

# AGN lecture – Cologne – Kiel - Bonn

Datum	Eckart	Duschl	Lobanov	Britzen
18.10.2007	Einführung			
25.10.2007				Multifrequency
01.11.2007	<i>-----frei-----</i>			
08.11.2007	Sgr A*			
15.11.2007			Overview AGN	
22.11.2007			Outflows	
29.11.2007				Jets
06.12.2007		AD - Grundlagen		
13.12.2007		AD - Modelle		
20.12.2007		AD - Kuriosa		
27.12.2007	<i>-----frei-----</i>			
03.01.2008	<i>-----frei-----</i>			
10.01.2008				Binary black holes
17.01.2008	Sgr A* - BH			
24.01.2008			Emission processes	
31.01.2008			Evolution/impact	
07.02.2008	<i>-----Ausklang-----</i>			

# Multifrequency observations of AGN Telescopes & Surveys



Silke Britzen  
MPIfR, Bonn

[sbritzen@mpifr-bonn.mpg.de](mailto:sbritzen@mpifr-bonn.mpg.de)

Tel.: 0228 525 280

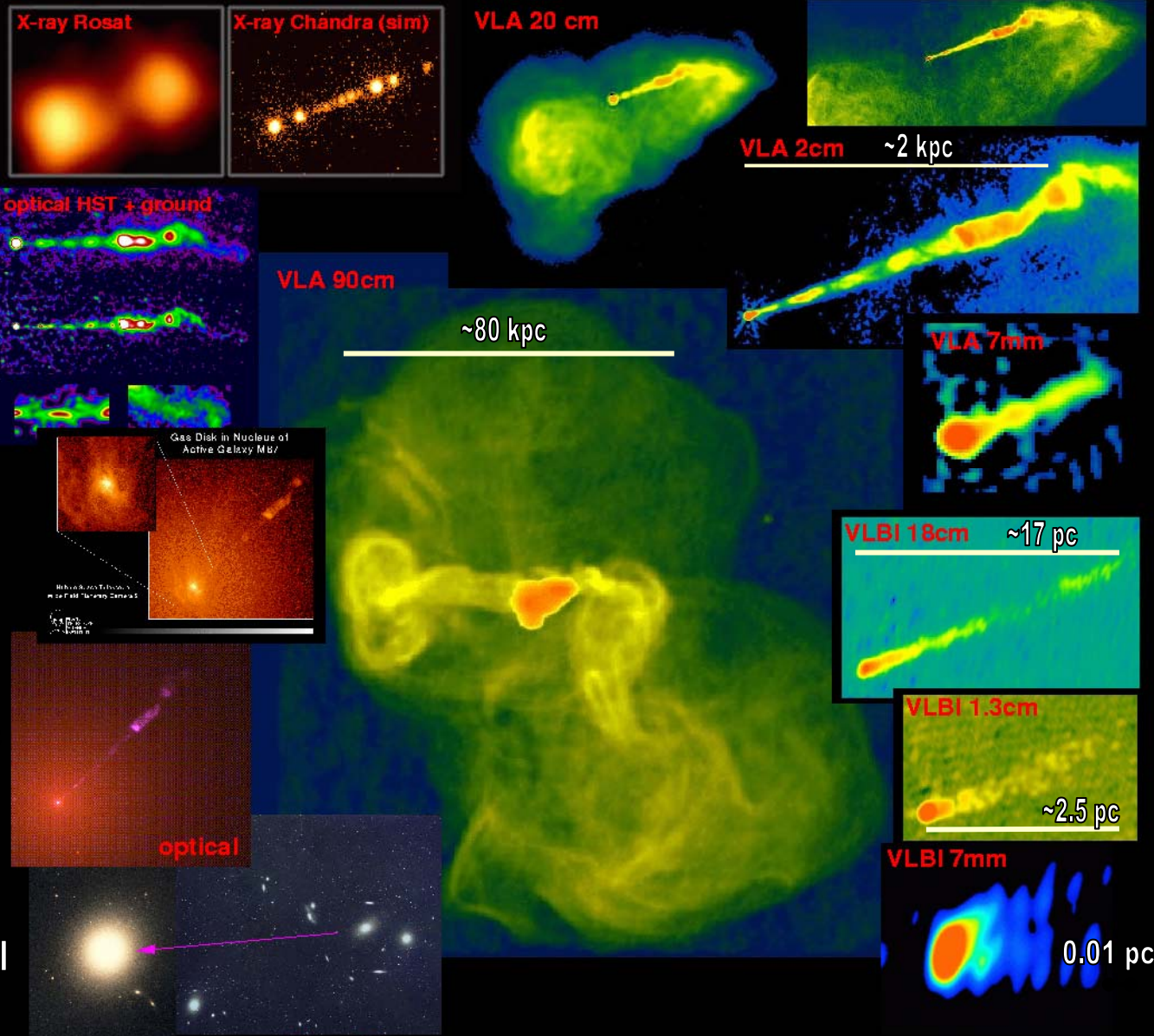
**Im Internet:**

**[www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/sbritzen/](http://www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/sbritzen/)**

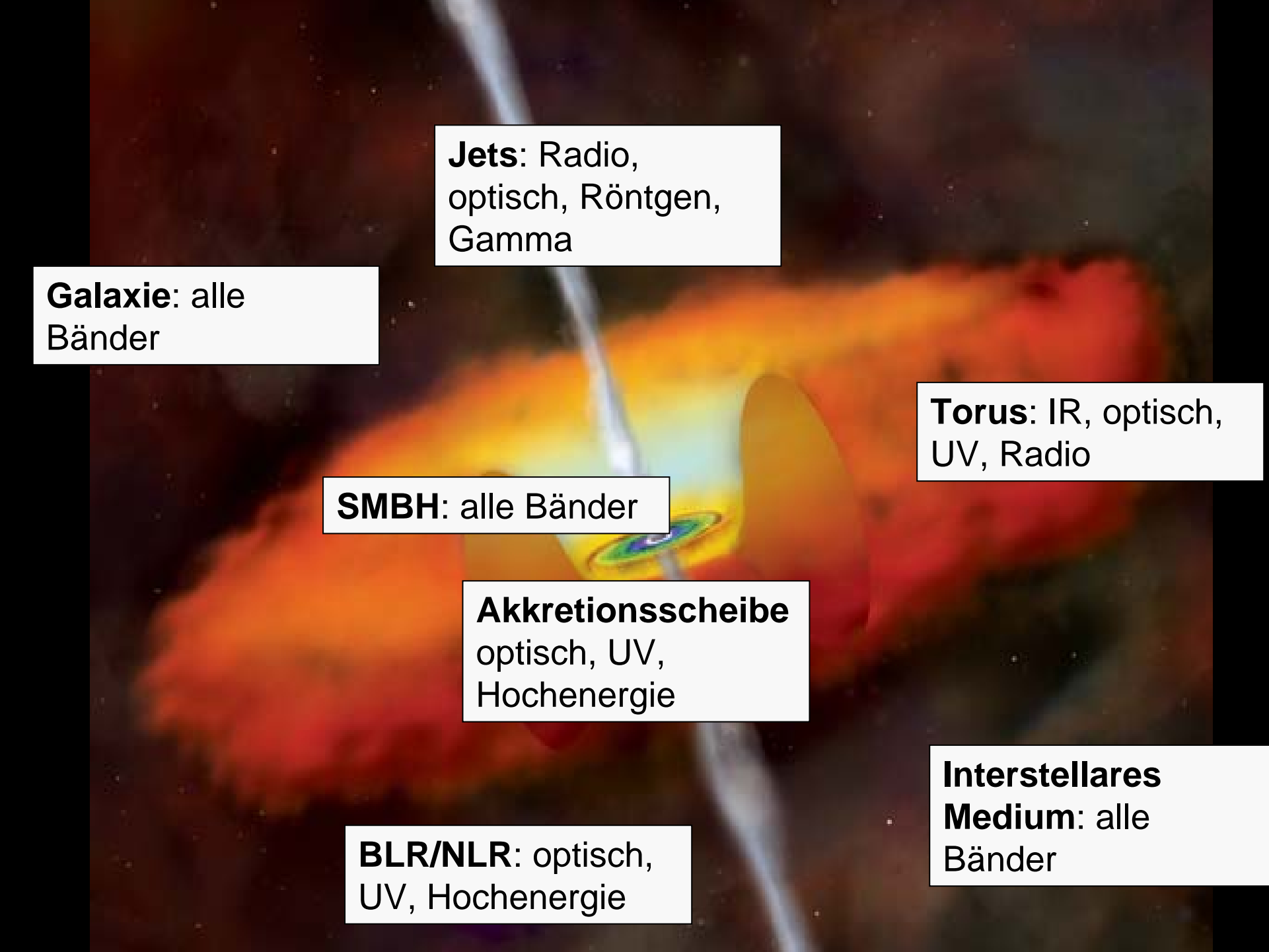
- **[Lecture as pdf-file](#)**
- **[Literature](#)**
- **[\(Archive of earlier lectures\)](#)**



# M87 (Virgo A) - From half a million light years to 0.1 light years



Entfernung zur Erde: 17 Mpc

A diagram of a galaxy nucleus showing a central supermassive black hole (SMBH) surrounded by an accretion disk, a torus, and jets. The accretion disk is shown as a multi-colored ring (blue, green, yellow, orange, red) with a bright center. The torus is a larger, reddish-orange ring. Two jets of light extend from the poles of the SMBH. The background is a dark field with a faint galaxy structure.

**Jets:** Radio,  
optisch, Röntgen,  
Gamma

**Galaxie:** alle  
Bänder

**Torus:** IR, optisch,  
UV, Radio

**SMBH:** alle Bänder

**Akkretionsscheibe**  
optisch, UV,  
Hochenergie

**BLR/NLR:** optisch,  
UV, Hochenergie

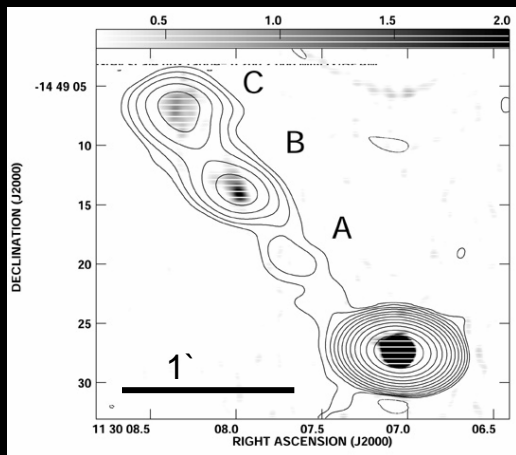
**Interstellares  
Medium:** alle  
Bänder



# Zwei AGK:

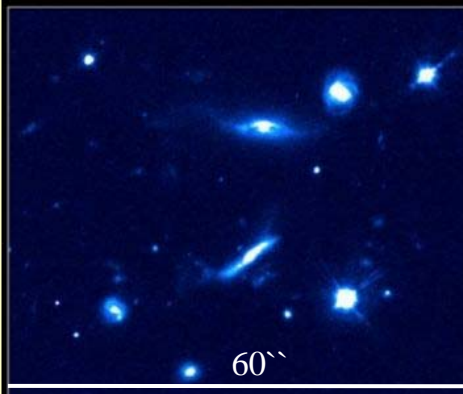
## Quasar PKS 1127-145 ( $z=1.187$ ), Quasar 3C273 ( $z=0.158$ )

### VLA, MERLIN



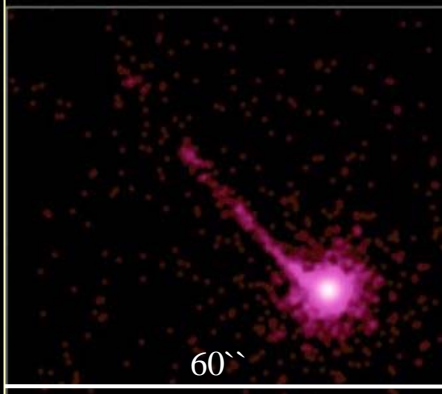
Siemiginowska et al. (VLA)

### HST



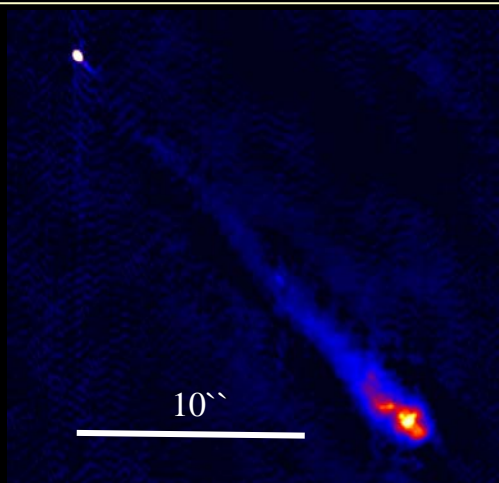
A. Siemiginowska ([CfA](#)) & J. Bechtold (U. Arizona), et al., NASA

### CHANDRA

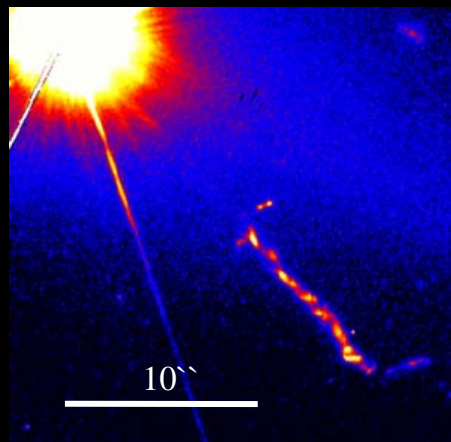


### EGRET

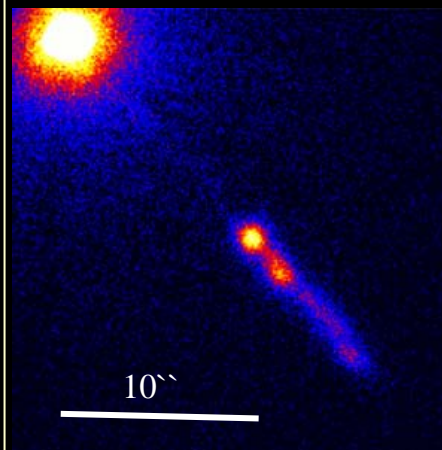
Detektiert,  
leider kein Bild



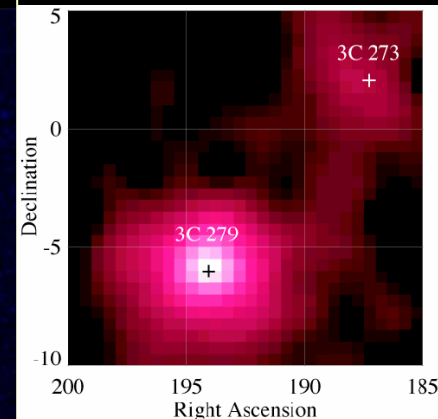
MERLIN



NASA/STScI



NASA/CXC/SAO  
/H. Marshall et al.



NASA/CGRO



# Jets as emission sites

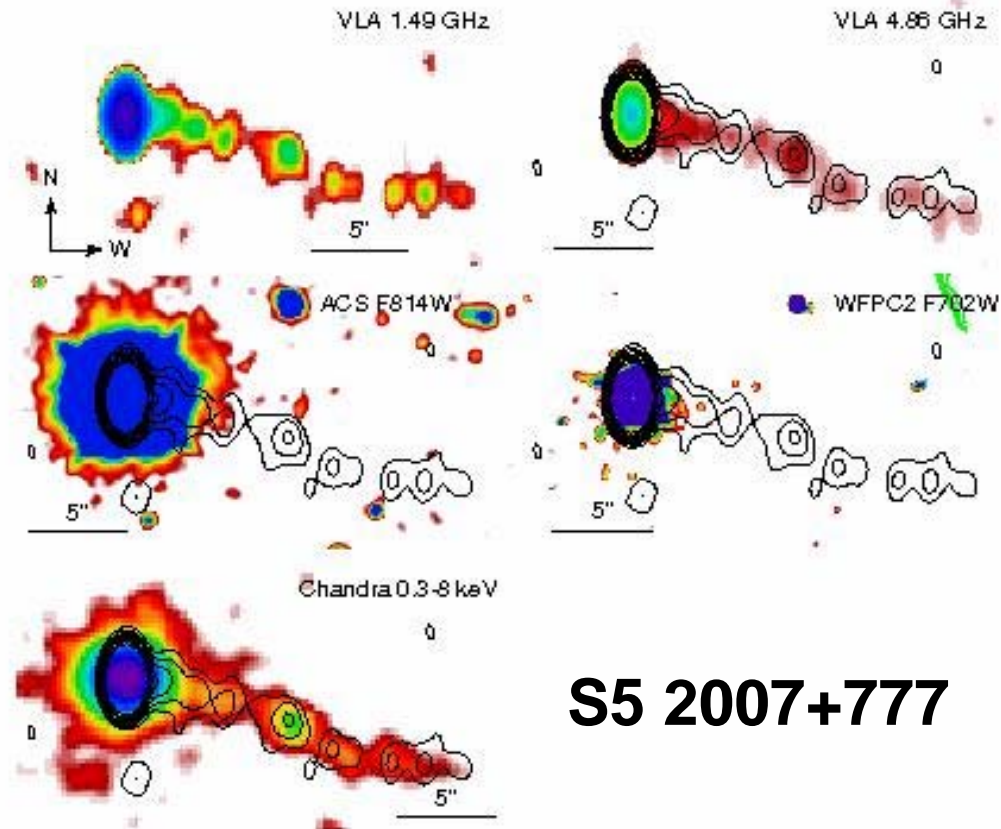
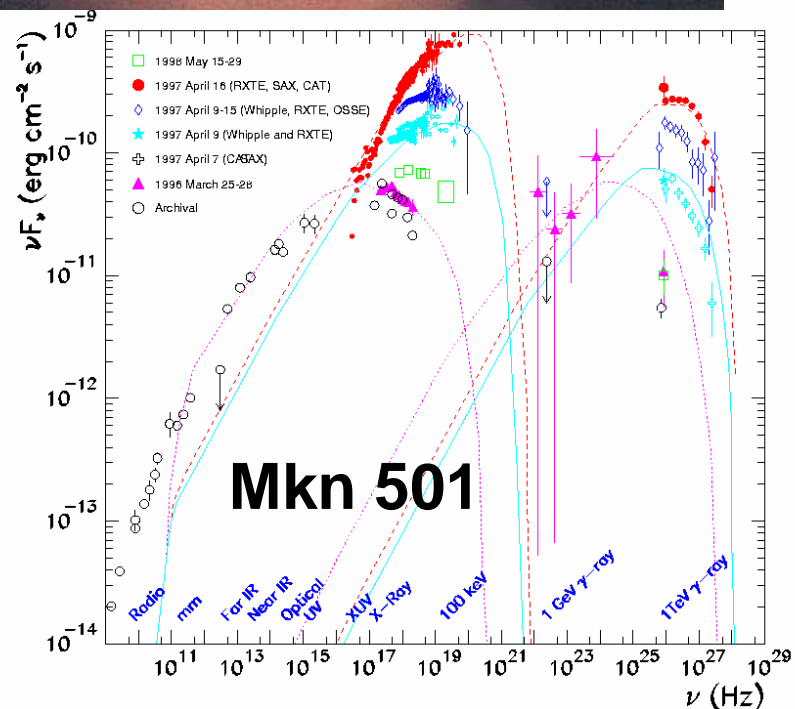
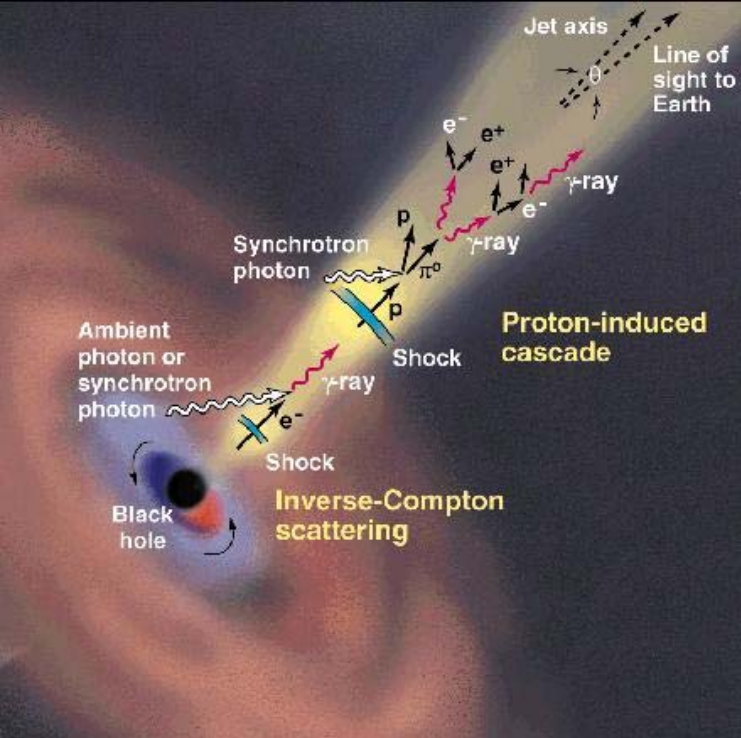
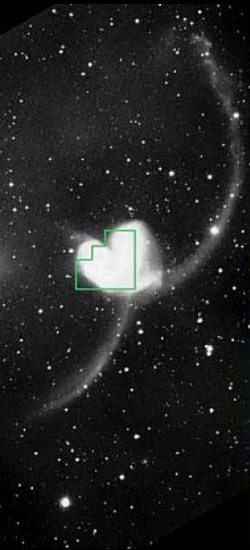
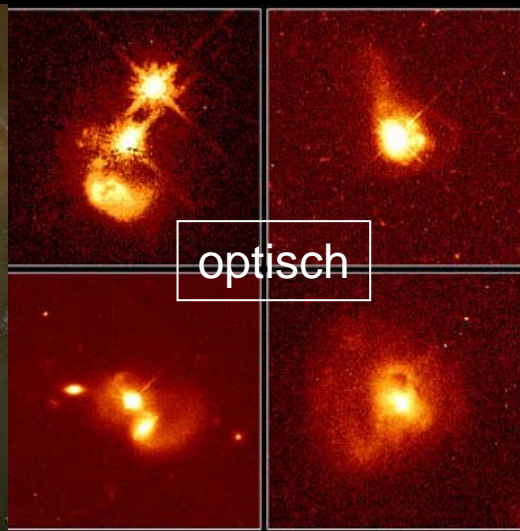
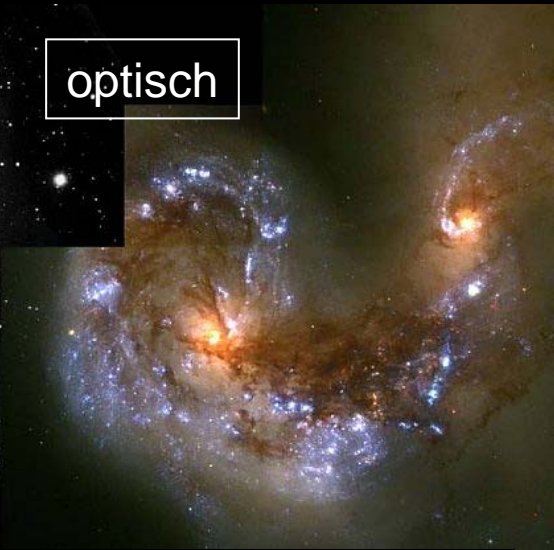


Figure 1. Images of the jet of S5 2007+777 at the various wavelengths. First row: VLA (1.49 GHz) and (4.86 GHz); Second row: ACS (F814W) and WFC2 (F702W); Third row: Chandra 0.3-8 keV. In all cases, the 1.49 GHz radio contours are overlaid on the color image.

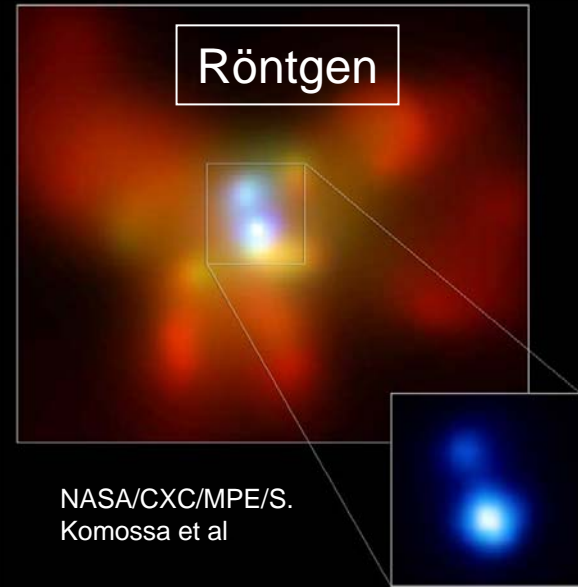
# Supermassive Binäre Schwarze Löcher auf verschiedenen Skalen, Entwicklungszuständen?



optisch



optisch



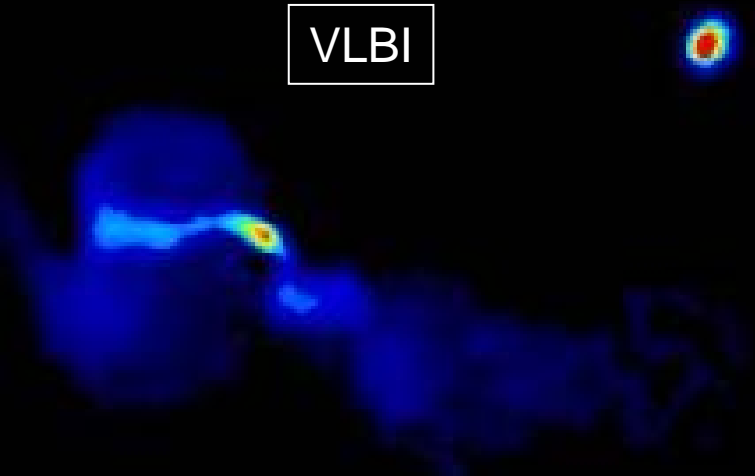
Röntgen

NASA/CXC/MPE/S.  
Komossa et al

Quasar Host Galaxies  
e Telescope - Wide Field Planetary Camera 2

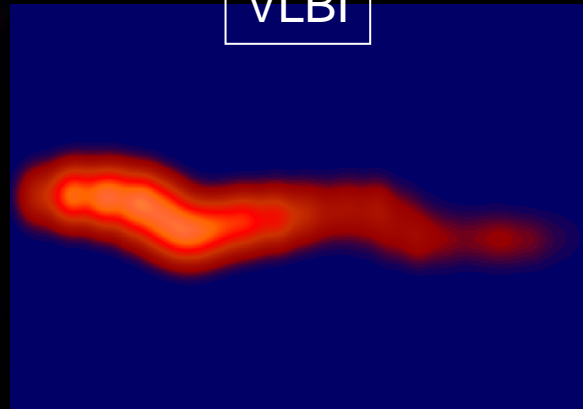
J. Bahcall (Institute for Advanced Study), M. Disney (University of Wales) and NASA

VLBI



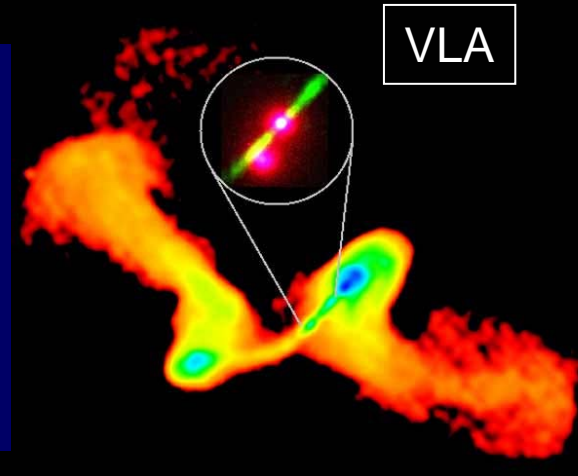
Hardcastle et al. 1996

VLBI



Lobanov & Roland 2004

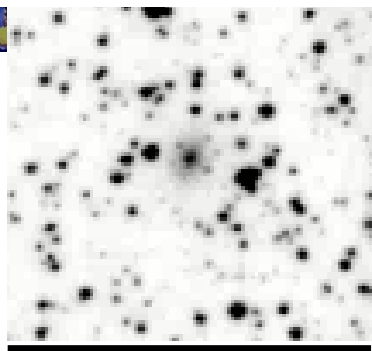
VLA



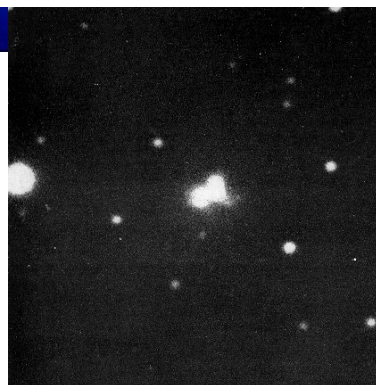
Murgia et al.



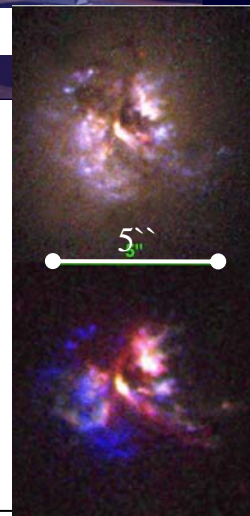
# AGK / Cygnus A / Ein Teleskop ist nicht genug !



3''  
Palomar 48-inch Schmidt

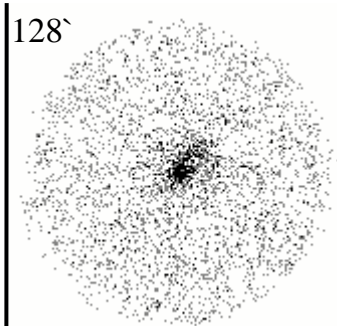


5''  
Erste Aufnahme von Walter Baade mit dem 200'' Hale-Reflektor

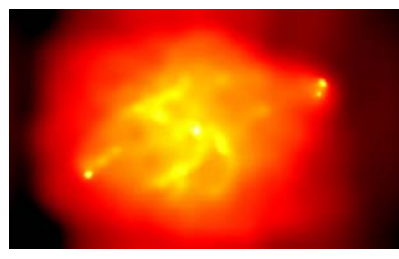


HST

optisch

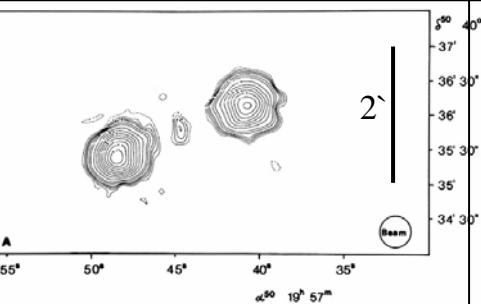


128''  
ROSAT, 0.1-2.4keV 1995

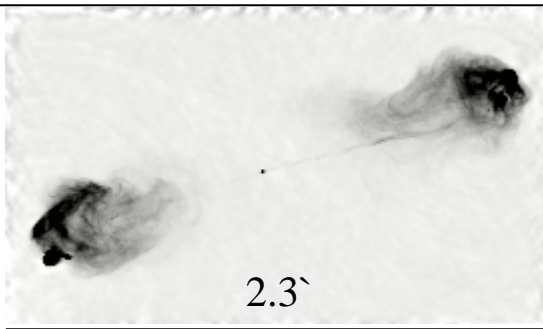


3.3''  
CHANDRA, 0.1-10keV 2003

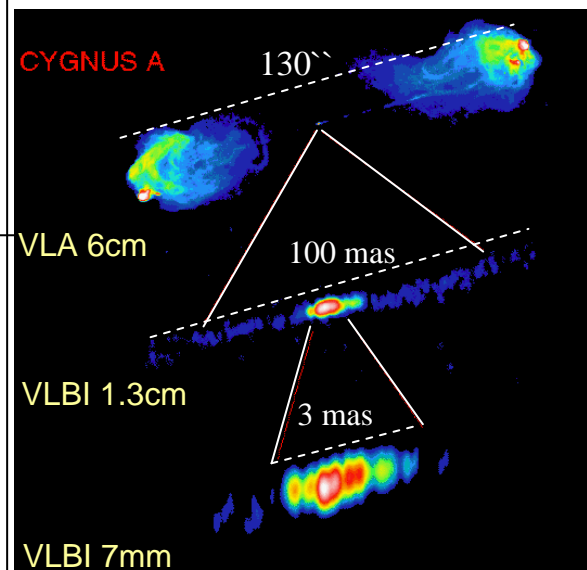
Röntgen



2''  
Effelsberg, 8.5 mm, 1976



2.3''  
VLA, 6cm



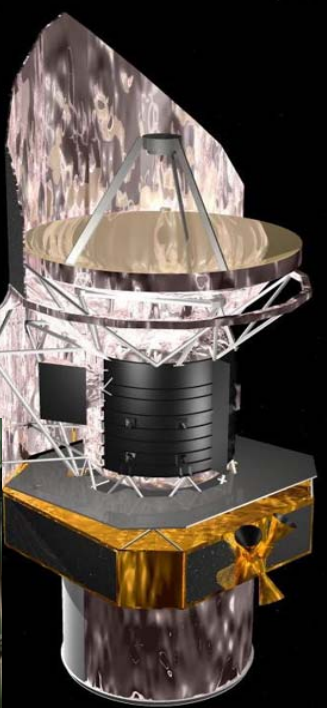
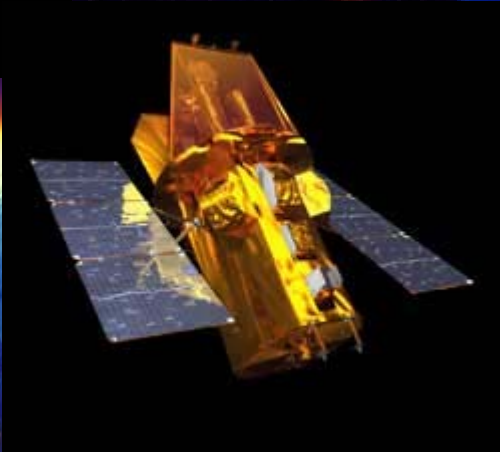
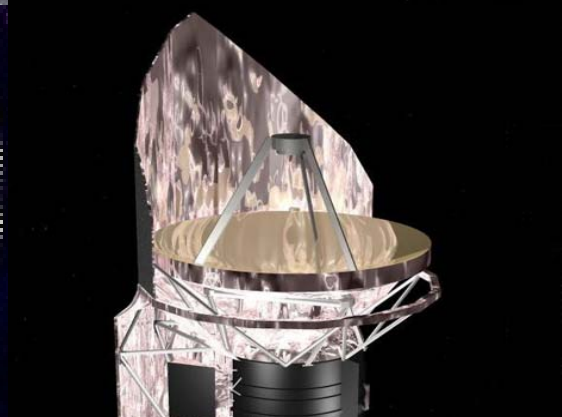
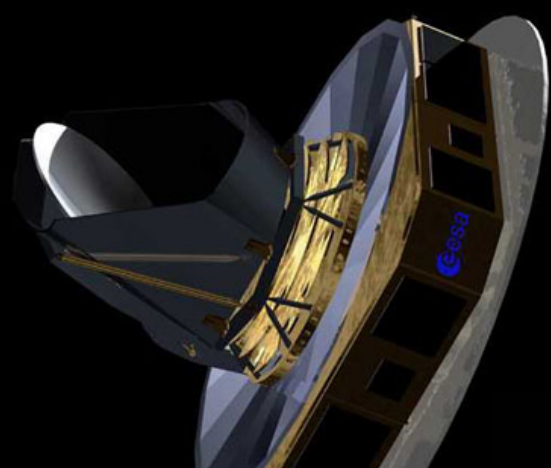
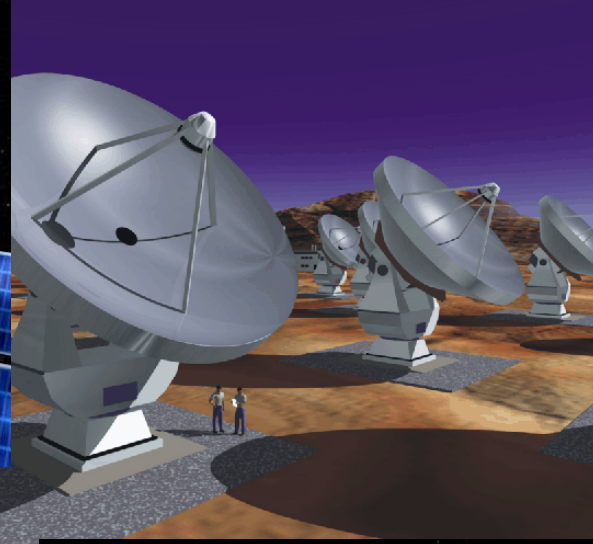
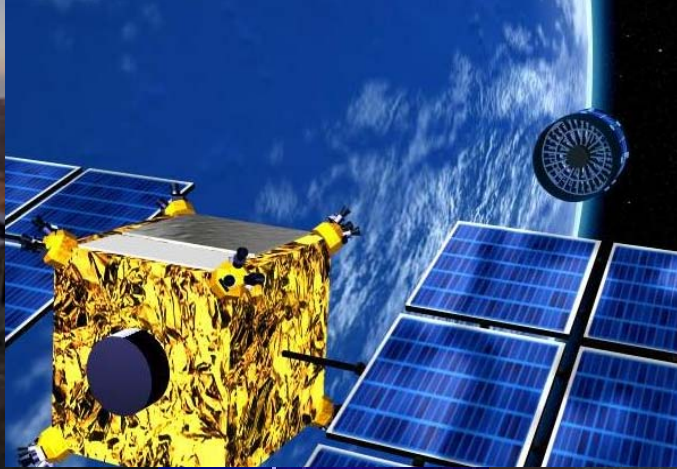
CYGNUS A  
130''  
VLA 6cm

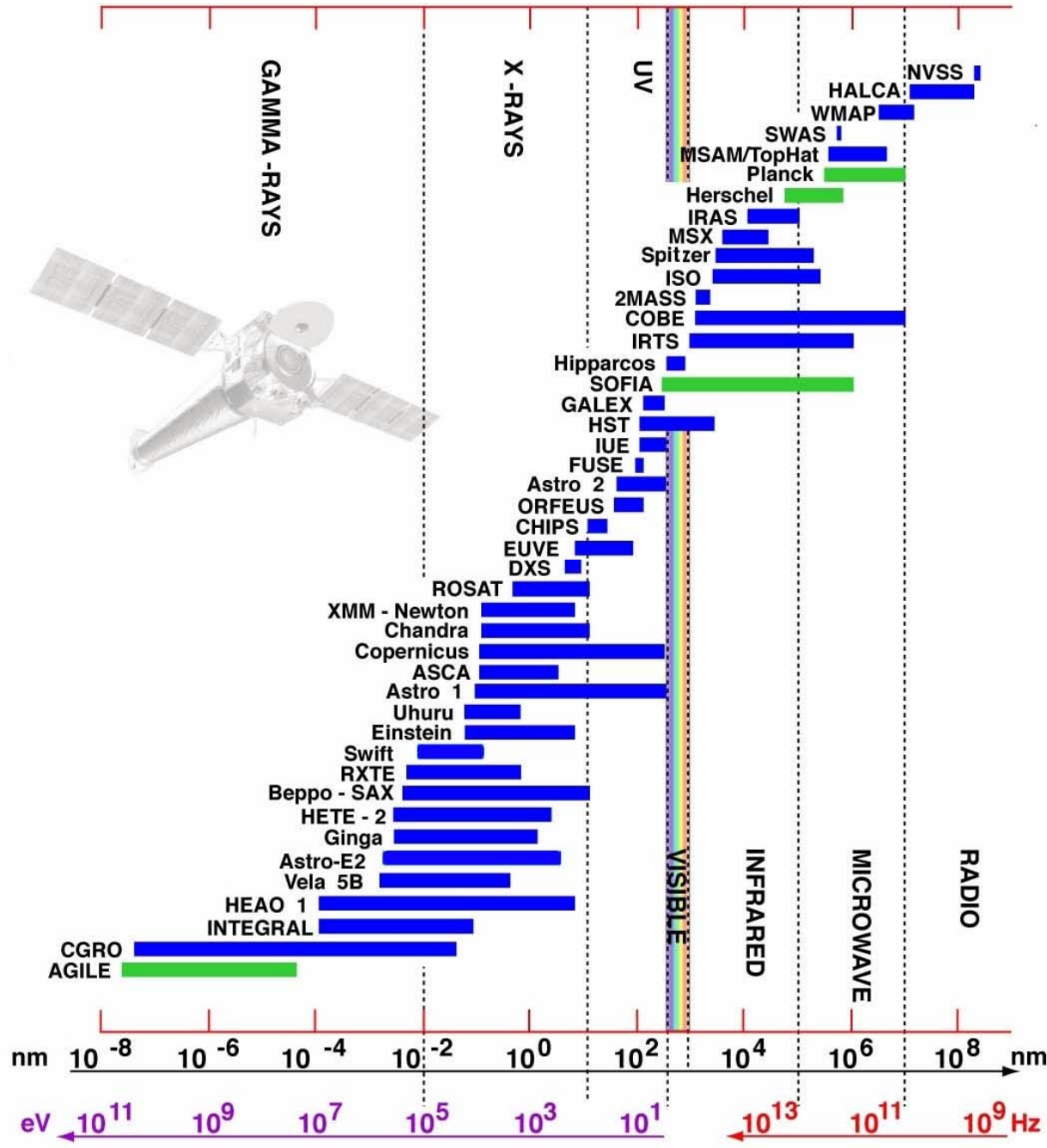
100 mas  
VLBI 1.3cm

3 mas  
VLBI 7mm

Radio







# Multifrequenz- Astronomie



# Multifrequency Observations: Some selected Telescopes

- Radio:
  - Next space telescope: VSOP2
  - LOFAR
  - SKA
- Microwaves:
  - Planck
- submm:
  - APEX
  - ALMA
- Infrarot:
  - Spitzer
  - WISE
  - JWST
  - Herschel
- UV:
  - GALEX



**Spitzer**





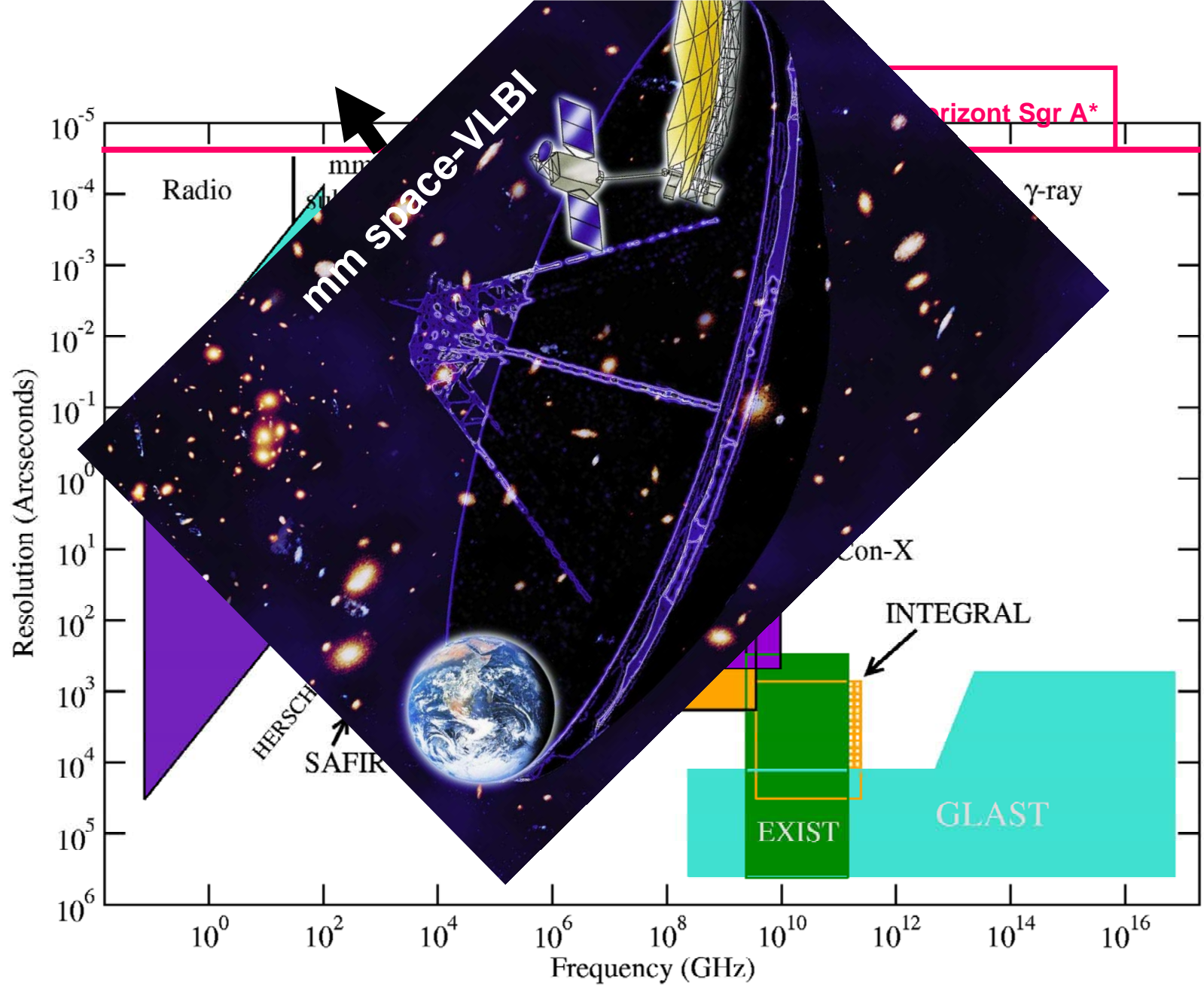
# Multifrequency Observations: Some selected Telescopes

- X-rays:
  - Suzaku (aka Astro-E2)
  - Swift
  - Rosita
- Gamma-rays:
  - INTEGRAL
  - AGILE
  - GLAST
  - etc.
- TeV:
  - HESS
  - MAGIC, etc.



# Multifrequency - Microwaves

*VSO P2, LOFAR, SKA*







phasengesteuerte Antennen

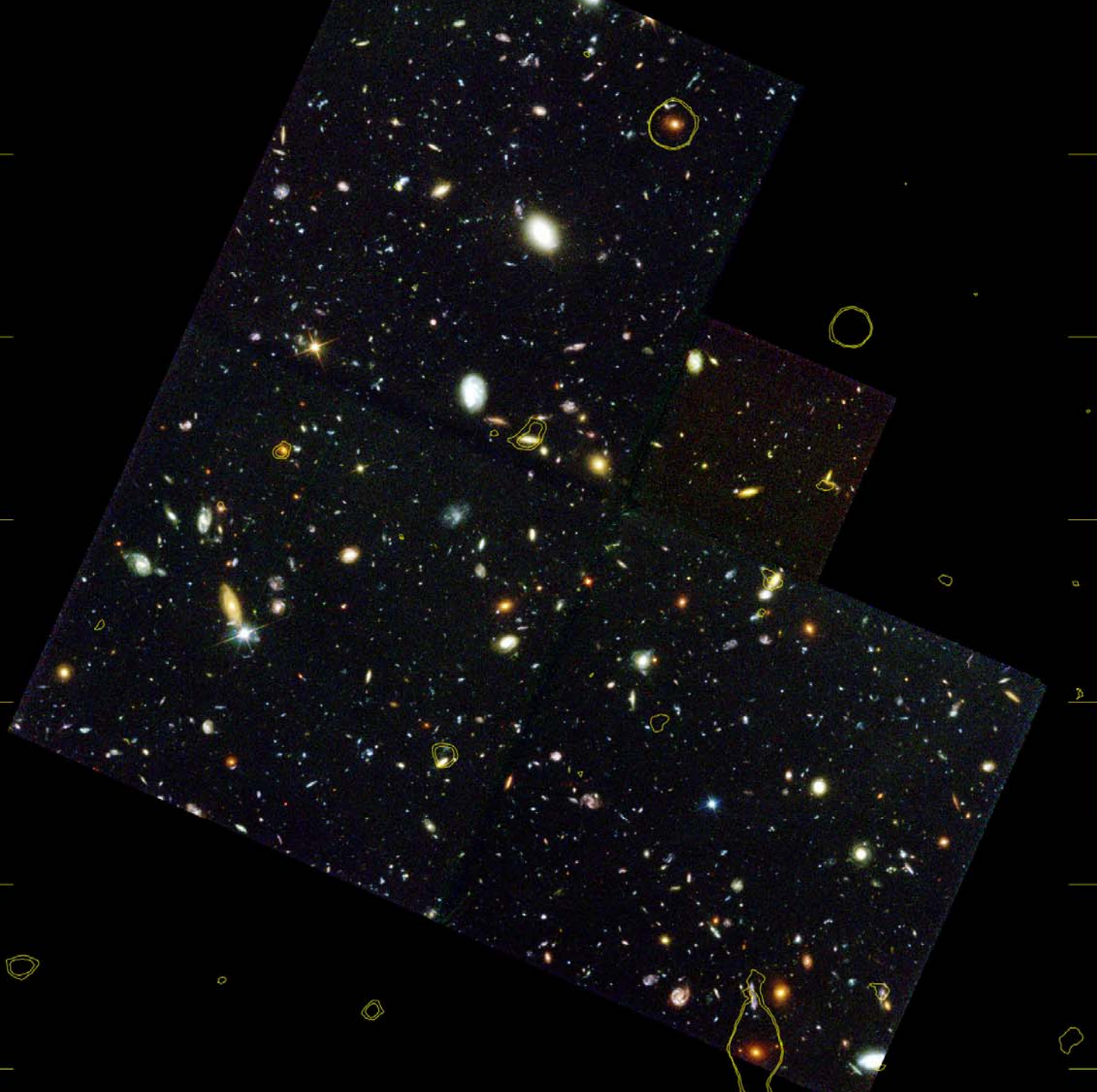


DECLINATION (J2000)

62°14'

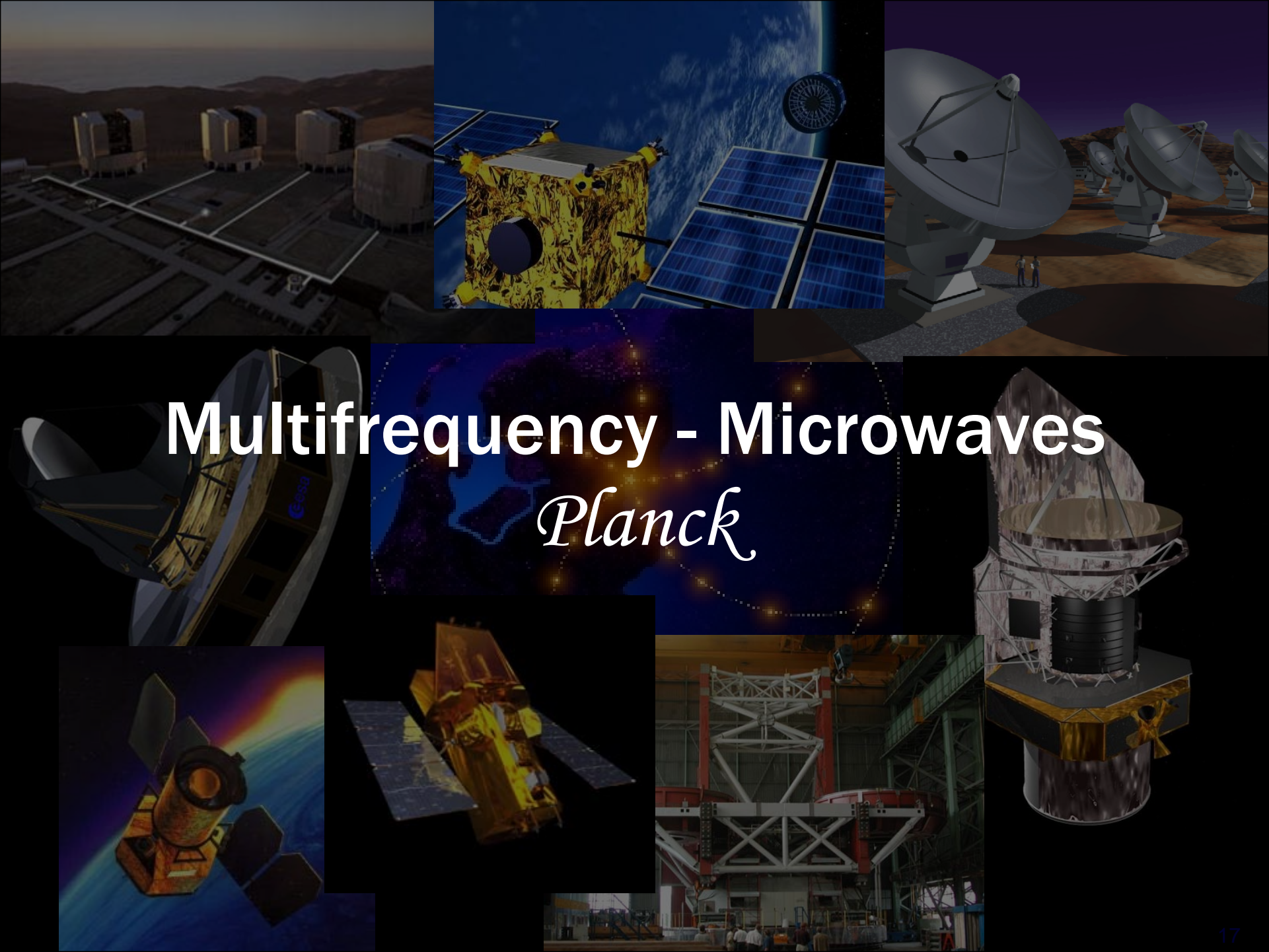
13'

12'

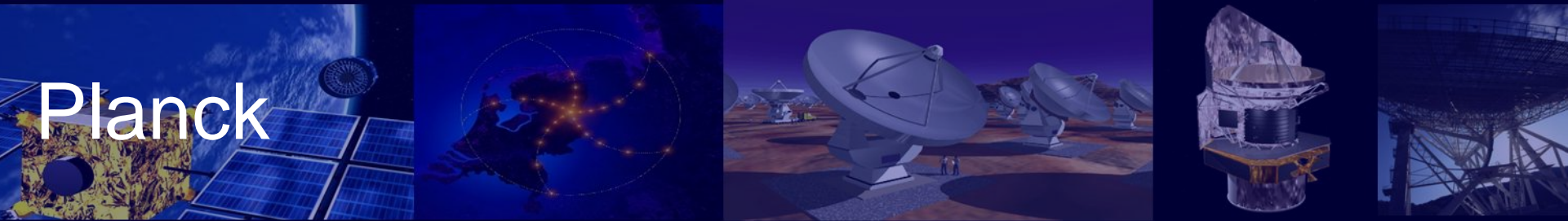


# Multifrequency - Microwaves

## *Planck*







# Planck



- Planck, oder Planck Surveyor, wird mit Herschel Ende Juli 2008 gestartet
- Kartierung der kosmischen Hintergrundstrahlung bei Frequenzen zw. 25 und 1000 GHz: Test der Urknall-Theorie, kosmologische Fragestellungen
- Räumliche Auflösung: 5'
- Hauptspiegel von 1.75x1.5 m
- Laufzeit: 21 Monate
- 95% des Himmels werden beobachtet werden
- Könnte geeignet sein, die String-Theorie zu überprüfen
- Temperaturunterschiede von einem Millionstel Grad sollen gemessen werden



# Planck

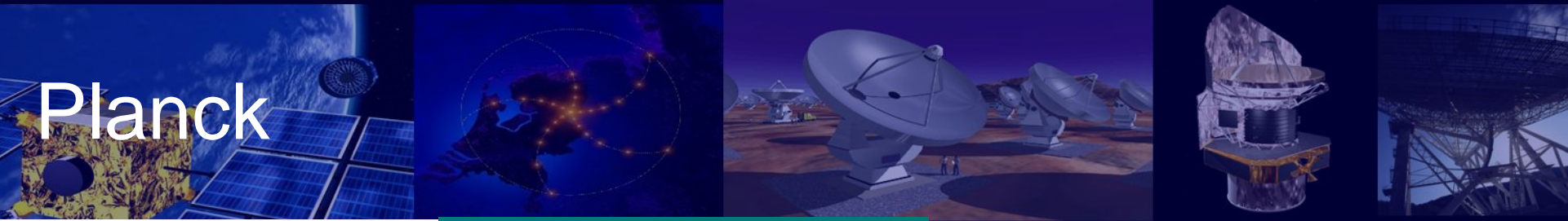
## *Institutions:*

- *Planck at ESA/ESTEC*
- *Planck HFI Consortium*
- *Planck LFI Consortium*
- *Danish Space Research Institute*
- *Max Planck Institute for Astrophysics*
- *German Space Agency*
- *Max Planck Society*

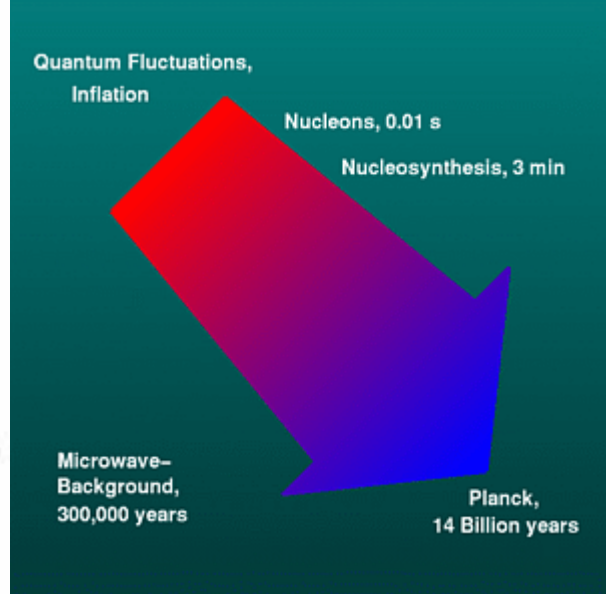
## *Local Sites:*

- *The Planck Mission*
- *Planck at MPA*
- *IDIS*
- *Simulations*
- *CMB Research at MPA*
- *CMBNet*
- *CMB Theory*
- *CMB Experiments*

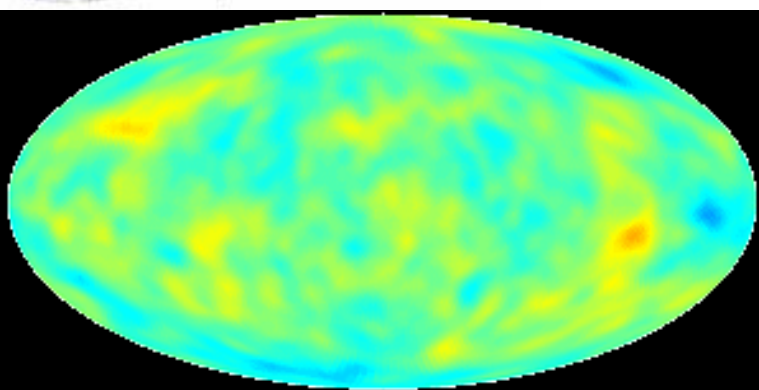




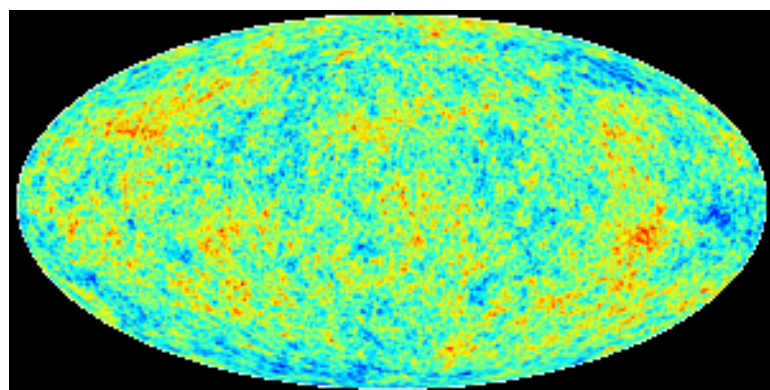
# Planck



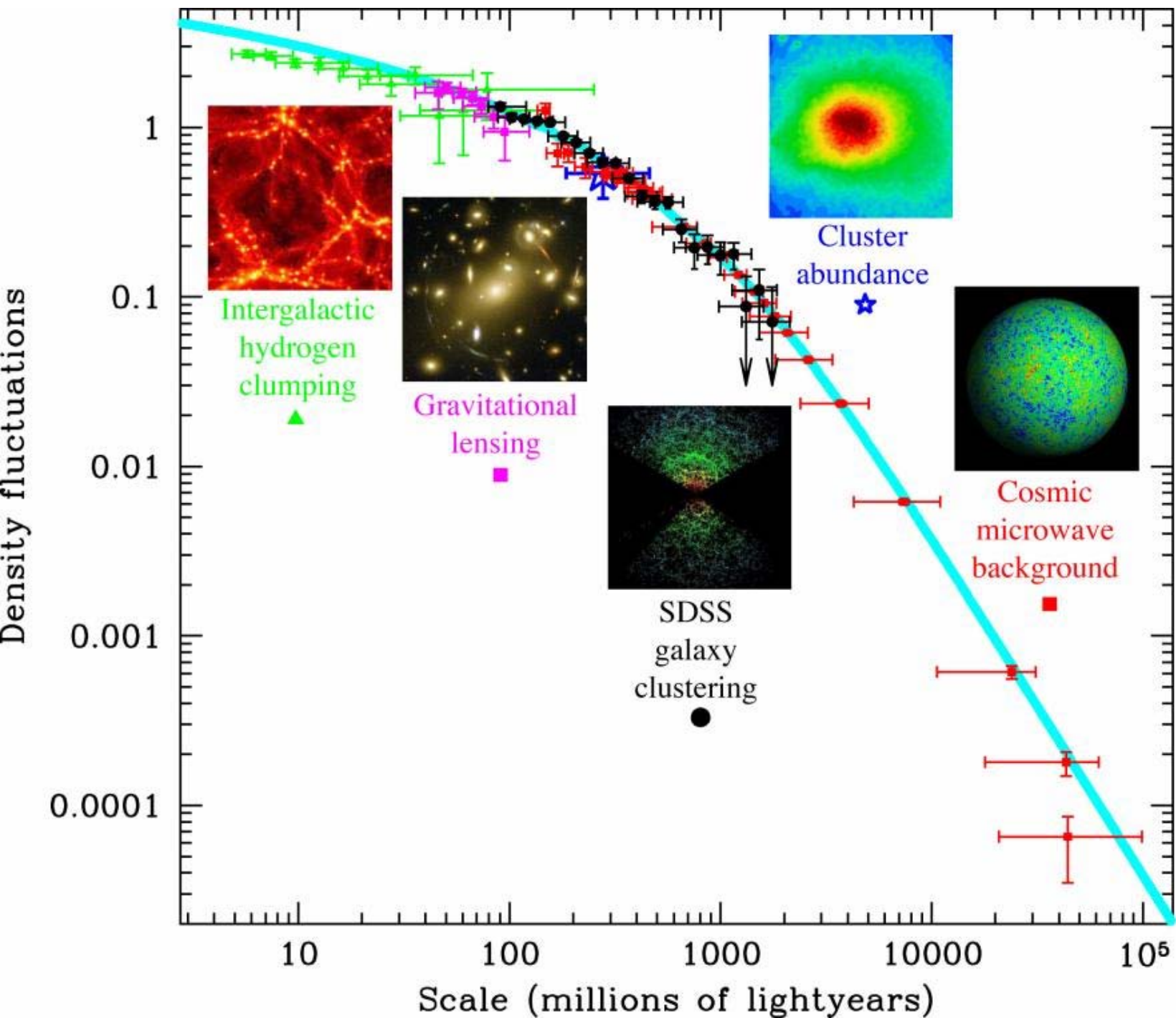
- Die „kleinen“ Strukturen im CMB untersuchen, Hinweise auf:
  - Materiedichte
  - Hubble Konstante
  - Kosmologische Konstante
  - Baryonenhäufigkeit



7 Grad Auflösung



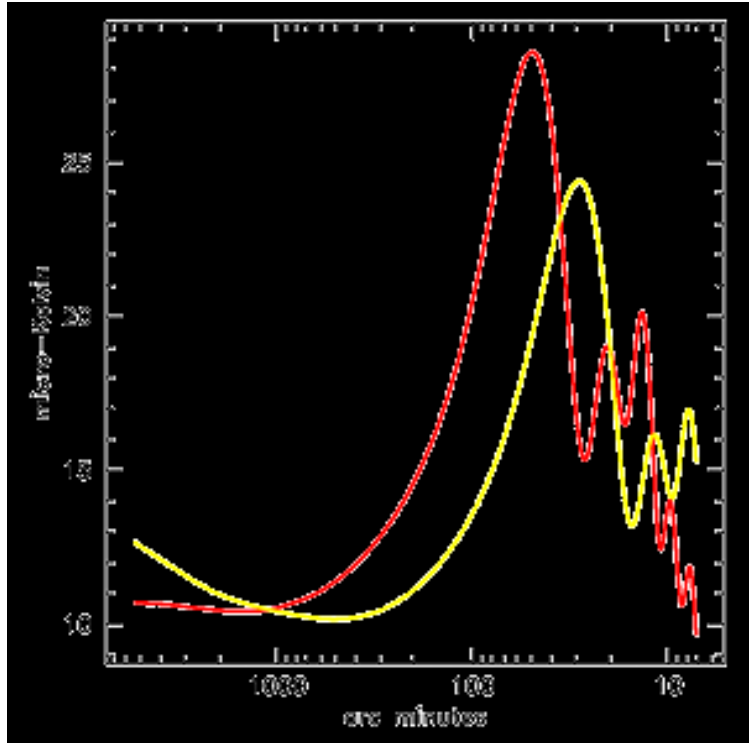
30 Bogenminuten



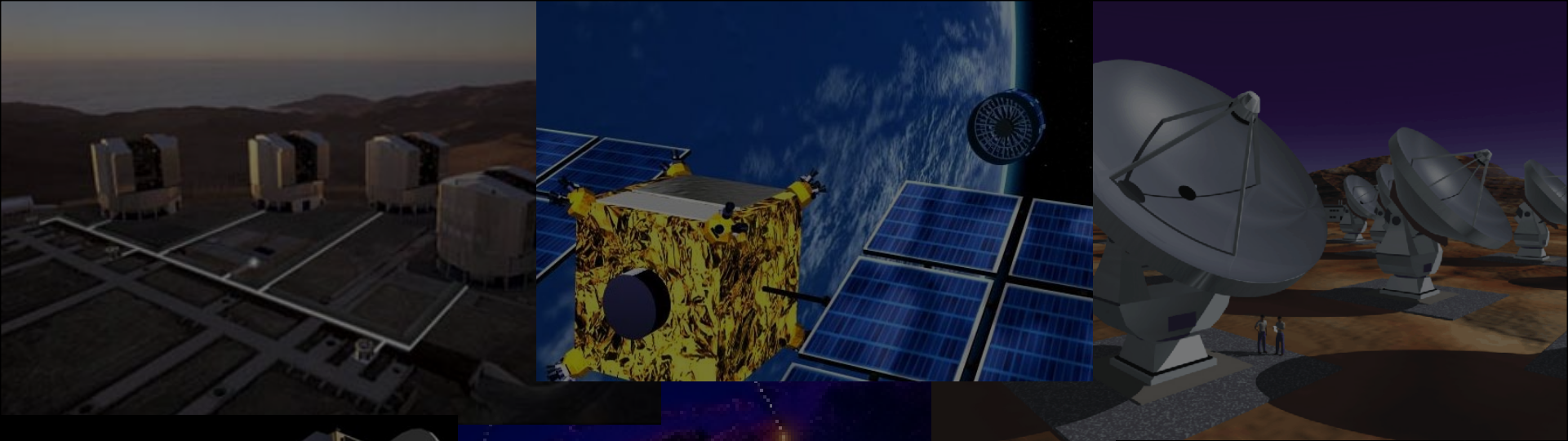




# Planck

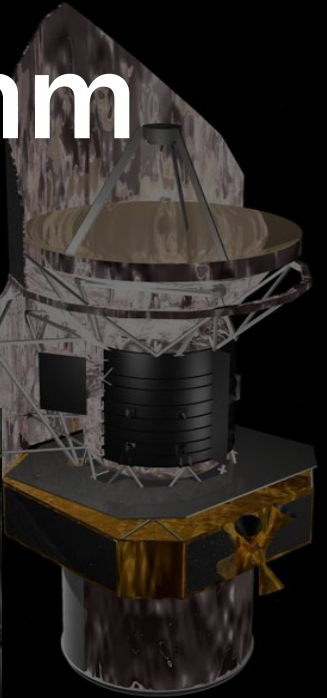
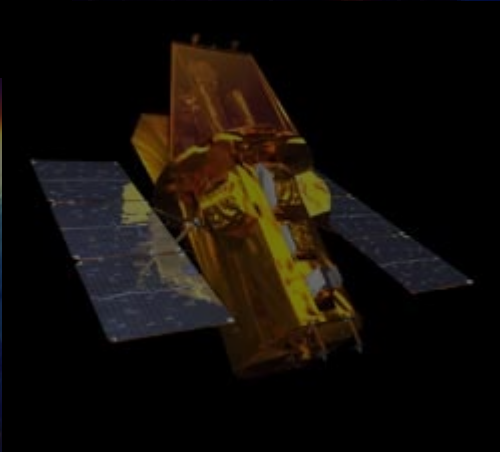


- Amplitude der Fluktuationen als Funktion der Größe der Strukturen (kleine rechts)
- Berechnet für unterschiedliche kosmische Materiedichte: Strukturen im CMB hängen sensitiv von den kosmologischen Parametern ab
- Simulationssoftware (MPA Planck Analysis Centre & German Astrophysical Virtual Observatory):
- [planck.mpa-garching.mpg.de/Planck/...](http://planck.mpa-garching.mpg.de/Planck/...)



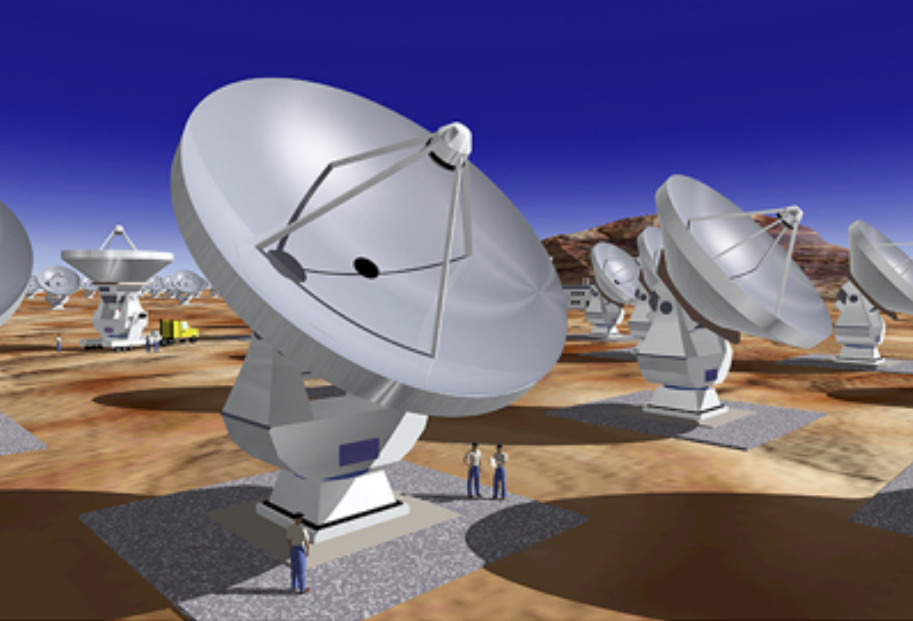
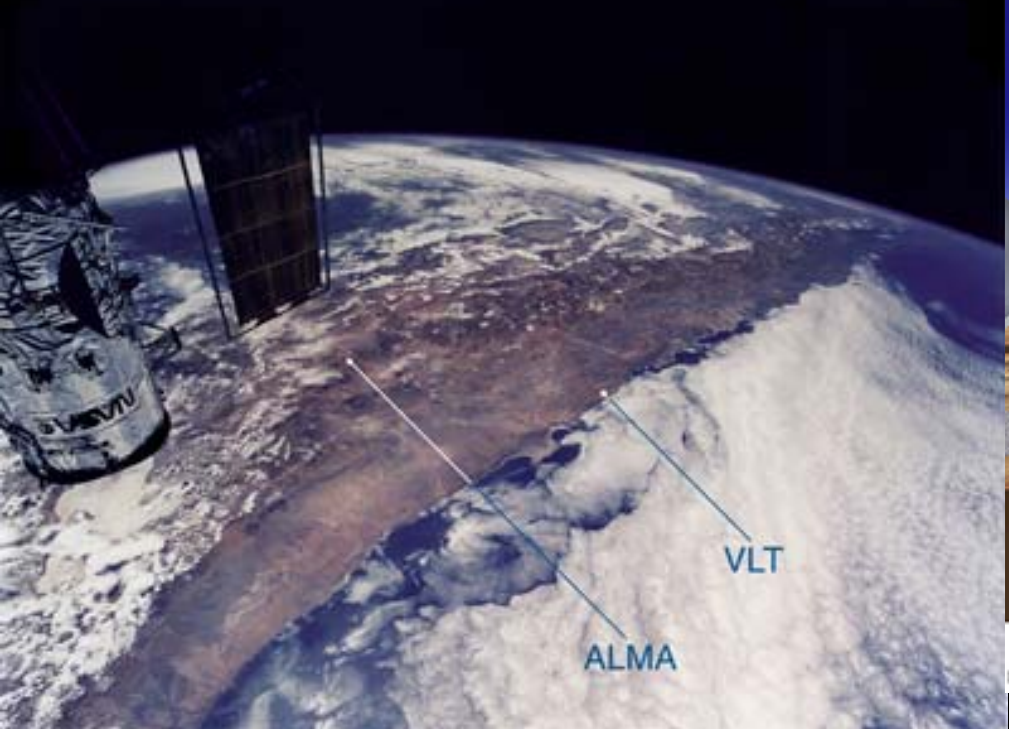
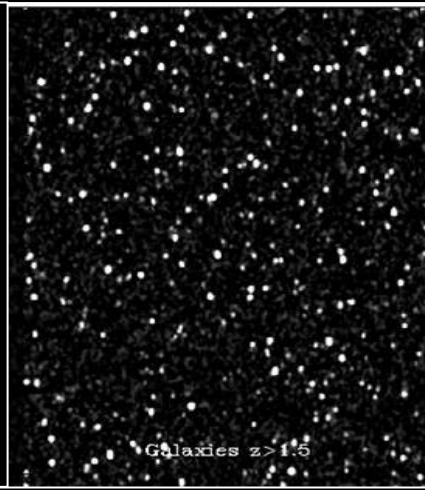
# Multifrequency - submm

*APEX, ALMA*



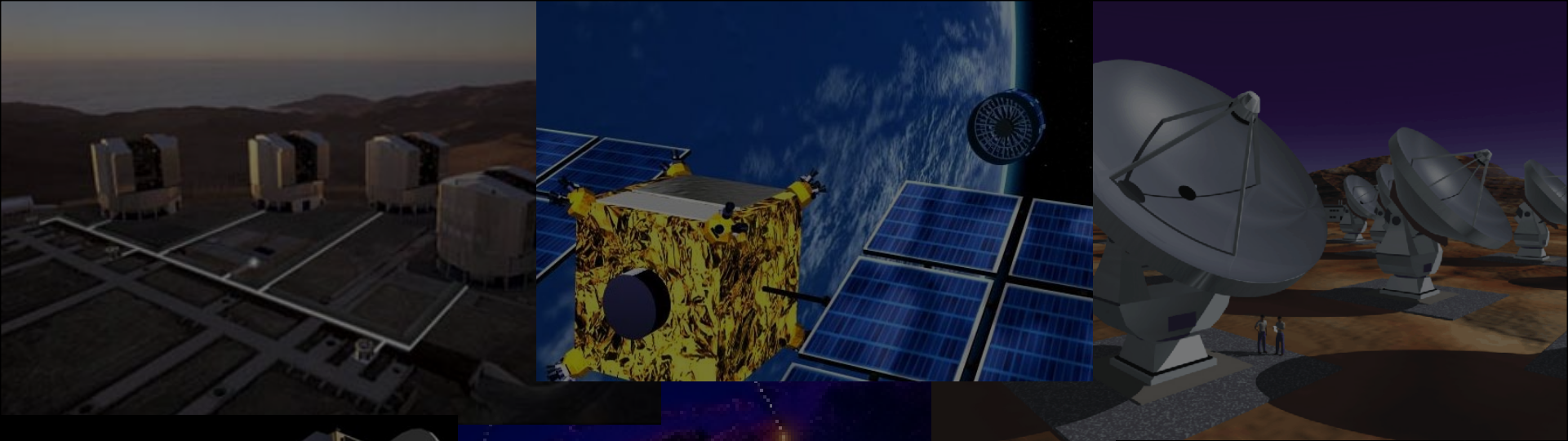


# Neue Generation von „Hochfrequenz“- Radioteleskopen



Artist's Impression of ALMA (Atacama Large Millimetre Array) © European Southern Observatory





# Multifrequency - IR

*Spitzer, Herschel, JWST, WISE*







- Spitzer-Weltraumteleskop (Spitzer Space Telescope, SST)
- früher SIRTf (Space Infrared Telescope Facility)
- benannt nach Astrophysiker Lyman Spitzer
- Infrarotteleskop der NASA: 3-180  $\mu\text{m}$
- Problem: Teleskope produzieren ihre eigene Wärme -> Kühlung notwendig
- Lebensdauer: 5 Jahre
- 2008: Kühlmittel für Detektoren werden verdampft sein
- um störende Wärmestrahlung der Erde zu vermeiden, bewegt sich das Teleskop nicht in einem Erdorbit, sondern in einem heliozentrischen, der Erdbahn folgenden Orbit: es ist kein Erdsatellit
- 0.85 m großer Hauptspiegel, kleinerer zweiter Spiegel aus Beryllium
- von 3-80 microns (menschliches Haar: 50 micron)
- „The Far, the Cold and the Dusty“: die ältesten Sterne und Galaxien, Braune Zwerge und zirkumstellare Scheiben, Staubverdeckte Prozesse wie Sternen- und Planetenentstehung



## **Beobachtungsziele:**

- Erforschung von Protoplanetaren Scheiben, Vorgänge bei der Entstehung von Planetensystemen
- Braune Zwerge
- Infrarotgalaxien
- Aktive Galaxienkerne
- frühes Universum





Launch Date:	25 August 2003
Launch Vehicle/Site:	Delta 7920H ELV / Cape Canaveral, Florida
Estimated Lifetime:	2.5 years (minimum); 5+ years (goal)
Orbit:	Earth-trailing, Heliocentric
Wavelength Coverage:	3 - 180 microns
Telescope:	85 cm diameter (33.5 Inches), f/12 lightweight Beryllium, cooled to less 5.5 K
Diffraction Limit:	6.5 microns
Science Capabilities:	Imaging / Photometry, 3-180 microns Spectroscopy, 5-40 microns Spectrophotometry, 50-100 microns



Planetary Tracking:	1 arcsec / sec
Cryogen / Volume:	Liquid Helium / 360 liters (95 Gallons)
Launch Mass:	950 kg (2094 lb) [Observatory: 851.5 kg, Cover: 6.0 kg, Helium: 50.4 kg, Nitrogen Propellant: 15.6 kg]





## Major Innovations

- **Choice of Orbit**
- Warm-Launch Architecture
- New Generation of Large-Format Detector Arrays
- Lightweight, cryogenic optics

## The Spitzer Team

- Jet Propulsion Laboratory
- Spitzer Science Center, California Institute of Technology
- Ball Aerospace and Technologies Corporation
- Lockheed Martin Space System Company
- Smithsonian Astrophysical Observatory
- NASA-Goddard Space Flight Center
- Cornell University
- University of Arizona



- 300 000 Spitzer images of Large Magellanic Cloud combined (distance 160 000 Ly)
  
- Details become visible:
  - New stars „countable“
  - How much dust do the old stars deliver into the galaxy?
  - Determine starformation rate





- **Wavelength:** IRAC-only image: 3.6 (blue), 4.5 (green), 5.8 and 8.0 (red); IRAC + MIPS: 3.6 (blue), 8.0 (green), and 24 (red)  
**Exposure Date:** IRAC: July 15- 26, 2005, and October 26- November 2, 2005; MIPS: July 27- August 2, 2005, and November 2-9, 2005  
**Exposure Time:** IRAC: 43 seconds (HDR); MIPS: 60, 30 and 6 seconds for 24, 70 and 160 microns respectively  
**Image Scale:** 7.36 x 7.36 degrees

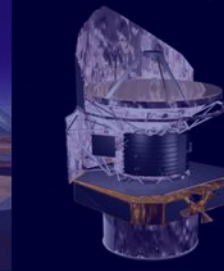


- Infrarot-Weltraumteleskop Spitzer:
  - Frisch entstandenen Staub im Wind eines supermassiven Schwarzen Lochs entdeckt!!
  - Wichtig zur Erklärung der Generation der Sterne im jungen Universum
  - Verschiedene Theorien:
    - Sehr massereiche, äußerst kurzlebige Sterne; explodierten als Supernova und sorgten für den benötigten Staub
    - Staub entstand in Quasaren: sind von Doughnut-förmigen Wolke umgeben, in deren äußeren Bereichen Staub entstehen und von Winden ins All getrieben werden kann („Quasare sind Krümelmonster“)

- Bestandteile, die in Glas, Sand und Marmor, Rubinen und Saphiren vorkommen; werden normalerweise schnell zerstört

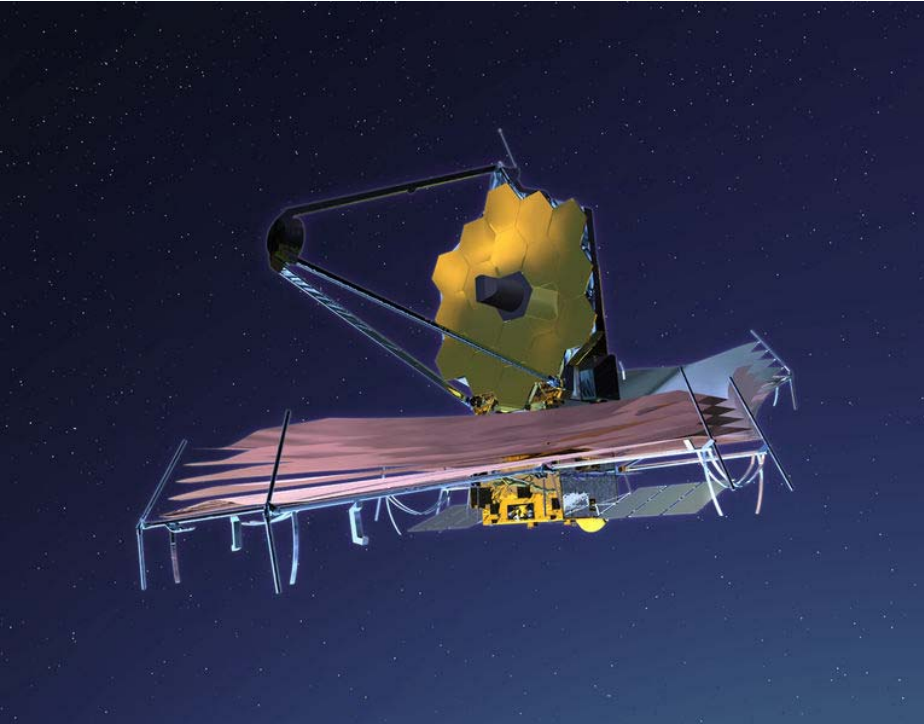


# Herschel



- Herschel Space Observatory, Herschel, ursprgl. Far Infrared and Submillimetre Telescope (FIRST), jetzt benannt nach Entdecker der Infrarotstrahlung (William Herschel)
- ESA
- Soll zusammen mit Planck mit Ariane 5 ECA-Rakete Ende Juli 2008 gestartet werden (mission end: 2011-2012)
- Mit 3.5m Hauptspiegeldurchmesser dann das größte Weltraumteleskop (wird erst von James Webb Space Teleskop 2013 abgelöst werden)
- Herschel soll Lagrangepunkt L2 umkreisen (1.5 Mio km von der Sonne aus gesehen hinter der Erde), kann wg. Größe nicht vollständig mit flüssigem Helium gekühlt werden, muß von der Sonne abgeschirmt werden
- 3 Instrumente, zw. 60 und 670  $\mu\text{m}$

# The James Webb Space Telescope

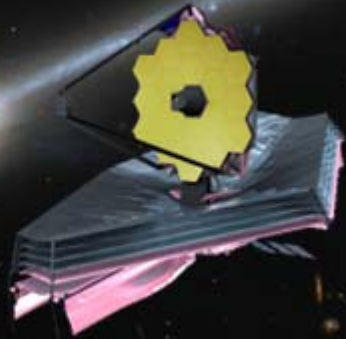


- JWST, früher Next Generation Space Telescope, 2002 nach ehemaligem NASA-Administrator James Edwin Webb umbenannt
- Weltrauminfrarotteleskop, NASA, ESA, kanadische Weltraumagentur
- Primärspiegel hat Durchmesser von 6.5m
- Soll 2013 von Ariane 5 gestartet werden

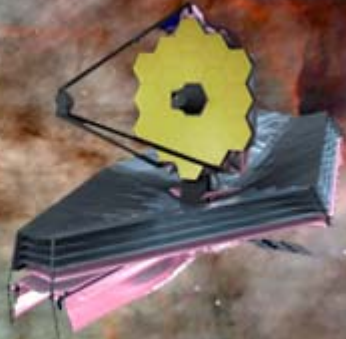


# The James Webb Space Telescope

Galaxy Assembly



Star Formation



- 4 primäre wissenschaftl. Aufgaben:
  - Licht der ersten Sterne und Galaxien nach Urknall
  - Struktur und Evolution von Galaxien
  - Struktur von Sternen und planetaren Systemen
  - Ursprung von Leben
- 0.6-28  $\mu\text{m}$
- Gesamte Beobachtung muß in sehr kaltem Zustand des Teleskops stattfinden: -220 Grad Celsius -> 12.2 x 19.8m mehrlagiges Sonnenschild, bestehend aus 5 Lagen Kapton
- Auch bei L2
- Treibstoff reicht für ca. 10 Jahre, Mindestlebensdauer: 5 Jahre

# The James Webb Space Telescope

Polyimid (Kurzzeichen PI) ist ein thermoplastischer (seltener durch Vernetzung auch duroplastischer) Hochleistungskunststoff aus der Gruppe der Polyimide, denen eine charakteristische Imid-Gruppe gemeinsam ist. Polyimid ist vor allem unter dem DuPont-Markennamen **Kapton** bekannt. Weitere Markennamen sind:

Kinel, Upilex, Upimol, Vespel, P84 (PI-Fasern) Polyimid hat in der Elektrotechnik/Elektronik meist die Form von hellbräunlichen, halbtransparenten Folien. Es wird jedoch auch zu Konstruktionsteilen verarbeitet. Des Weiteren werden Polyimid-Fasern in (Nadel-) Filzen zur Gasfiltration eingesetzt.

Seine herausragenden Eigenschaften sind u.a. die hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit (100...180 V/μm [1]) und die gute Formbeständigkeit bei hohen Temperaturen: Thermoplastisches Polyimid für flexible Leiterplatten ist z.B. für Dauereinsatz bei 200°C geeignet und erweicht bei 260°C [2]. Das stärker vernetzte Vespel erträgt Temperaturen von >400°C. Es ist einer der wenigen Kunststoffe, die aufgrund geringer Ausgasung auch im Hochvakuum eingesetzt werden können.

Ein Nachteil von Polyimid ist neben seinem hohen Preis die vergleichsweise hohe Wasseraufnahmefähigkeit (2,9% [3] bis 5% [4]).

Polyimid wurde zunächst nur in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Später diente es als Isolierstoff auch in der allgemeinen Elektrotechnik und Elektronik.

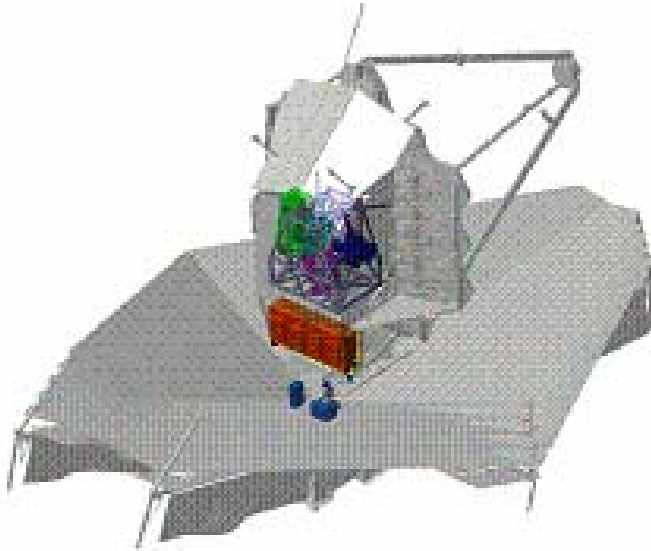
Anwendungen sind hier z.B. Isolierzwischenlagen für die Montage von leistungselektronischen Bauelemente auf Kühlkörpern, flexible Leiterplatten sowie die Isolierschicht von Kupferlackdraht. Bei Kupferdraht ist der Überzug zum Teil kaum sichtbar.

Die Dielektrizitätskonstante von *Kapton* VN Film (DuPont) beträgt bei 25 °C ca. 3,5. Bei flexiblen Leiterplatten finden sich Angaben von 4,2 ([5]).

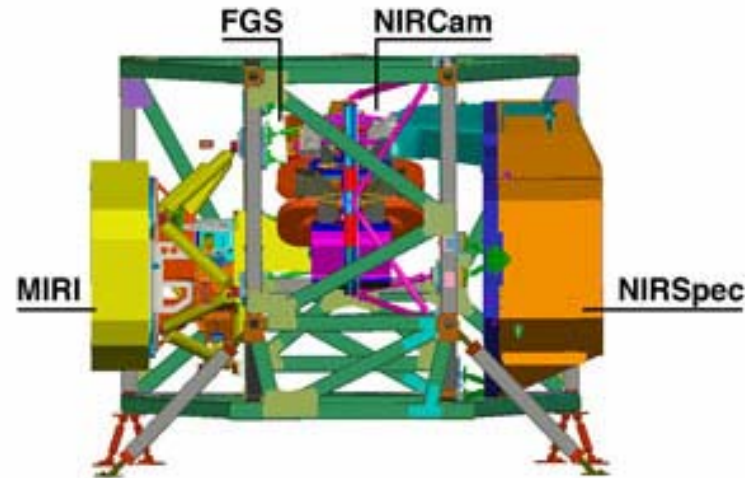
Kaptonfolie wird auch als Fenstermaterial für Detektoren (z.B. an Zählrohren für weiche radioaktive Strahlung), in der Röntgenoptik und an Synchrotron-Strahlführungen verwendet, weil es sowohl thermisch als auch mechanisch stabil ist und kaum Strahlenschäden erleidet.



# The James Webb Space Telescope



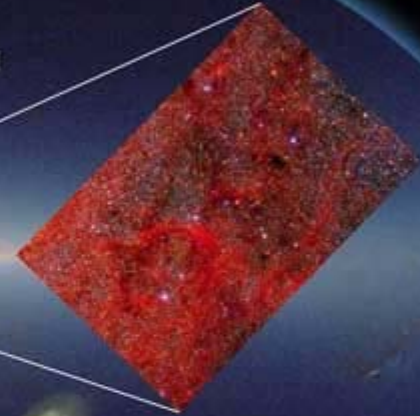
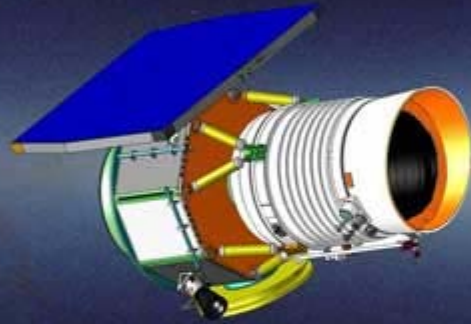
ISM Components within the Observatory



- Primärspiegel besteht aus 18 Segmenten, die sich erst im All entfalten, Spiegel aus Beryllium (geringe Dichte), Aktuatoren sorgen für genaue Ausrichtung der Segmente, jedes Segment ist 1.3m groß mit einer Masse von 20 kg. Letzte Platte verließ am 7.2.2007 die Fertigung im Ball Aerospace in Boulder (Colorado) um geschliffen und poliert zu werden.



# WISE



Wide-field Infrared Survey Explorer

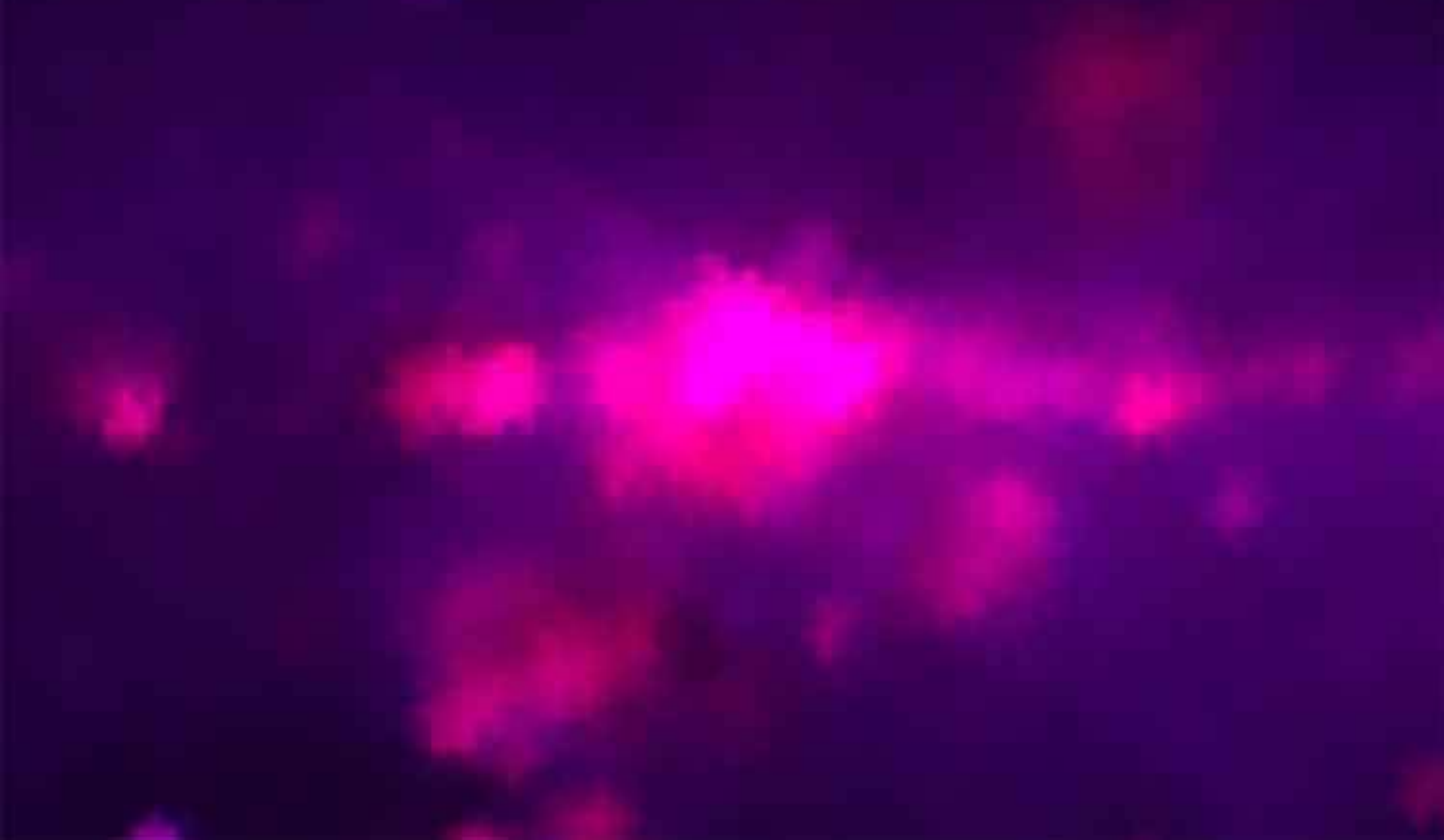
<http://wise.astro.ucla.edu>

UCLA • JPL • BALL • SDL • IPAC • UCB

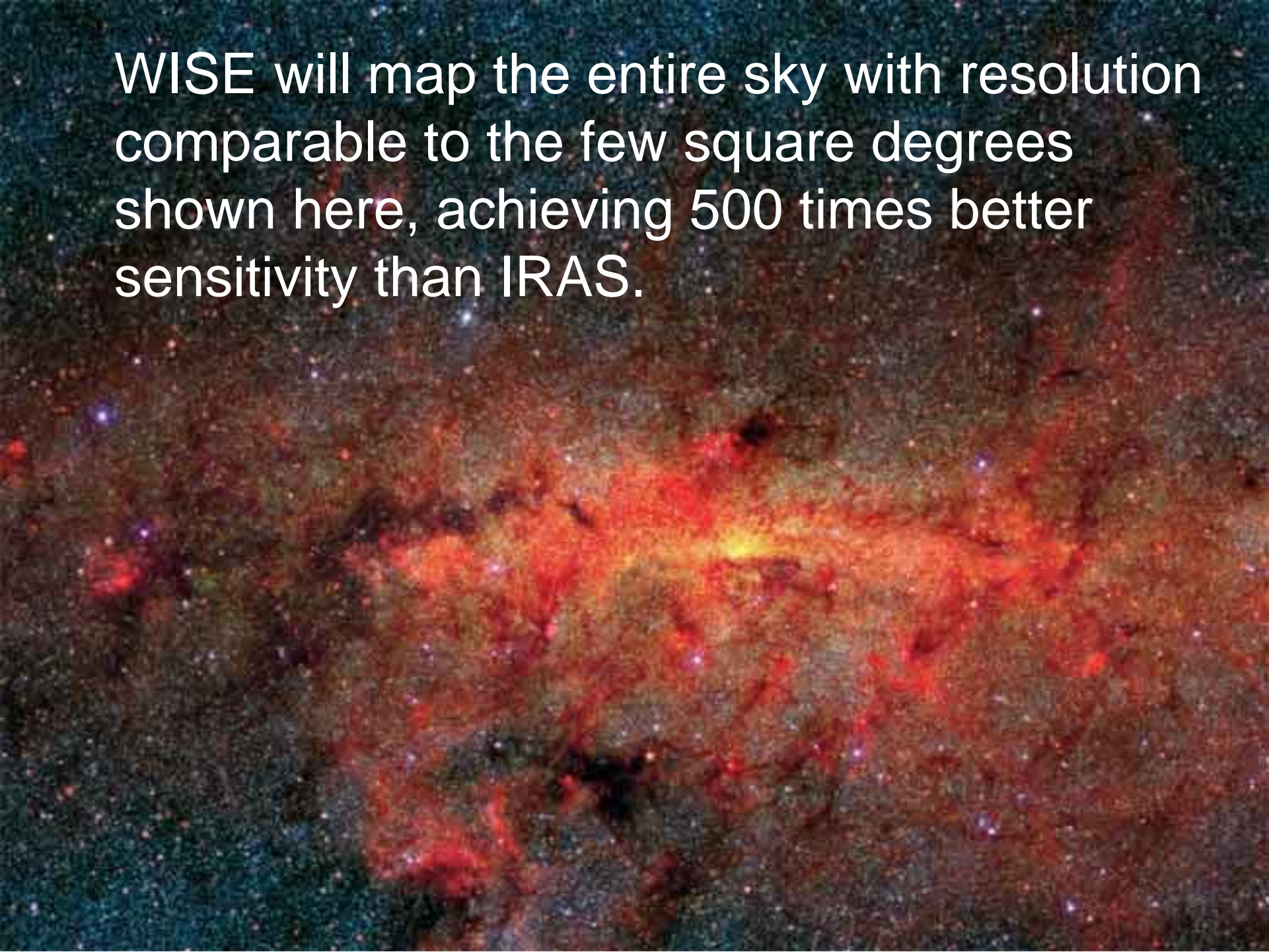




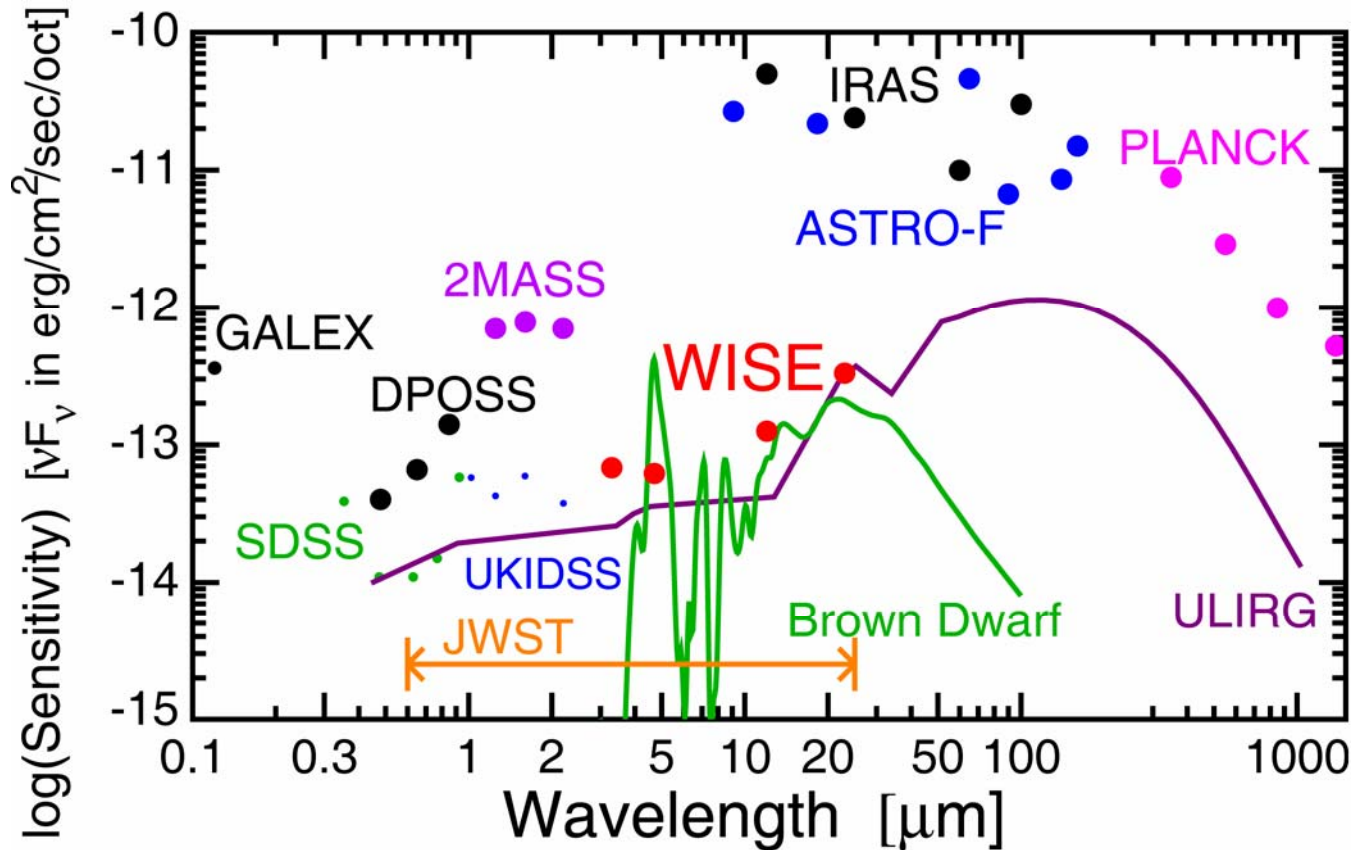
Twenty years ago IRAS gave us what is still our best view of the mid-infrared sky.



WISE will map the entire sky with resolution comparable to the few square degrees shown here, achieving 500 times better sensitivity than IRAS.



# WISE Sensitivity



● WISE Sensitivity Requirements

— Ultra-Luminous Infrared galaxy ( $5 \times 10^{13} L_{\text{sun}} @ z=3$ )

— Brown Dwarf (200K @ 1.3pc)

Circle size represents fraction of sky observed by each survey





WISE will be launched  
into a Sun-synchronous  
orbit in late 2009



WISE will have an 11-second data-taking exposure cycle synchronized with the orbit to provide total sky coverage with overlap between orbits in 6 months following launch.



There will be 8 or more exposures at each position over more than 99% of the sky.

WISE will survey the sky in two near infrared channels:  
3.3 and 4.7  $\mu\text{m}$

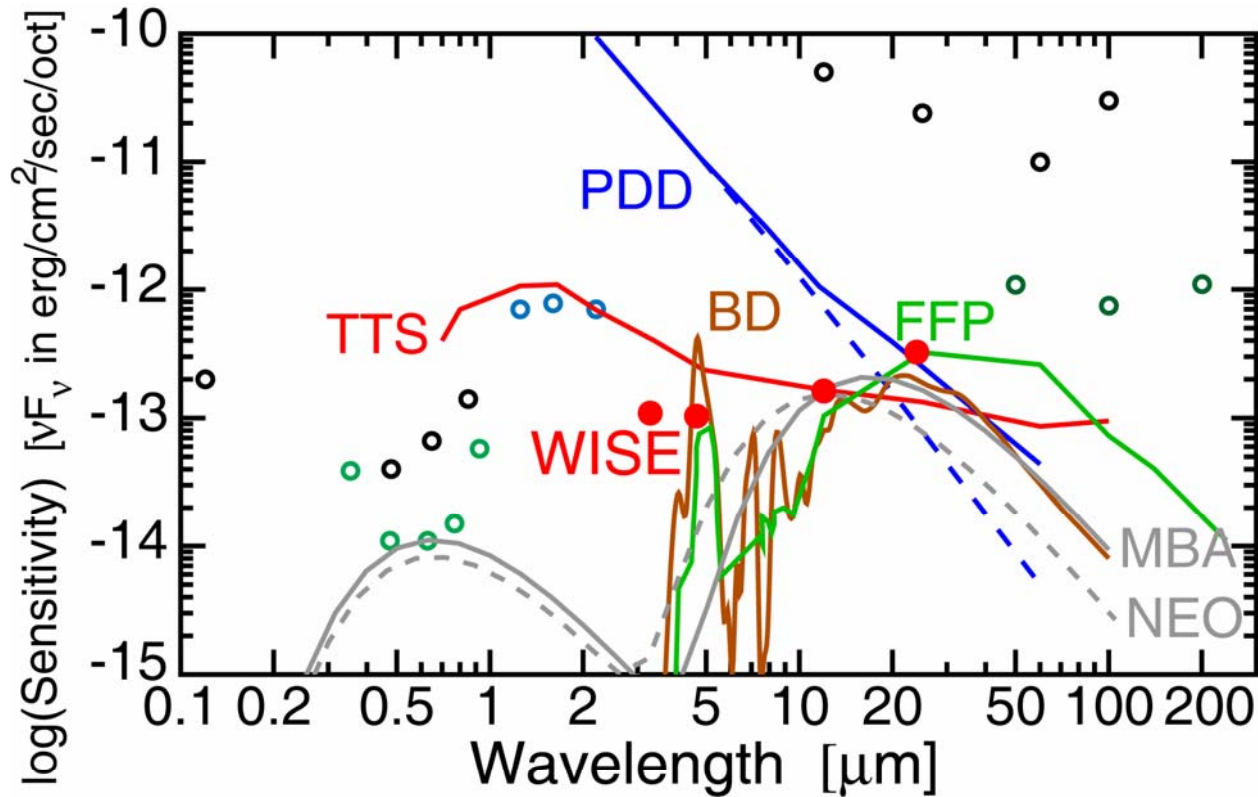




WISE will survey the sky in two mid-infrared channels:  
12 and 23  $\mu\text{m}$



# Galactic Science with WISE



- WISE Sensitivity Requirements
- Near Earth Object (240m diam. @ 1au)
- Main Belt Asteroid (1200m diam. @ 2.5au)
- Free Floating Planet (Jupiter @ 1ly)
- Brown Dwarf (200 K @ 1.3pc)
- Planetary Debris Disk (zeta Lupi @ 500pc)
- T Tauri star (Sz 82 @ 6kpc)

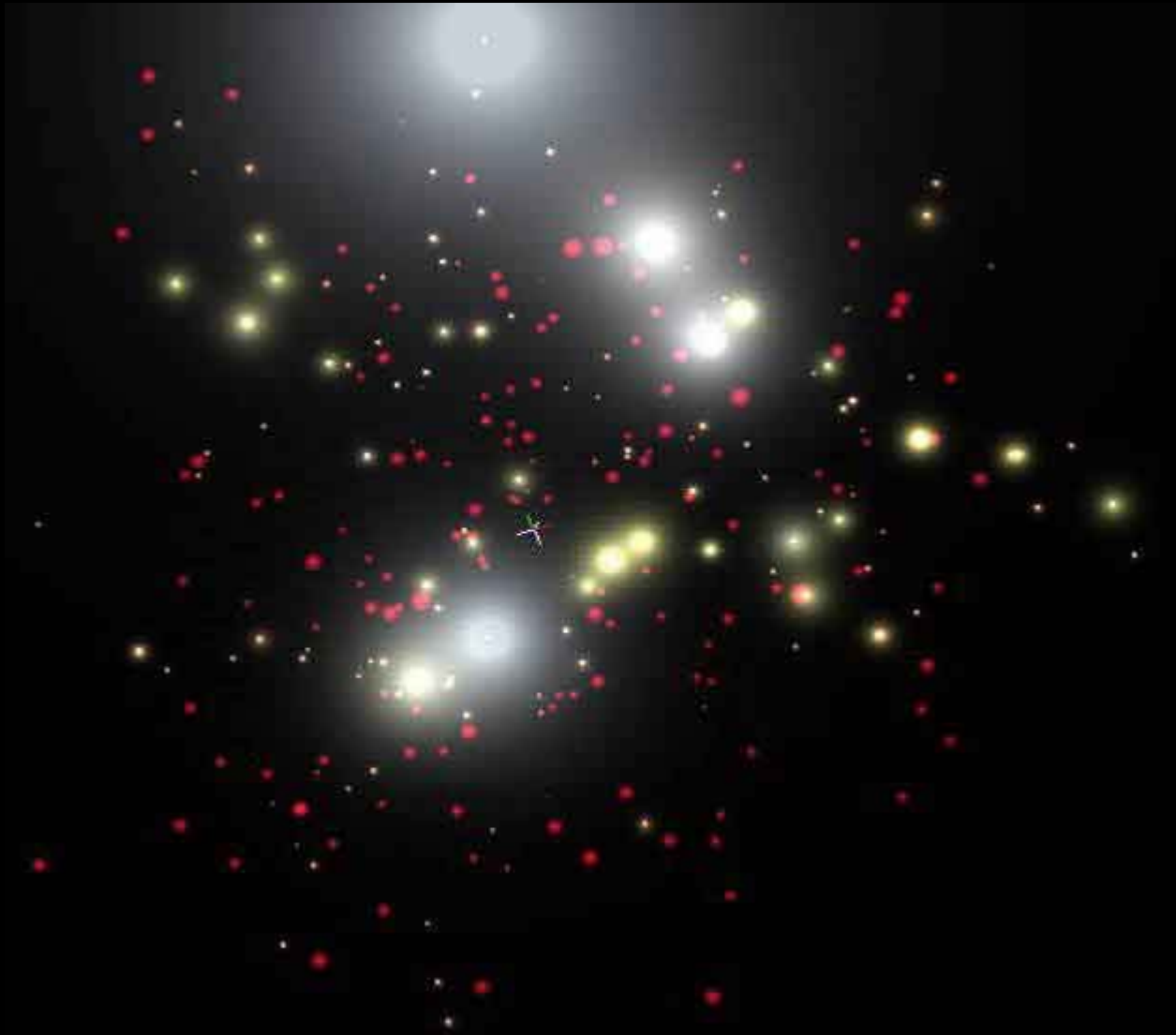
Open circles represent other existing and planned surveys

# Known Stars within 25 light-years





# WISE Stars within 25 light-years





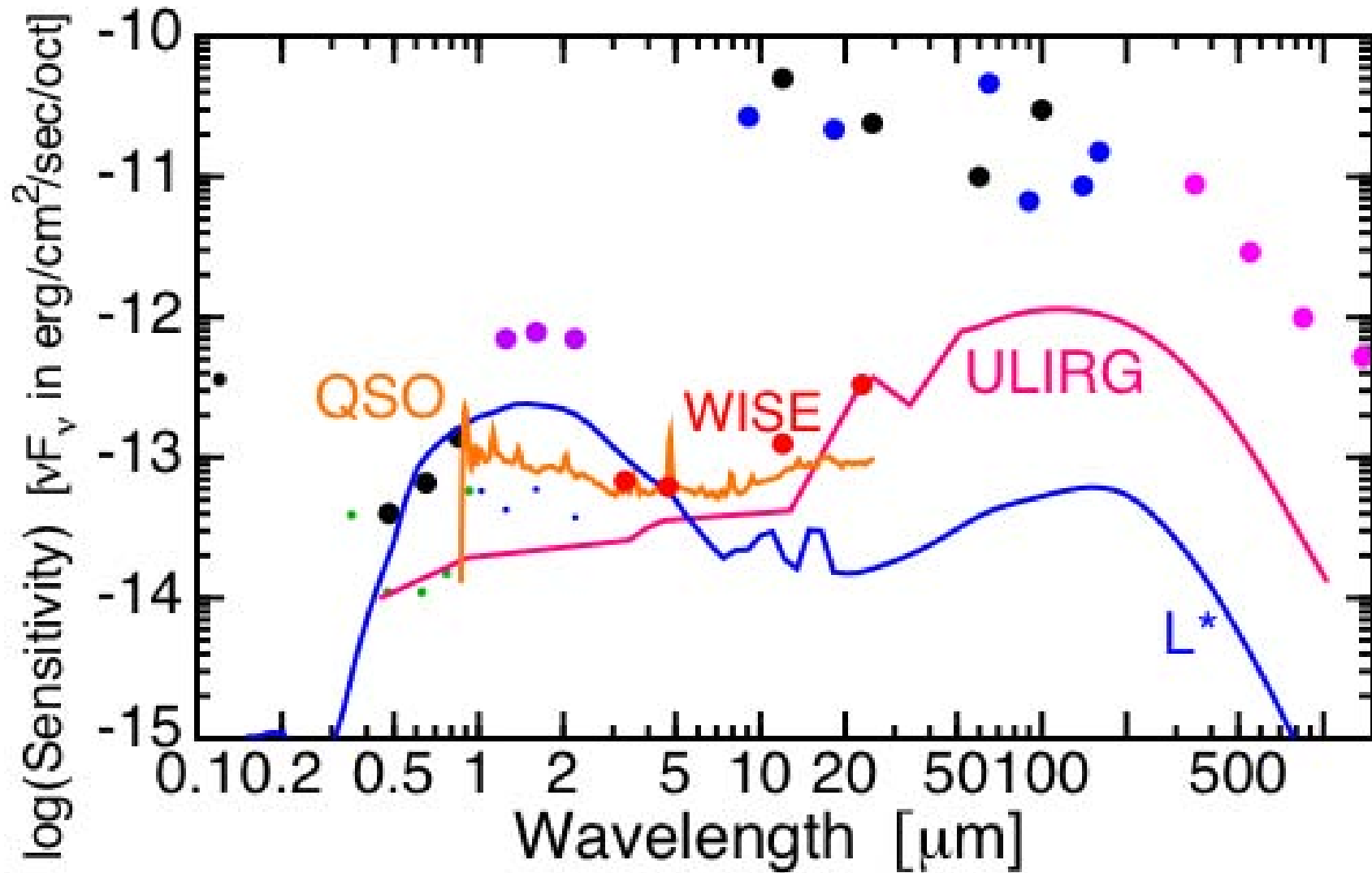
WISE will find the coolest and closest stars to the Sun

**Gliese 570D (plus companion)**  
**Artist's Rendition**



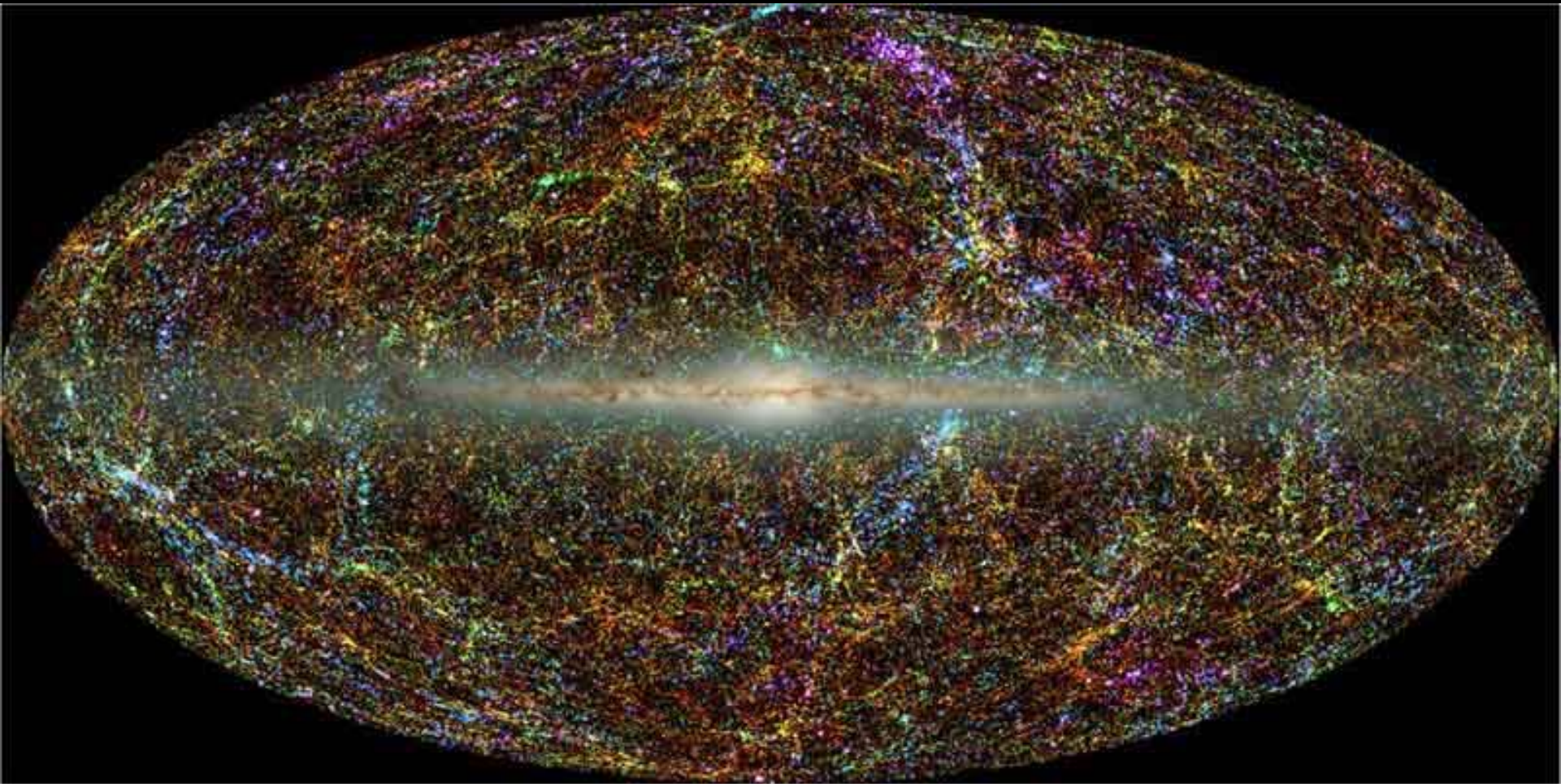


# Extragalactic Science with WISE



- SDSS  $z = 6.3$  Quasar
- Ultra-Luminous IR Galaxy ( $L_{\text{bol}} = 5 \times 10^{13} L_{\odot}$  at  $z = 3$ )
- $L^*$  Galaxy at  $z = 0.35$

# 2MASS Large Scale Structure to $z \sim 0.1$



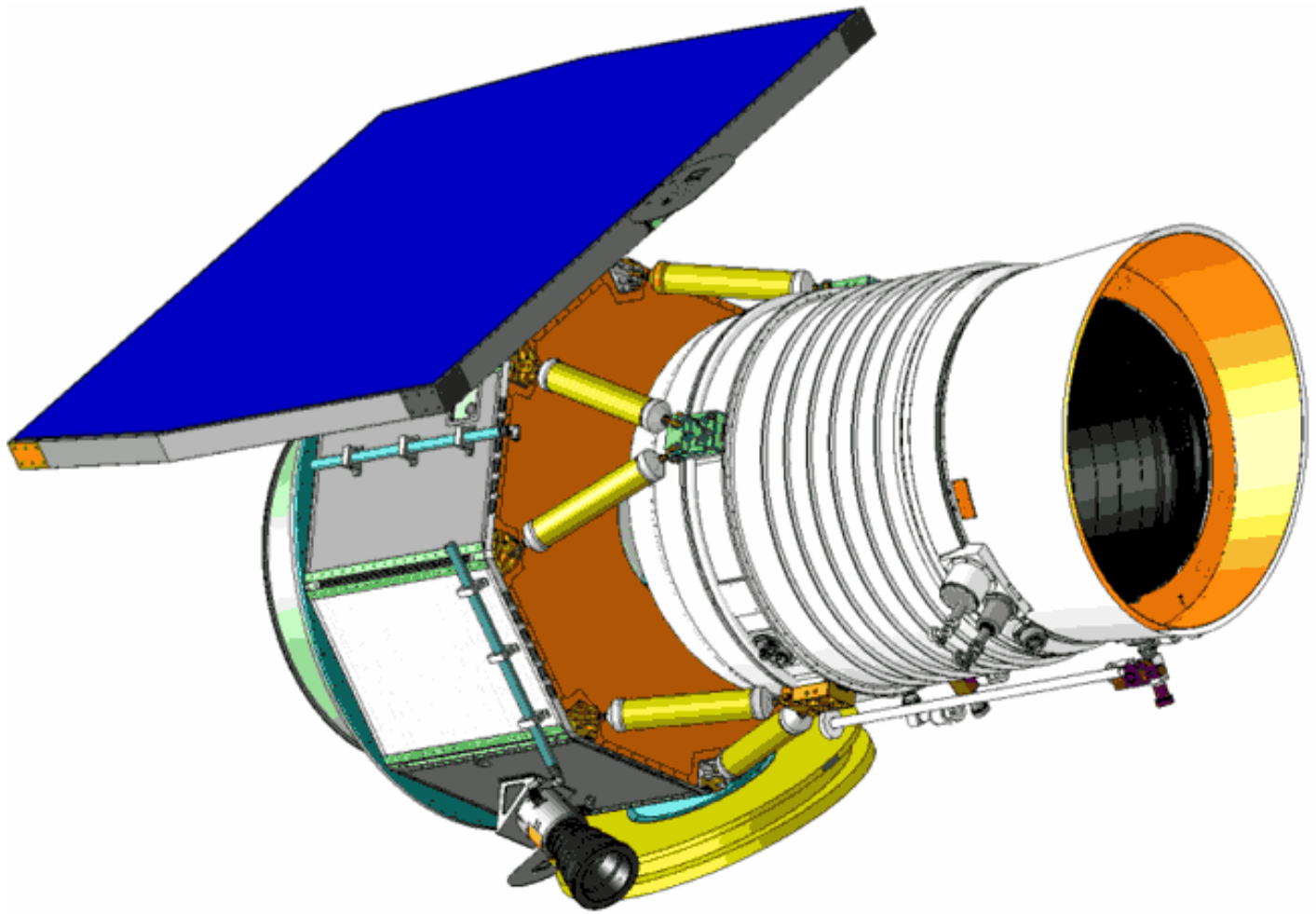
The WISE survey will reach to  $z \sim 0.5$

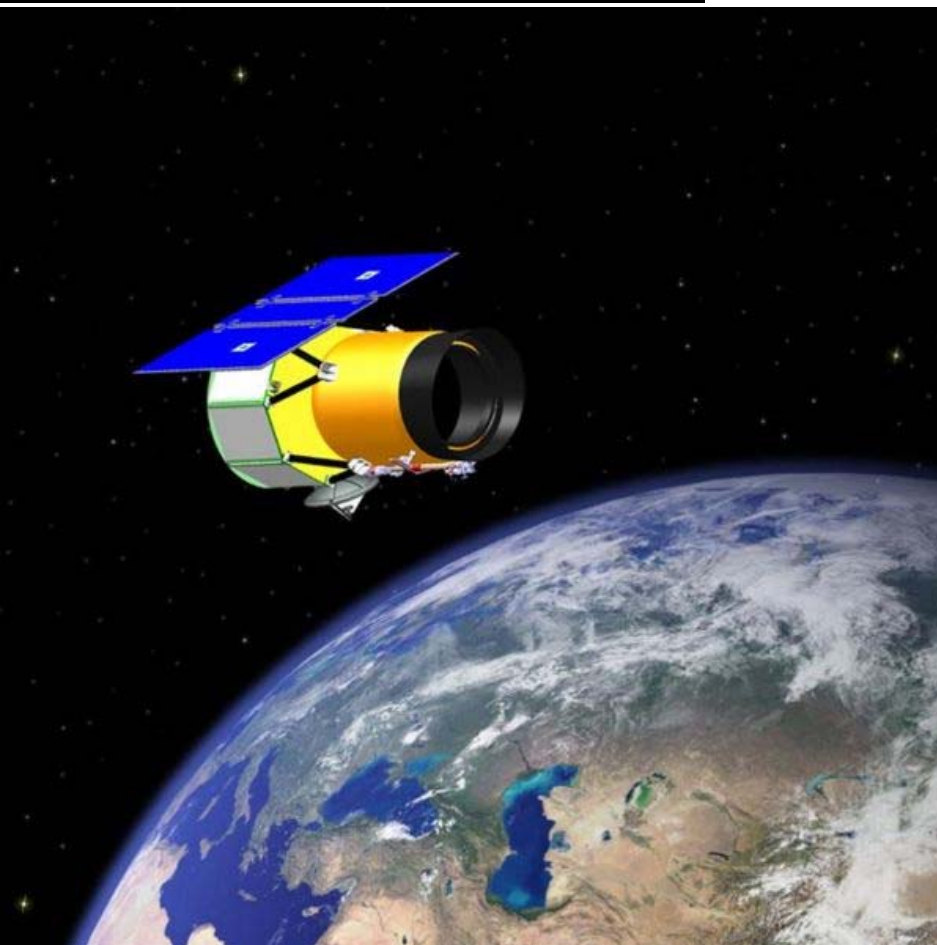
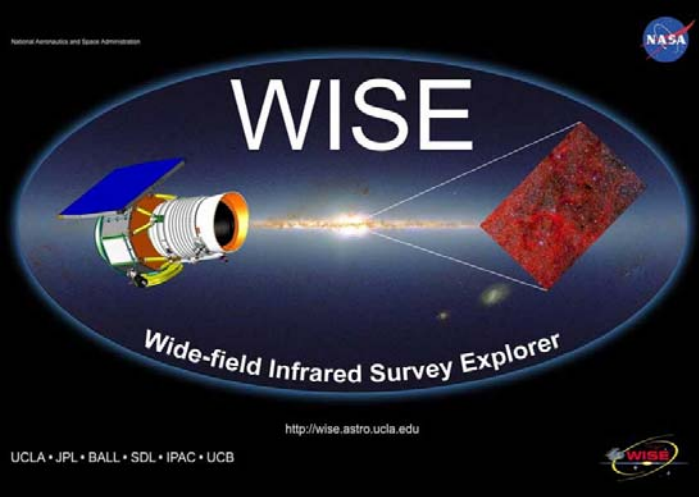




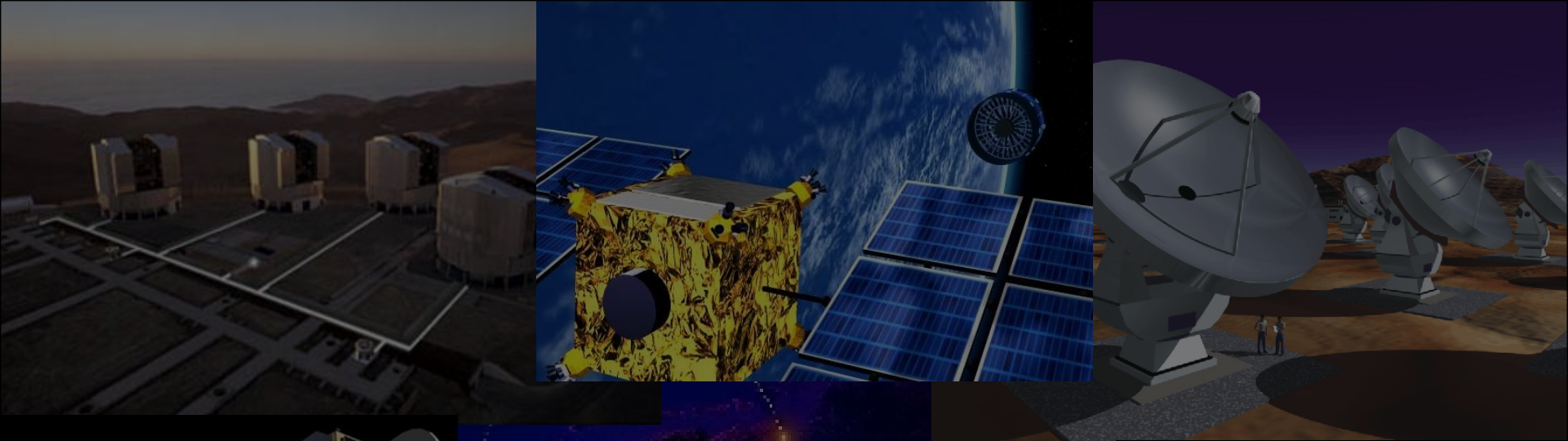
WISE will find the most luminous  
galaxies in the Universe:  
Ultra-luminous Infrared Galaxies  
(ULIRGs)





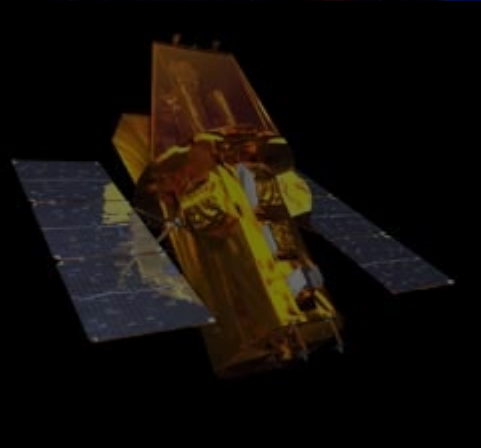
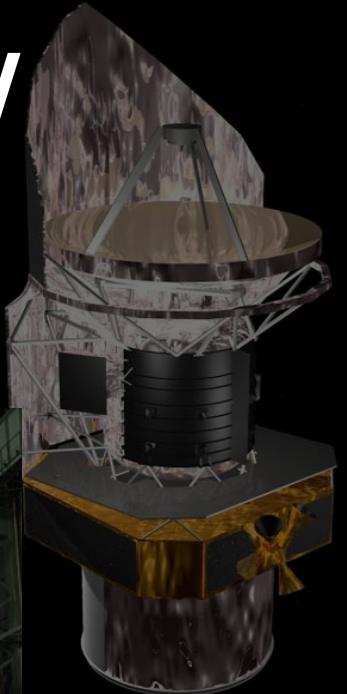
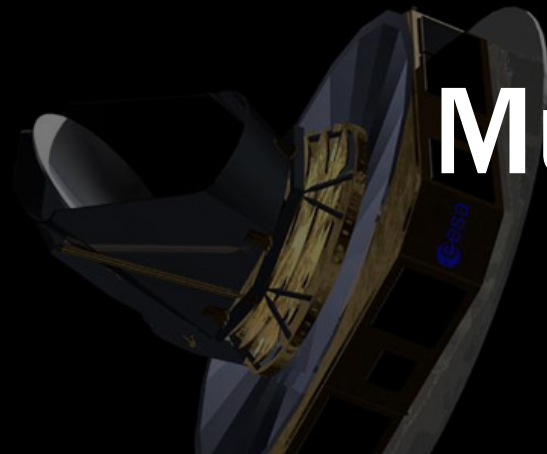


- Wide-Field Infrared Survey Explorer (WISE)
- Weltraumteleskop der NASA
- Im Bau befindlich
- Soll gesamten Himmel im Infrarotbereich untersuchen
- Objekte:
  - Asteroiden (100 000)
  - Kühle und schwache Sterne
  - Junge Sterne in der Milchstraße und Staubscheiben um bereits weiter entwickelte Sterne
  - Leuchtkräftigsten Galaxien und Infrarotgalaxien
- 100 mal empfindlicher als IRAS
- Soll November 2009 gestartet werden
- In 7 Monaten Beobachtungen durchführen



# Multifrequency - UV

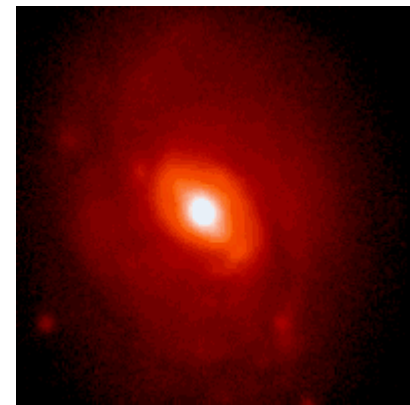
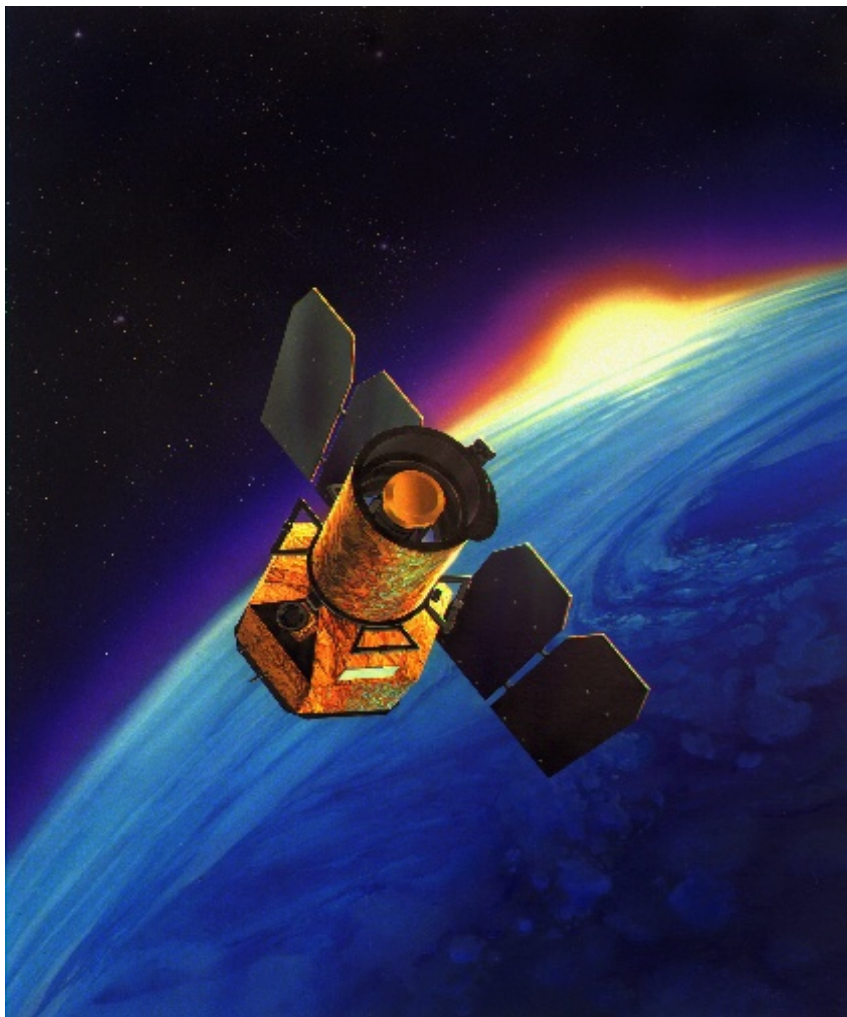
## *GALEX*





# GALEX

## Galaxy Evolution Explorer



- Galex: Galaxy Evolution Explorer
- UV: 50cm Teleskop
  - Entwicklung der Galaxien, Sternentstehung
  - UV All-sky survey
- Launch: 28.04.2003, 29 Monate
- 500 Pfund oder weniger
- 690 km über der Erde
- ein einziges Instrument, state-of-the-art UV Detektor
- UV-Beobachtungen auf der Erde aufgrund von Streuung am Ozon der Atmosphäre nicht möglich
- umrundet die Erde 16mal pro Tag, Geschwindigkeit: 7.5 km/s

**MISSION NAME:** Galaxy Evolution Explorer (GALEX), a NASA small explorer class mission.

**OBJECTIVE:** To map the history and evolution of the Universe, 80 percent of the way back to the Big Bang. GALEX aims to answer the questions:

1. What is the history of star formation in the Universe?
2. What do nearby galaxies look like in ultraviolet light?
3. When and where did the stars and elements we see today have their origins?

**LAUNCH DATE:** GALEX was launched at 8am EDT (5am PDT) on April 28th, 2003.

**MISSION DURATION:** 29 months.

**LAUNCH SITE:** Cape Canaveral, Kennedy Space Center, Florida.

**LAUNCH VEHICLE:** Air launched Pegasus XL.  
Carried by an L-1011 Stargazer aircraft to 40000 feet over the Atlantic Ocean.

**ORBIT:** Near circular, altitude 694 x 700 km, eccentricity 0.00045, inclination to the equator 28.99 degrees. Right Ascension of the Ascending Node is 118.23 degrees.



**SATELLITE MASS:** 280 kilograms (a little more than 617 pounds).

**TELESCOPE:** f/6.0 Richey-Chrétien design, 50 centimeter (19.7 inches) diameter primary mirror, 22 centimeter (8.8 inches) diameter secondary mirror.

**DETECTORS:** Two 65 millimeter (2.5 inches) diameter, microchannel plate detectors. Far ultraviolet sensitive to light with wavelengths 135 to 175 nanometers. Near ultraviolet sensitive to light with wavelengths 175 to 280 nanometers.

**OBSERVING TIMELINE:** Dayside of the Earth: no science observations, solar panels aligned to face the Sun. Twilight: slew to science target. Night: science data collection while spacecraft is in Earth's shadow.

**DATA PRODUCTS:** Circular images of the sky with 1.2 degree diameter and 5 arcsecond resolution in two ultraviolet light bands. Spectra with 10 to 20 Angstrom resolution of all objects in the field of view obtained using a grism in the light path.

**TELEMETRY SYSTEM:** X-band science downlink has 25 Megabits per second transmission. S-band command and housekeeping data link, 2 Megabits per second transmission.

**GROUND STATIONS:** South Point, Hawaii, and Dongara, Australia. Tracking and Data Relay Satellite (TDRS) communications system capable.

**SOLAR ARRAYS:** Fixed, Gallium Arsenide solar cells with total area of 3 square meters (27 square feet).

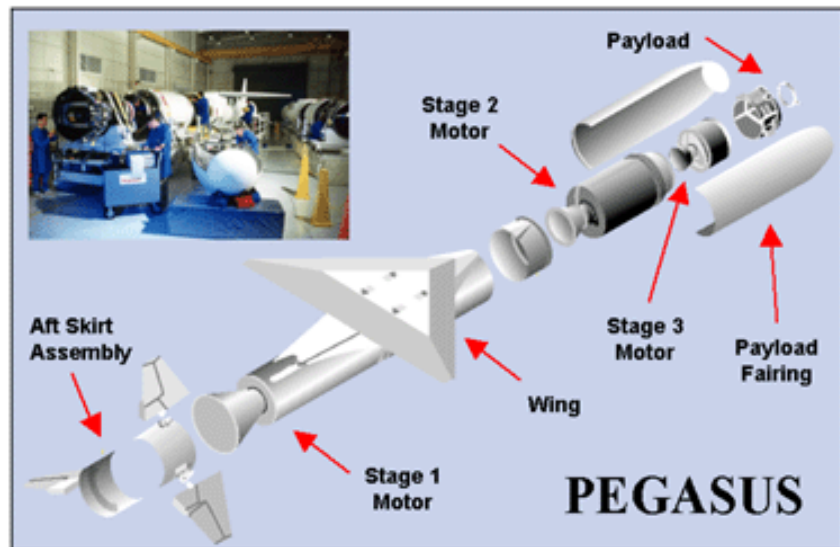
**POWER SUPPLY:** Orbit average of 290 watts.

**CONSUMABLES:** No consumable fuel needed on orbit.

**SPACECRAFT ATTITUDE CONTROL:** 3-axis stabilized. Two gyroscope systems; a hemispherical resonating gyroscope and a ring laser gyroscope. Pointing stability from four reaction wheels and magnetic torquer bars and coil.

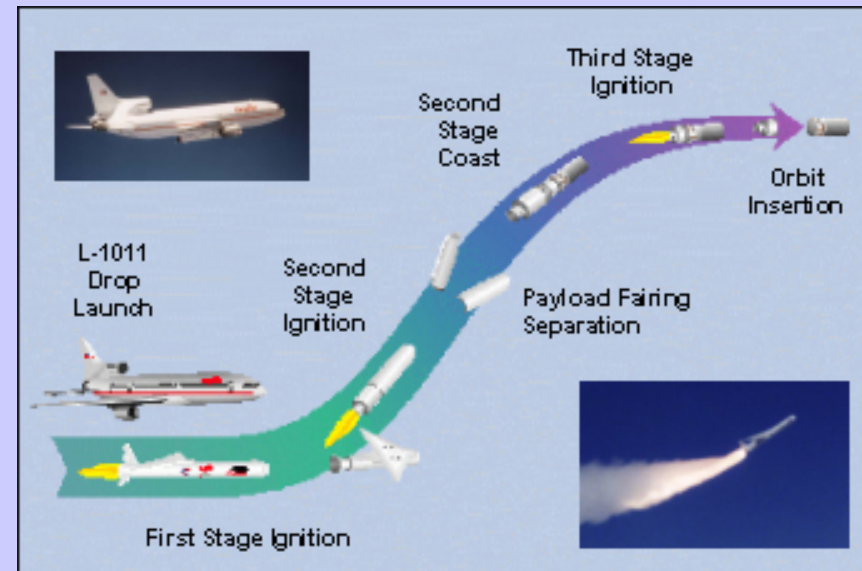
# GALEX

## Galaxy Evolution Explorer

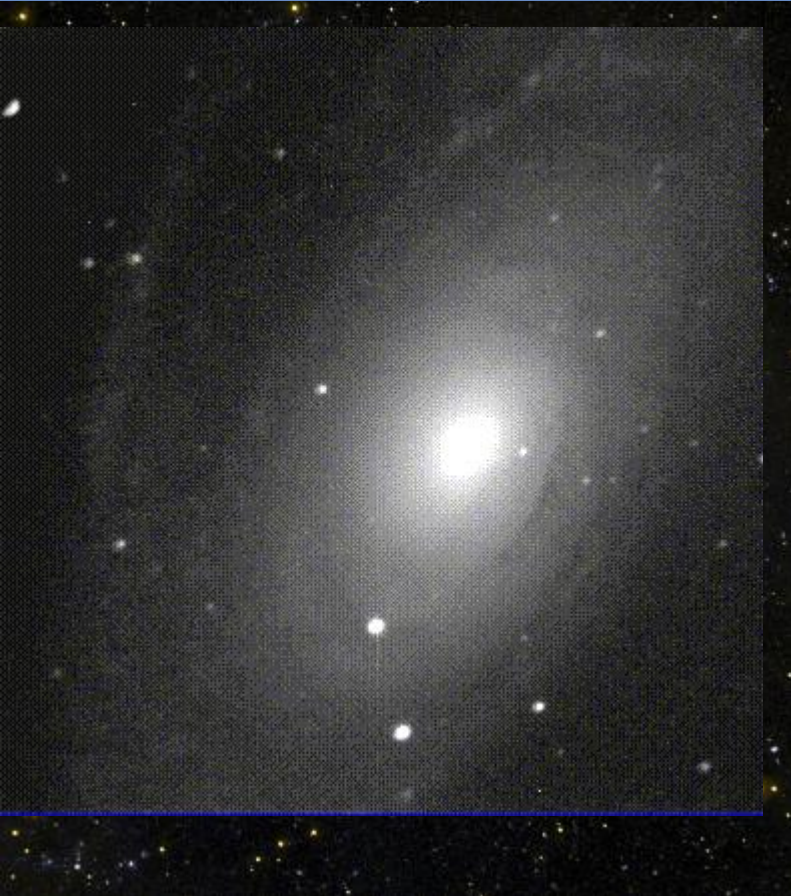


Three-stage Pegasus launch vehicle

Mit Düsenjet auf 10 km Höhe gebracht  
Rakete erreicht mit eigenem Antrieb  
eine Höhe von 690 km







- M81 Spiralgalaxie
- ältere Population innen
- junge Sternpopulation außen



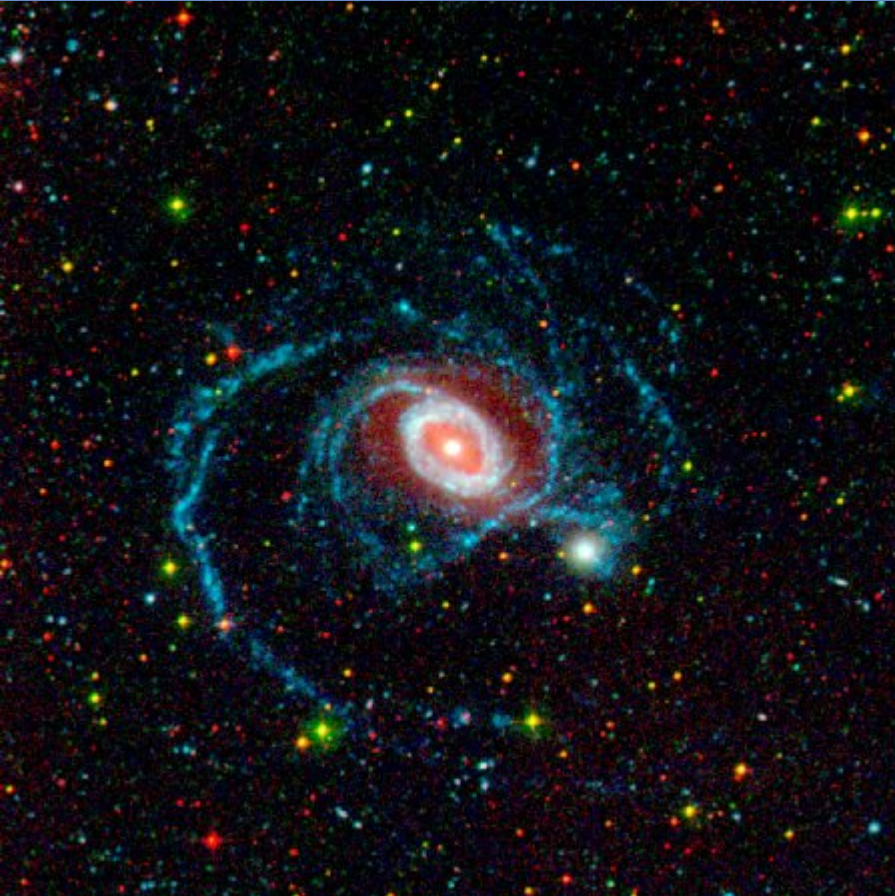
•oben: UV-Blick auf die Andromeda-Galaxie.  
**Foto:** JPL / NASA / Caltech



•unten: Die Andromeda-Galaxie im sichtbaren Bereich des Lichts.

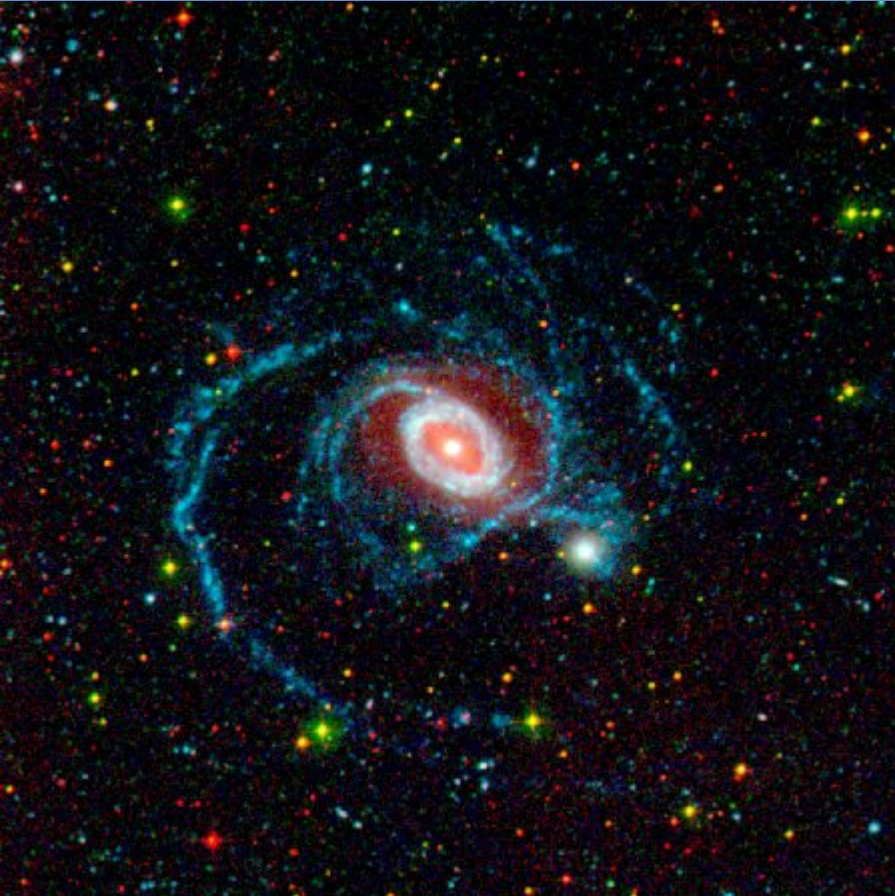


- Dieses Bild hebt die versteckten Spiralarme (blau) hervor, die in der nahegelegenen Galaxie NGC 4265 mit den ultravioletten Augen von NASA's GALEX entdeckt wurden

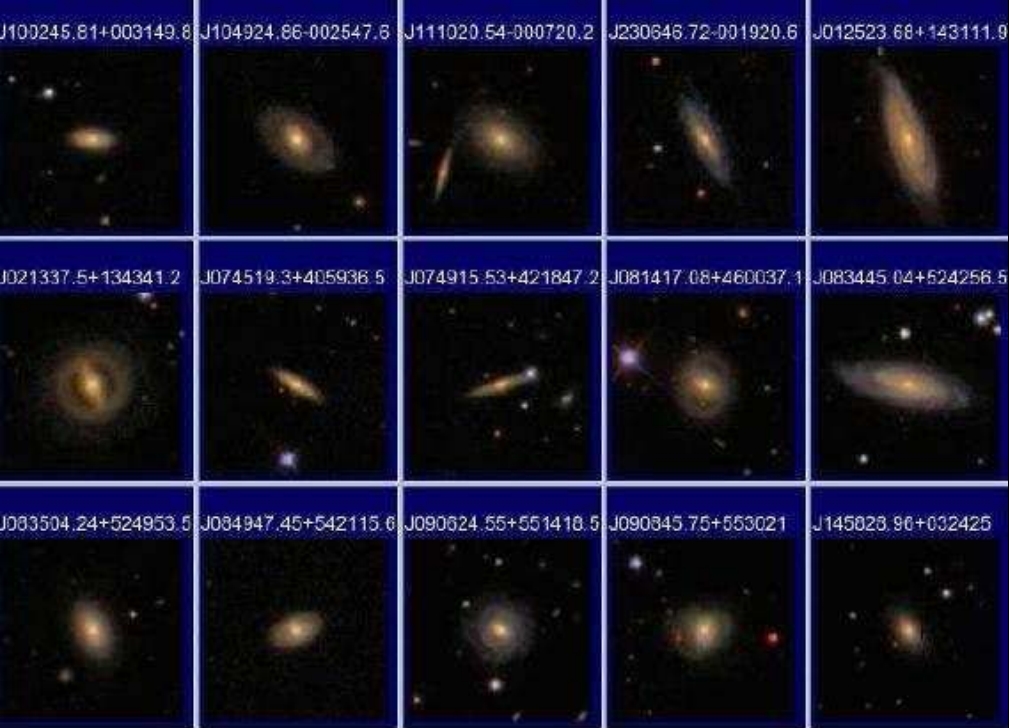


- UV/Optische Kombination (GALEX & SDSS), 3x größer im UV
- Galaxien können durch WW wachsen
- NGC 1512 (rot, optisch)
- blauer Ring (UV), junge massive Sterne
- starke WW mit NGC 1510
- 49300 Lichtjahre auseinander
- junge Sterne vermutlich in den letzten 100 Mio Jahren entstanden
- „ausgedehnte UV-Scheibe“: Galaxie wächst weiter
- in bis zu 20% aller nahen Galaxien beobachtet mit GALEX
- wachsen sonst von innen nach außen





- Untersuchungen bei  $0.03 < z < 0.07$
- Galaxien mit roten äußeren Regionen haben nie einen jungen „bulge“ oder einen starken AGN
- Galaxien mit blauen äußeren Regionen haben „bulges“ und Schwarze Löcher (weiter Bereich in Alter und Akkretionsrate)
- Galaxien mit jungen „bulges“ und stark akkretierenden Schwarzen Löchern haben so gut wie immer blaue äußere Scheiben
- „Ongoing Formation of Bulges and Black Holes in the Local Universe: New Insights from GALEX“ (Kauffmann et al., 2006)



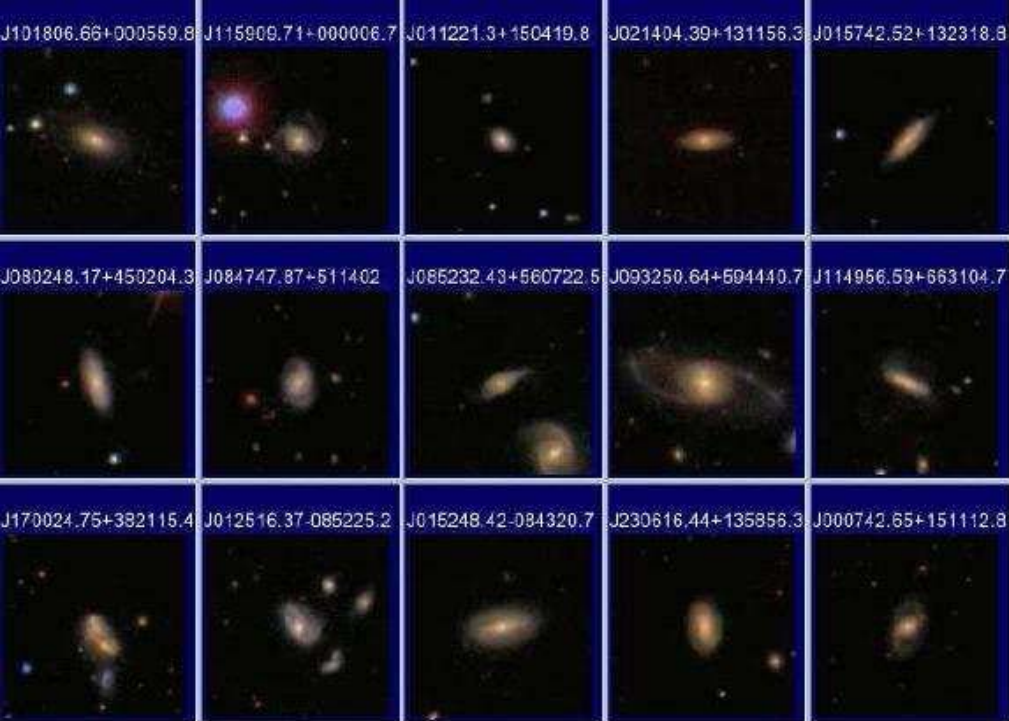
• SDSS



• GALEX

- UV-starke Galaxien
- 100 Bogensekunden  
Seitenlänge





SDSS



GALEX

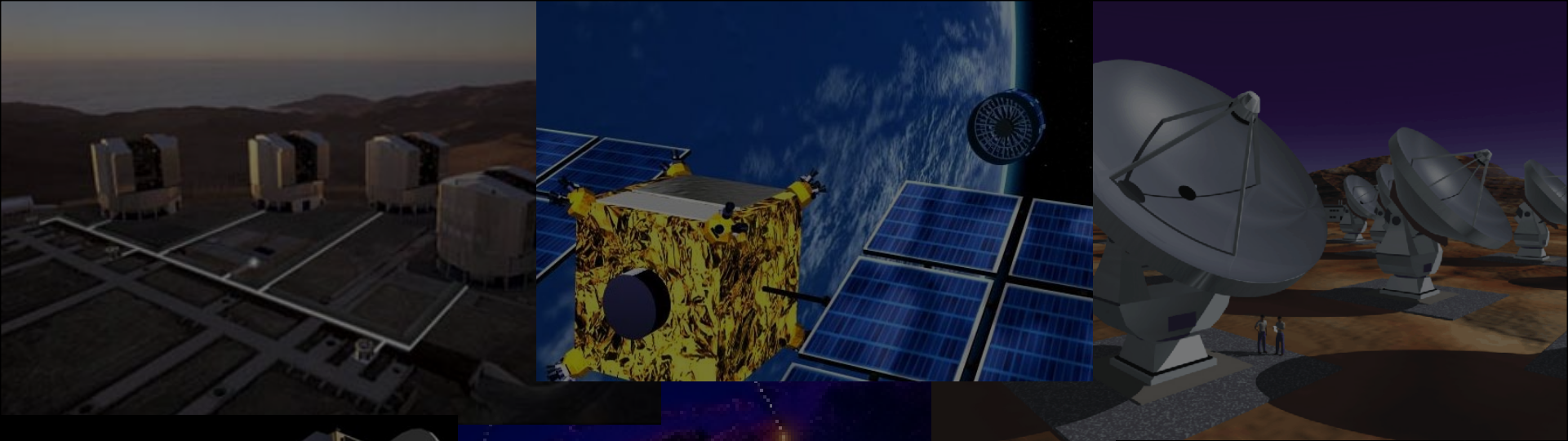
UV-starke Galaxien





- NASA's Galaxy Evolution Explorer is celebrating its fourth year in space with some of M81's "hottest" stars.

February 2007



# Multifrequency – X-rays

*Suzaku, SWIFT, Rosita*





# X-ray Astronomy Satellite "Suzaku"(ASTRO-EII)





Satellites and Spacecraft

# X-ray Astronomy Satellite "Suzaku"(ASTRO-EII)



## X-ray Astronomy Satellite "Suzaku"(ASTRO-EII)



- 10.Juli 2005, Uchinoura Space Center in Japan
- kurz nach dem Start wurde die Mission von Astro-E2 in Suzaku umbenannt
- Suzaku ist die Nachbildung von Astro-E, der beim Start 2000 verloren ging
- Suzaku: Roter Vogel des Südens
- Japans 5. Mission
- Röntgen Microcalorimeter: enorme Energieauflösung
- 8.8.2005: Hauptinstrument fällt aus, trotzdem funktionieren: XIS und HXD

# X-ray Astronomy Satellite "Suzaku"(ASTRO-EII)

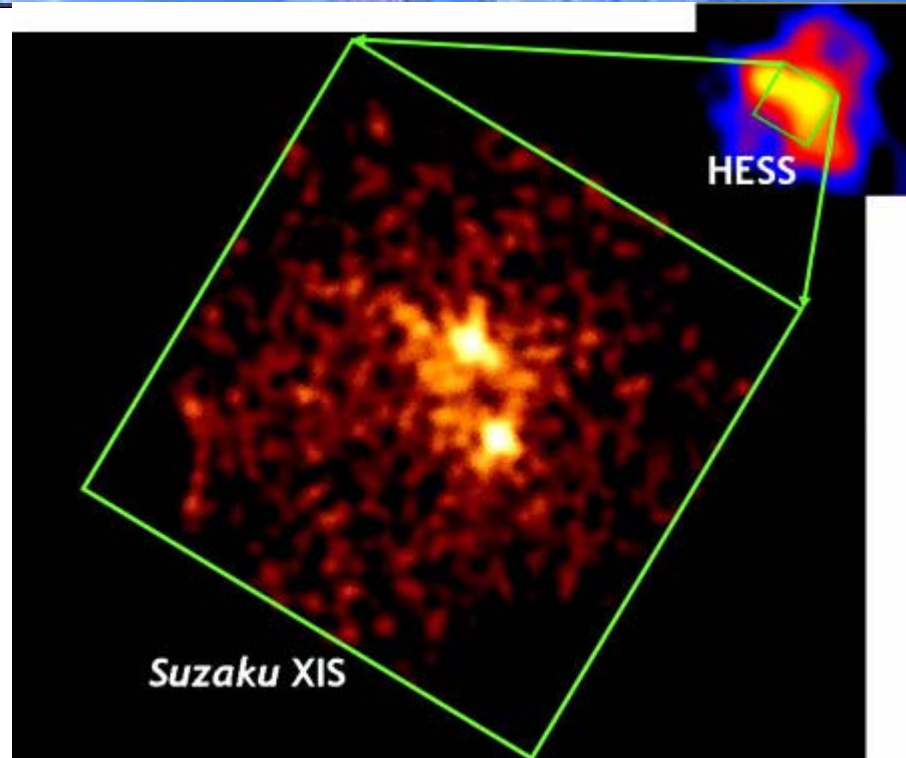
Year of Publication	XRS	XIS	HXD
Energy Range	0.5 - 12 keV	0.4 - 10 keV	10 - 700 keV
Number of Sensors	1	4 (one CCD chip/sensor)	1 (16 identical units)
Number of Pixels	32 (2 x 18)[image]	1024 x 1024 for each CCD	
Pixel Size	0.94' x 0.24' mm	19' x 19'	
Effective area per sensor	190 cm <sup>2</sup>	1300 cm <sup>2</sup>	160 cm <sup>2</sup> (< 30 keV) 330 cm <sup>2</sup> (> 40 keV)
Energy Resolution(FWHM)	12 eV	130 eV	3.5 keV (10 - 40 keV) (9% @ 662 keV)
Field of View	1.9' x 4.2'	19'x19'	0.8 deg. (FWHM @ 60 keV)
Imaging Capability	Limited (2 x 18 pixels)	Full	0.56 x 0.56° < 100 keV 4.6 x 4.6° > 200 keV
Others	2 yr lifetime		



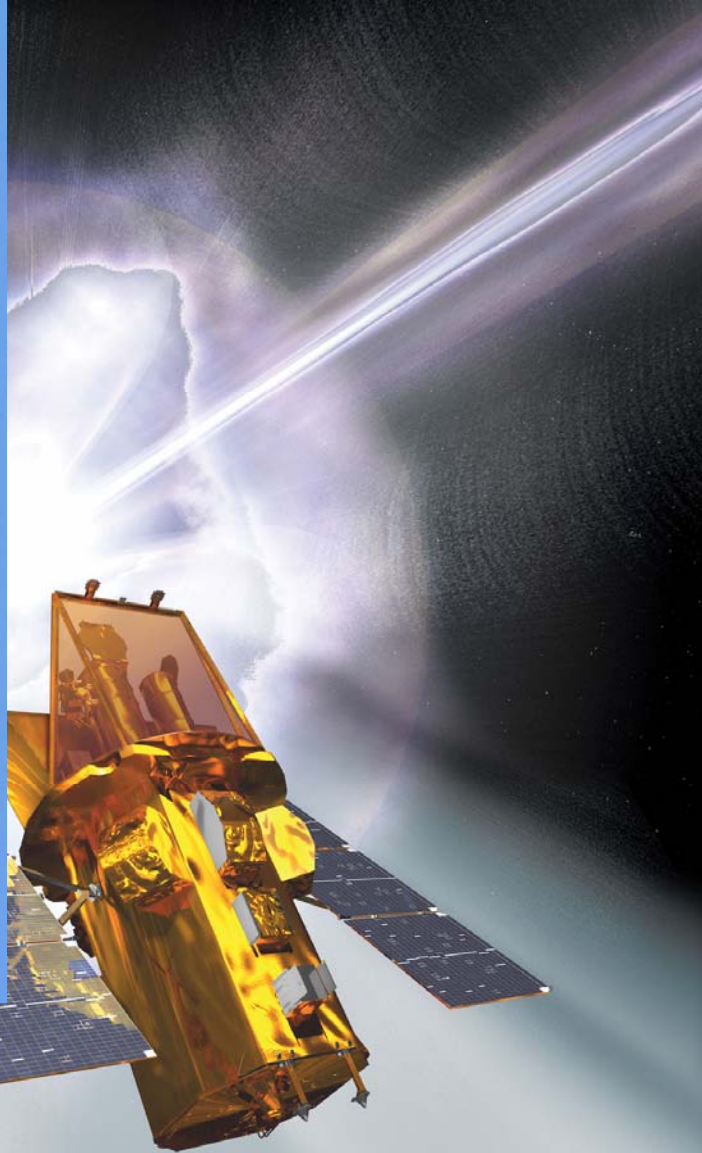
## X-ray Astronomy Satellite "Suzaku"(ASTRO-EII)

### Important Suzaku Properties for AGN research

- High signal to noise from 0.3- 50(200)keV
- Well calibrated
- Good energy resolution (better than XMM and Chandra CCDs)



HESS J1804-216 is one of the brightest unidentified TeV gamma-ray source discovered with High Energy Spectroscopic System (H.E.S.S.). It is also one of the most extended and softest HESS sources. [Bamba et al. \(2007\)](#) have observed this region of the sky using *Suzaku* XIS and discovered two X-ray sources, as shown above. One or both may be the X-ray counterpart of the HESS source, possibly a highly absorbed supernova remnant. The observed absorbing column for one of the sources indicates that it is deeply embedded in dense gas. Although the *Suzaku* observation has provided several valuable clues, the true nature of this TeV gamma-ray source remains a mystery.





## Swift: Catching Gamma-Ray Bursts on the Fly



- Swift: Forschungssatellit der NASA mit britischer und italienischer Beteiligung, der Gammablitz detektiert und untersucht
- 20. November 2004 von Cape Canaveral gestartet
- kreisförmiger Orbit ca. 600 km über der Erdoberfläche
- Ziel: schnellstmögliche und genaue Lokalisierung der kurzlebigen Gammablitz
- Burst Alert Telescope (BAT) detektiert Gammablitz (Photonenenergiebereich: 15-150 keV)
- 100 Gammablitz pro Jahr detektieren, Position kann auf 1-4 Bogenminuten bestimmt werden
- Röntgen-Teleskop (XRT) kann Nachleuchten im Röntgenbereich untersuchen (300eV-3KeV), bestimmt Position auf 3-5 Bogensekunden genau, nimmt auch Röntgenspektrum auf
- Ultraviolett/optisches Teleskop (UVOT), 30 cm Durchmesser (170-650 nm), Positionsgenauigkeit 0.3 Bogensekunden, kann auch Spektren aufnehmen





## Swift: Catching Gamma-Ray Bursts on the Fly



### Related Swift Sites

#### Operations

- [Swift Mission Operations Center \(MOC\)](#) at Penn State University (PSU)
- [Swift Science Data Center \(SDC\)](#), responsible for processing Swift data
- [ASI Malindi, Kenya, Ground Station](#)
- [GRB Coordinates Network \(GCN\)](#)
- [Information on GCN/Swift GRB Notices](#)

#### Lead University Partner:

- [Penn State University](#)

#### International Hardware Partners:

- [University of Leicester](#)
- [Mullard Space Science Laboratory](#)
- [Osservatorio Astronomico di Brera](#)
- [ASI Science Data Center](#)

#### GRB Follow-Up Organization

- [University of California at Berkeley](#)

#### Key Associate Institutions

- [Institute of Space and Astronautical Science](#)
- [Los Alamos National Laboratory](#)
- [Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik](#)

#### Outreach:

- [Sonoma State University](#)
- Swift Mission pages at the [NASA website](#)

#### Spacecraft Contractor:

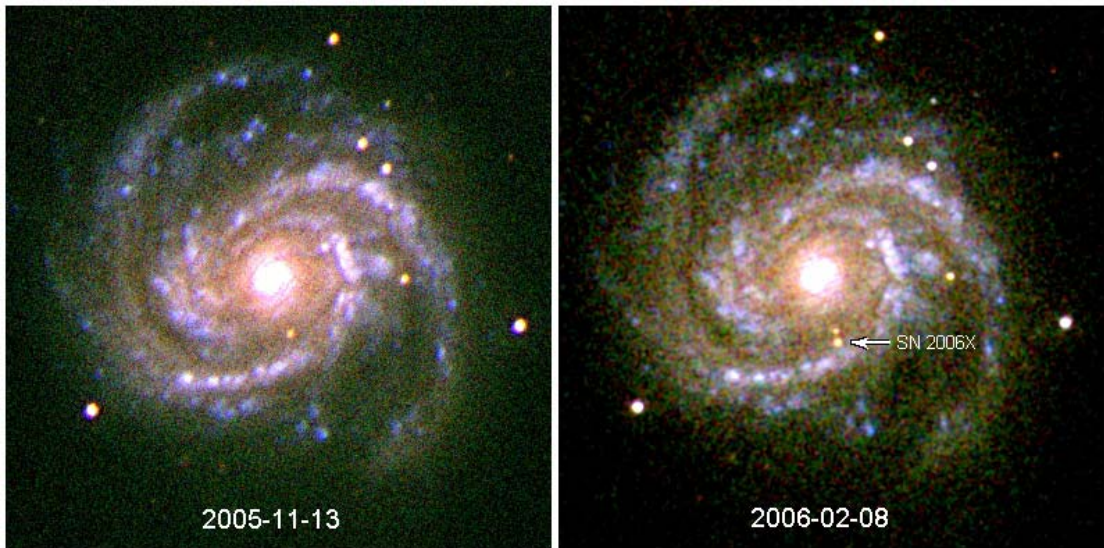
- [Spectrum Astro](#)

#### Team and Project:

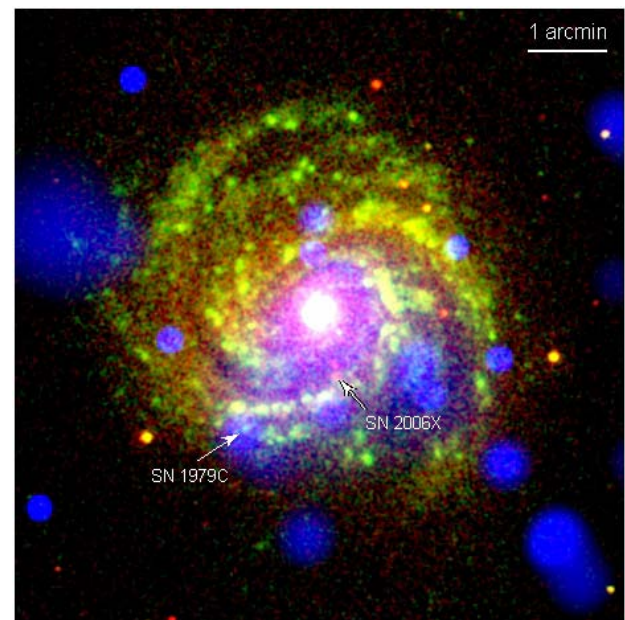
- [Swift Team Pages](#)
- [Swift Project Pages](#)
- + [Full Swift Participant List](#)



- am 4.9.2005 wurde der stärkste je dokumentierte Gammablitz gemessen (von einem Objekt in 13 Milliarden Lichtjahre Entfernung)
- am 18.02.2006 wurde mit 33 Minute der bisher bei weitem längste Gammablitz von einem 440 Mio Lichtjahre entfernten Objekt gemessen



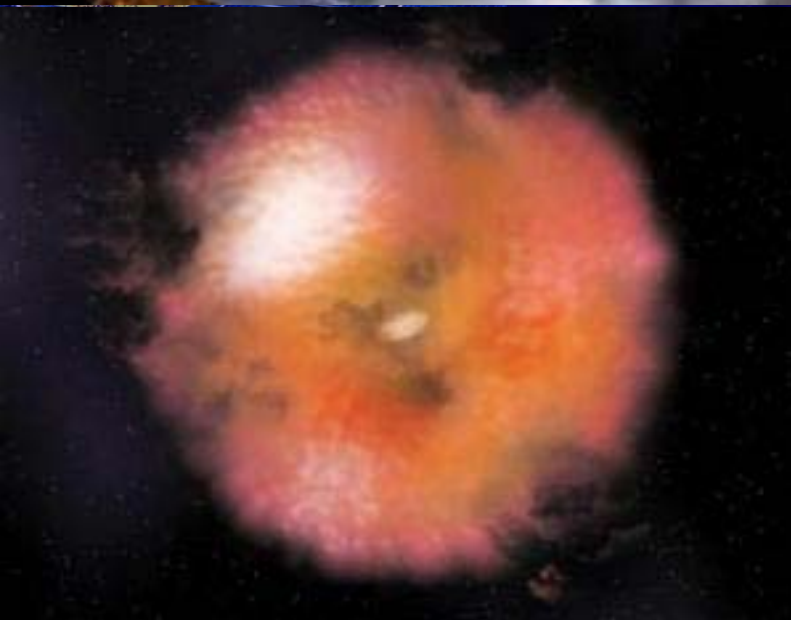
- UVOT Bilder der Supernova 2006X (SN2006X) in M100 (V,B,U)
- links 11.11.2005; rechts 8.2.2006 nach der Explosion



V,UW1, Röntgen







- SWIFT + Suzaku (Röntgen)
- Bislang unentdeckter Typ an AGN gefunden
- So heftig unter Gas und Staub verborgen, daß kein Licht nach außen dringt, außer hochenergetischer Röntgenstrahlung
- Gesamtes sichtbares Licht aus dem Kern blockiert
- Könnten 20% der Punktquellen des Röntgenhintergrundes ausmachen (CHANDRA)

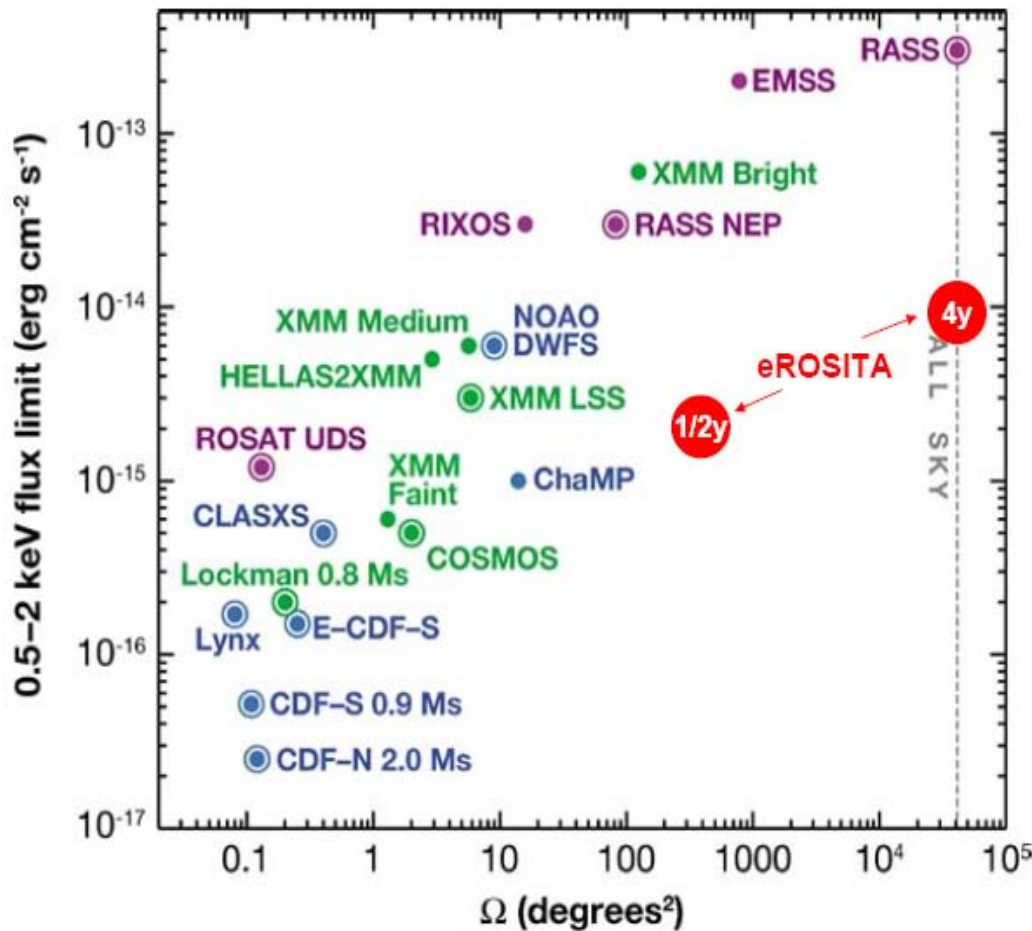
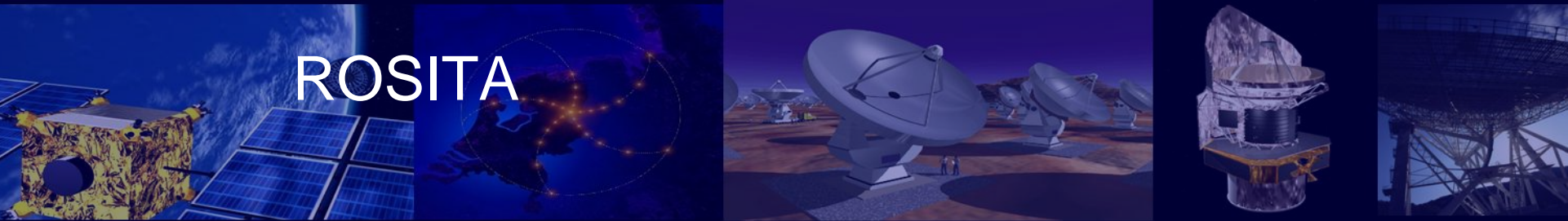


## Launch Products

- Model booklet
- Lithograph with educational activity
- Fact sheet
- CD with <http://swift.gsfc.nasa.gov>
- Stickers
- Patches
- Angling for GRBs poster
- Teeshirts



# ROSITA



- mehr als 70% der Röntgenquellen in tiefen Chandra- und XMM-Durchmusterungen sind AGK

- AGK Dichte in CDF ist 10-20 mal höher als in den tiefsten optischen spektroskopischen Durchmusterungen bei  $z > 4$ :

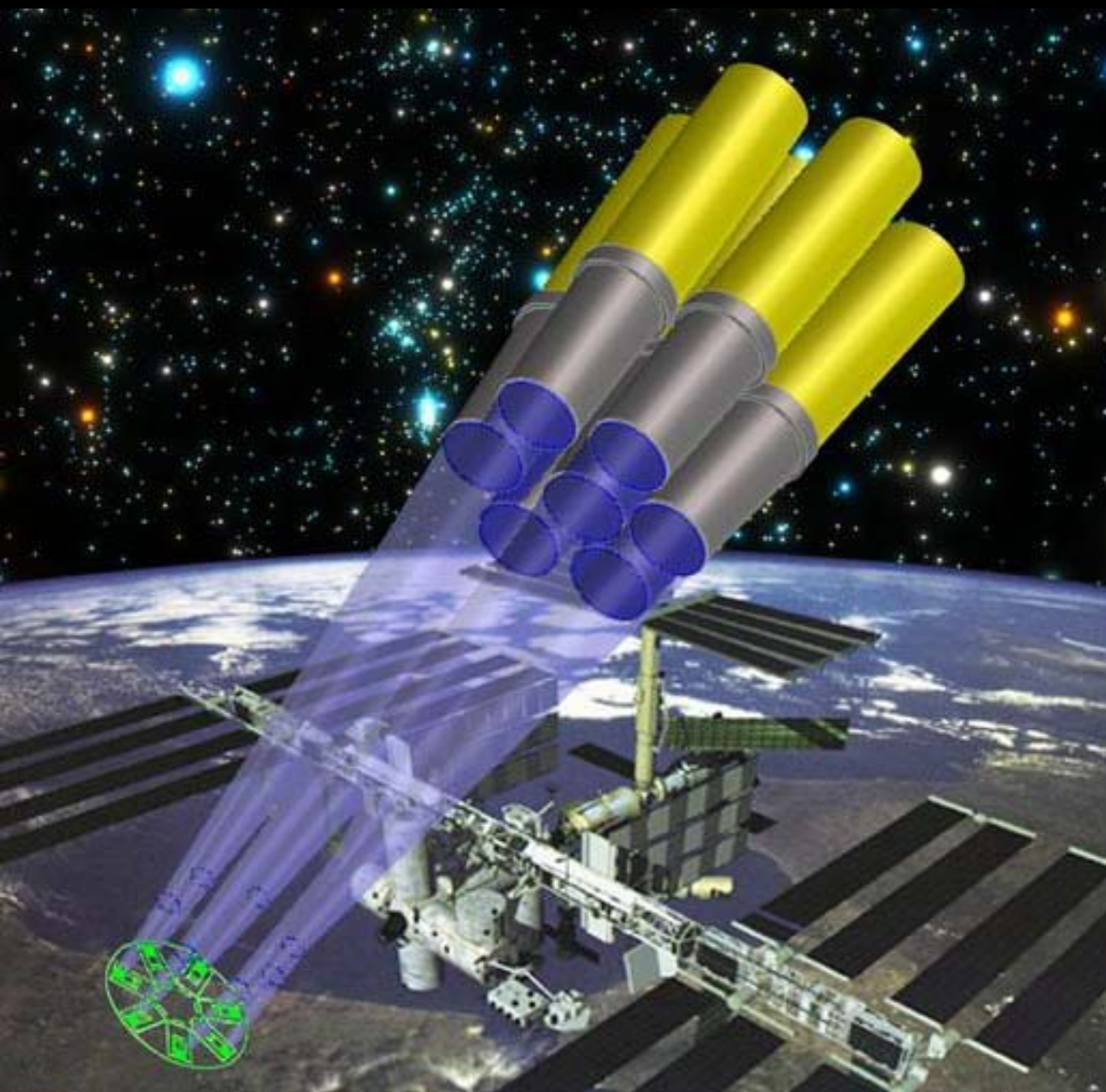
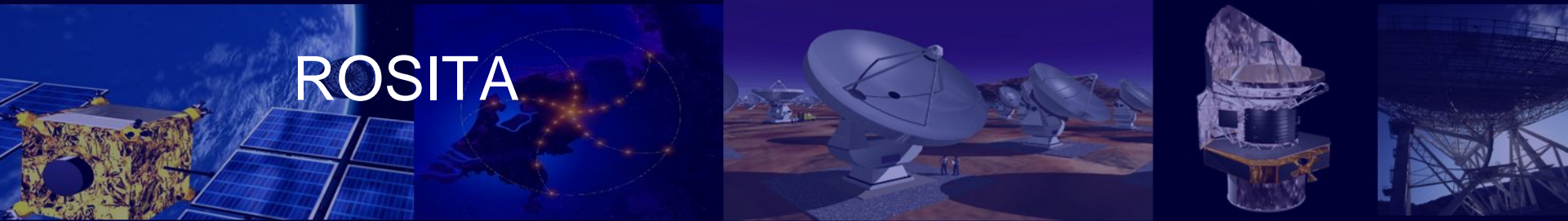
30-150 deg<sup>-2</sup> im Röntgenbereich und  
0.12 deg<sup>-2</sup> im Optischen (SDSS)

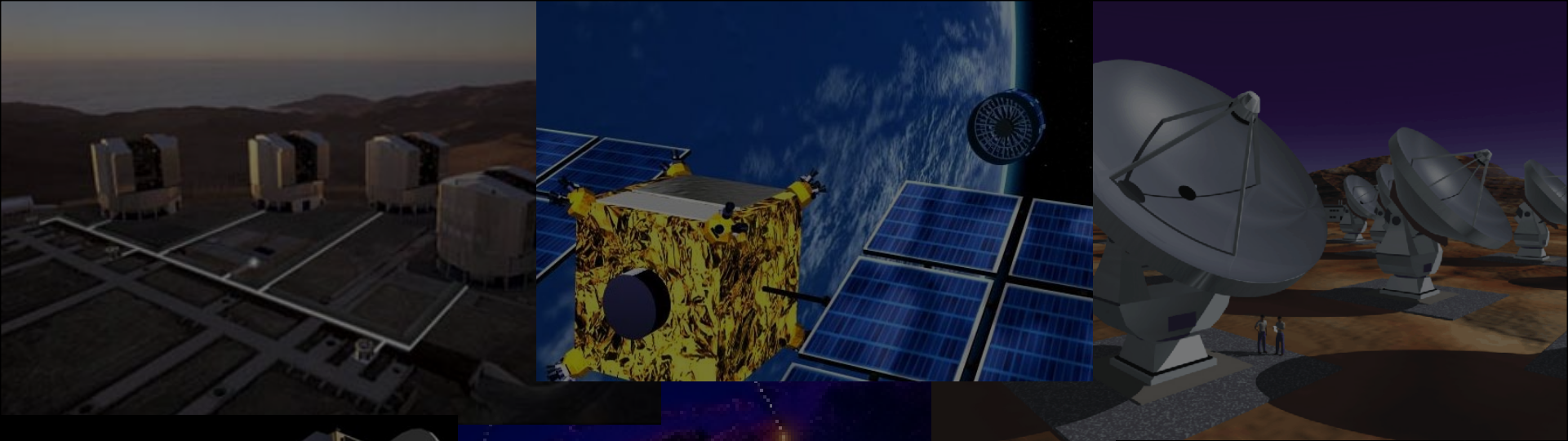
- **eROSITA** (*extended Rontgen Survey with an Imaging Telescope Array*): Faktor 30 tiefer als ROSAT (0.5-2keV) 100 000 Galaxienhaufen und 3.4 Mio AGK

Erwartet	[450, 120, 36, 10]
AGN@z >	[ 6, 7, 8, 9]



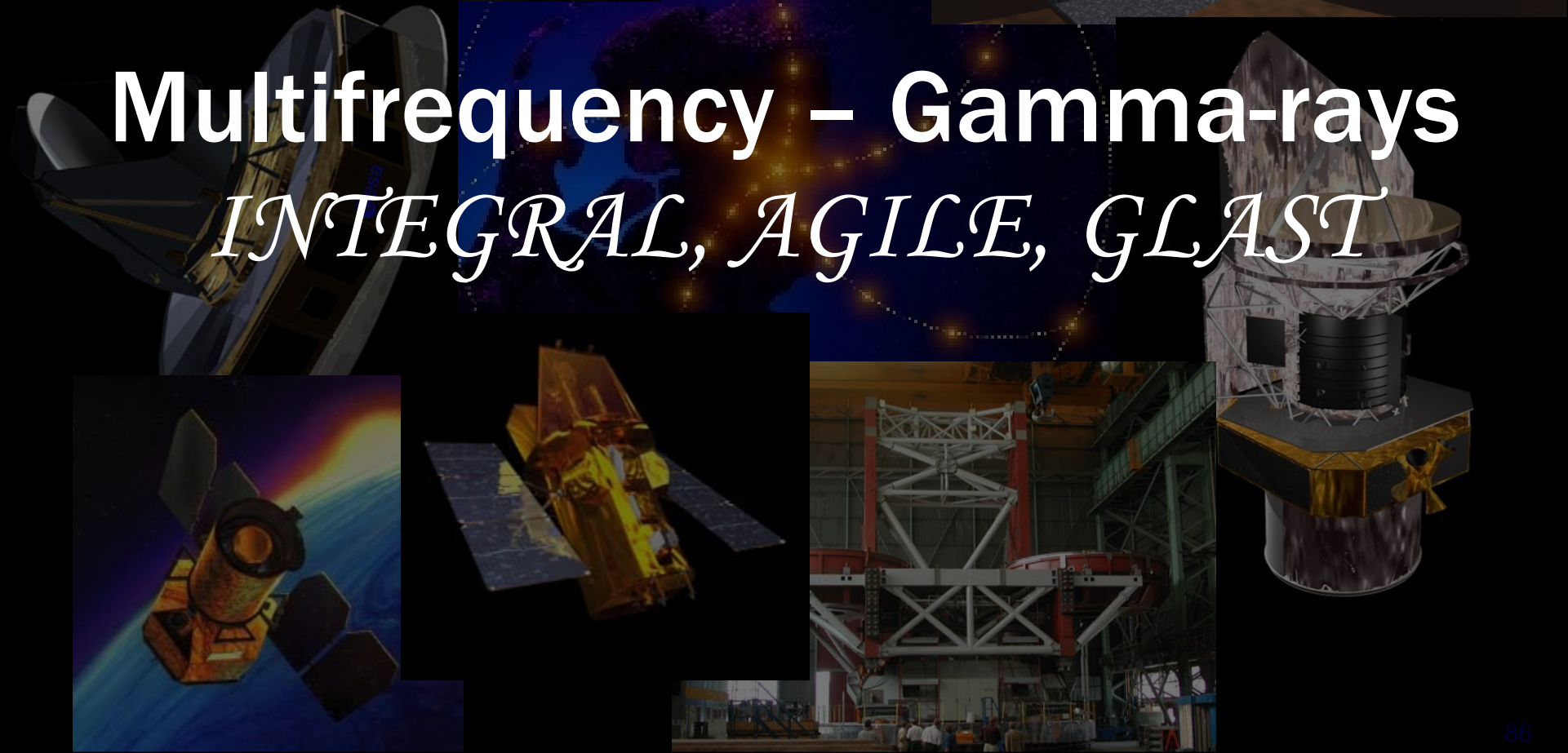
# ROSITA



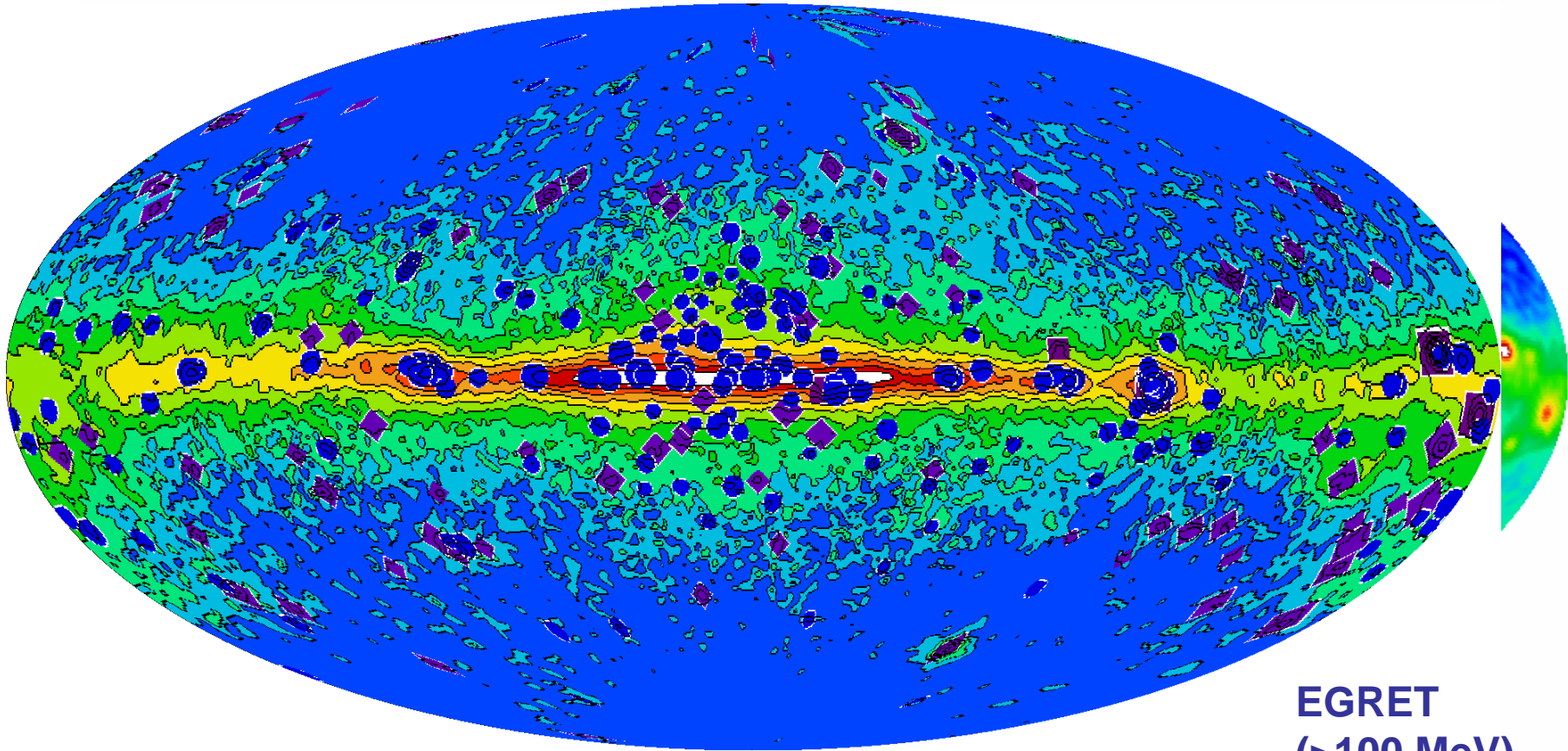
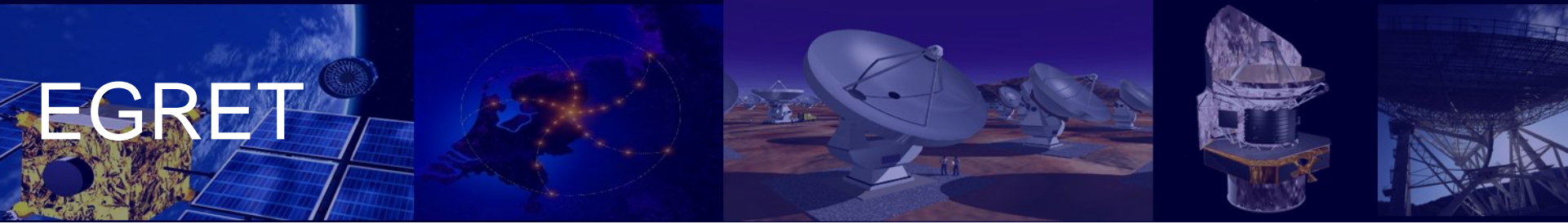


# Multifrequency – Gamma-rays

*INTEGRAL, AGILE, GLAST*







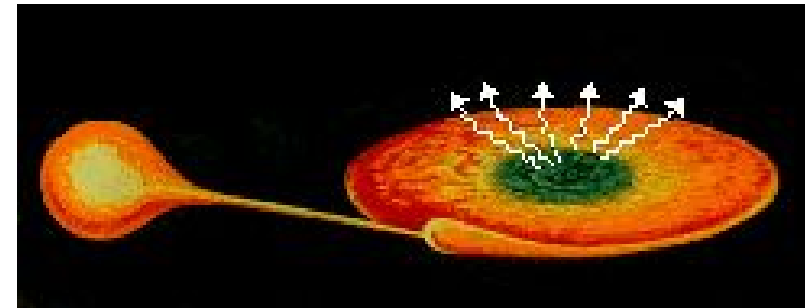
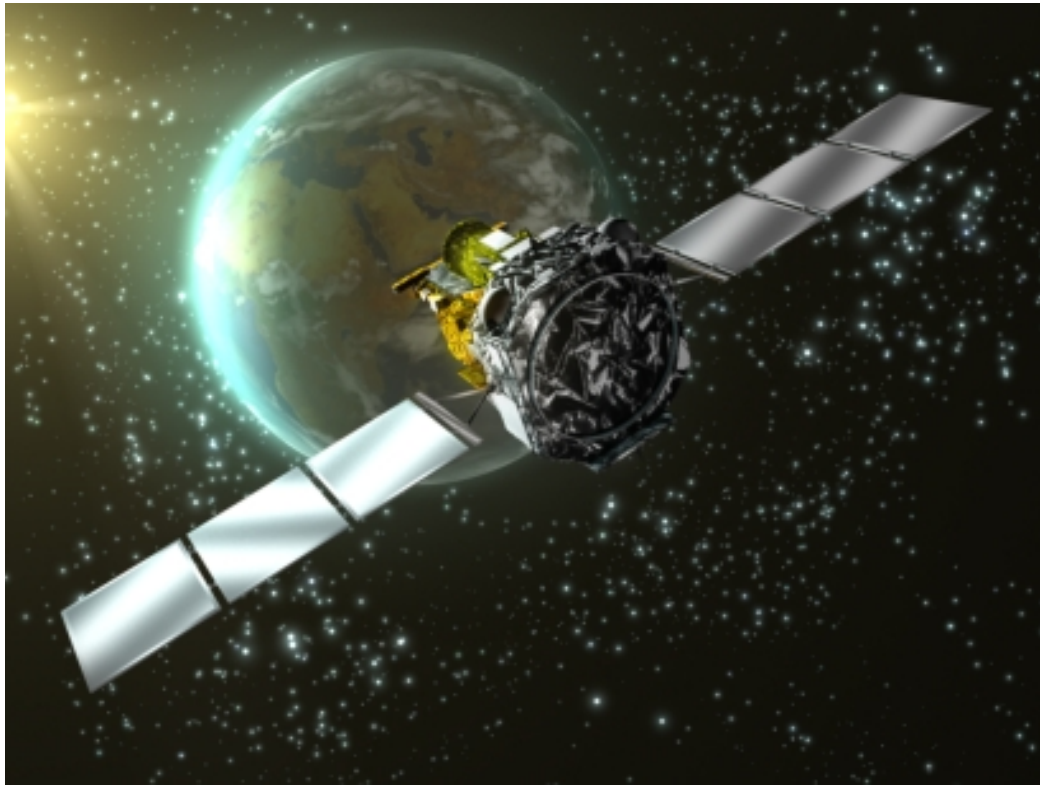
EGRET  
( $>100$  MeV)

- ~60% interstellare Emission from the MW
- ~10% sind katalogisierte (3EG) Punktquellen 3EG catalog (Hartman et al. 1999)



# INTEGRAL

- INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory



# INTEGRAL

- **LAUNCH DATE:**17-Oct-2002 04:41 UT
- **MISSION END:**Nominal 2 years - extended to 16 December 2010
- **LAUNCH VEHICLE:**Proton
- **LAUNCH MASS:**4000 kg
- **MISSION PHASE:**Operational
- **ORBIT:**  
Elliptical 72 hour
- **ACHIEVEMENTS:**
  - Spectral measurements of gamma-ray sources
  - Detection of gamma-ray bursts, including the closest and faintest on record (GRB 031203)
  - Mapping the galactic plane in gamma-rays
  - Resolving diffuse gamma-ray emission from galactic centre
  - Providing supporting evidence for torii in AGN
  - Finding new class of highly absorbed objects

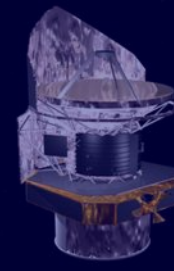
# INTEGRAL

- **Spacecraft**
- **Prime contractor** Alenia Spazio, Turin, Italy
- **Launch date** 17 October 2002
- **Launcher** Russian Proton rocket
- **Launch mass** 4 tonnes
- **Dimensions** Height 5 metres Diameter 3.7 metres Solar panels 16 metres across
- **Instruments**
- **Instrument Topic Principal investigator institutes**
- SPI Spectrometer with cooled Ge detectors, coded mask and active shield J.-P. Roques, CESR Toulouse, France and R. Diehl, MPE Garching, Germany
- IBIS Imager with two detector layers (CdTe array, 16 000 pixels and CsI array, 4000 pixels) and coded mask P. Ubertini, IAS Rome Italy; F. Lebrun, CE-Saclay, France; G. DiCocco, ITESRE Bologna, Italy
- JEM-XX-ray monitor with microstrip proportional counter and coded mask N. Lund, DSRI, Copenhagen, Denmark
- OMC Optical monitor with CCD and lens optics M. Mas-Hesse, LAEFF-INTA, Madrid, Spain

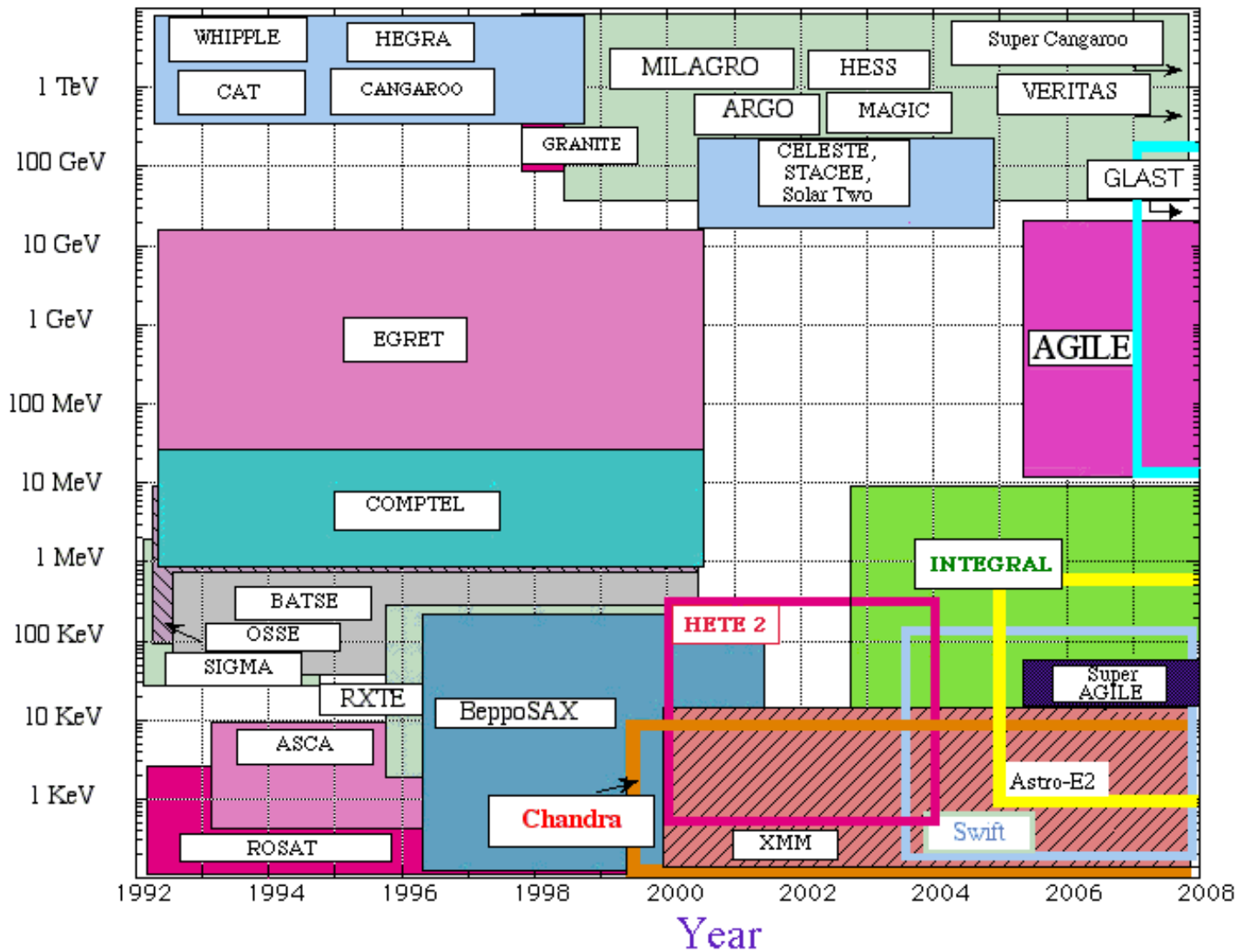


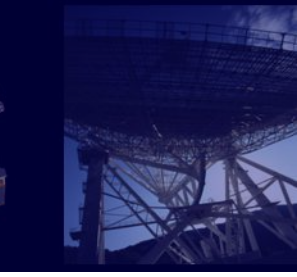
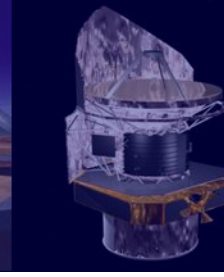
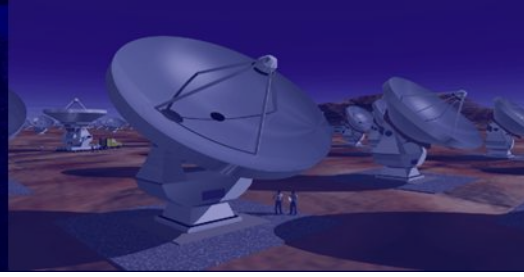
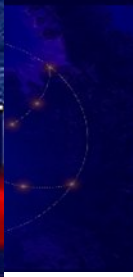
# INTEGRAL

- **Orbit**
- Highly eccentric 72-hour orbit around the Earth.
- Perigee: 9000 km
- Apogee: 153 000 km
- Inclination: 51.6°
- The spacecraft will spend most of its time above an altitude of 40 000 kilometres outside Earth's radiation belts thereby reducing background radiation effects.
- **Operations Centre**
- **Institute Location** Mission Operations Centre (MOC) ESOC, Darmstadt, Germany  
INTEGRAL Science Operations Centre (ISOC) ESAC, Madrid, Spain  
INTEGRAL Science Data Centre (ISDC) Geneva, Switzerland
- **Ground stations** Redu/ESA Belgium  
Goldstone/NASA United States



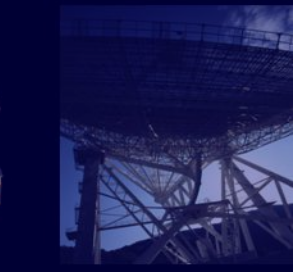
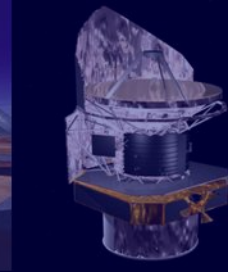
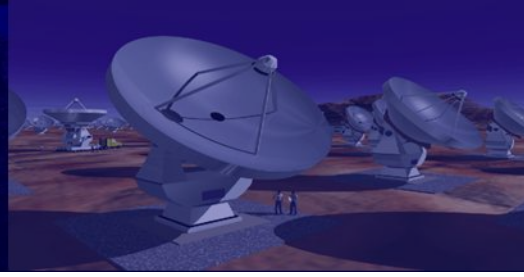
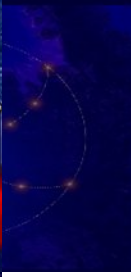
Energy





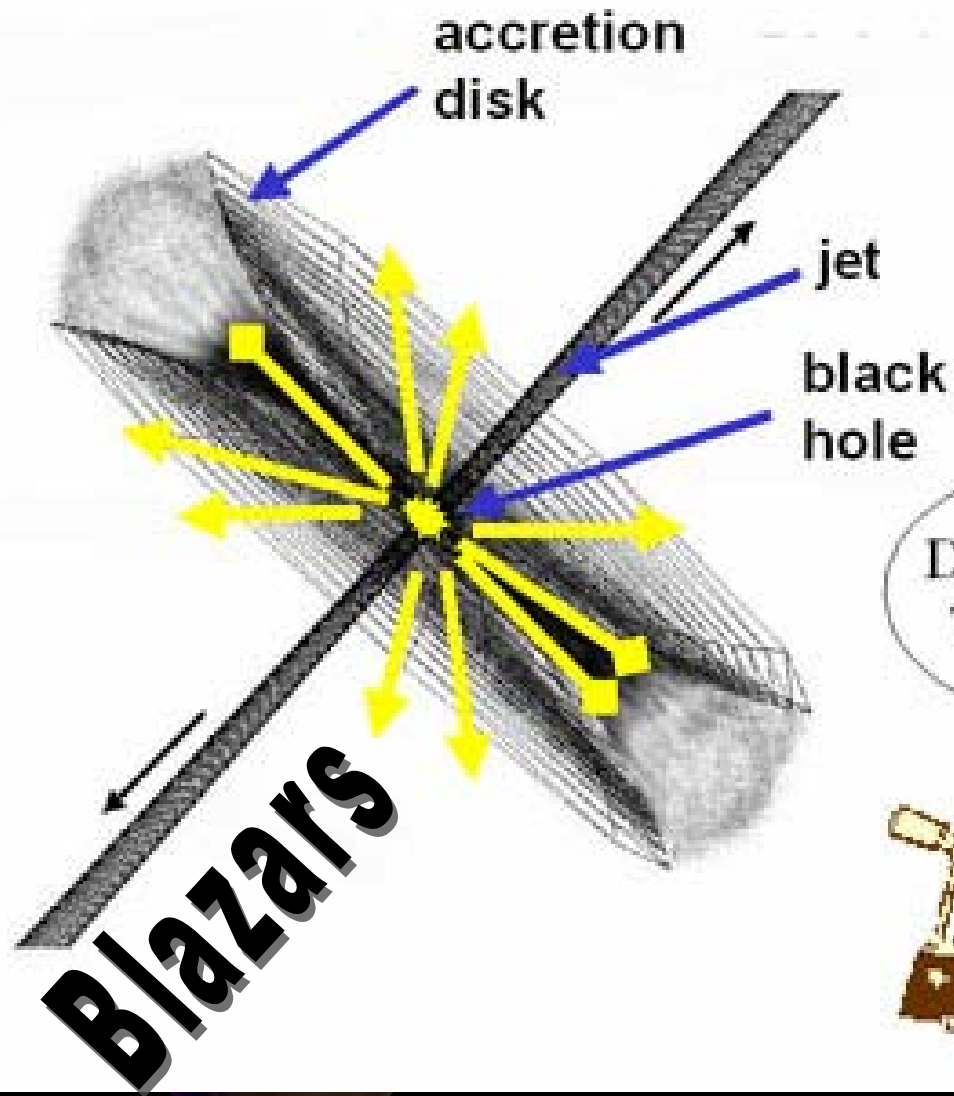
- AGILE (*Astro-rivelatore Gamma a Immagini LEggero*): kleine wissenschaftliche Mission, um Hochenergie-Astrophysik zu betreiben, Bereich: 30 MeV-50GeV und 10-40 keV
- Riesiges Gesichtsfeld: 1/5 des Himmels bei Energien oberhalb 30 MeV
- Ziele: AGN, GRBs, galaktische Quellen, unidentifizierte Gammaquellen, diffuse Gamma-Emission, hoch-präzise timing Studies, etc.
- Launch: 2005 !!, die einzige Mission in diesem Energiebereich im Zeitraum 2005-7
- 3 Detektoren:
  - Gamma-Ray Imaging Detector (GRID), 30-50 MeV, extrem schneller Detektor
  - Super-AGILE: harter Röntgenbereich, Detektion und Bildgewinnung 10-40 keV
  - Mini-Calorimeter, 0.25-200 MeV, spektrale und Zeit-Informationen



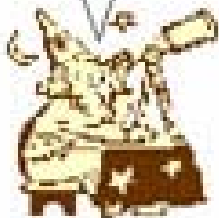


- EGRET / AGILE:

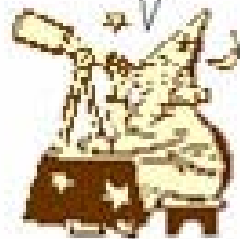
- Masse: 1830 kg / 130 kg
- Energie: 30 MeV – 30 GeV / 30 MeV – 50 GeV
- Gesichtsfeld:  $\sim 0.5$  sr / 3 sr
- Deadtime fo  $\gamma$ -ray detection:  $\sim 100$  ms /  $\sim 200$   $\mu$ s
- Empfindlichkeit für Punktquelle:  $10^{-10}$  /  $4 \times 10^{-11}$

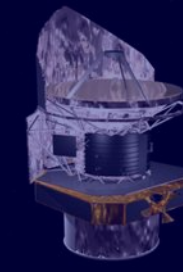
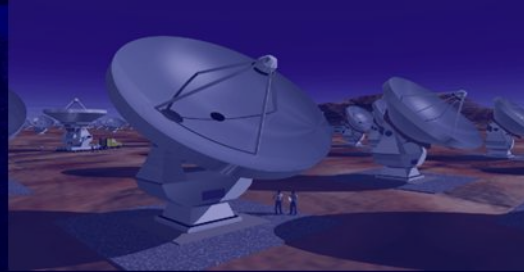


Type 1  
for sure!!



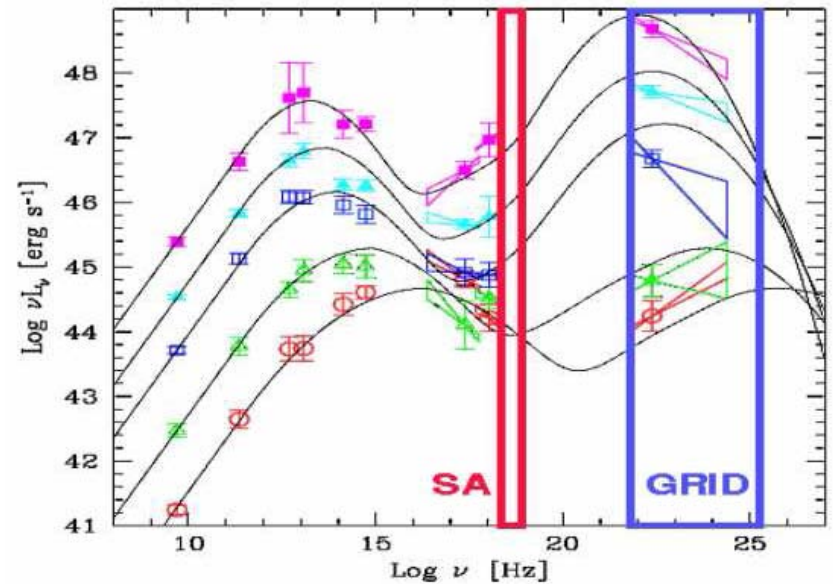
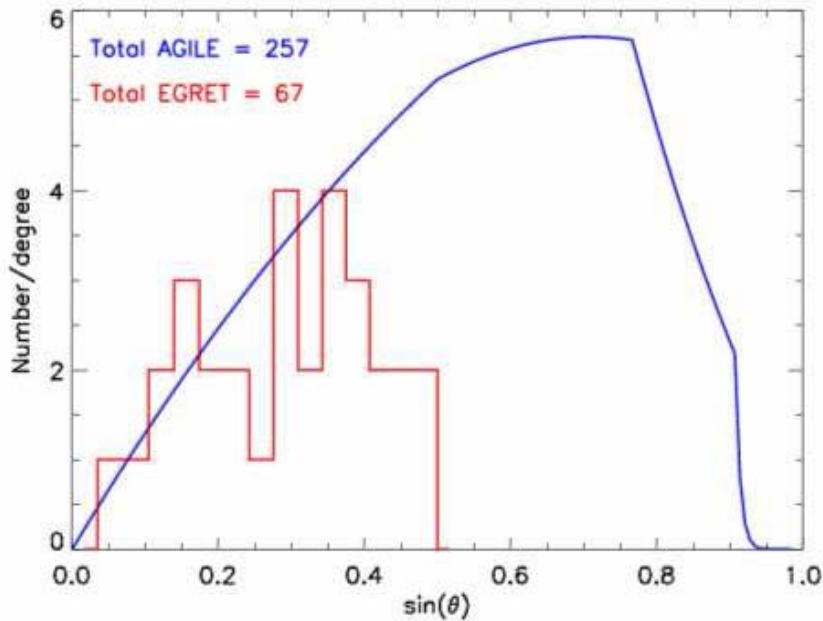
Definitely  
Type 2!!



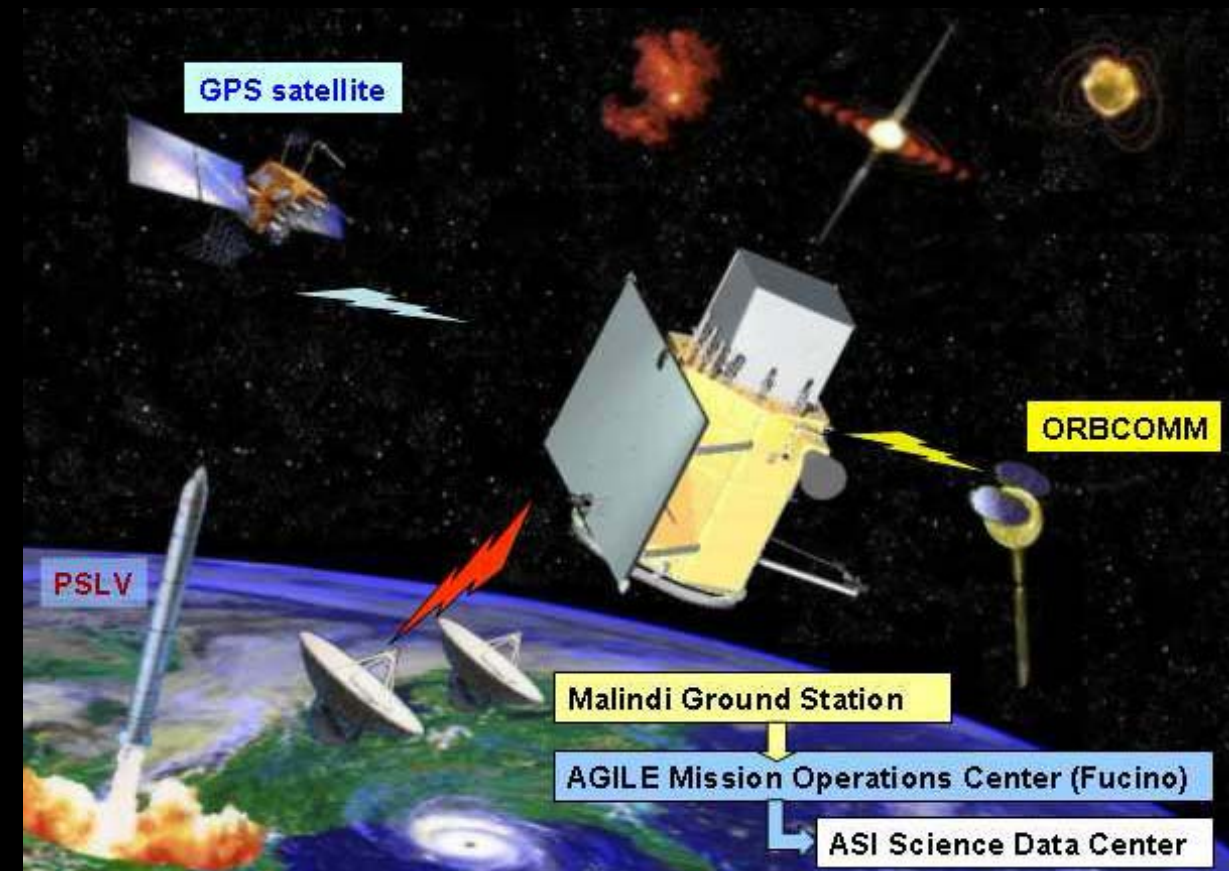
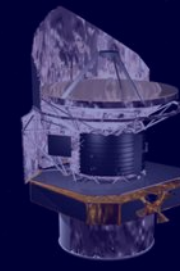
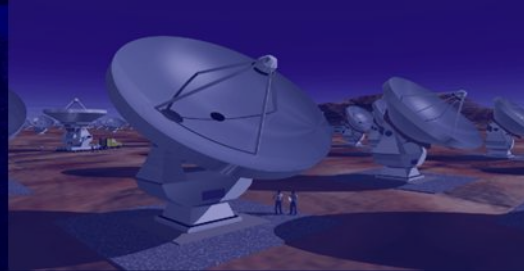


- Simulation der EGRET und AGILE detektierbaren Blazar-Verteilung

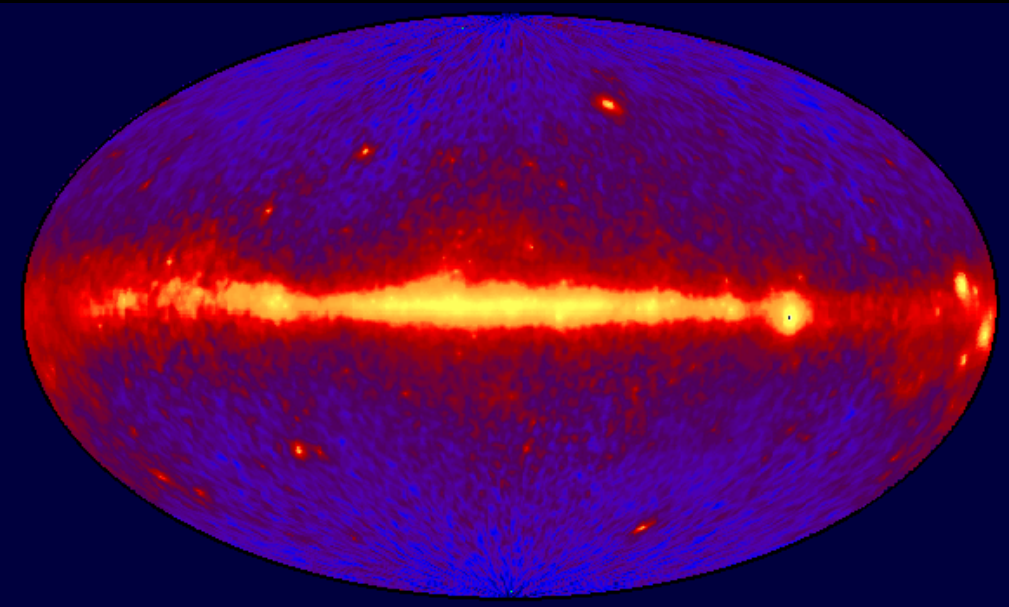
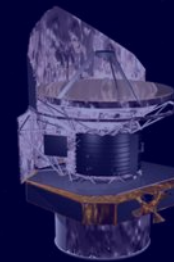
- Breitband spektrale Abdeckung für verschiedene Klassen an Blazaren



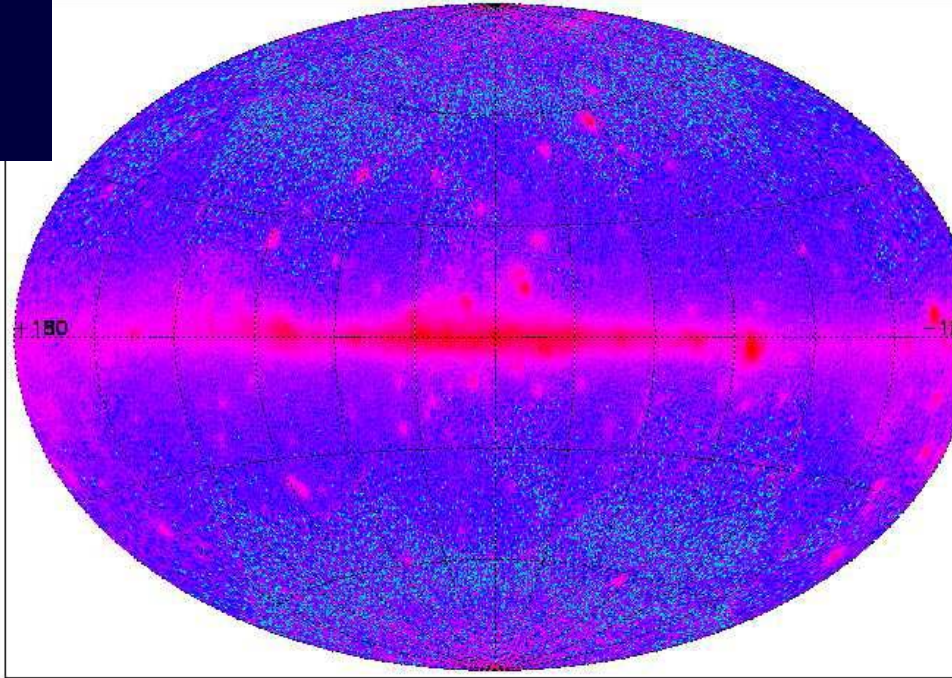




- Bodenstation: Malindi Kenia / Satelliten und wissenschaftliche Daten
- AGILE kann GPS-Signale an Bord empfangen
- AGILE kann GRB-Daten (Zeit, Koordinaten, Fluß) innerhalb weniger Sekunden über ORBCOMM kommunizieren
- AGILE-Daten werden über Malindi zum Operationszentrum in Fucino transferriert



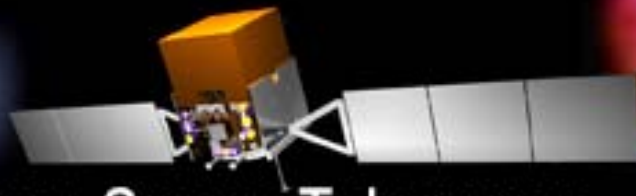
GILE all-sky simulated intensity map - 6 pnts, 4 weeks eff. time each



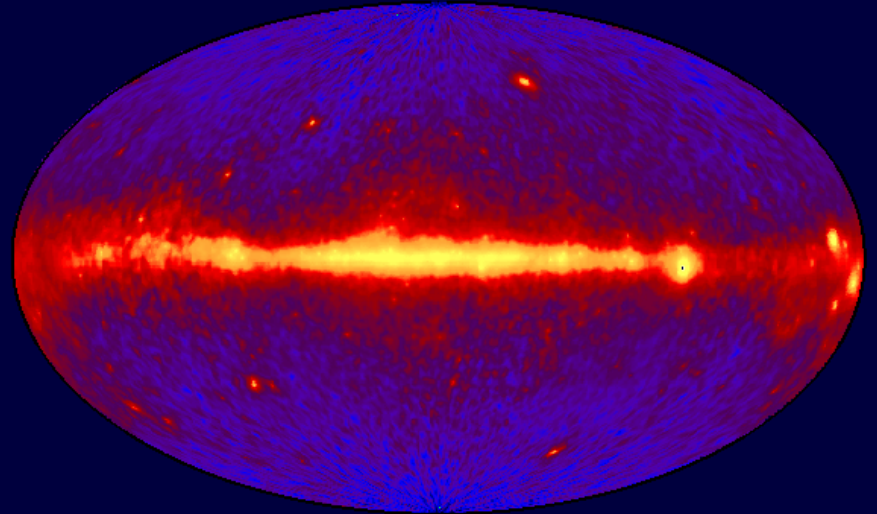


# GLAST

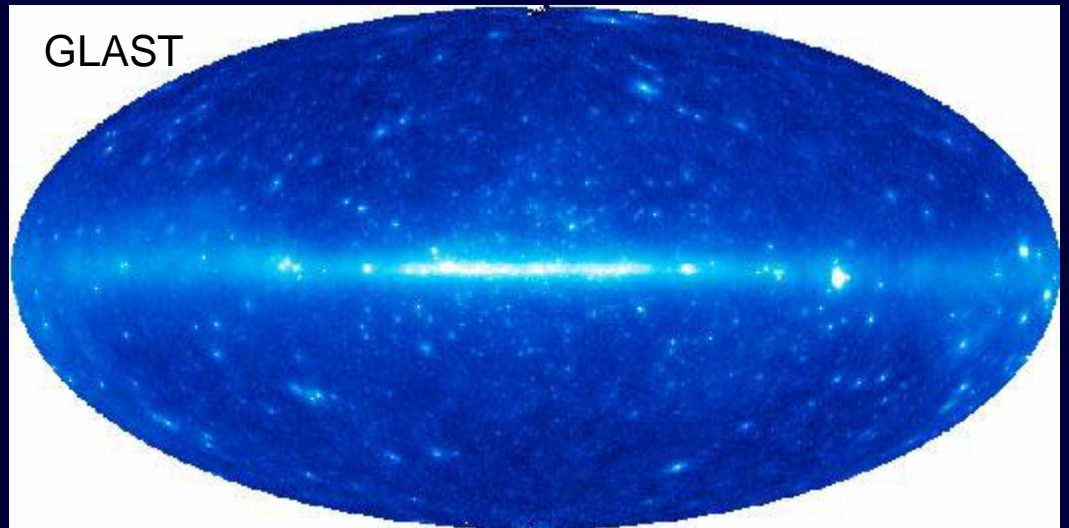
The Gamma-ray Large Area Space Telescope



EGRET

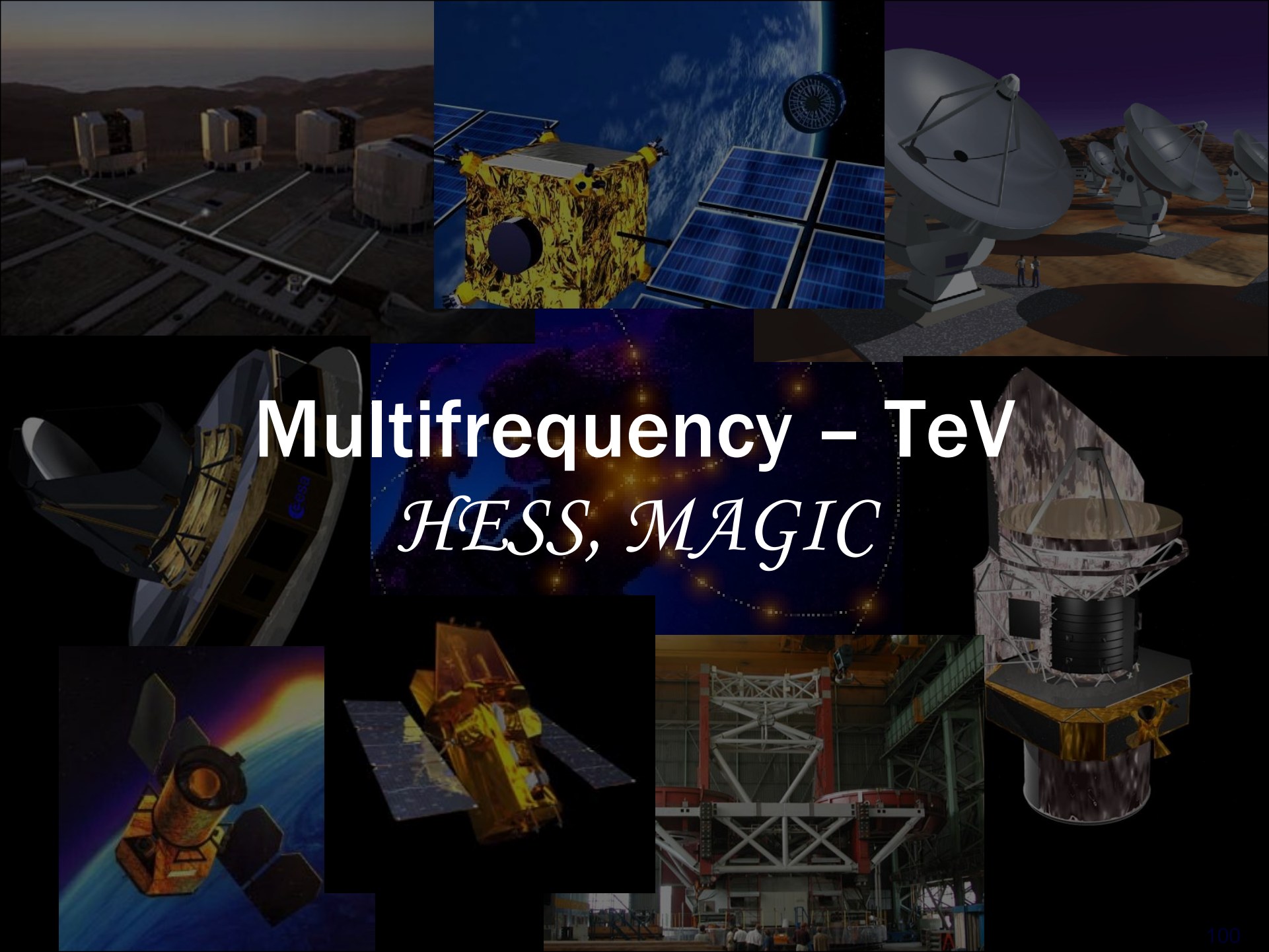


GLAST



LAT All-Sky Map ( $E > 100$  MeV, 1 year) Simulated, S. Digel

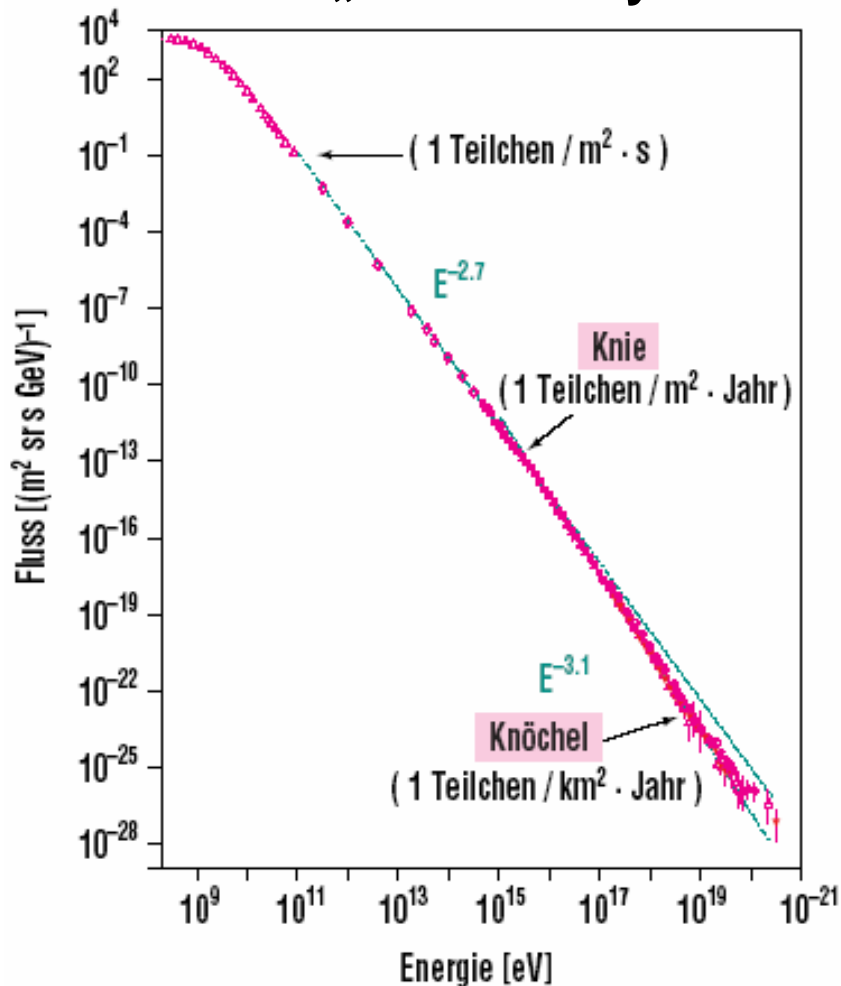




# Multifrequency - TeV

*HESS, MAGIC*

## „Cosmic Rays“



- Acceleration to ultra-high energies in shock fronts of the following cosmic objects:

✓ Supernovae

✓ Merging Galaxies

✓ So far un-identified  $\gamma$ -ray sources (EGRET), Gorbunov & Troitsky 2005

✓ BL Lac Objects, based on analysis of data from AGASA, Yakutsk, HiRes (0.6 Grad), Gorbunov & Troitsky 2005

# AGN lecture – Cologne – Kiel – Bonn

Datum	Eckart	Duschl	Lobanov	Britzen
18.10.2007	Einführung			
25.10.2007				Multifrequency
01.11.2007	<i>-----frei-----</i>			
08.11.2007	Sgr A*			
15.11.2007			Overview AGN	
22.11.2007			Outflows	
29.11.2007				Jets
06.12.2007		AD - Grundlagen		
13.12.2007		AD - Modelle		
20.12.2007		AD - Kuriosa		
27.12.2007	<i>-----frei-----</i>			
03.01.2008	<i>-----frei-----</i>			
10.01.2008				Binary black holes
17.01.2008	Sgr A* - BH			
24.01.2008			Emission processes	
31.01.2008			Evolution/impact	
07.02.2008	<i>-----Ausklang-----</i>			