, H. Krawczynski, J. Buckley, P. S. Coppi.
- Folie 32: Bild eines Radioteleskops (Effelsberg):
<http://www.jb.man.ac.uk/vlbi/gallery/radtel.html>
- Folie 32,34: Bilder des ATOM-Teleskops
<http://www.lsw.uni-heidelberg.de/projects/hess/ATOM/index.html>
Credit: ATOM/HESS-Gruppe der Landessternwarte Heidelberg
- Folie 33: Computerfrust: PCFrust.avi
Quelle: unbekannt/W. Hofmann (MPI-K)?
- Folie 34: Animation eines optisch variablen Objekts: u_gem.gif
http://www.regulusastro.com/regulus/photos/text/u_gem.html
Copyright 2005 by John A. Blackwell

Jetzt geht's los...

Druckwellen sind
(leider) ein weit verbreitetes Phänomen

- Bombenexplosion
- Erdbeben
- Tsunamis



Druckwelle = Stoßfront = Schockwelle = Schockfront:

- Druckunterschied, der sich (je nach Medium) unterschiedlich schnell ausbreitet
- Starker Effekt, wenn die Druckwelle auf Veränderungen im Medium trifft
- Aber: manchmal ist auch die Druckwelle an sich interessant

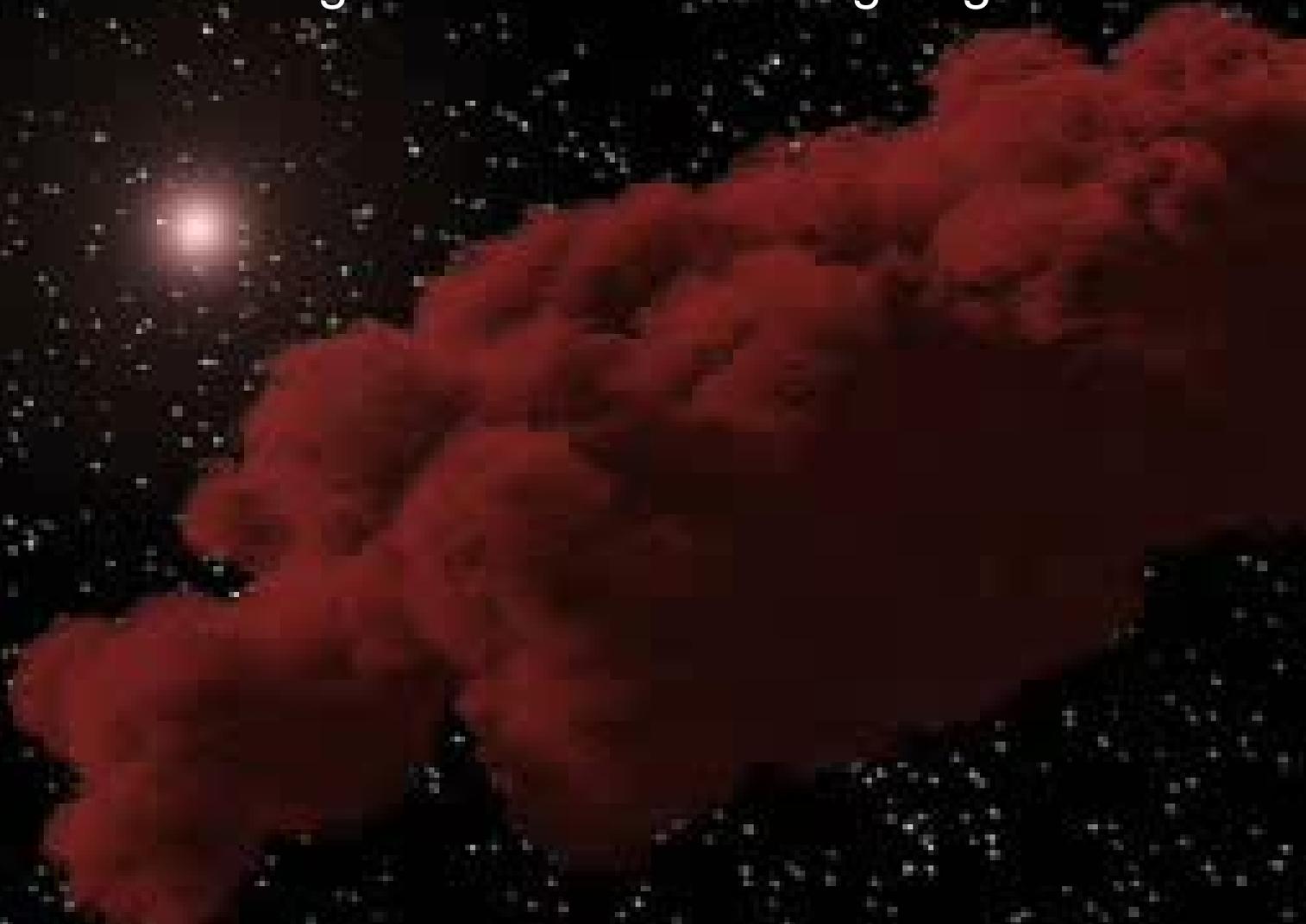
Das bekannteste (und vermutlich auch effektivste) Beispiel für den Verursacher einer Schockfront in unserer Galaxie:
Eine Sternexplosion („Supernova“)



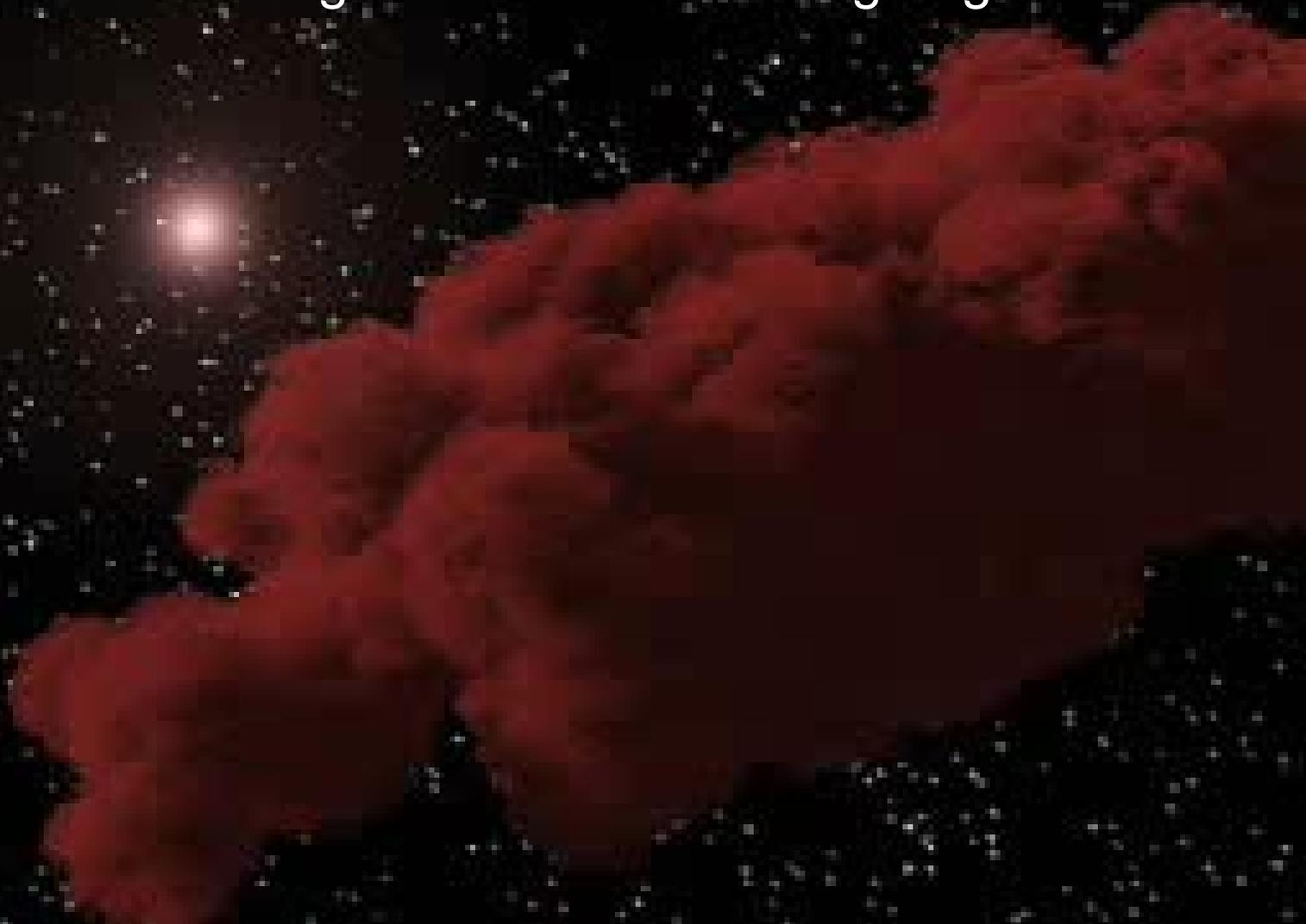
Das bekannteste (und vermutlich auch effektivste) Beispiel für den Verursacher einer Schockfront in unserer Galaxie:
Eine Sternexplosion („Supernova“)



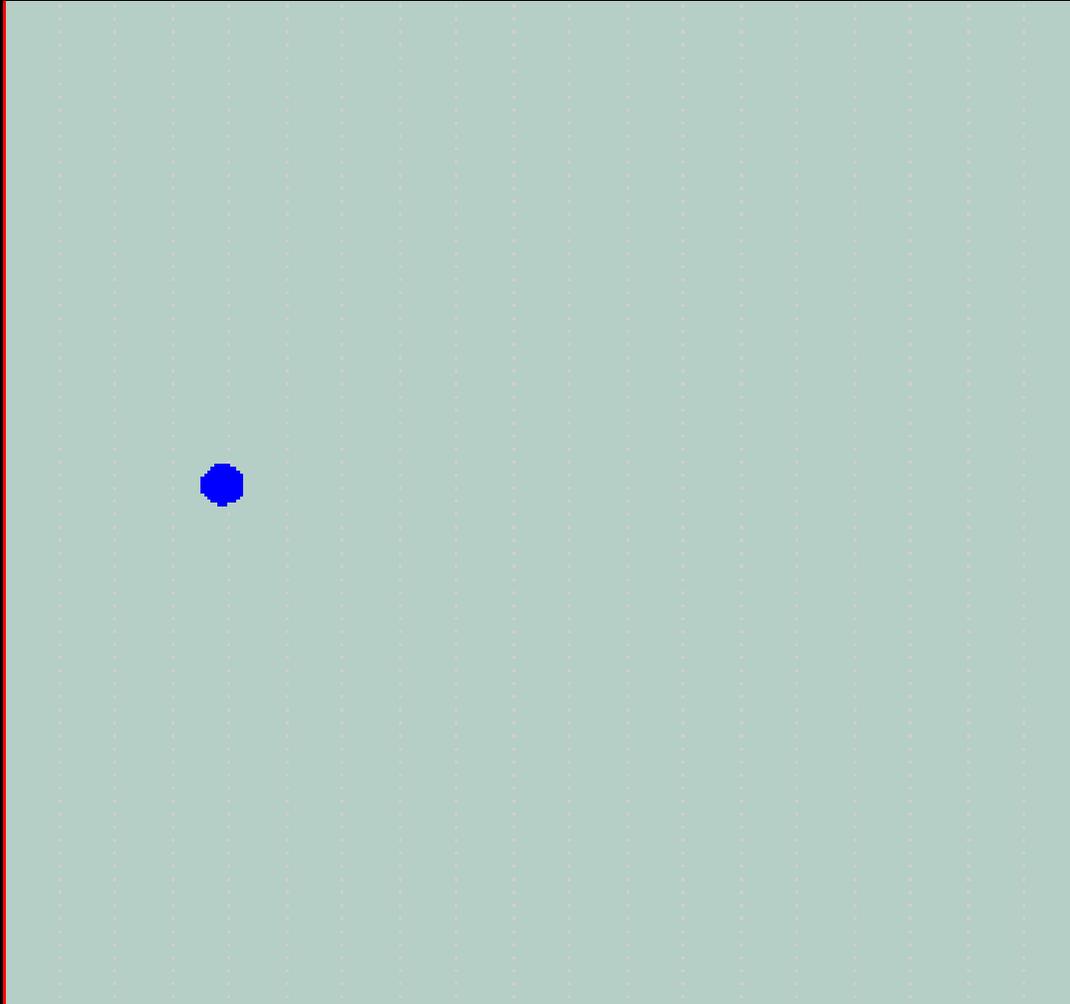
Eine wichtige Auswirkung der Stoßwelle, die von einer
Supernova ausgelöst wird:
Neue Entstehung von Sternen wird angeregt



Eine wichtige Auswirkung der Stoßwelle, die von einer
Supernova ausgelöst wird:
Neue Entstehung von Sternen wird angeregt



Wir interessieren uns aber dafür,
was in der Stoßwelle selber passiert



Elektronen



Protonen
(Wasserstoff-
kerne)



Schwerere
Kerne (z.B.
Eisen)



Wir interessieren uns aber dafür,
was in der Stoßwelle selber passiert

Alle diese Teilchen werden in der
Stoßwelle auf sehr hohe Energien
beschleunigt
und bringen sie damit zum Leuchten!

Elektronen



Protonen
(Wasserstoff-
kerne)

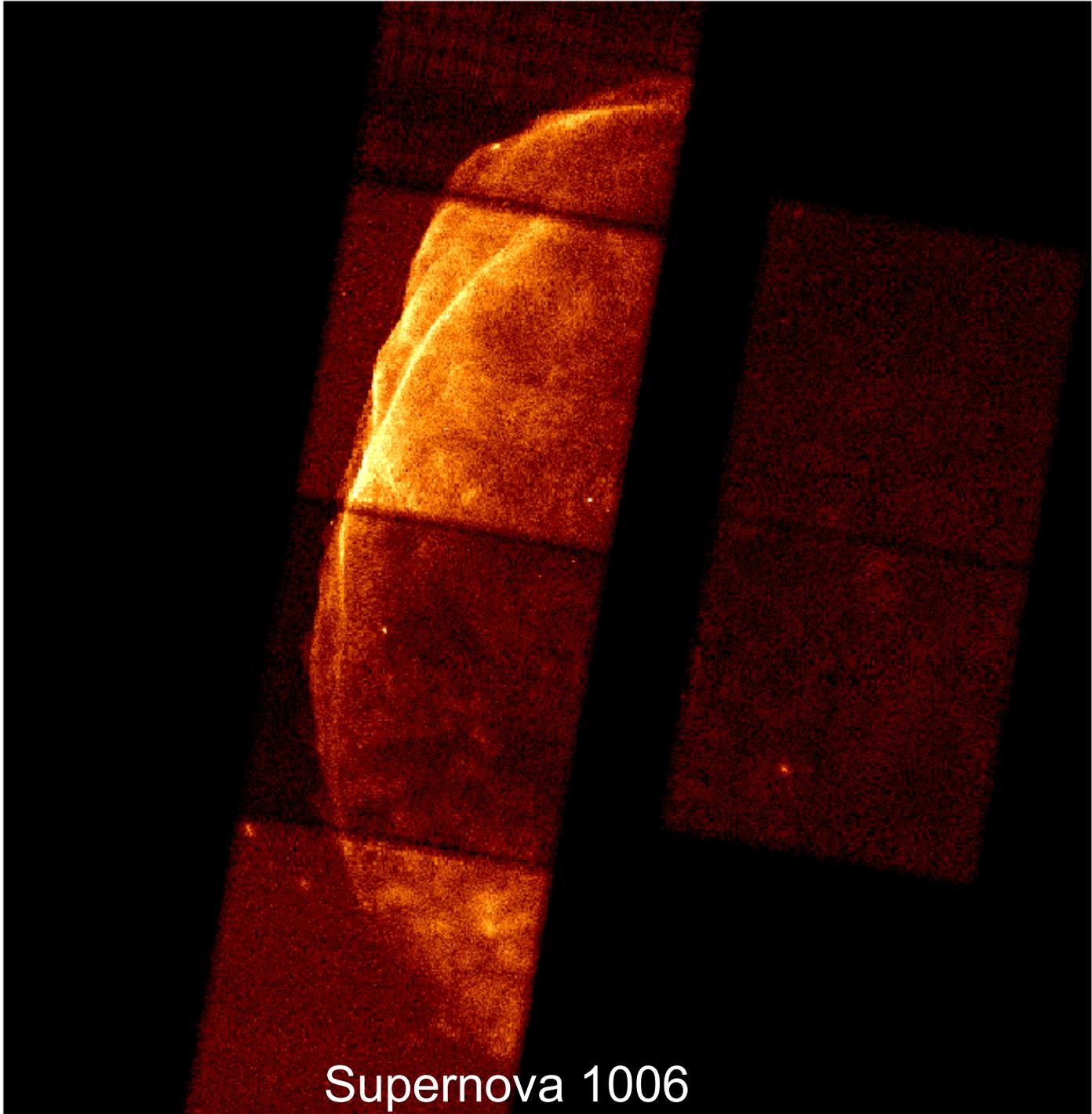


Schwerere
Kerne (z.B.
Eisen)

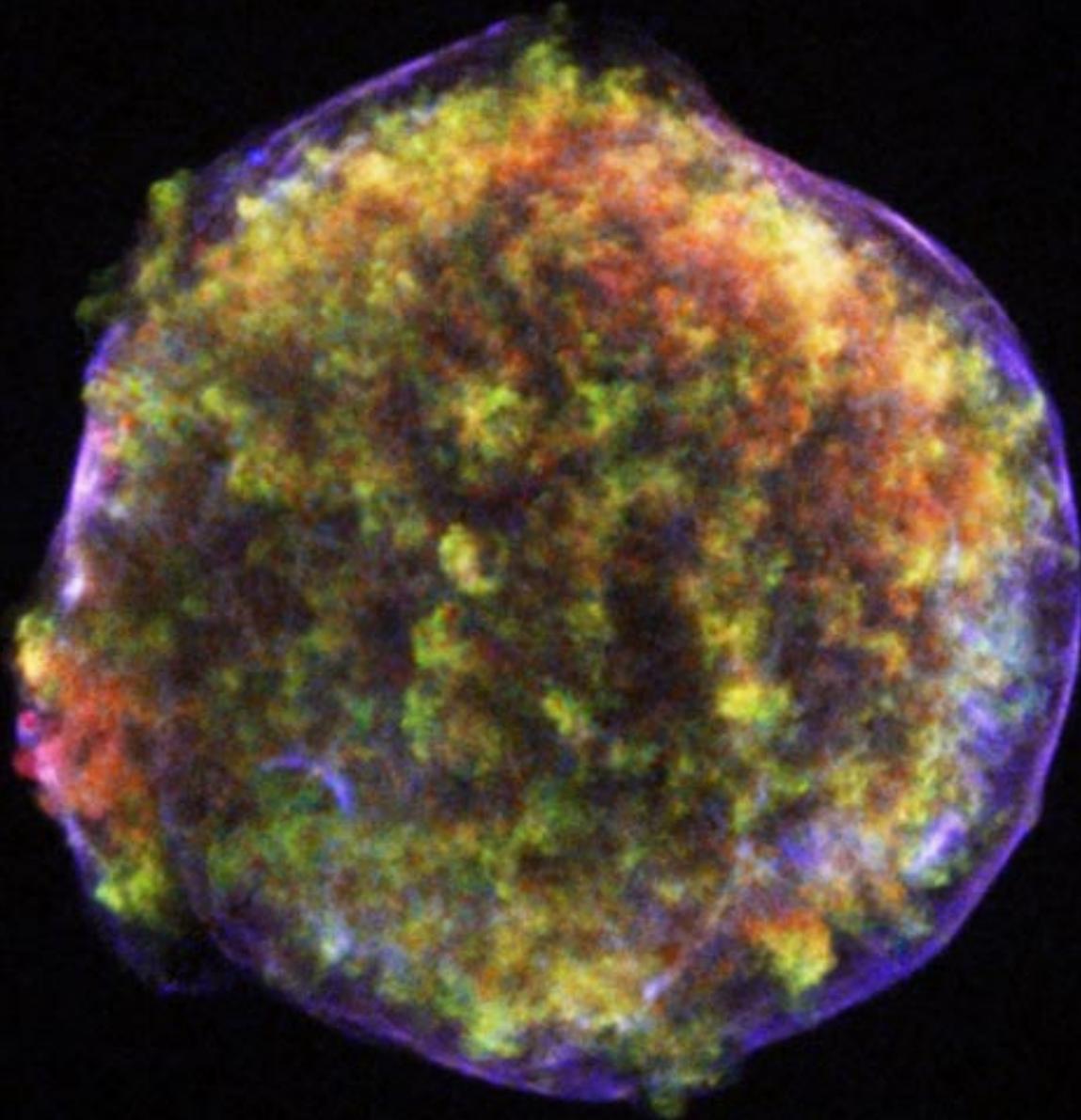


Dieses Leuchten sieht man in verschiedenen Wellenlängen,
also mit ganz unterschiedlichen Teleskopen:
z.B. mit dem Röntgensatellit Chandra von der NASA



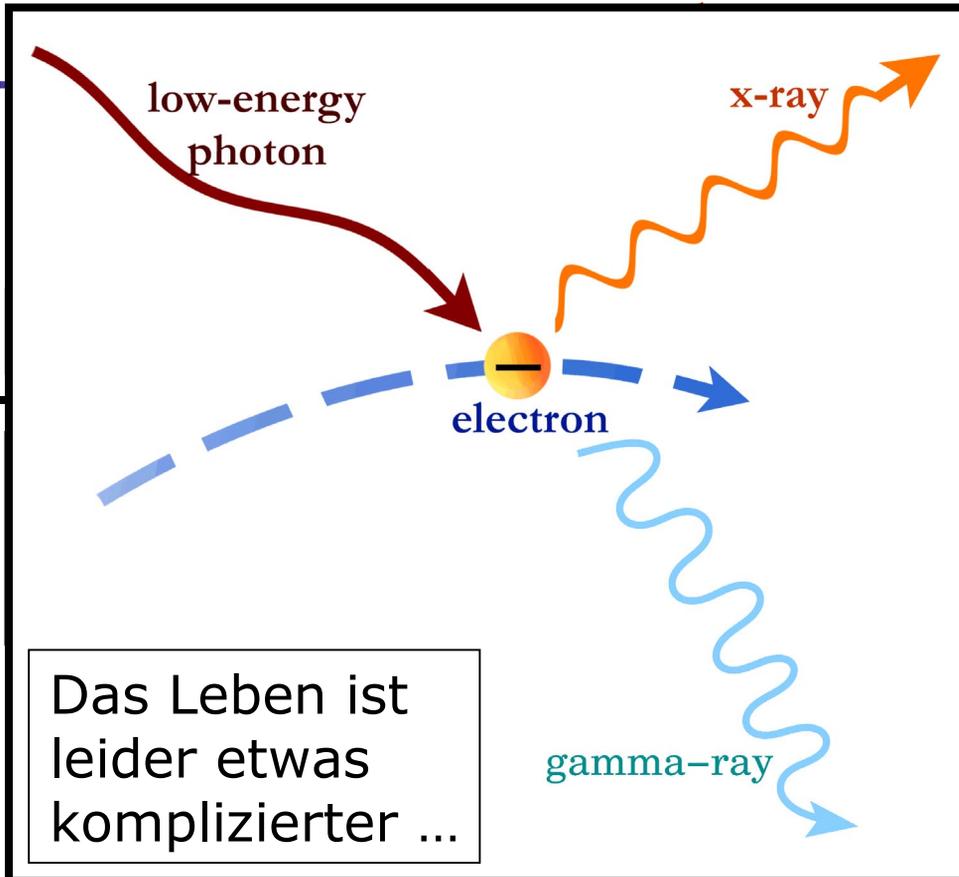


Supernova 1006



Tycho's Supernovaüberrest (1572)

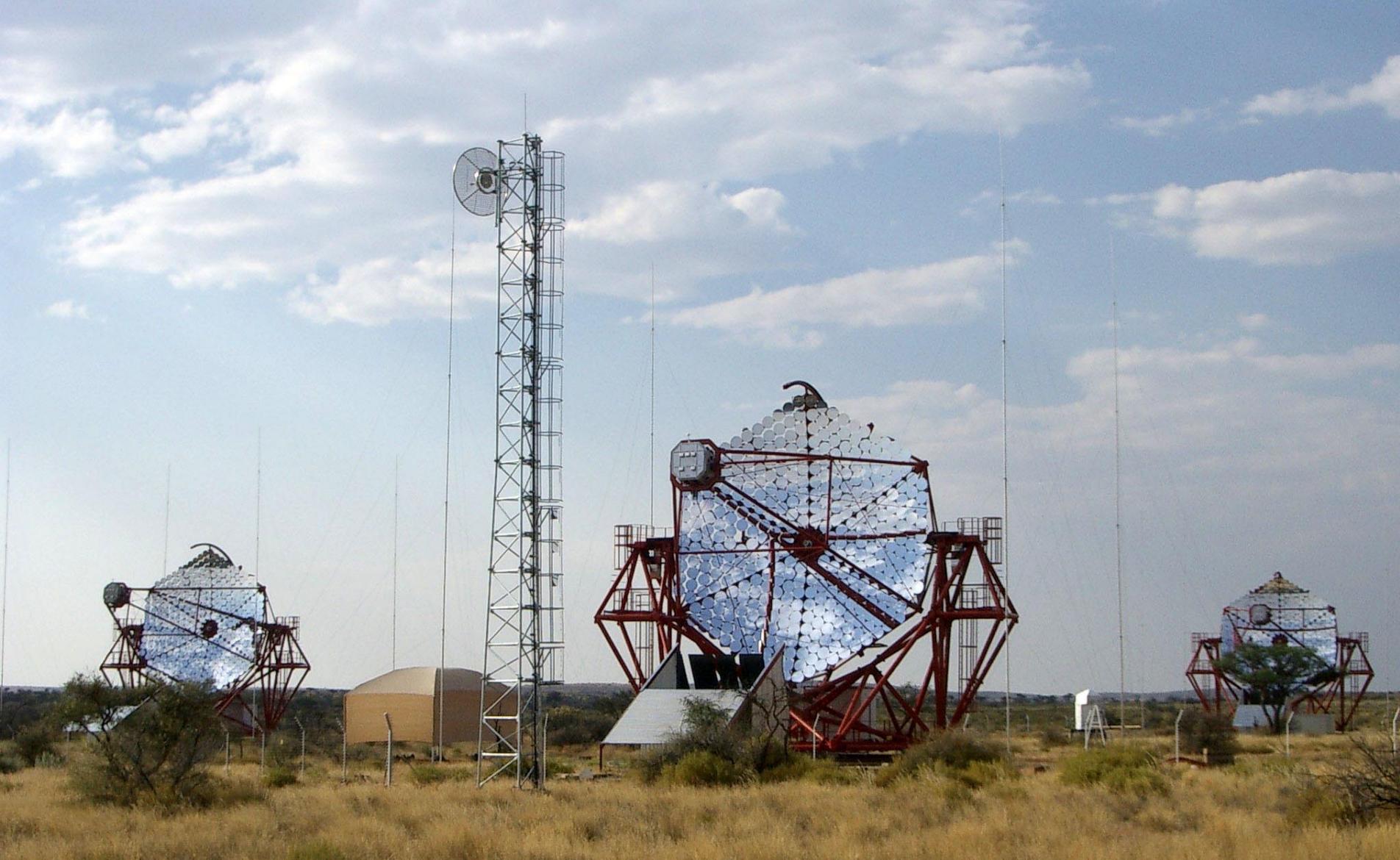
In den Satellitenbildern sieht man Elektronen,
aber keine Protonen



Röntgensatellit Chandra



TeV-Gammateleskope H.E.S.S.

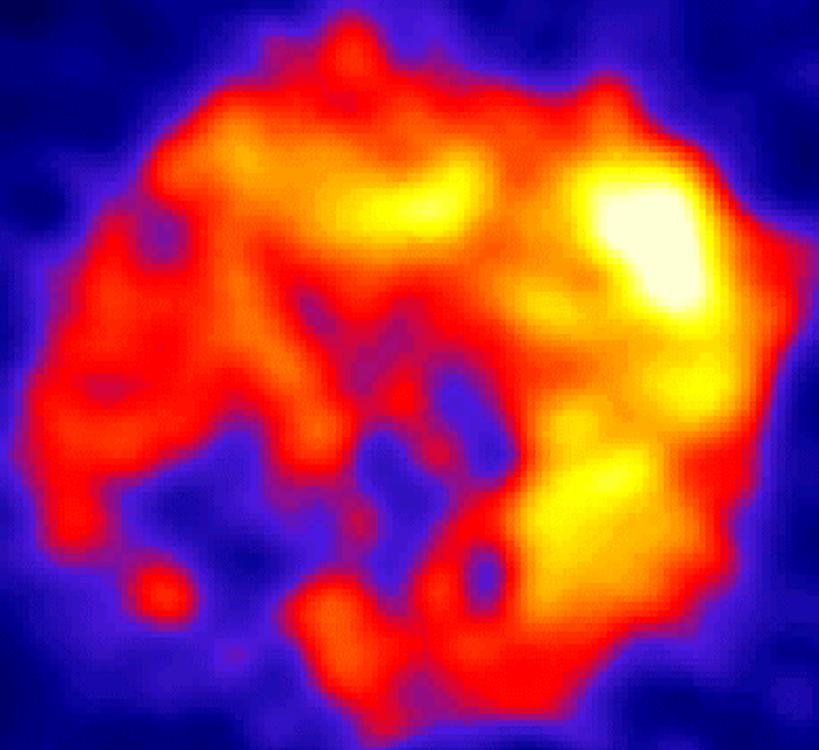


**Die europäischen TeV-Gammateleskope in Namibia:
„H.E.S.S.“: High Energy Stereoscopic System**

Supernovaüberrest RXJ 1713-3946

-39d20'

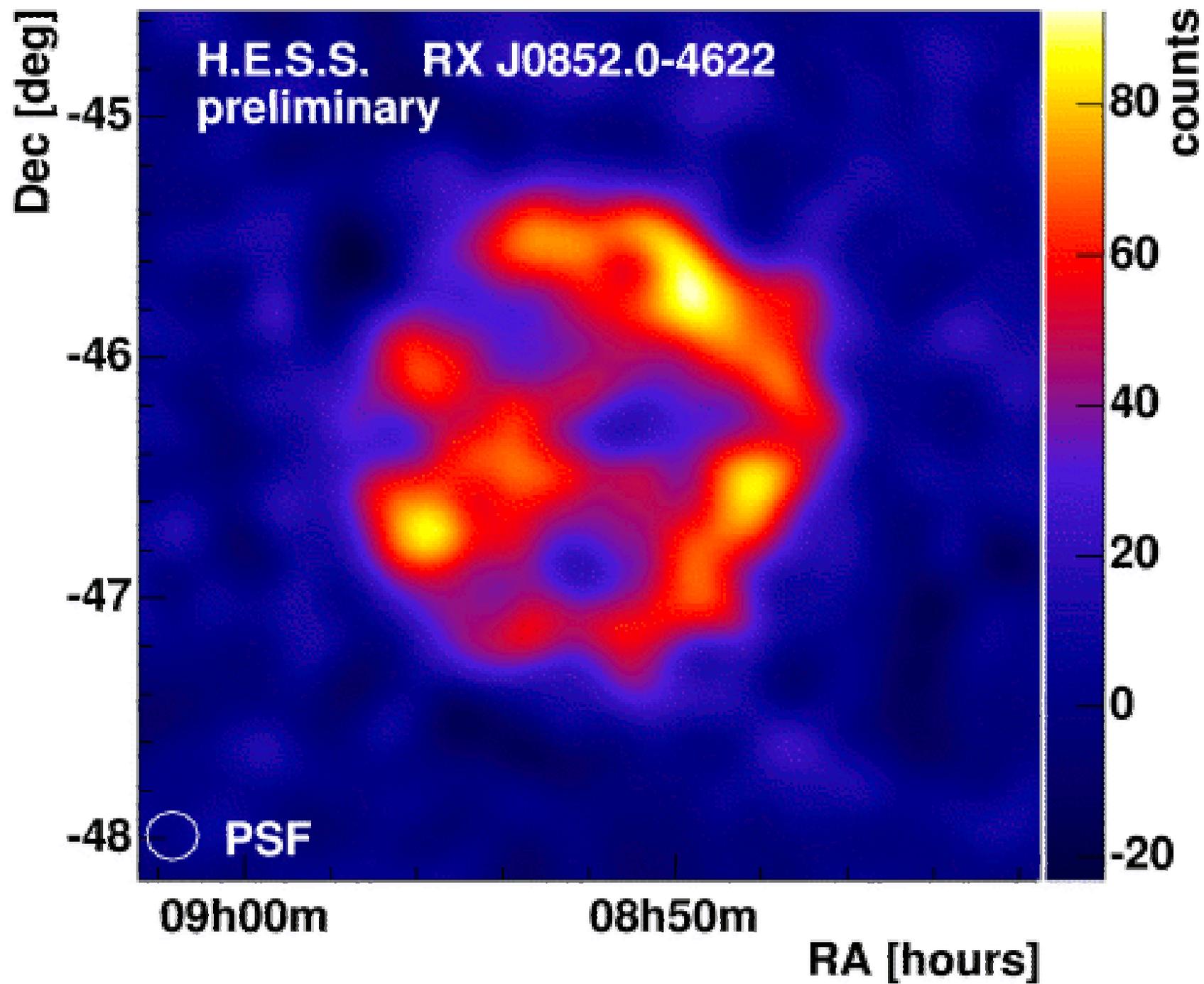
-40d00'



H.E.S.S.

17h15m

17h12m



Warum würden wir uns so über die Protonen in den Supernova-Stoßwellen freuen?

Suche nach den Urhebern der Kosmischen Strahlung!

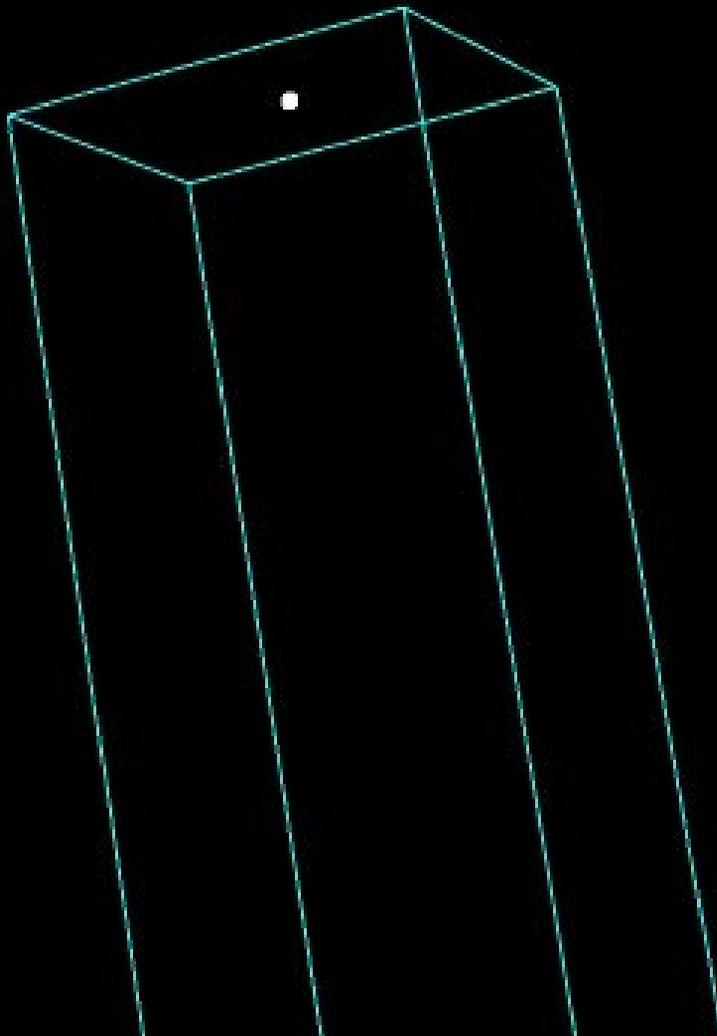
Was war nochmal die Kosmische Strahlung?

- Genau die Teilchen (überwiegend Protonen und schwerere Kerne, und auch Elektronen), die wir mit unseren Teleskopen sehen können
- Diese Teilchen füllen unsere Galaxie an und bombardieren permanent auch die Erde!

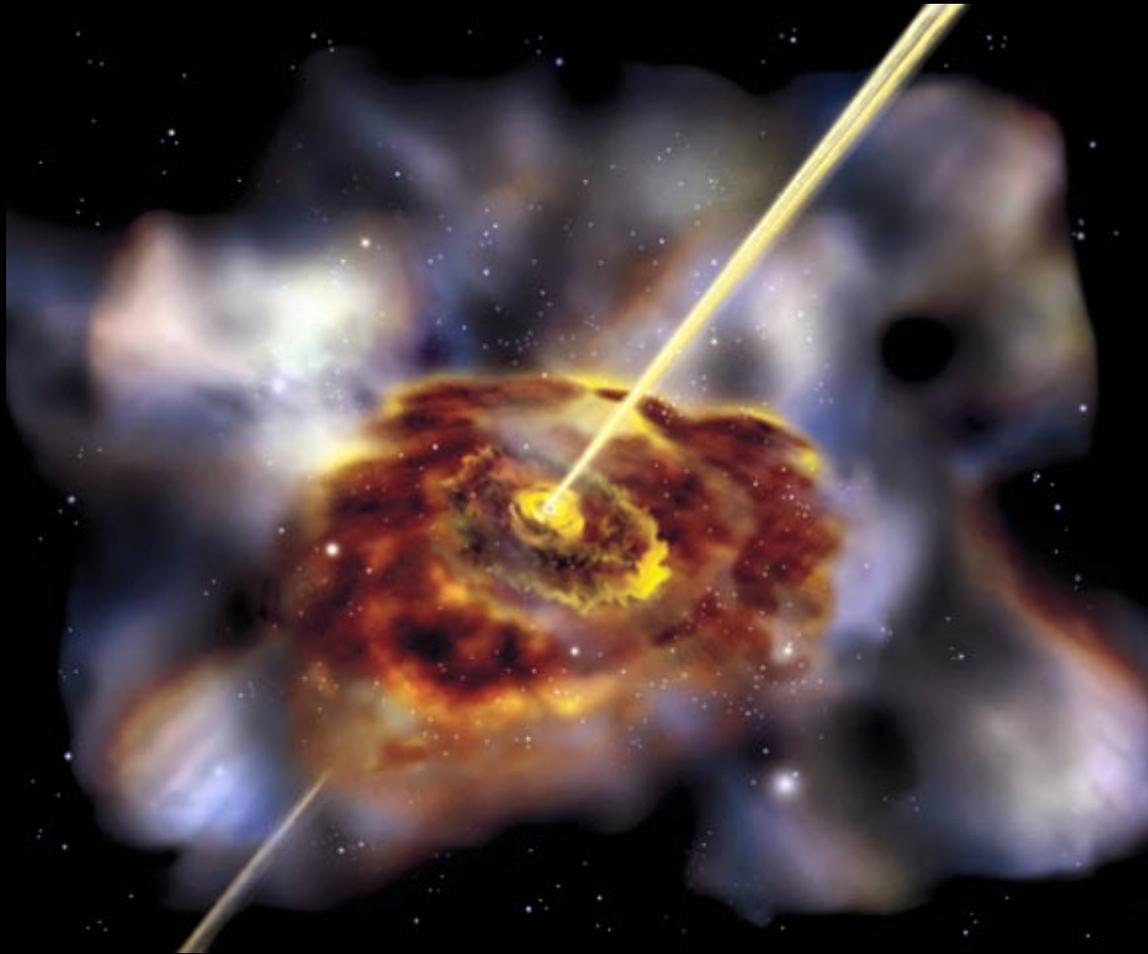
**Polarlichter:
diese Teilchen der Kosmischen Strahlung
kommen von der Sonne**

**Die kosmischen Strahlungsteilchen mit viel höheren Energien
machen etwas ganz anderes ...**





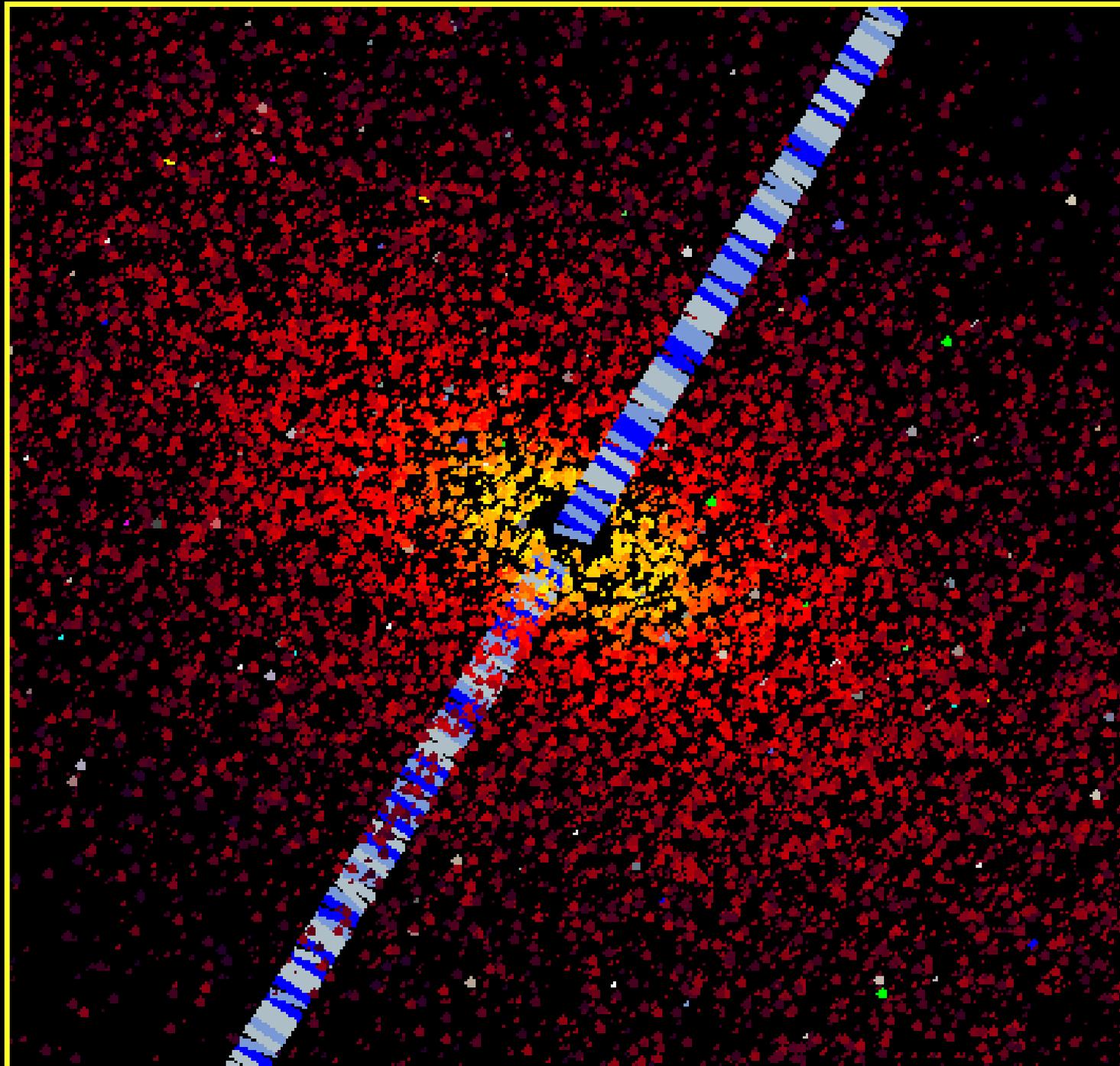
War's das schon
an Teilchenbeschleunigern im All?



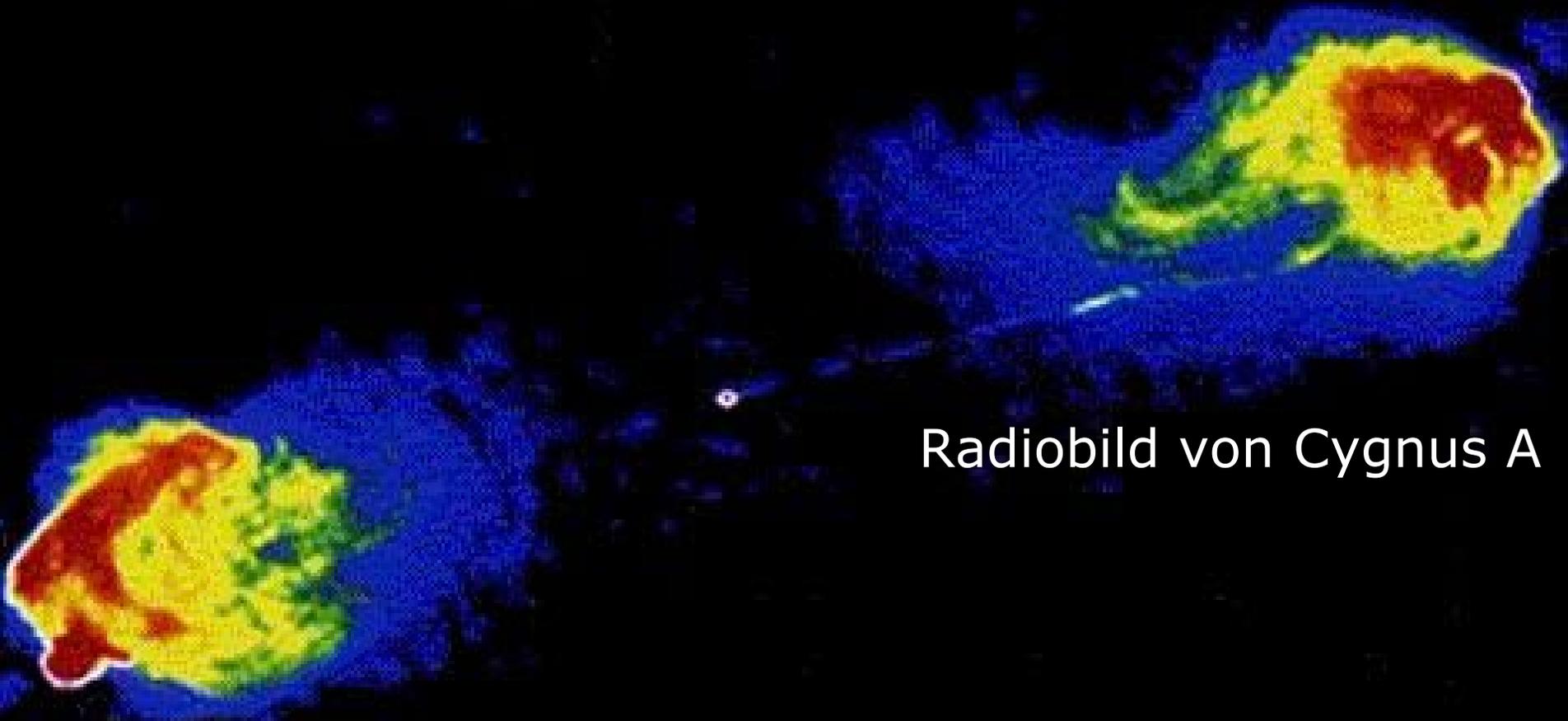
„Aktive Galaxien“

In der Mitte
ein „super-
massives“,
d.h. enorm
schweres
schwarzes
Loch

Ein Teil der
angesaugten
Materie
wird in
„Jets“
ausgestrahlt



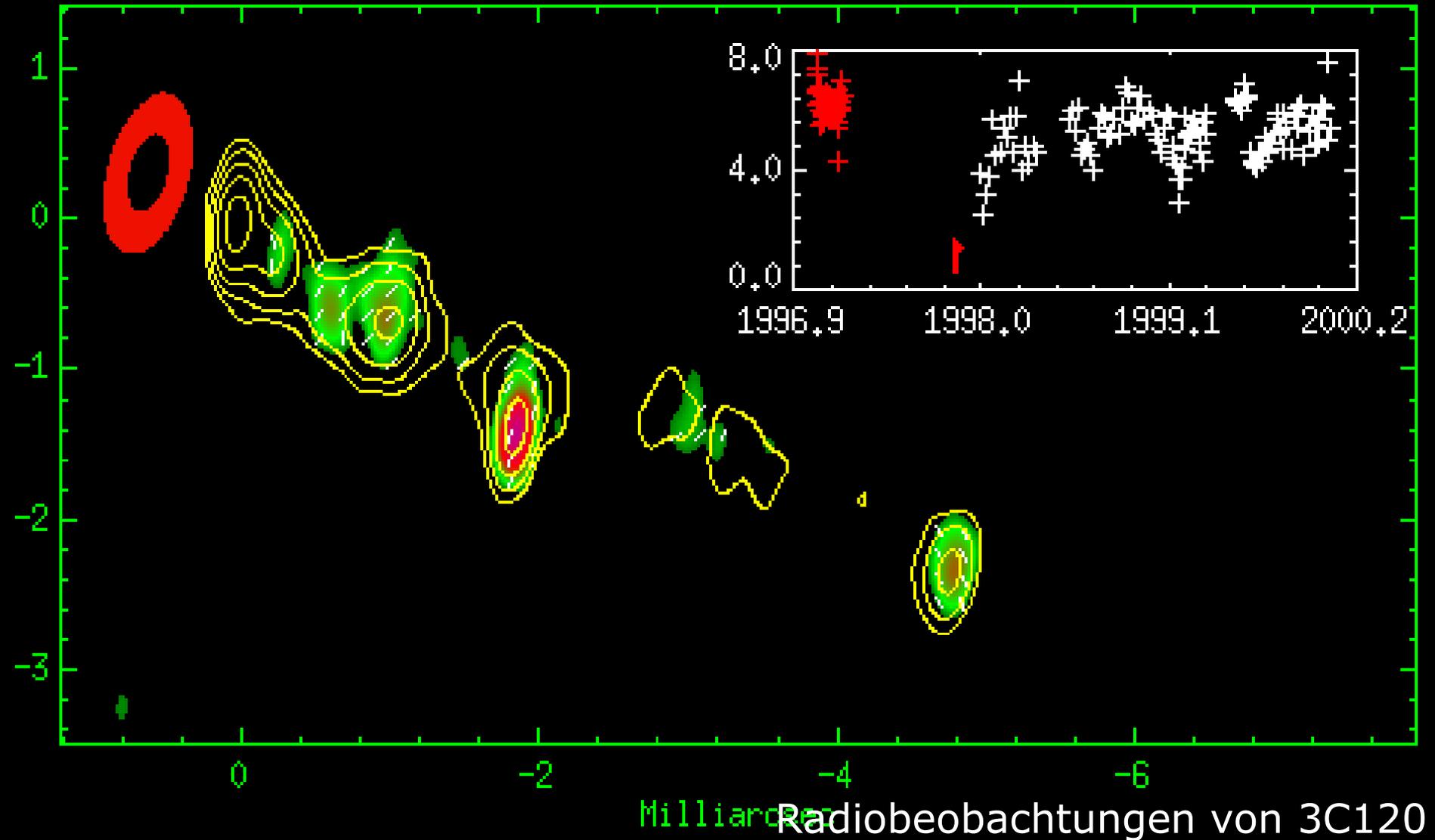
Diese Materieausströmungen („Jets“) haben enorme Ausdehnungen



Radiobild von Cygnus A

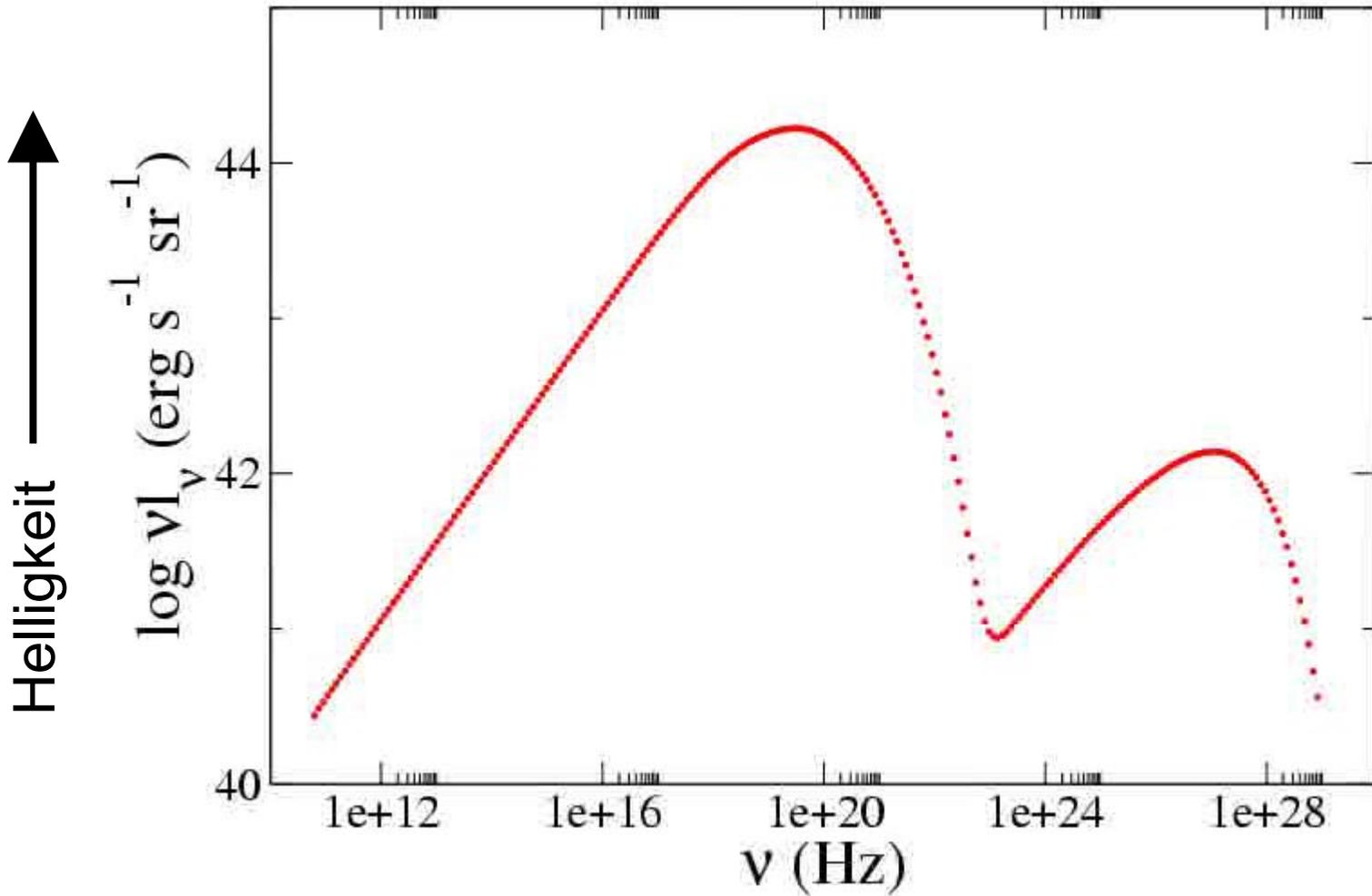
ähnliche Dimensionen wie Entfernungen
zwischen einzelnen Galaxien!

Bei einigen Jets kommt man
schon ziemlich nahe an das schwarze Loch heran





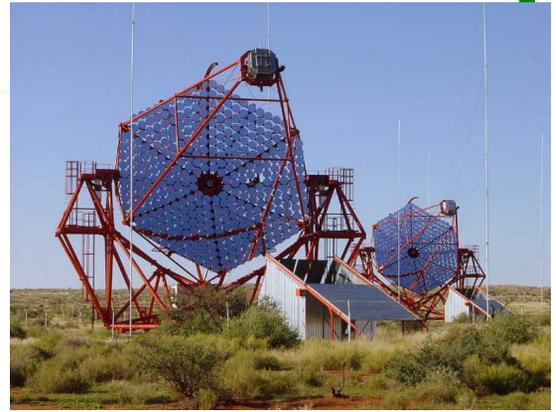
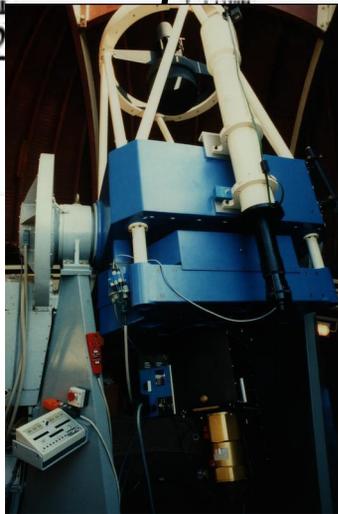
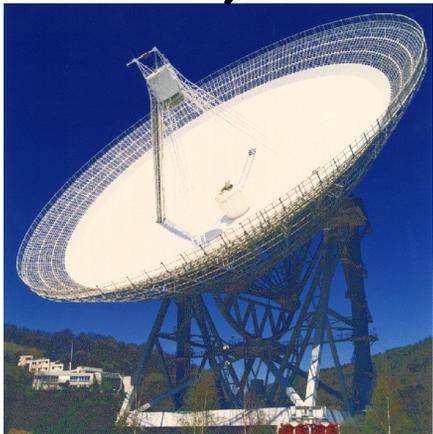
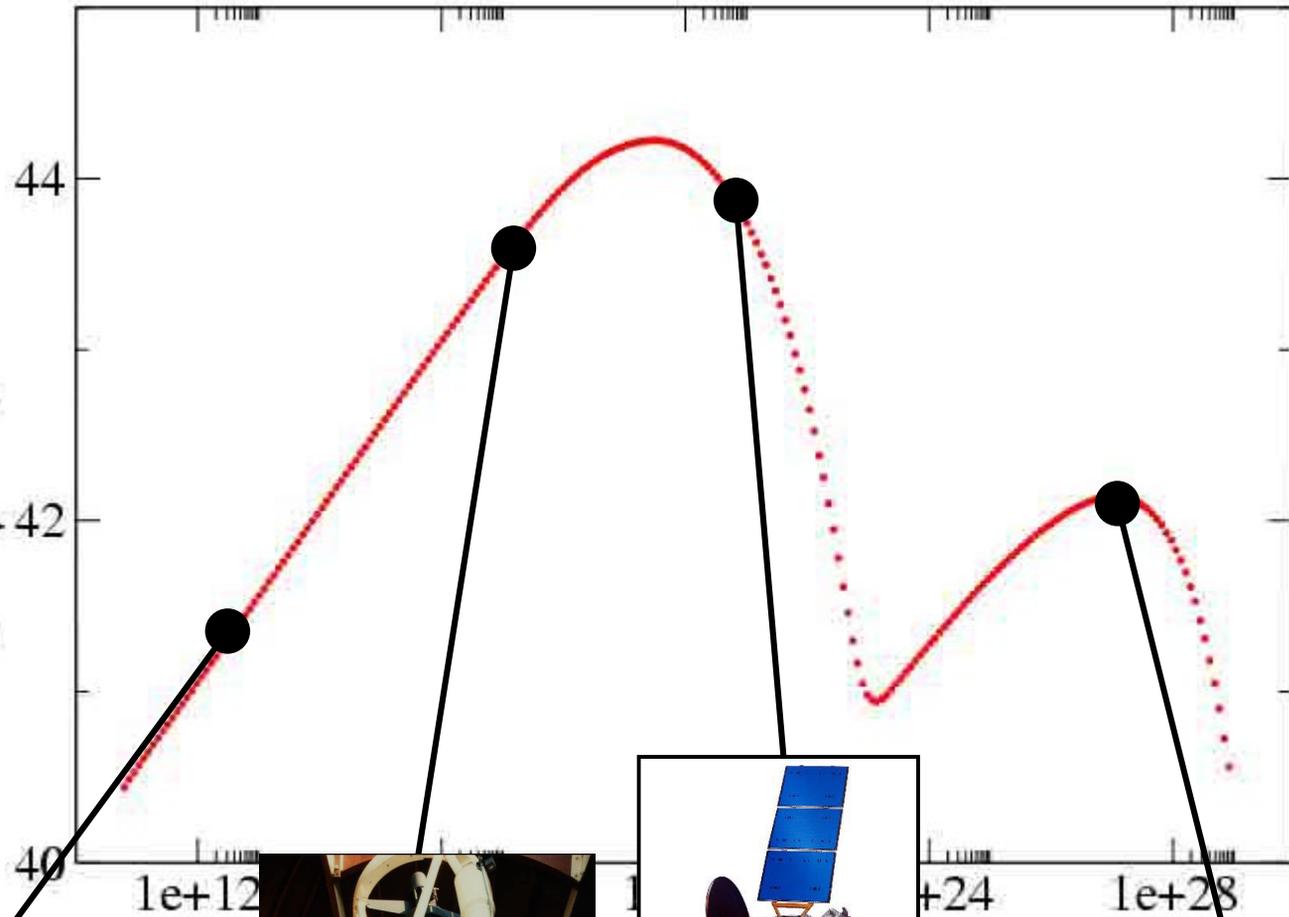
Um so nah wie möglich an das schwarze Loch heranzuzoomen, und die für uns so interessanten Stoßwellen zu sehen, bedient man sich eines Tricks: schaue genau in den Jet hinein!



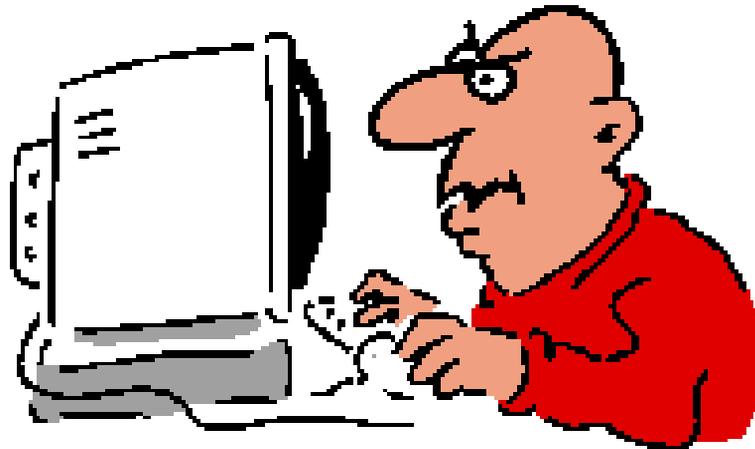
- Verstärkungseffekt → man sieht fast direkt an den Ursprung des Jets (am schwarzen Loch)
- aber: keine räumliche Information mehr, nur Variabilität

Helligkeit ↑

$\log v l_{\nu}$ (erg s⁻¹ sr⁻¹)



- Ganzer „Fuhrpark“ von Observatorien nötig
- Hoher Aufwand für Vorbereitungen und Durchführung nötig



Angenehm:

Beobachtungen im antischen

Welle

könne

durch

sie die

hat





Das wars ...