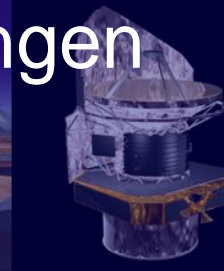
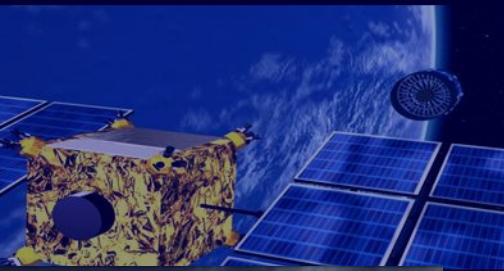


# Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie Wintersemester 2007/8



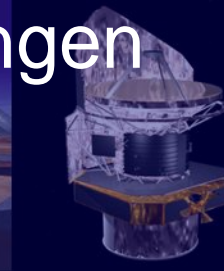
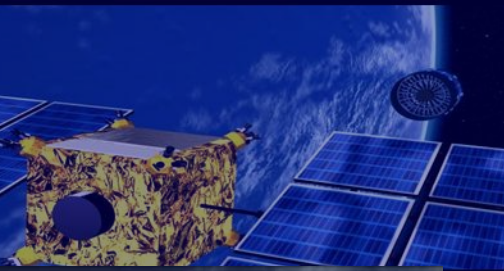
## Themen & Daten

- 19.10.: Überblick
- 02.11.: Erste Ergebnisse der Durchmusterungen
- 16.11.: Update: Neue Teleskope & Surveys
- 30.11.: Dunkles (Materie & Energie)
- 14.12.: Multifrequenzkampagnen



- 11.01: Hochenergie-Astronomie
- 25.01.: Mikrowellenhintergrund
- 08.02.: Virtuelle Observatorien

# Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie Wintersemester 2007/8



## HEUTE

- Aktuelles
  - Tanzende Galaxien
  - Komet
  - Dunkle Energie & Supernovae
  - Zwerggalaxien & Dunkle Materie
  - Zum ersten Mal sichtbar: Sternentstehungsgebiet
  - Verschmelzende Galaxien erzeugen Quasare
- Erste Ergebnisse der Durchmusterungen
  - Galaxienwachstum und Rote und Blaue Sterne
  - Noch mehr Schwarze Löcher

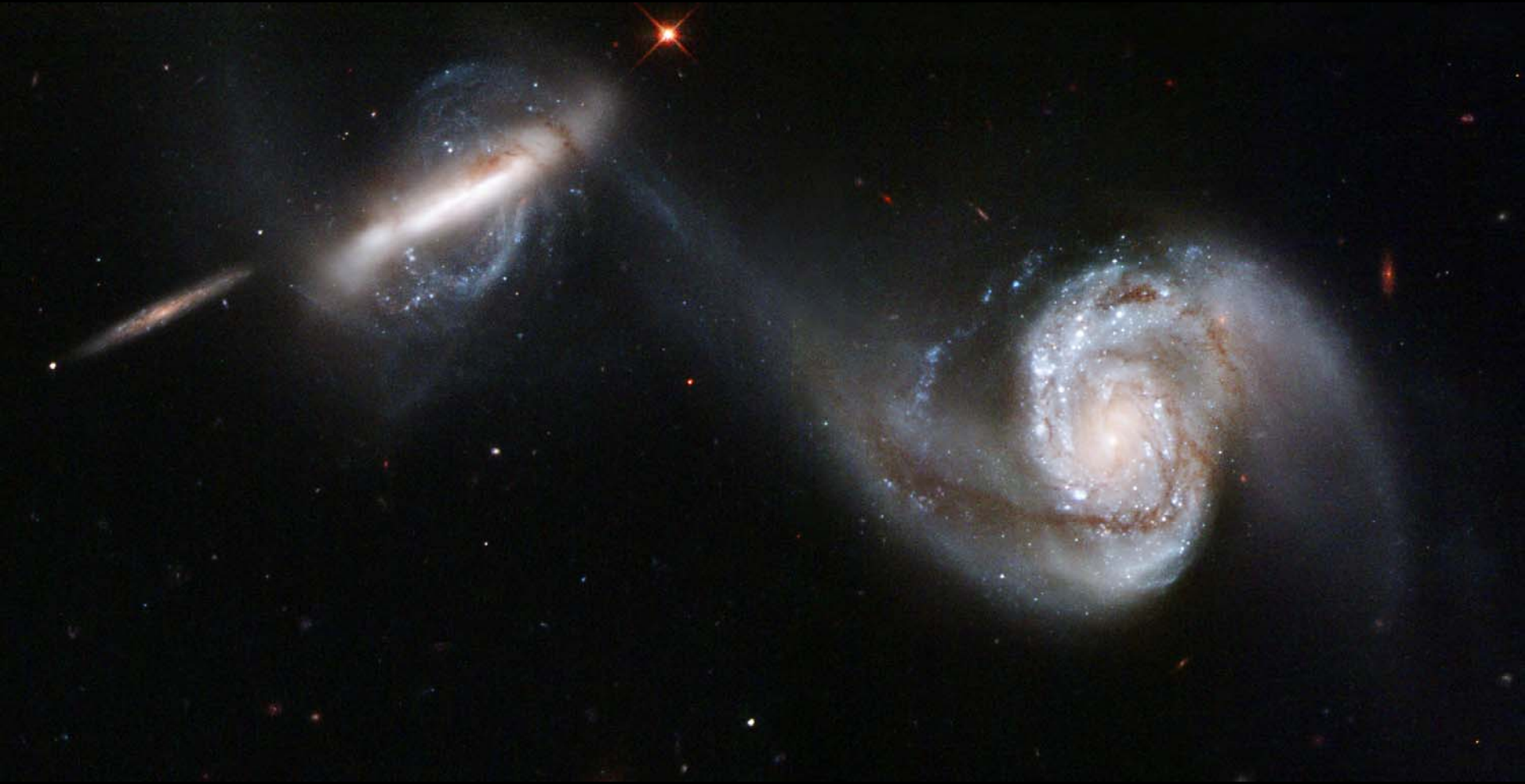


N. Scoville (Leiter des Projekts *Cosmos*)

„Entdeckungen sind nun meist Ergebnisse statistischer  
Analysen“



# HUBBLE: Arp 87

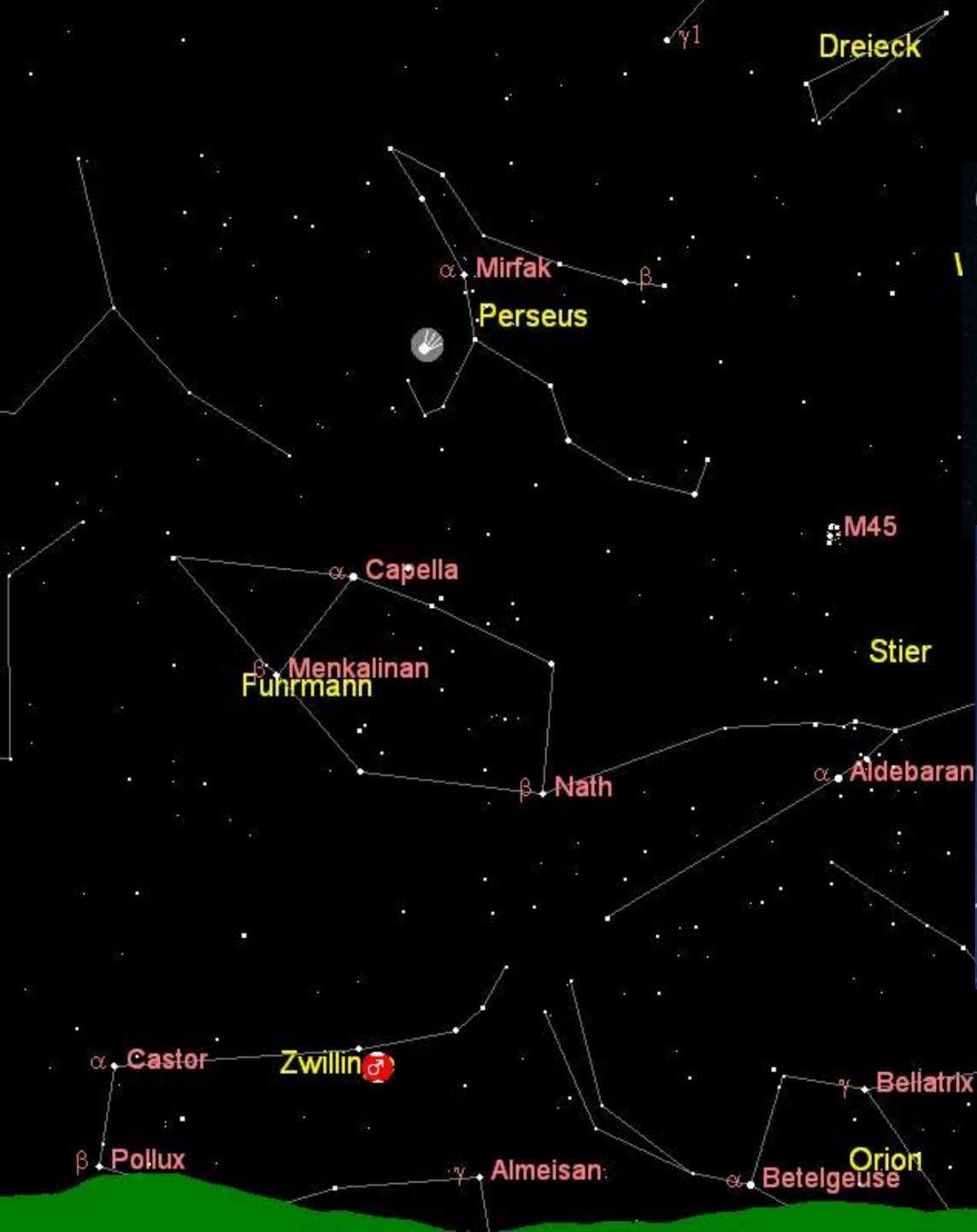


Multifrequenz-Beobachtungen  
in der Astronomie, Teil II  
Wintersemester 2007/8

**...AKTUELLES...**  
**Ein Komet!**







# Comet Holmes

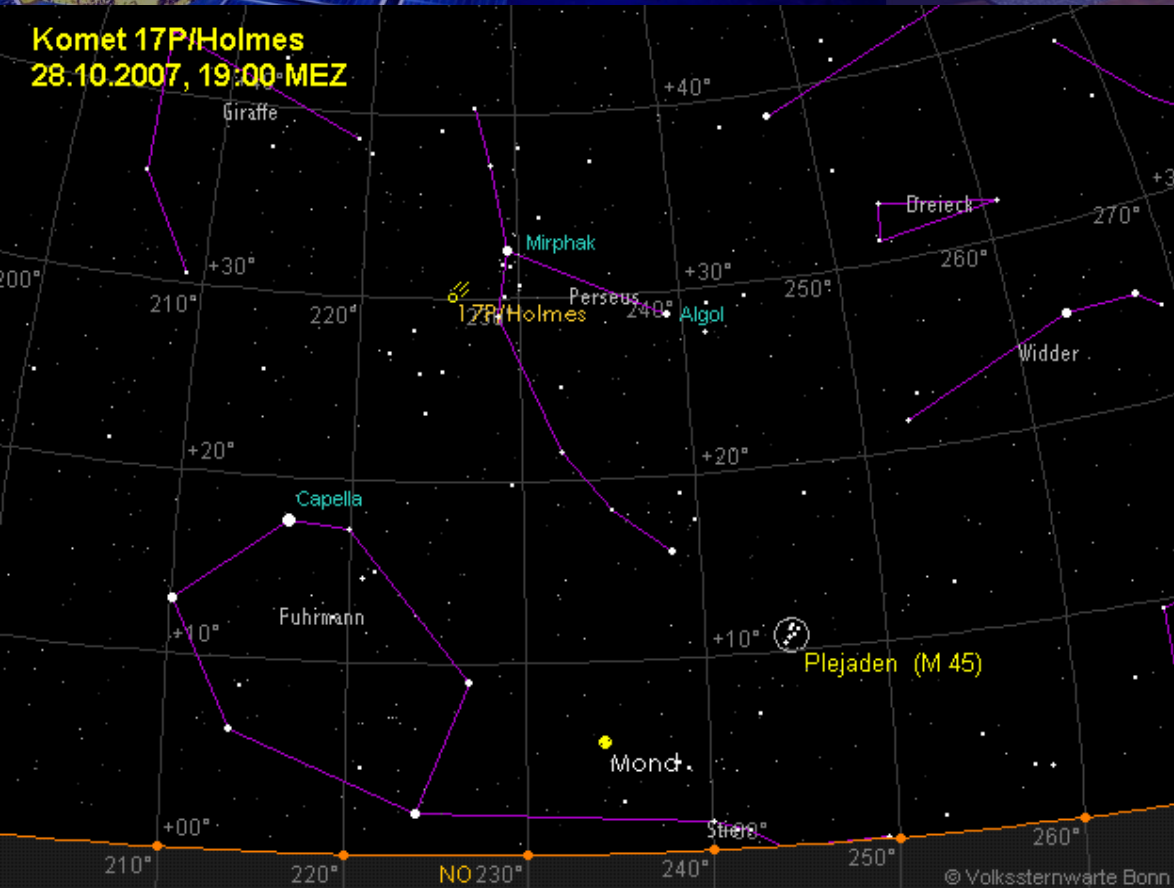
## brightens a million times

Visible to the naked eye in Perseus



# Komet: 17P / Holmes

Komet 17P/Holmes  
28.10.2007, 19:00 MEZ



- Normalerweise schwaches Objekt, jetzt aber: gewaltiger Ausbruch und Helligkeit steigt in 24 Stunden um mehr als das 500 000fache, so hell wie Sterne im Großen Wagen (von Größenklasse 17 auf 2.5)
- Der letzte wirklich helle Komet: Hale-Bopp vor 10 Jahren
- 17P/Holmes normalerweise zwischen den Planeten Mars und Jupiter und umrundet Sonne in etwas weniger als 7 Jahren; im sonnennächsten Punkt immer noch doppelt so weit wie die Erde von der Sonne entfernt

# Komet: 17P / Holmes

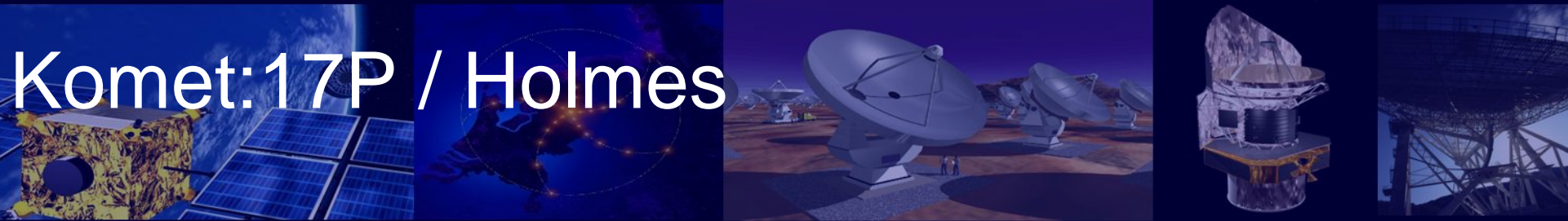


- Ausbruch nicht zu erwarten; allerdings entdeckte Edwin Holmes den Kometen am 6.11.1892 während eines ähnlichen Ausbruchs (Gas- und Staubhülle wuchsen damals auf die Größe des Vollmonds an); 75 Tage später nächster Ausbruch
- Höchste Stellung im Süden erreicht er gegen 3 Uhr morgens
- Wie war diese Staubwolke so plötzlich entstanden? Einige vermuteten, dass der Kern von 17P komplett zerfallen sei, z.B. durch den Zusammenstoß mit einem [Asteroiden](#). Andere vermuteten ein tektonisches Ereignis im [Kometenkern](#), durch das sich eine Art Caldera (Einsturzbecken) gebildet hatte. Dabei seien große Mengen Staub freigesetzt worden.

<http://www.kometen.info/>



# Komet: 17P / Holmes




- gefrorenem Wasser, Trockeneis, CO-Eis, Methan und Ammoniak mit Beimengungen aus meteoritenähnlichen kleinen Staub- und Mineralienteilchen (zum Beispiel Silikate, Nickeleisen) besteht, man bezeichnet Kometen deshalb häufig als *schmutzige Schneebälle* oder *dirty snowballs*.

## *Discovery of a New Comet in Andromeda.*

WE have had very little decent weather for observing in London of late, but I make a practice of never missing an opportunity. Sunday, November 6th, was far from clear, and did not improve as the night deepened, so that after looking at Jupiter and a few double stars and finding the seeing unsatisfactory, I made up my mind to close observing at 11.30 P.M.

Ever since the temporary star appeared in M 31, I have taken an observation of that nebula at every chance I have had in case any further outbreak took place, and on Sunday night it occurred to me to try whether I could see the small *comes* to  $\mu$  Andromedæ under such conditions. On swinging the telescope round from  $\beta$  I caught something nebulous in finder and mistook it for M 31. Going to the eyepiece of reflector I recognized at once that it was not the nebula and called out involuntarily, "What is the matter? there is something strange here." My wife heard me and thought something had happened to the instrument, and came to see. I recognized at once that it was a new comet, but before I could get more than a rough position clouds hid it. I said to my wife: "This is coming end on, and will be a big fellow, and I must get a position before I leave it if possible." I wrote at once to



Multifrequenz-Beobachtungen  
in der Astronomie, Teil II  
Wintersemester 2007/8

**...AKTUELLES...**

**Also doch!**

**Supernovae & die Dunkle Energie**



# Supernovae und Dunkle Energie



- Zusammenfassung Dunkle Energie:
  - Seit 1998 bekannt, daß wir  $\frac{3}{4}$  des Inhalts des Universums nicht kennen: die Dunkle Energie; erkannt durch zwei Forschergruppen unabhängig voneinander anhand der Messungen von Supernovae: Änderung der Expansionsgeschwindigkeit; bestätigt durch Messungen der Hintergrundstrahlung („Evangelium nach WMAP“)
  - Ist im Gegensatz zur sichtbaren Materie und zur Dunklen Materie völlig gleichmäßig im Raum vorhanden: überall beträgt die Dichte der Dunklen Energie  $10^{-26}$  kg pro Kubikmeter, also wenige Wasserstoffatome in diesem Volumen; die in unserem Sonnensystem vorhandene Dunkle Energie entspricht höchstens der Masse eines kleinen Asteroiden
  - Wirkt nicht nur auf den Verlauf der kosmischen Expansion sondern prägte auch die anfänglichen Fluktuationen der kosmischen Materiedichte

# Supernovae und Dunkle Energie



- Zusammenfassung Dunkle Energie:
  - Außerdem: im Laufe der Zeit vereinigten sich große Galaxien immer seltener, zwei Milliarden Jahre nach dem Urknall war noch jedes zweite massereiche System in einen kosmischen Zusammenstoß verstrickt, vier Milliarden Jahre später fast keines mehr; die relative Häufigkeit der verschiedenen Formen großer Galaxien fror ein; im heutigen Universum sind 98% der Galaxien elliptisch oder spiralförmig; die meisten der wenigen Galaxien, die noch heute verschmelzen, sind massearm; im Laufe der Geschichte wurden in Galaxien immer weniger Sterne geboren, der Großteil heute existierender Sterne entstand bereits in der ersten Hälfte der kosmischen Geschichte;
  - Grund: Dunkle Energie: bis vor ca. 7 Milliarden Jahren war die Materiedichte so groß, daß die Gravitationskräfte zw. Galaxien über den Einfluß der Dunklen Energie dominieren und Kollisionen bewirkten; Raum expandiert weiter, Materiedichte sank und damit auch die Anziehungskräfte zw. den Galaxien; Kräfteverhältnis verschiebt sich zugunsten der Dunklen Energie-> Schwarze Löcher in den Zentren werden inaktiv

# Supernovae und Dunkle Energie



- Zusammenfassung Dunkle Energie:
  - Erklärt auch, warum die Galaxienhaufen sich nicht mehr veränderten: bereits als das Universum halb so alt war wie heute, hatten diese Strukturen bereits ihre heutige Masse erreicht
- Wie würde das Universum ohne Dunkle Energie aussehen?
  - Galaxien hätten sich über einen längeren Zeitraum miteinander vereinigt
  - Das Universum enthielte heute viel mehr massereiche Galaxien mit Populationen alter Sterne
  - Massearme Galaxien wären seltener, genauso wie Spiralgalaxien (denn galaktische Kollisionen zerstören die Spiralstruktur)
  - Großräumige Strukturen wären stärker gebunden
  - Galaxien würden häufiger verschmelzen



# Supernovae und Dunkle Energie



- Die Zukunft mit Dunkler Energie:
  - Die Galaxien werden weiter auseinandergetrieben -> Lokale Gruppe wird zu einer isolierten Oase in den leeren Weiten des Kosmos
  - Galaxienhaufen, Galaxien und sogar Planetensysteme werden vielleicht irgendwann zerrissen werden
  - Die Erde wird von der Sonne fortgerissen und zerfetzt ...

## The progenitor of a Type Ia supernova



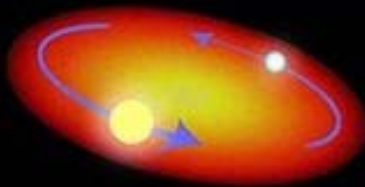
Two normal stars are in a binary pair.



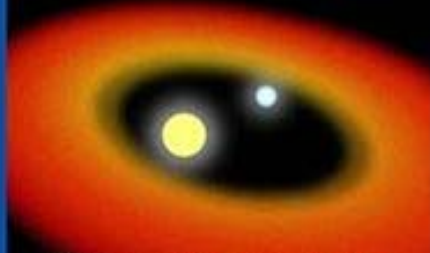
The more massive star becomes a giant...



...which spills gas onto the secondary star, causing it to expand and become engulfed.



The secondary, lighter star and the core of the giant star spiral inward within a common envelope.



The common envelope is ejected, while the separation between the core and the secondary star decreases.



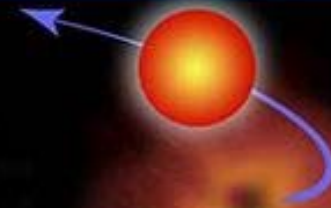
The remaining core of the giant collapses and becomes a white dwarf.



The aging companion star starts swelling, spilling gas onto the white dwarf.

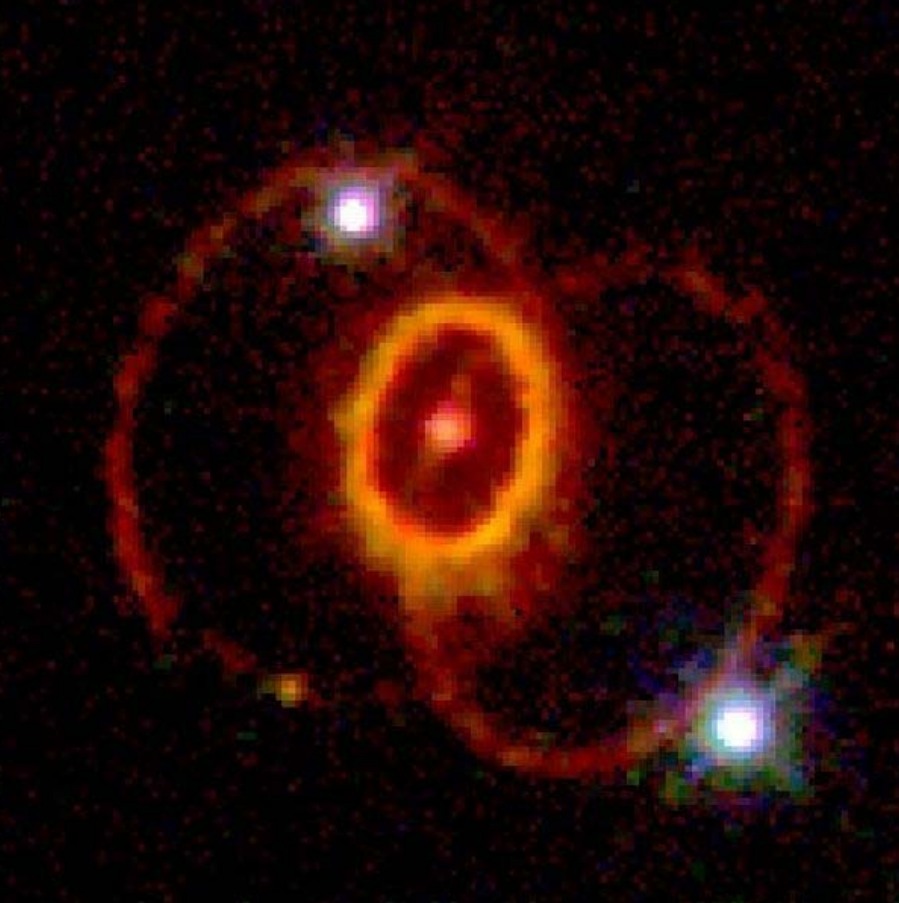
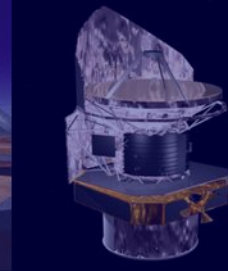


The white dwarf's mass increases until it reaches a critical mass and explodes...



...causing the companion star to be ejected away.

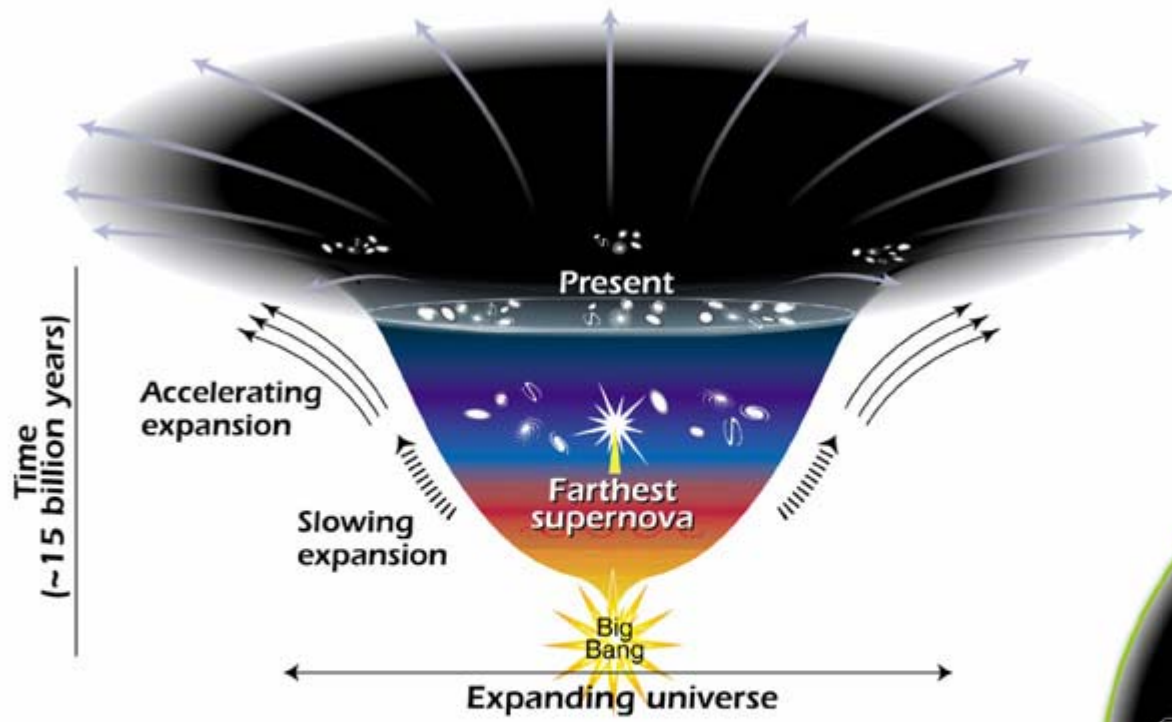
# Supernovae Typ Ia



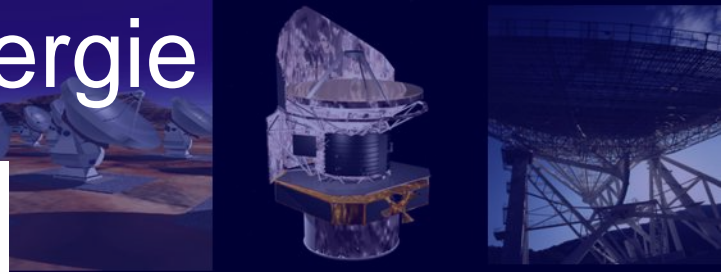
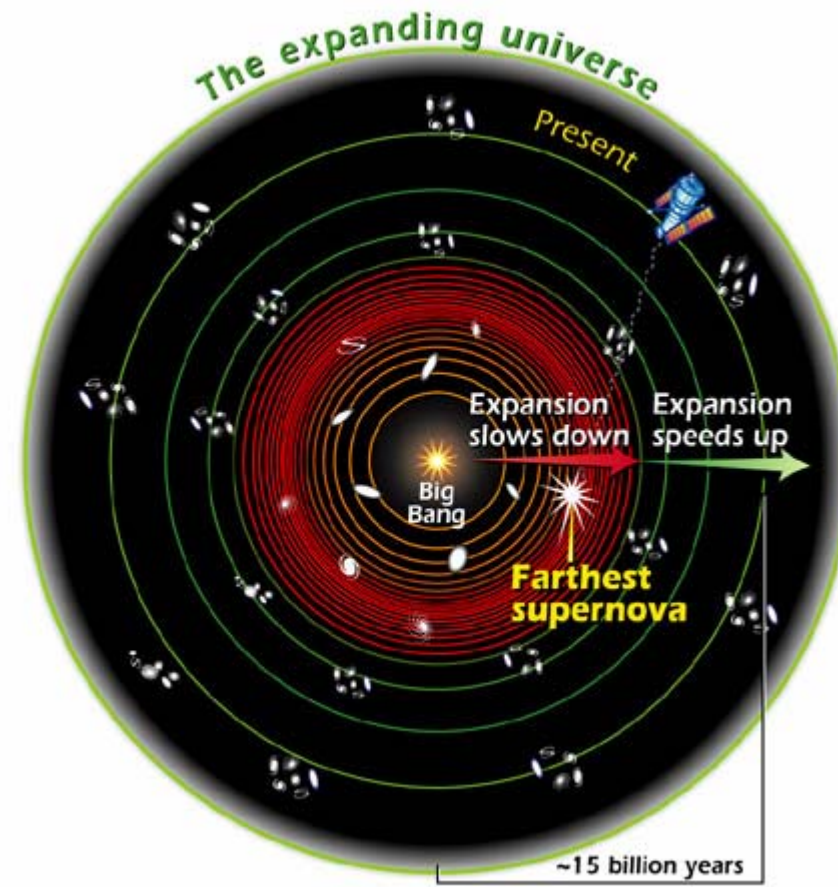
Der Überrest der  
[Supernova 1987A](#)



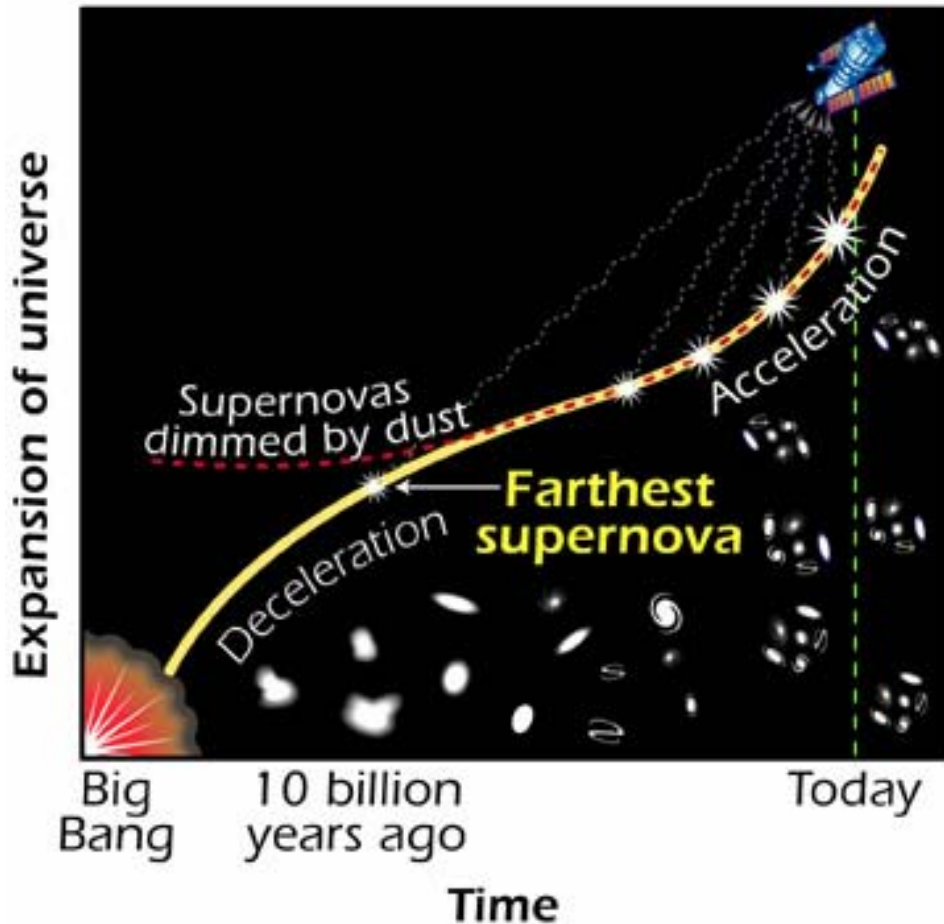
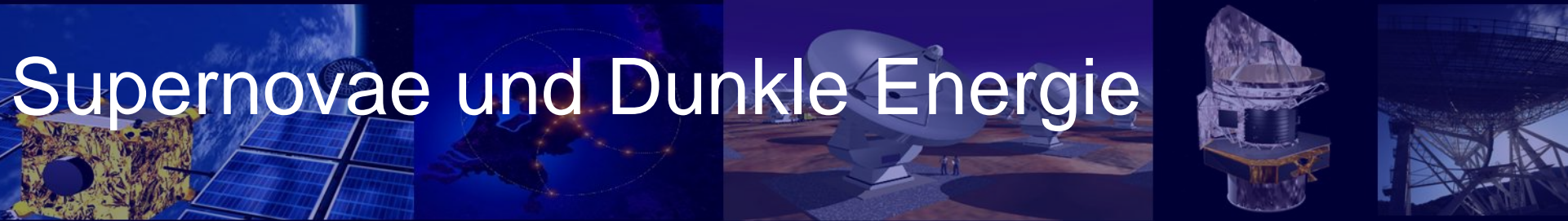
# Supernovae und Dunkle Energie



This diagram reveals changes in the rate of expansion since the universe's birth 15 billion years ago. The more shallow the curve, the faster the rate of expansion. The curve changes noticeably about 7.5 billion years ago, when objects in the universe began flying apart at a faster rate. Astronomers theorize that the faster expansion rate is due to a mysterious, dark force that is pushing galaxies apart.



# Supernovae und Dunkle Energie

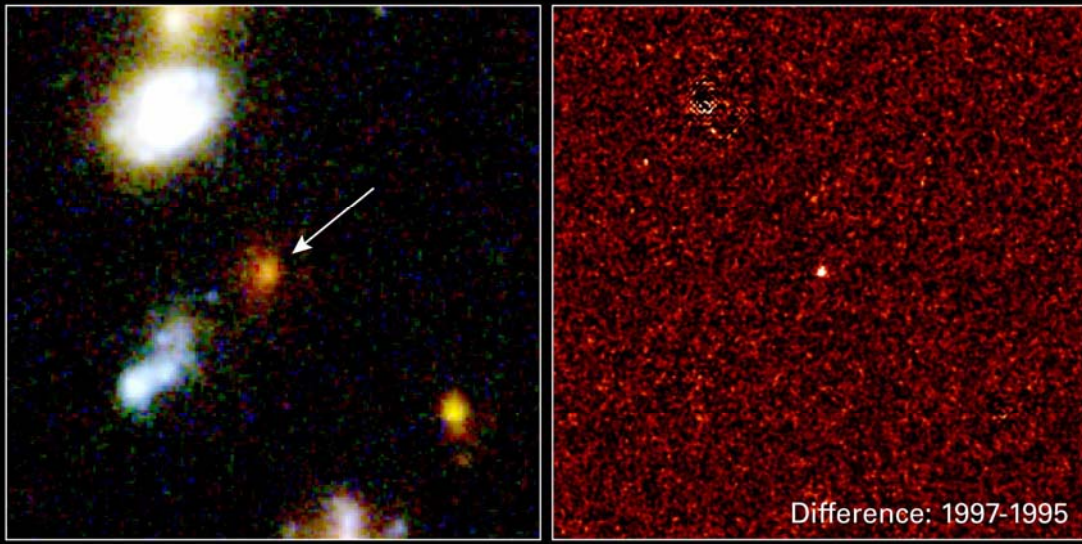
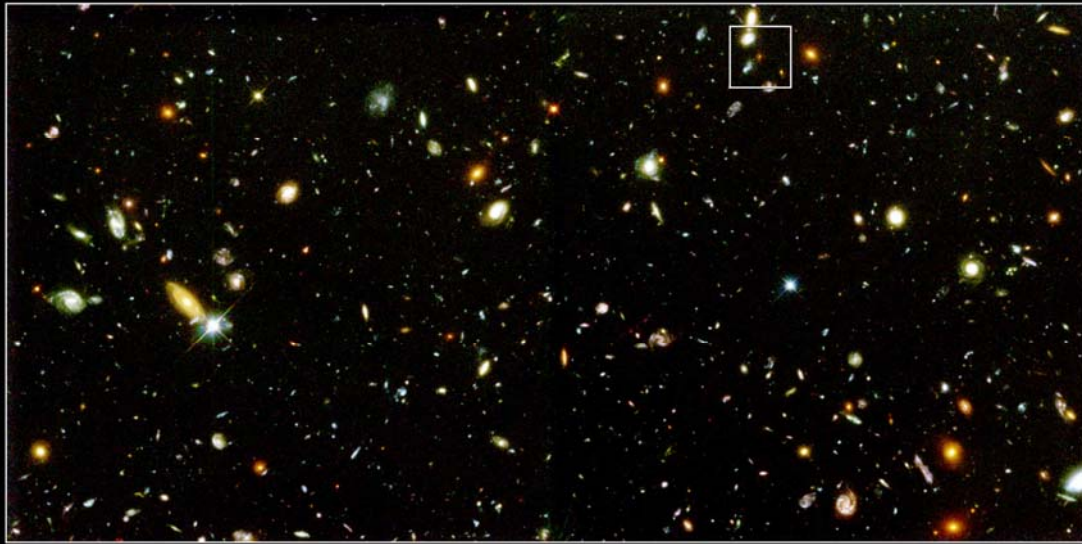


This graph plots the size of the universe over time as measured by Hubble telescope observations of exploding stars, called **supernovas**, at various distances from Earth. Hubble's study of exploding stars several billion light-years from Earth [white objects at far right of curve] set the stage for observations of more distant supernovas [white object at far left of curve].

Supernovas are used to map the expansion of the universe — the rate at which galaxies are moving apart. Several exploding stars discovered four years ago provided evidence that the cosmos was accelerating. These objects looked dimmer than expected because they were hurtling away from Earth at faster speeds. The faraway supernova at far left, residing 10 billion light-years from Earth, appears brighter than astronomers predicted. This finding indicates that the supernova is so far away it existed at a time when the cosmos was slowing down.

If dust in space were making the supernovas appear dimmer, the expansion rate would have been plotted along the dotted line.





**Distant Supernova in the Hubble Deep Field**  
Hubble Space Telescope • WFPC2

- Hubble beobachtet Supernova in 10 Milliarden Lj Entfernung (entfernteste bisher)
- Neue Studie vergleicht Supernovae in nahen Galaxien mit Supernovae, die im entfernten Universum explodiert sind: entfernte Supernovae sind um 12% heller, heller, da sie jünger waren
- Wichtig für die Untersuchung der Dunklen Energie-> Konsequenzen



# Supernovae und Dunkle Energie



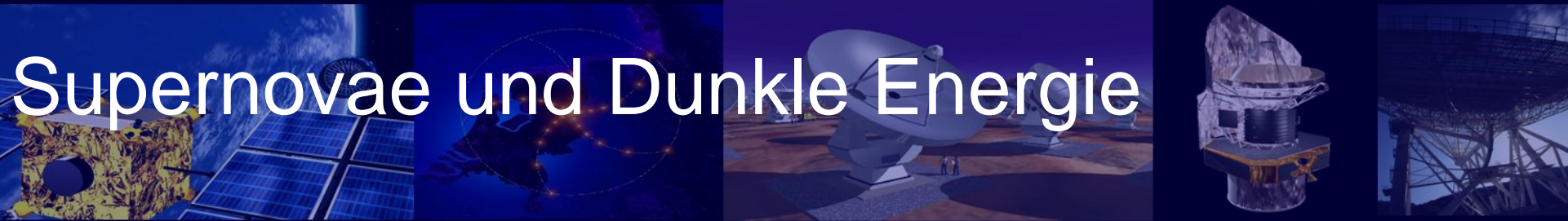
- Uniform helle explodierende Sterne dienen der Untersuchung der Dunklen Energie
- Kosmische „60 Watt Birnen“, kosmische Meilensteine
- Wenn die Supernovae unterschiedlich sind – sich entwickeln- muß dafür korrigiert werden und die Untersuchung der Dunklen Energie wird entsprechend schwieriger
- Dunkle Energie wird nicht in Frage gestellt
- Paper: Predicted and Observed Evolution in the Mean Properties of Type Ia Supernovae with Redshift (M. Sullivan, A. Conley, R. Carlberg)

# Supernovae und Dunkle Energie



- Supernovae Typ Ia sind die wichtigsten Standardkerzen im Universum für kosmologische Untersuchungen; wurden benutzt um die Dunkle Energie zu detektieren und das sich beschleunigende Universum
- Supernovae mit breiten Lichtkurven sind intrinsisch heller; mit schmälere Lichtkurven sind intrinsisch schwächer
- SN mit breiten Lichtkurven tauchen in späten Spiralgalaxien auf +
- Schwächere SN in alten stellaren Populationen-> Alter des Systems beeinflusst die SN-Eigenschaften
- SNLS: Supernova Legacy Survey

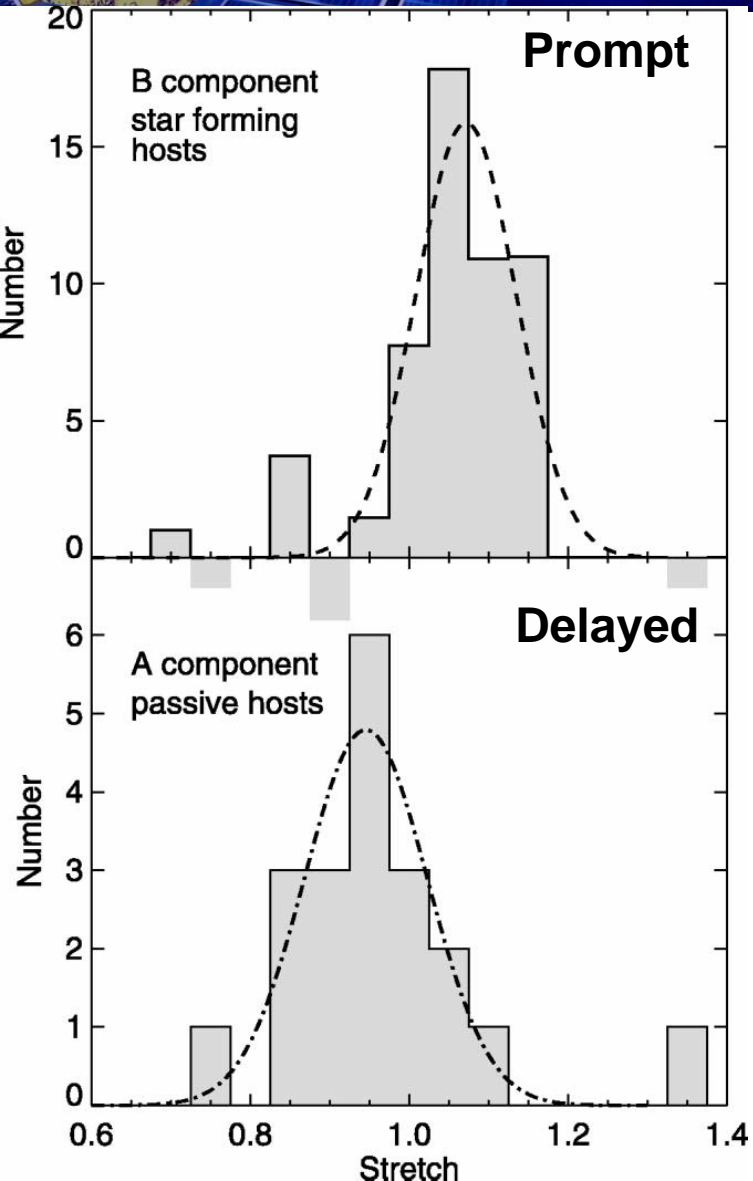
# Supernovae und Dunkle Energie



- Typ Ia Supernovae (SNe Ia) bestehen aus zwei Gruppen:
  - Die schnelle Komponente, Rate proportional der Sternentstehungsrate der Galaxie, breite Lichtkurven, intrinsisch leuchtkräftiger
  - Verzögerte Komponente, benötigen einige GJahre zum Explodieren, schmale Lichtkurven, intrinsisch schwächer
- Da die Sternentstehungsrate mit der der Rotverschiebung ansteigt, sollte die „schnelle“ Komponente dominieren
- Die mittlere Lichtkurve steigt um 6%-12% zwischen  $z=0$ -1.5

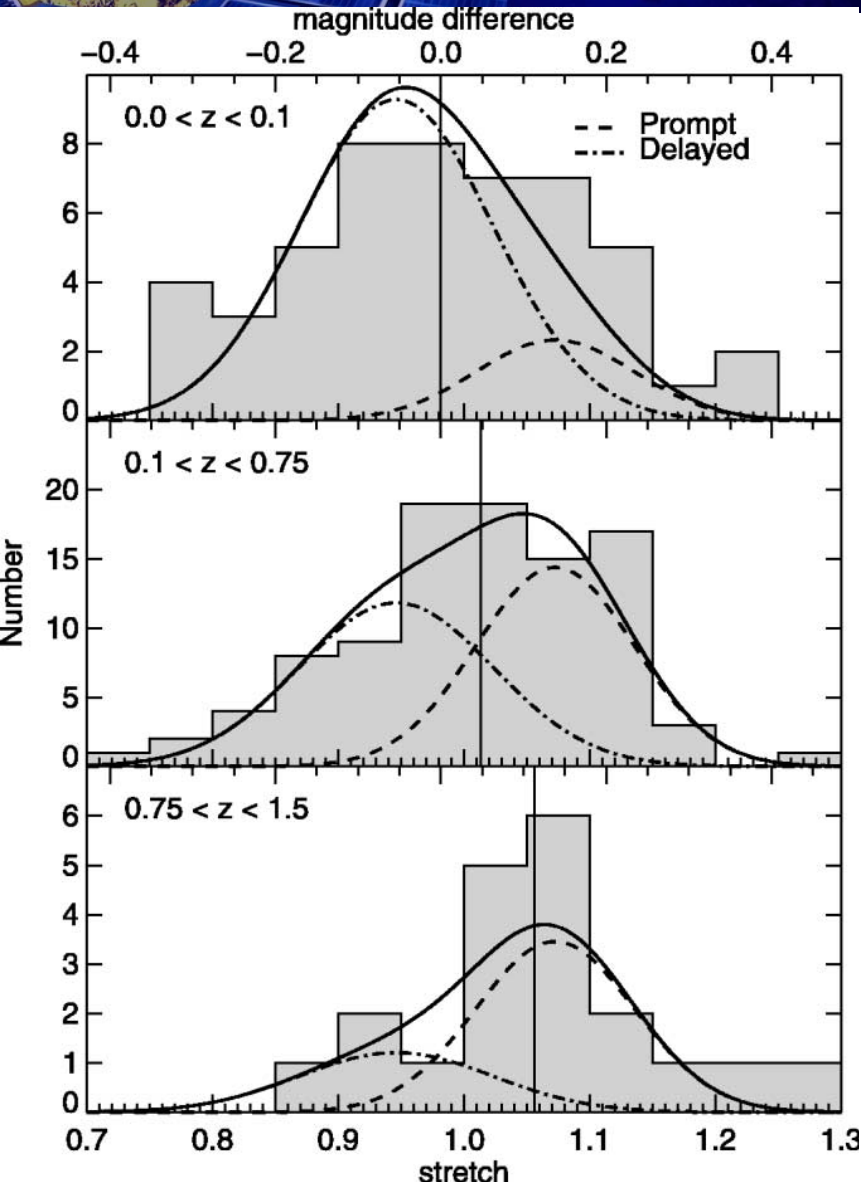


# Supernovae und Dunkle Energie



- Entwicklung der beiden Komponenten als Funktion der Rotverschiebung
- Zunehmende kosmische Sternentstehung mit Rotverschiebung produziert einen größeren Anteil der „schnellen“ Komponente

# Supernovae und Dunkle Energie

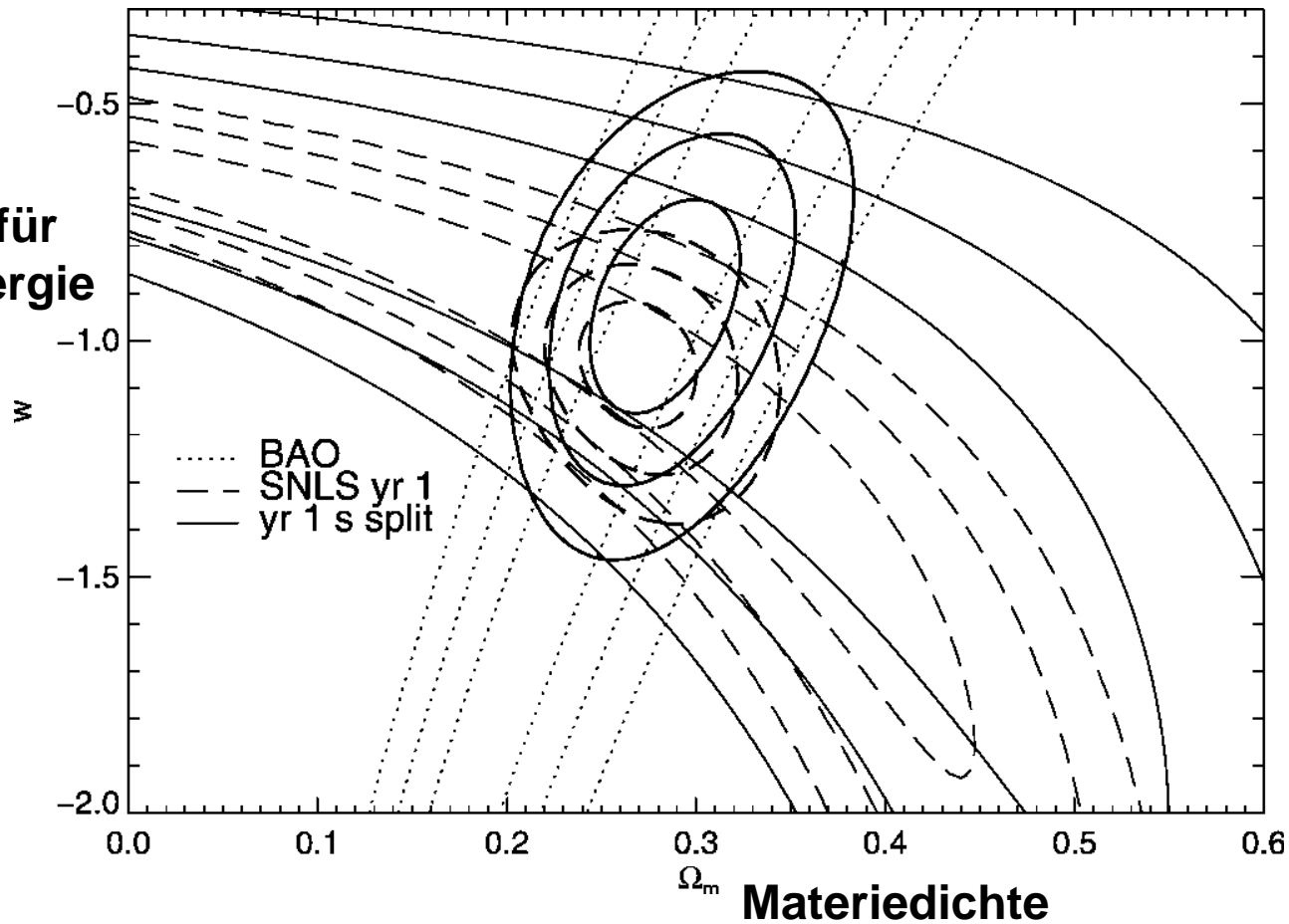


- Vergleich der berechneten Modelle mit den Beobachtungen
- Die mittlere Verteilung steigt mit der Rotverschiebung an
- Verteilung bei geringen  $z$  unterschiedlich von hohen  $z$
- Konsequenzen:
  - Eine Entwicklung in der SN-Population stört nicht notwendigerweise die kosmologischen Studien
  - Aber: Probleme in der Korrektur der Lichtkurven-Breite-Korrektur mittel sich nicht weg über die Rotverschiebungen


# Supernovae und Dunkle Energie

- Testfall: extreme Entwicklung; nur  $s < 1$  SN Ia bei  $z < 0.4$  und nur  $s \geq 1$  SN Ia bei  $z \geq 0.4$

Parameter für  
Dunkle Energie

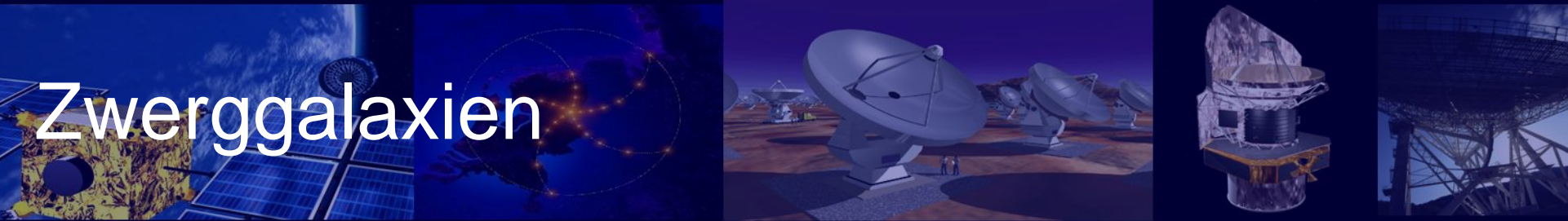




A winter landscape with a snow-covered field, trees, and mountains in the background. The scene is misty and serene, with a winding path leading through the snow. The text is overlaid on the image.

Multifrequenz-Beobachtungen  
in der Astronomie, Teil II  
Wintersemester 2007/8


**...AKTUELLES...**  
**Zwerggalaxien**



# Zwerggalaxien

- Problem: Anzahl der beobachteten extrem kleinen, leuchtschwachen Galaxien entspricht nicht der Anzahl der für die Nähe der Milchstraße vorausgesagten Zwerggalaxien
- „Missing Dwarf Galaxy“ Problem; aus „Cold Dark Matter“ Model: große Galaxien wie unsere Milchstraße sollten von einem Schwarm einiger 100 Zwerggalaxien umgeben sein, bislang nur 11 gefunden
- Neue Beobachtungen mit Keck: Zwerggalaxien sind viel häufiger als gedacht
- 814 Sterne in 8 Zwerggalaxien

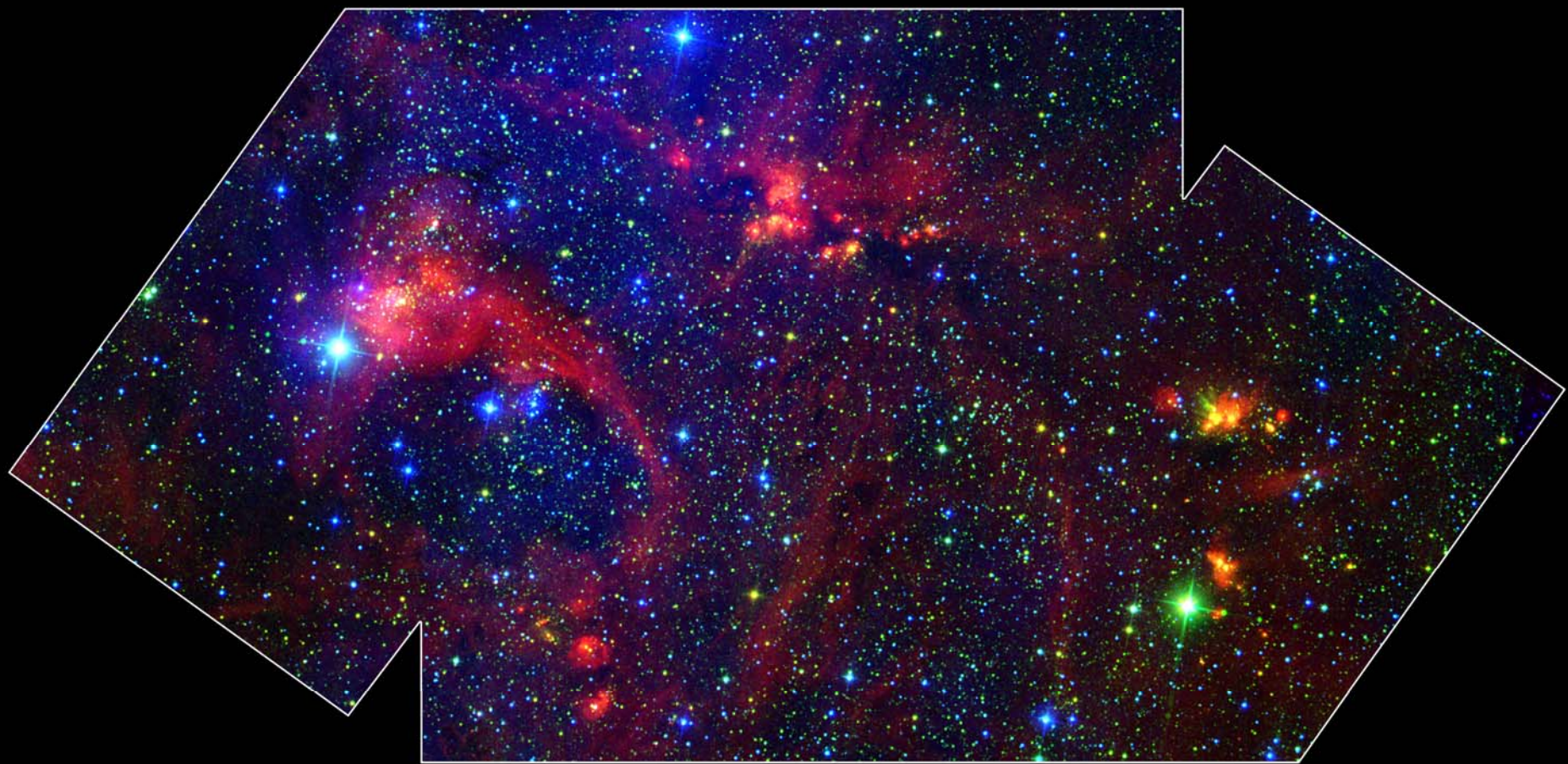


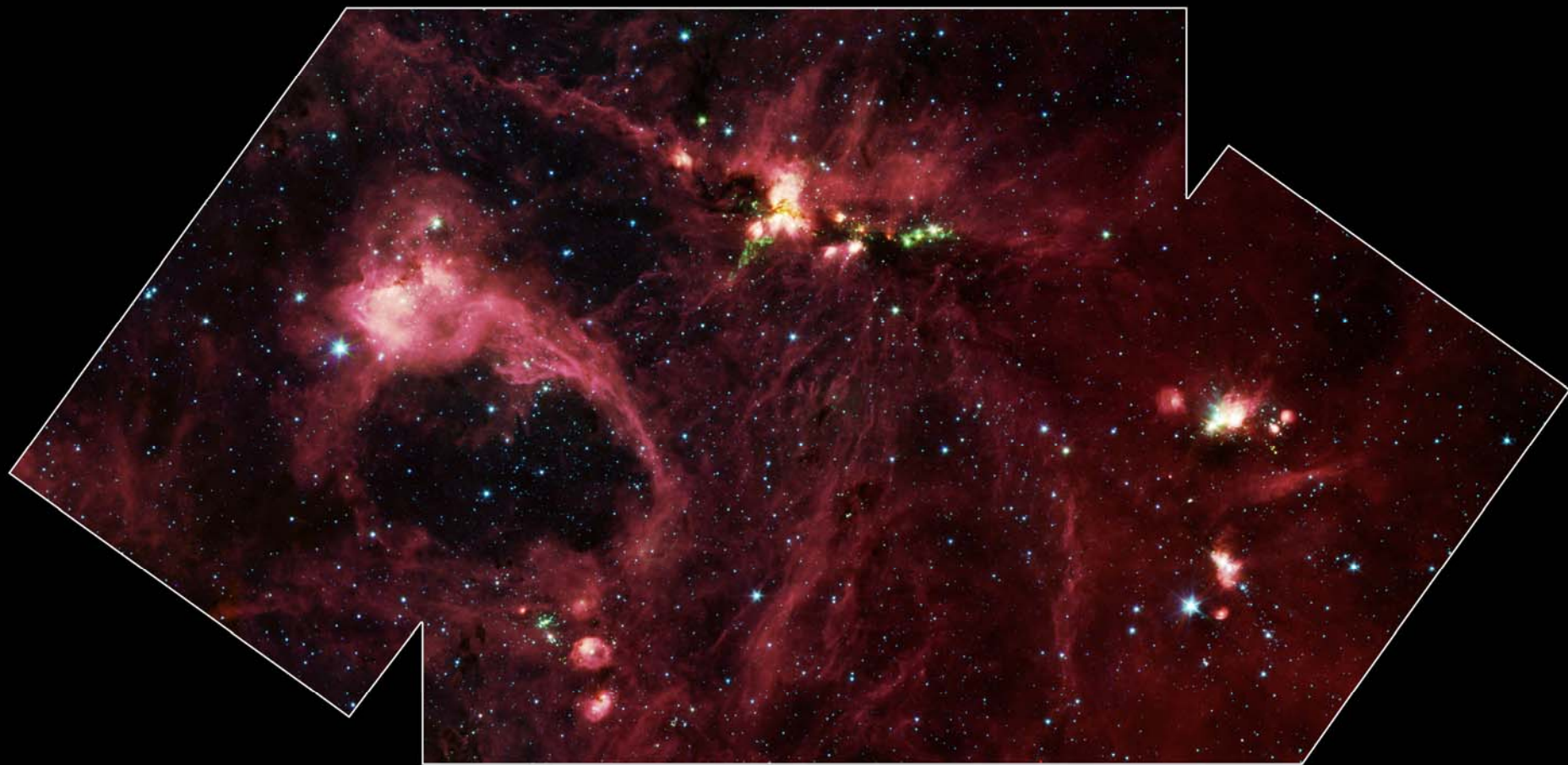
A misty winter landscape with snow-covered fields, evergreen trees, and distant mountains. The scene is hazy, with a soft light suggesting dawn or dusk. The foreground shows a snow-covered field with some bare trees and a fence. In the middle ground, there are several evergreen trees and a large, leafless tree on the right. The background features a range of mountains under a pale sky.

Multifrequenz-Beobachtungen  
in der Astronomie, Teil II  
Wintersemester 2007/8

**...AKTUELLES...**  
**Unsichtbare Giganten**









# Sternentstehungsgebiet



- Cygnus-Region: eine der Spiralarmen

• Spitzer:

• In 10 000 Lj Entfernung in der Cygnus-Region, DR21 ist ein Nest von neugeborenen Sternen. Die Region ist verdeckt von Staub und konnte bislang nicht wirklich untersucht werden: bislang Bilder im Radio-Bereich und Nahinfrarot: ein Jet, der aus einer Nebelwolke kommt (Spitze des Eisbergs)

- Ein Stern 100 000 mal heller als die Sonne und noch nie beobachtet worden
- Spitzer sieht in den Staub: in DR21 ein dichter Knoten von massiven Sternen, grüner Gasjet
- Die neuen Sterne zerreißen die Wolke, die sie umgibt



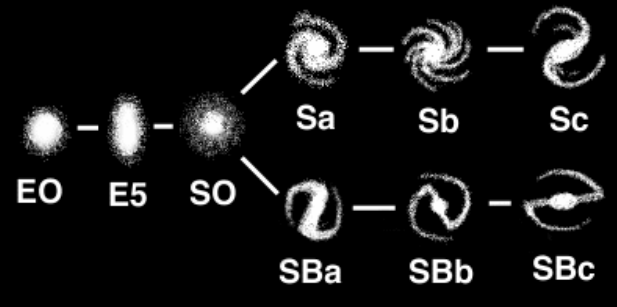




Multifrequenz-Beobachtungen  
in der Astronomie, Teil II  
Wintersemester 2007/8

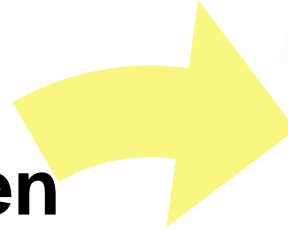
**...AKTUELLES...**  
**Verschmelzende Galaxien / Quasare**

# AGK eine Aktivitätsphase normaler Galaxien?



Hubble 1926

**Galaxien**



**Merger**



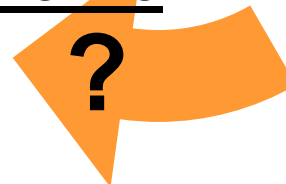
Toomre & Toomre 1972



**Aktive  
Galaxienkerne**



**Starburst**

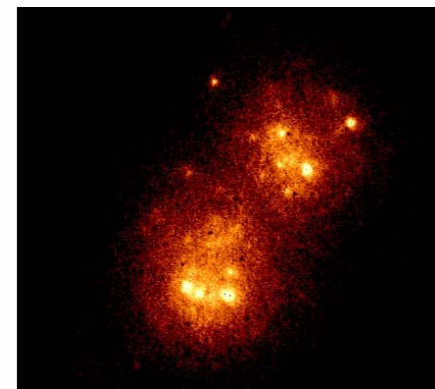


Cen A



NASA/Chandra/CXO/M. Karovska et al.

NGC 1741

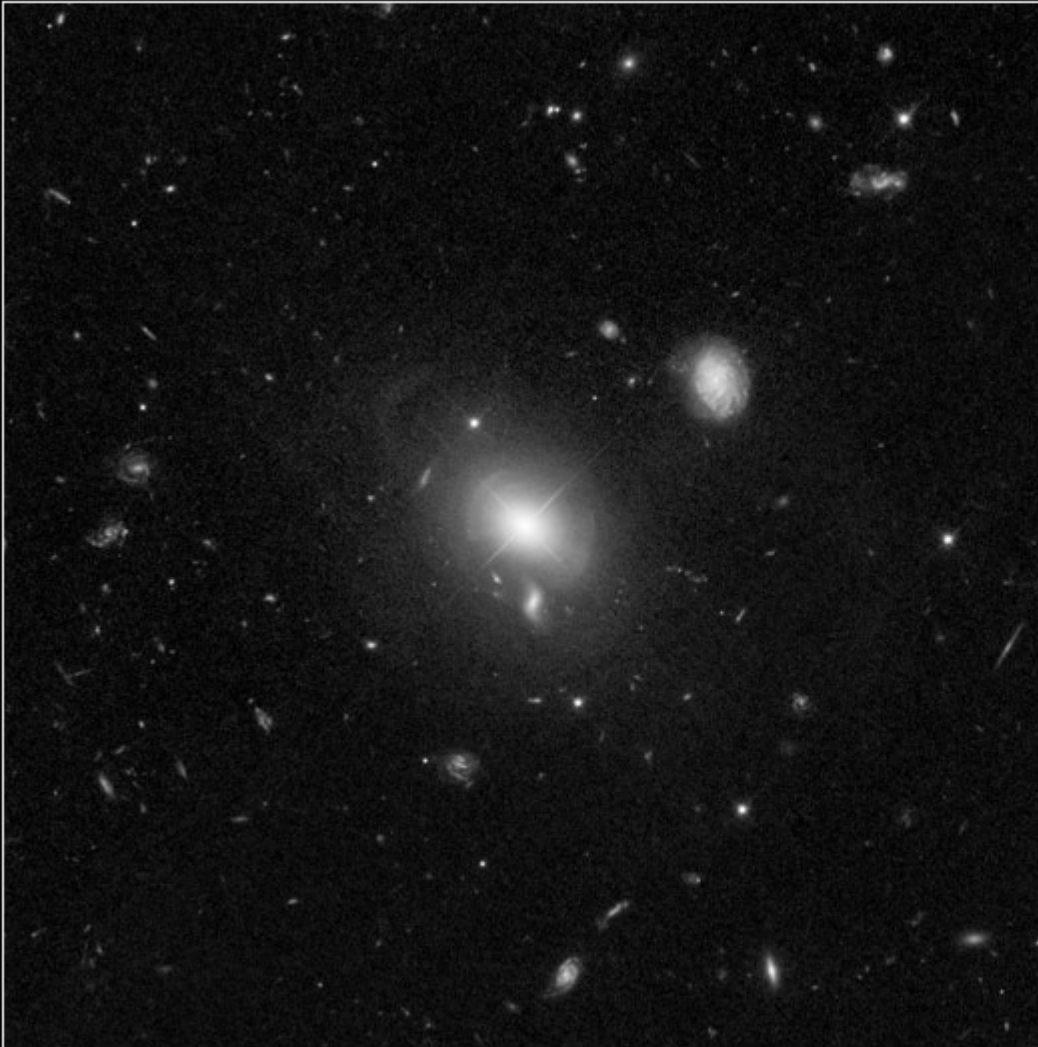




# Ertappt: Verschmelzende Galaxien erzeugen Quasare

QSO MC2 1635+119

Hubble Space Telescope • ACS/WFC



# Ertappt: Verschmelzende Galaxien erzeugen Quasare

QSO MC2 1635+119

Hubble Space Telescope • ACS/WFC



NASA, ESA, and G. Canalizo (University of California, Riverside)

STScI-PRC07-39

- Erdbeobachtungen zeigen nur normale elliptische Galaxie
- HST und Keck-Beobachtungen zeigen 5 Stern-Schalen um einen Quasar im Zentrum einer elliptischen Galaxie
- MC2 1635+119
- Unterstützt die Theorie, daß Quasare in Wechselwirkungen entstehen
- äußere Schale 40 000 Lj vom Zentrum entfernt
- WW von 1.7 Milliarden Jahre
- Viele Sterne 1.4 Milliarden Jahre – konsistent mit WW
- Neue Sterne mixen sich mit alten bereits vorhandenen Sternen
- Welche Art von Kollision: zwei große Galaxien oder große+kleine ??



# Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie, Teil II

Wintersemester 2007/8

...Erste Ergebnisse der Durchmusterungen...



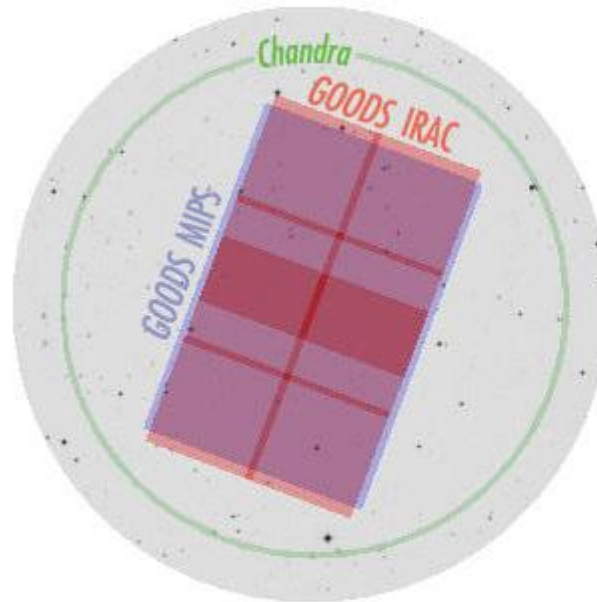


# GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

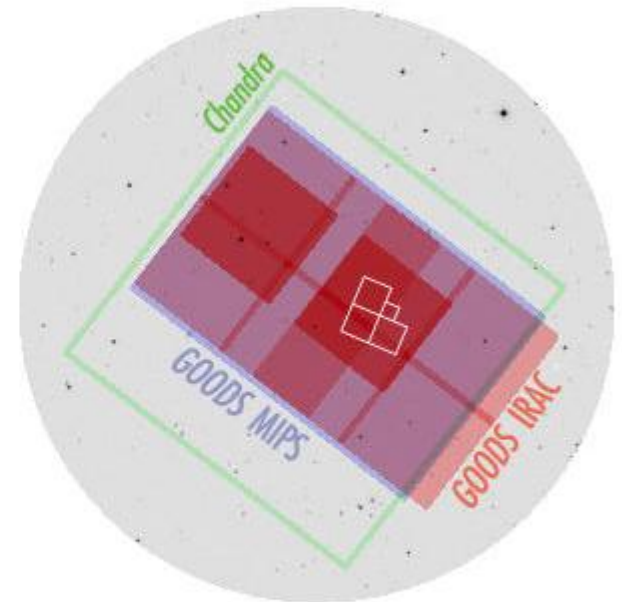


- Seit 2000
- GOODS vereinigt tiefe Beobachtungen von Spitzer, Hubble, Chandra, XMM und den wichtigsten erdgebundenen Teleskopen
- Ziel: das ferne Universum bis zu den schwächsten Quellen zu beobachten
- 320 Quadratminuten in zwei Feldern zentriert im HDFN und CDFS; das südliche GOODS-Feld ist 60mal so groß wie das Hubble Deep Field
- Galaxienbildung ( $z=4$ ), stellare Entwicklung, Strahlung aus Sternentstehung und AGK
- deep, not wide!

# GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey



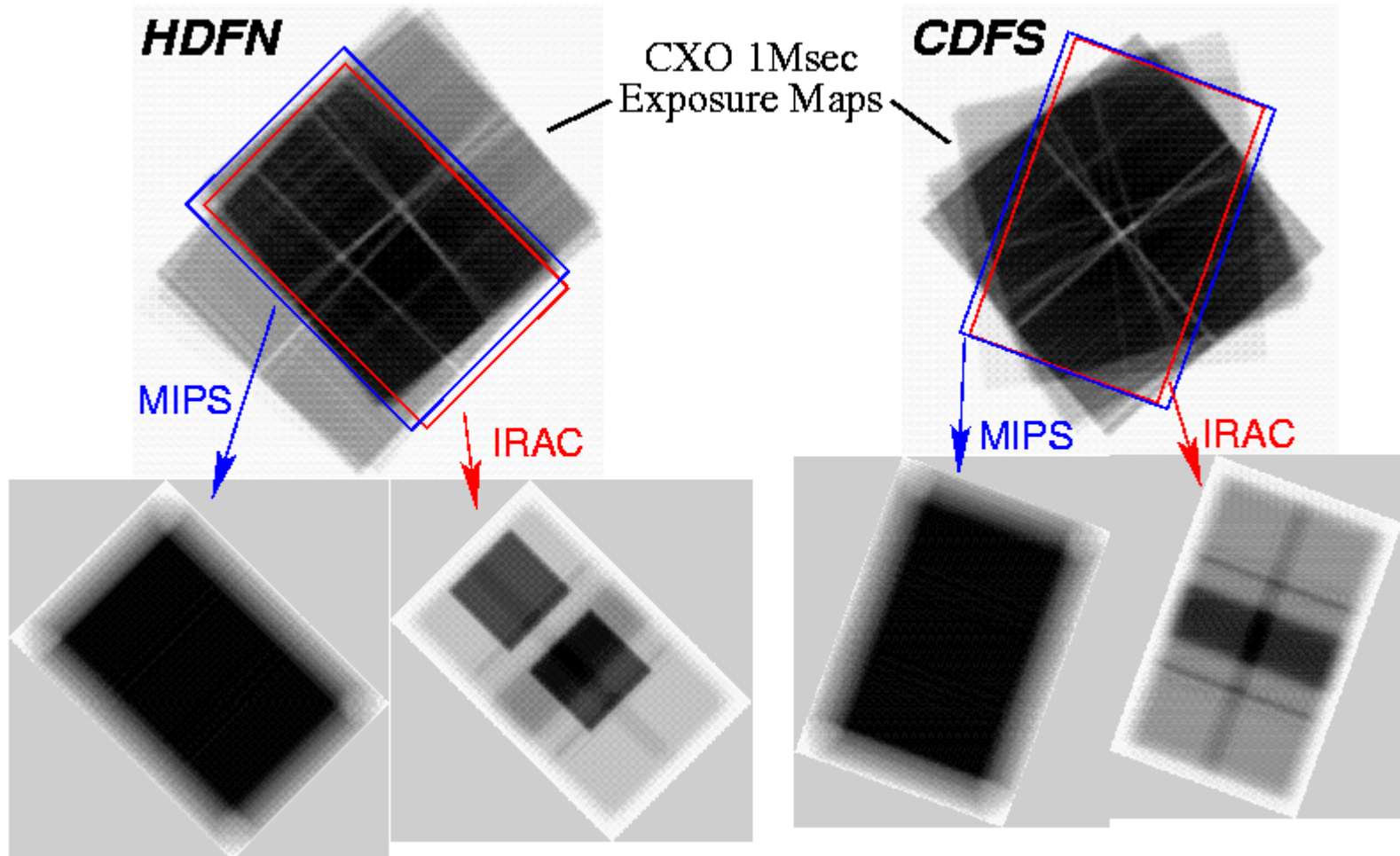
CDF-S



HDF-N

- rot: SIRTf IRAC (3.6-8 $\mu$ m), ultratiefe Beobachtung: 75 Stunden
- blau: SIRTf MIPS
- grün: Chandra ACIS Felder
- weiß: HST HDF-N zentrales WFPC2+NICMOS

# GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey



- Überlagerung: SIRTIF GOODS auf Chandra 1 Msec Beobachtung, Schwärzungsgrad gibt Dauer der Belichtung



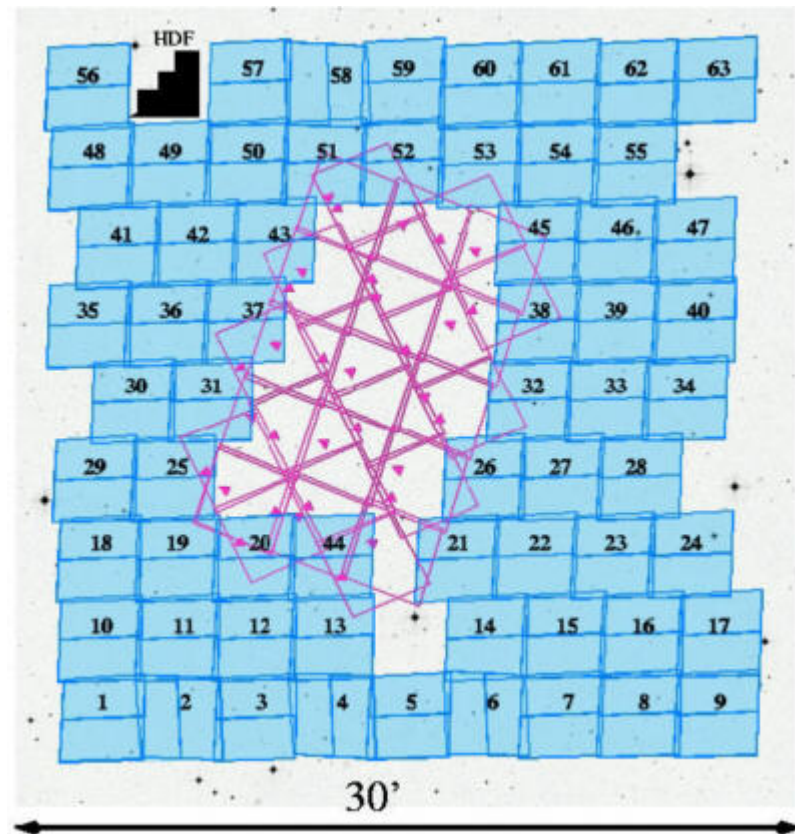
# Classifying Objects by Medium-Band Observations

- a spectrophotometric 17-filter survey -

- **COMBO-17** (MPIA Heidelberg involviert) :
- 1 Quadratgrad in 17 optischen Filtern mit Wide Field Imager am MPG/ESO 2.2-m Teleskop auf La Silla, Chile.
- ~25000 Galaxien und ~300 QSOs mit einem Fehler der Rotverschiebung von  $dz/(1+z) \sim 0.02$ ,
- ~5000 stars und ~30 Weiße Zwerge
- tiefe und scharfe R-band Bilder um nach schwachen Gravitationslinsen zu suchen
  
- Highlights:
  1. Die stellare Masse in Galaxien mit alten Sternen ist in den letzten 8 Milliarden Jahren angestiegen
  2. Entwicklung der Leuchtkraftfunktion der Quasare konnte genauer bestimmt
  3. Galaxien wurden beobachtet, die sich von Feld- in Haufengalaxien wandeln
  4. Ein öffentlicher Katalog des CDF-S



# Galaxy Evolution From Morphology And SEDs



- 800 Quadratminuten, Zweifarben (F606W und F850LP) Imaging  
Durchmusterung mit der Advanced Camera für Durchmusterungen des **HST**
- zentriert auf dem CDF-S, 28'x28',  
120 HDF-Felder, bis zu  $M=28.5$
- im zentralen Viertel: ACS imaging  
von GOODS
- Rotverschiebungsbereich:  $0.2 < z < 1.1$
- Morphologien und Strukturelle  
Parameter für 10 000 Galaxien  
(Rotverschiebungen, SEDs,  
Leuchtkräfte von COMBO-17)
- Bilder der „Wirtsgalaxien“ von  
einigen 100 AGK

## C O S M O S

- HST Treasury Project, 2 .... mit der Advanced Camera for Surveys (ACS)
- tiefste Beobachtung, die HST je gemacht hat: 10% (640 Orbits) der HST-Zeit in zwei Jahren
- VLA, VLT, ... Subaru...
- Zusammenarbeit von 100 Wissenschaftlern
- Zusammenhang untersuchen: Großräumige Strukturen, Entstehung von Galaxien, Nukleare Aktivität in den Zentren
- Ziel:
  - 2 Mio Objekte mit  $z > 27$
  - 35 000 Lyman Break Galaxien (LBGs)
  - extrem rotverschobene Galaxien ( $z \sim 5$ )
- Alle HST Beobachtungen beendet, Nachfolgebeobachtungen beendet



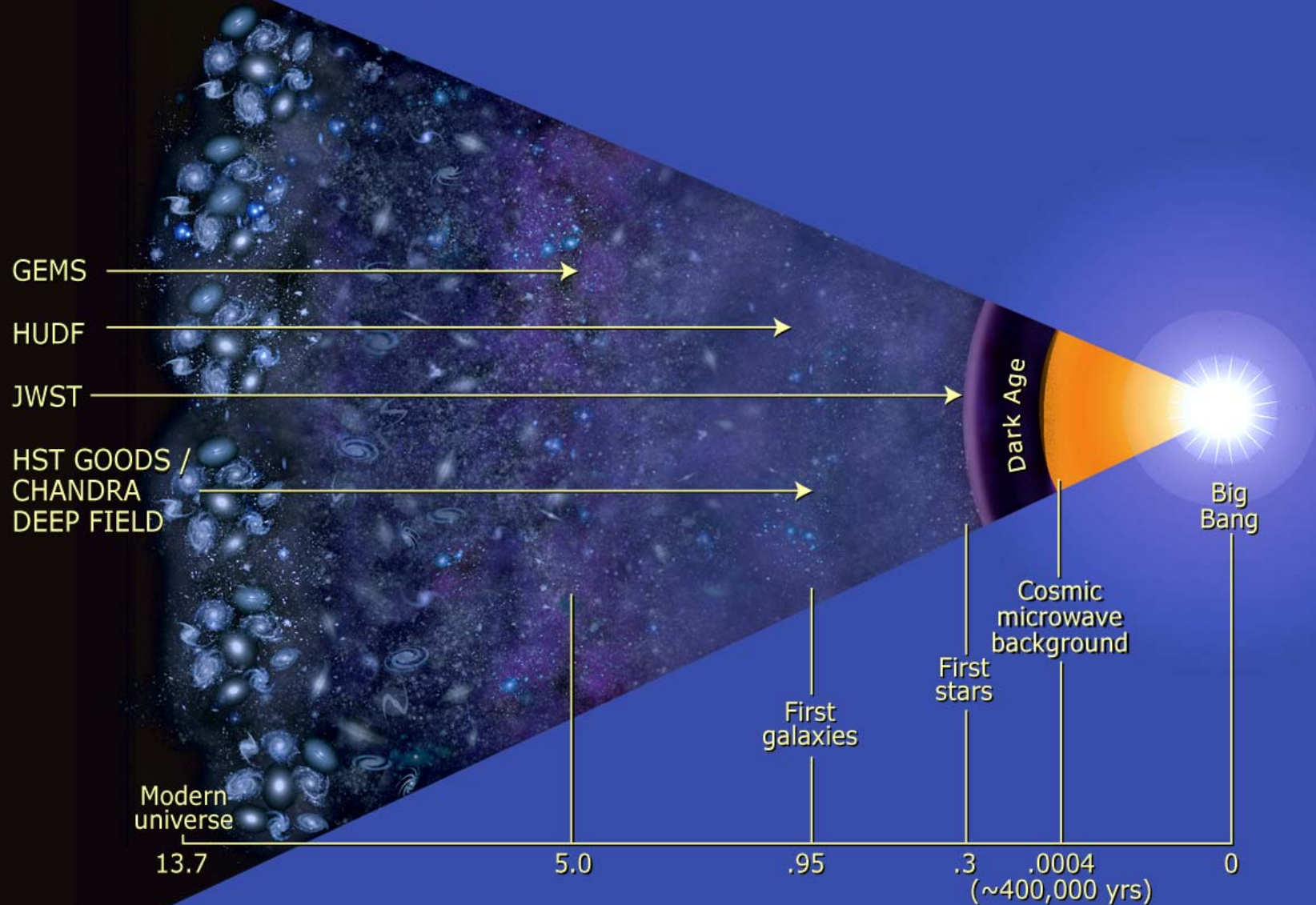


# The Two Micron All Sky Survey at IPAC



- Zusammenarbeit der Universität von Massachusetts in Amherst und des Infrared Processing and Analysis Center (IPAC) am California Institute of Technology (Caltech)
- den gesamten Himmel gescanned in 3 Nahinfrarot-Bändern mit automatischen 1.3 m Teleskop (am südlichen und nördlichen Himmel)
- begonnen 1997, beendet am 15.2.2001
- Objekte: kalte braune Zwerge, rote Quasare, Sterne, Sternhaufen, staubverdeckte Galaxien
- 12 Terabyte Katalog und Bilder
- 2 Terabyte online verfügbar

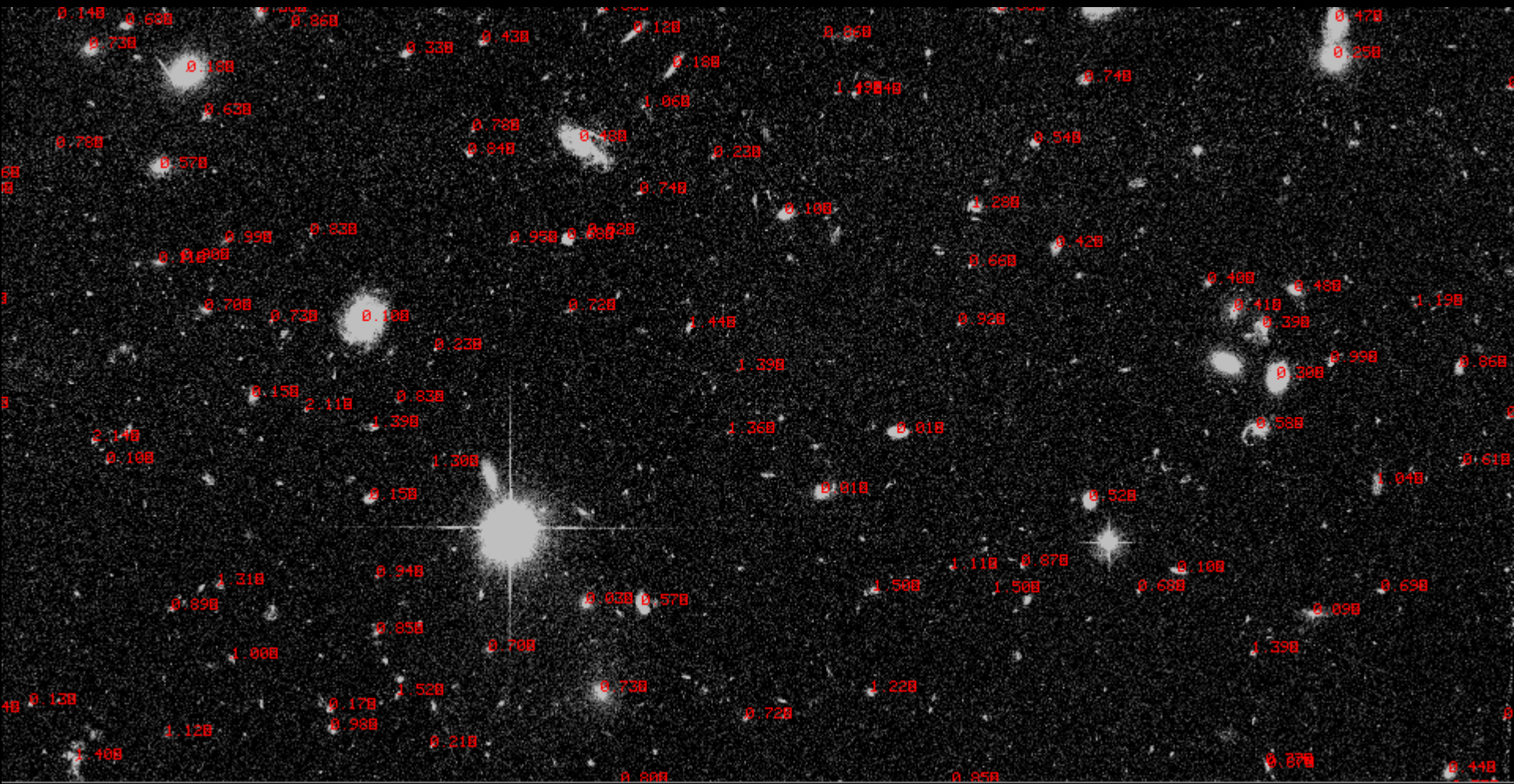
# Der Blick zurück ins Universum



Ann Feild (STScI)

Age of the universe (billions of years)









# Ergebnisse aus den Tiefen

- Entfernungsrekorde
- Subaru-Aufnahmen, 72 Stunden lang: vermutlich Protogalaxien mit einem Altern von 12.7 Milliarden Jahre detektiert (Alter unseres Universums: 13.7 Milliarden Jahre)
- Hubble-Beobachtungen: vermutlich noch entferntere Objekte gefunden; hart an der Nachweisgrenze und umstritten ...

An "Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti" Conference on:

# GALAXIES AND STRUCTURES THROUGH COSMIC TIMES

## MAPPING THE UNIVERSE

Venice, Italy  
March 26-31, 2006

Scientific Organising Committee: N. Arimoto, R. Bender, F. Bertola (Co-Chair), A. Cimatti, M. Dickinson, M. Giavalisco, G. Hasinger, O. Le Fèvre, S. Lilly, A. Renzini (Co-Chair)  
H. W. Rix, N. Scoville, Y. Taniguchi, G. Vettolani. Local Organising Committee: E. M. Corsini, E. Dalla Bontà, G. L. Granato, L. Greggio, A. Pizzella, M. Salvato

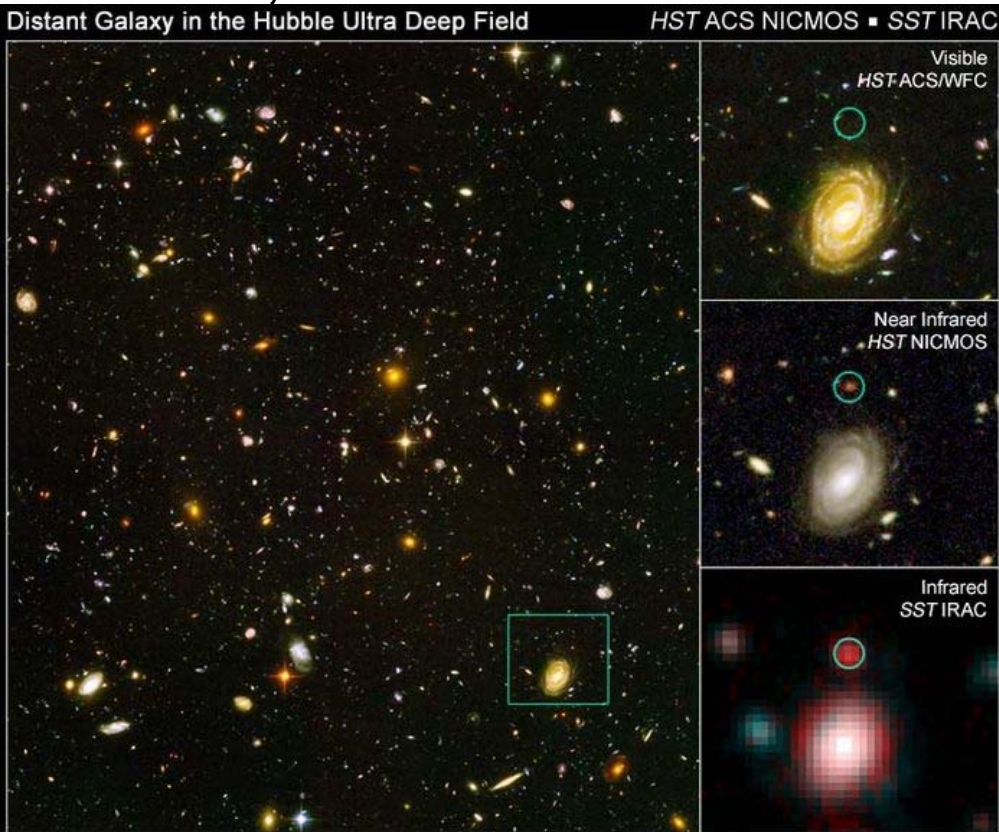


<http://dipastro.pd.astro.it/venice06> <http://www.istitutoveneto.it>



# Ergebnisse aus den Tiefen

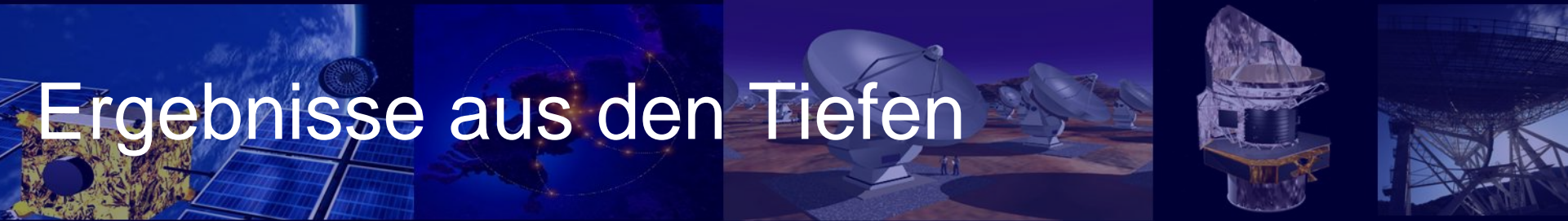
- Weitere Resultate:
- Bereits eine Milliarde Jahre nach dem Urknall waren manche Galaxien bereits erstaunlich massereich (z. Bsp. JD-2, 500 Milliarden Sonnenmassen)



## Hubble Ultra Deep Field-Aufnahme + Spitzer

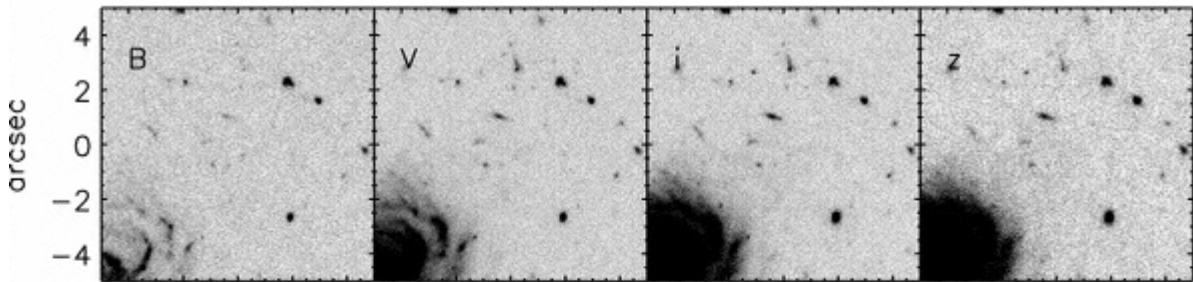




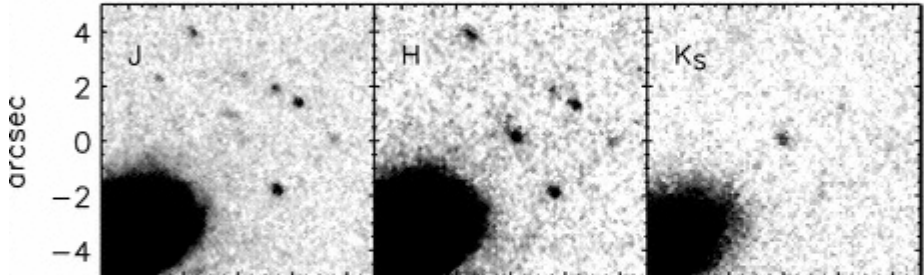


# Ergebnisse aus den Tiefen

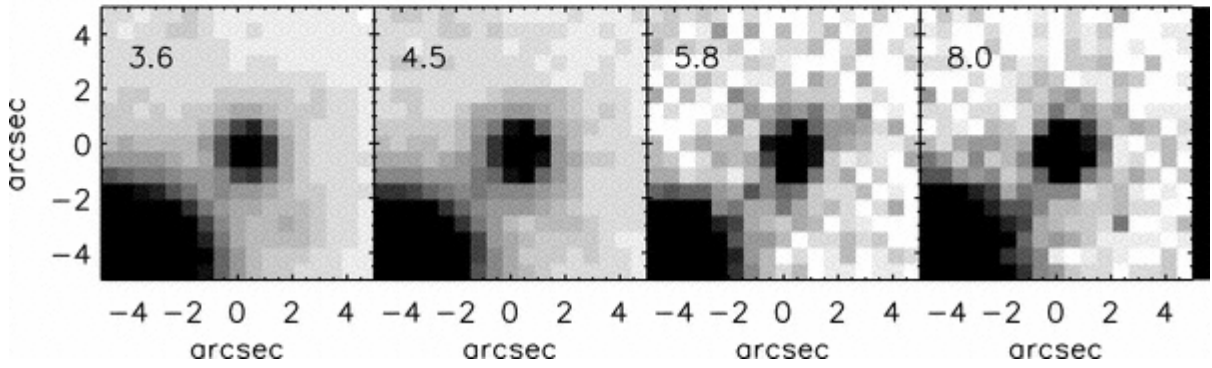
J033238.7-274839.8



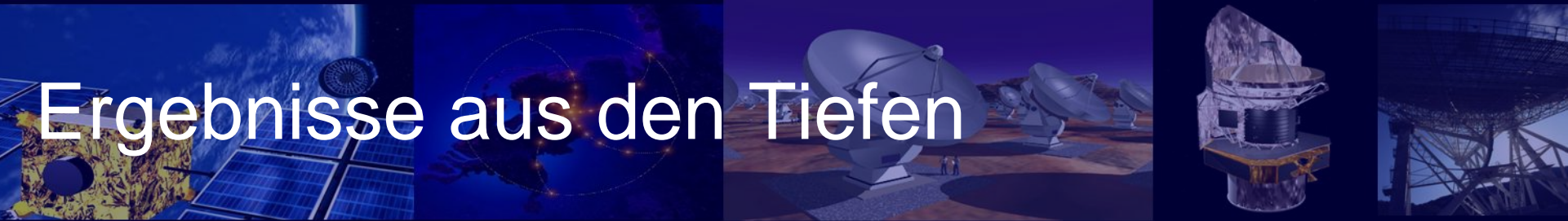
**HST ACS**



**HST NICMOS, VLT ISAAC**

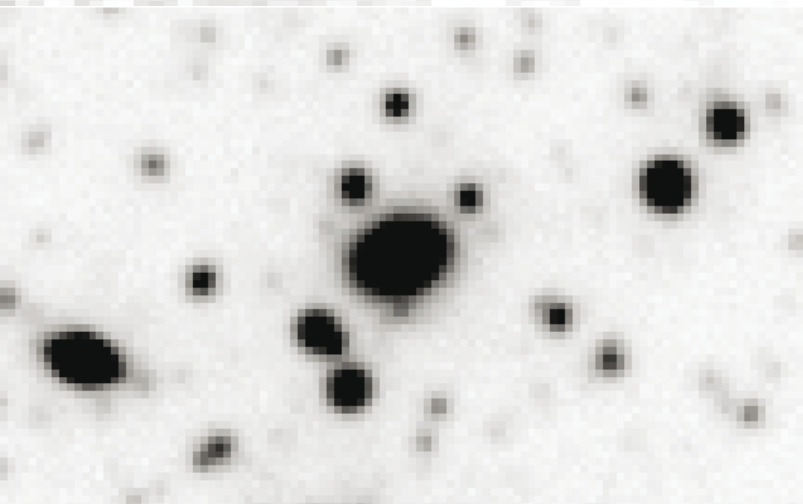


**Spitzer IRAC  
Von FIRES  
(Faint Extragalactic Survey)**

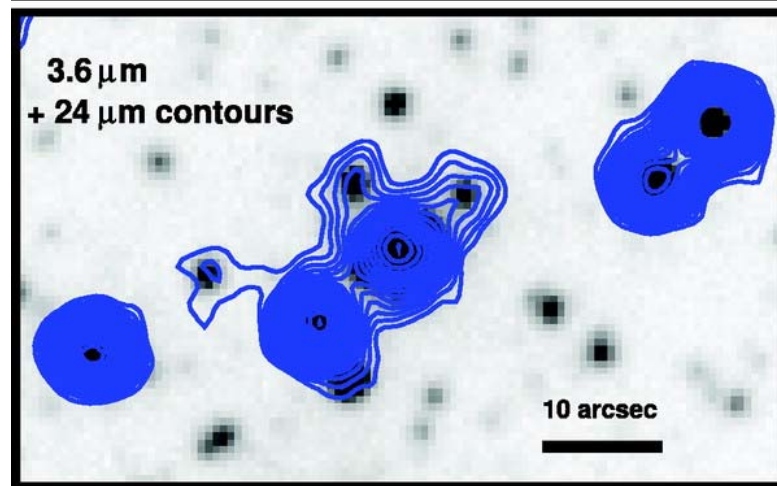
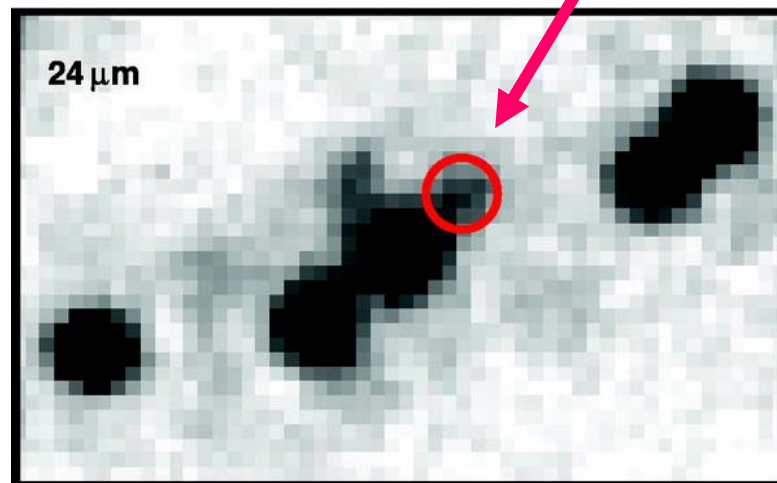


# Ergebnisse aus den Tiefen

- JD-2, 500 Milliarden Sonnenmassen:



**NICMOS**



**IRAC**  
3.6 μm  
+  
24 μm



# Ergebnisse aus den Tiefen

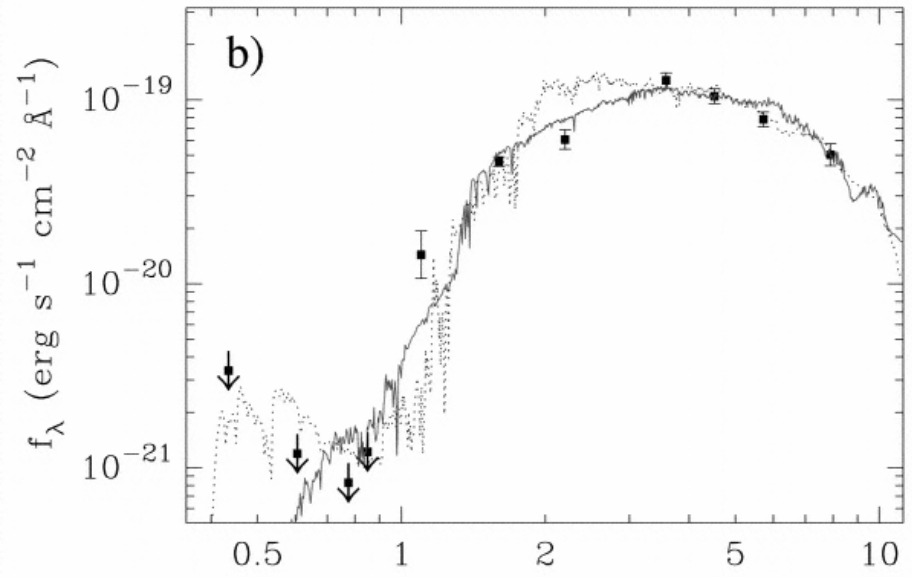
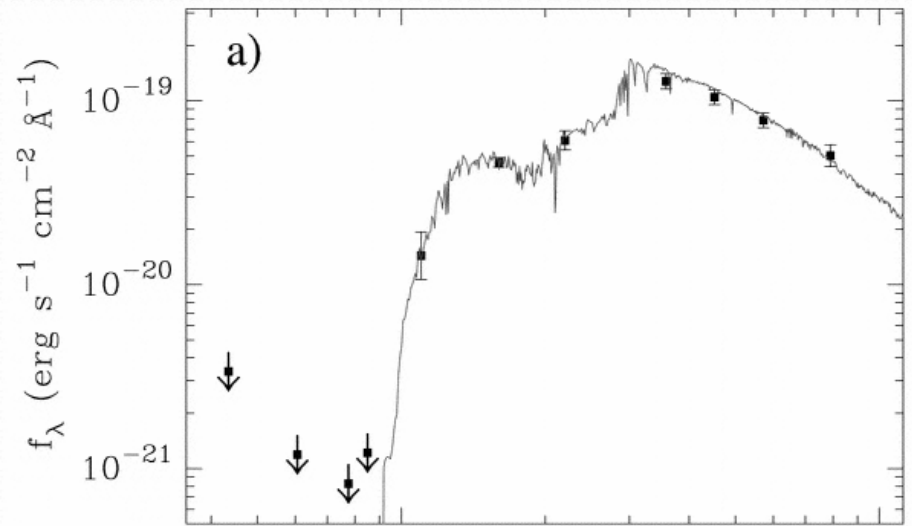
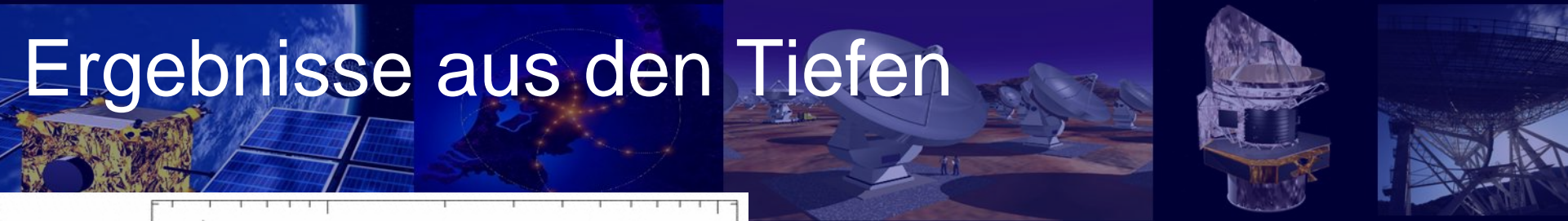
- Fornax
- 8fach mehr Sterne als Milchstraße
- Universum hatte damals 6% des jetzigen Alters
- Rotverschiebung 6-7.5
- Detaillierte Spektren mit KeckII (10m) und Gemini (8m) konnten nicht gewonnen werden: „We have now reached the point where we are studying sources which lie beyond the spectroscopic capabilities of our current ground-based facilities. It may take the next generation of telescopes ... to confirm the galaxy's distance“.
- 75% Glaubwürdigkeit
- Hubble, Spitzer, VLT
- J-band dropouts; Licht bei einer Wellenlänge von 1 micron denn das blaue Licht der Sterne (verschoben ins Infrarot aufgrund der Ausdehnung des Universums) wurde absorbiert durch intergalaktische Wasserstoff-Wolken im frühen Universum
- Aus Infrarot-Messungen die Masse der Sterne bestimmt
- Sternentstehung bei einer Rotverschiebung größer als 9



# Ergebnisse aus den Tiefen

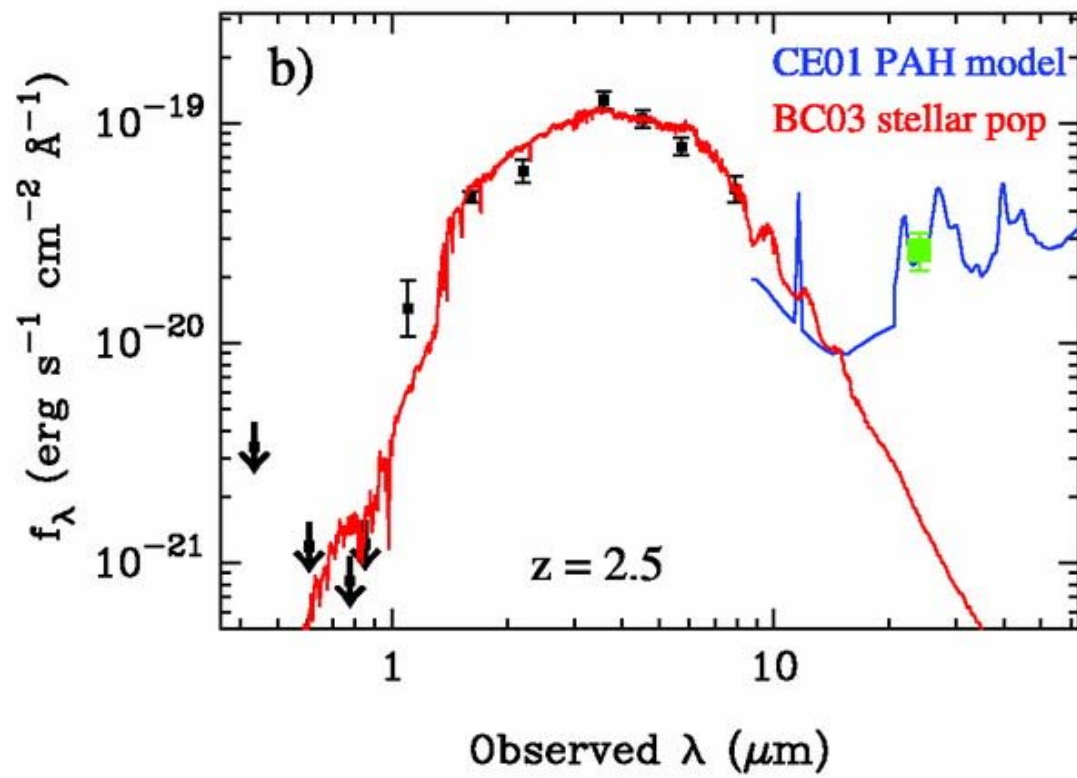
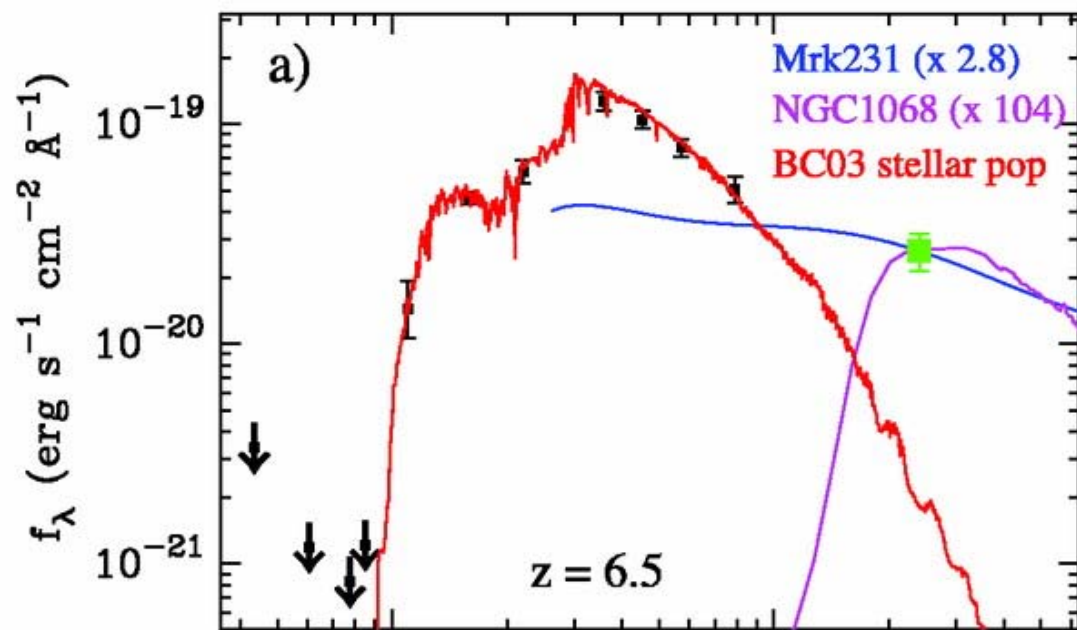
- Spektrale Energieverteilung ist konsistent mit einer Galaxie bei einer Rotverschiebung von  $z \sim 6.5$  einige 100 Mio Jahre nach einem starken starburst der eine Sternenmasse von  $6 \times 10^{11}$  Sonnenmassen produzierte
- Sternentstehung bei  $z > 9$
- Alternative Modelle: staubige Galaxie bei  $z \sim 2.5$  ist möglich, aber bedeutet schlechtere Fits an die Daten
- Optische und Nah-Infrarot-Aufnahmen zeigen keine spektralen Linien: spricht dagegen, daß das Objekt ein starburst oder AGN bei einer Rotverschiebung von 2.5 ist, aber schließt es nicht aus

# Ergebnisse aus den Tiefen



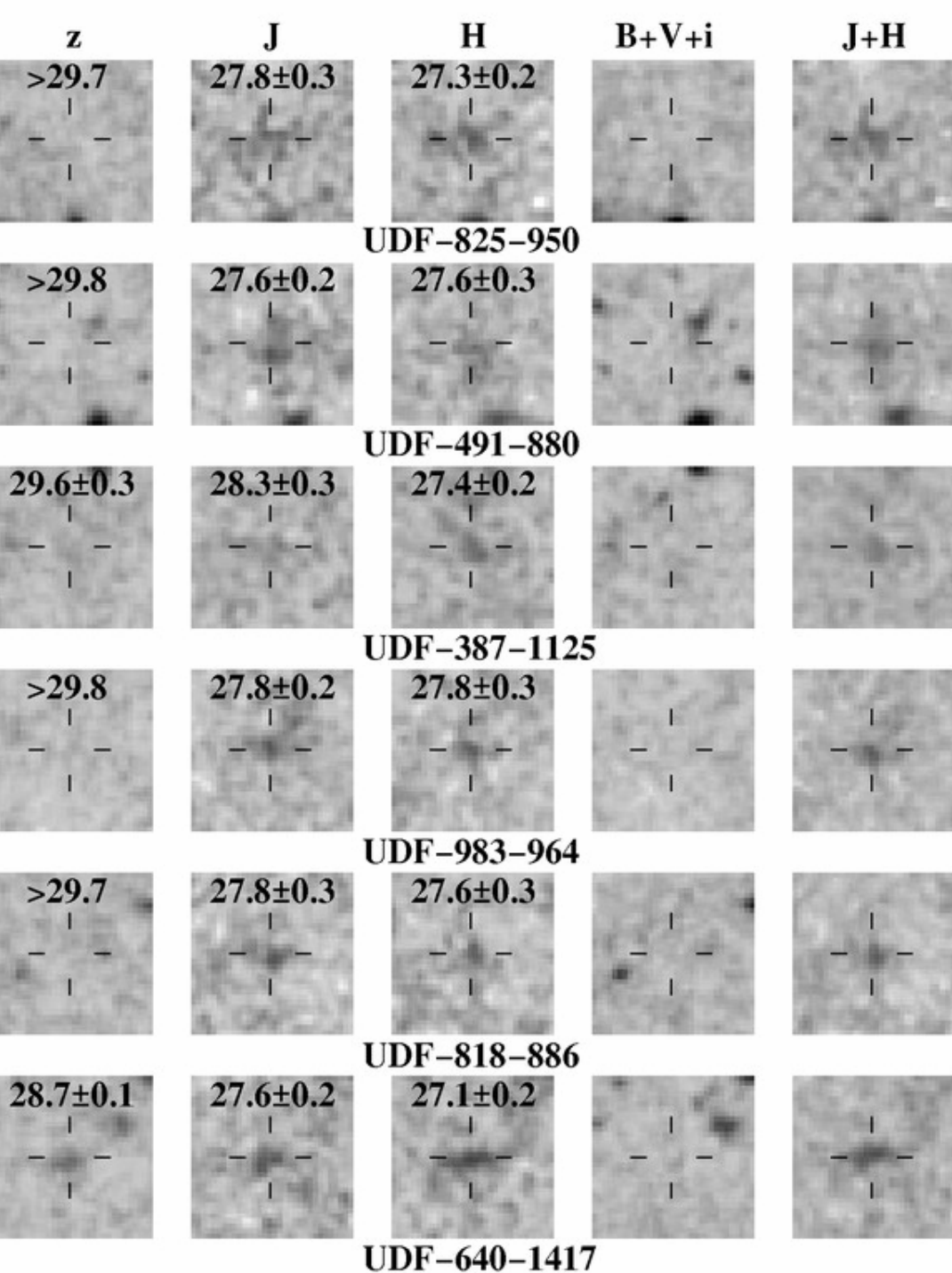
- Spektrale Energieverteilung:
- Oben: Modell basierend auf einer Rotverschiebung von 6.5
- Unten: alternatives Modell für eine Rotverschiebung von 2.5; gepunktet: alte Population mit Rotverschiebung von 3.4 und einem Alter von 2.4 GJahren

Observed  $\lambda$  ( $\mu\text{m}$ )

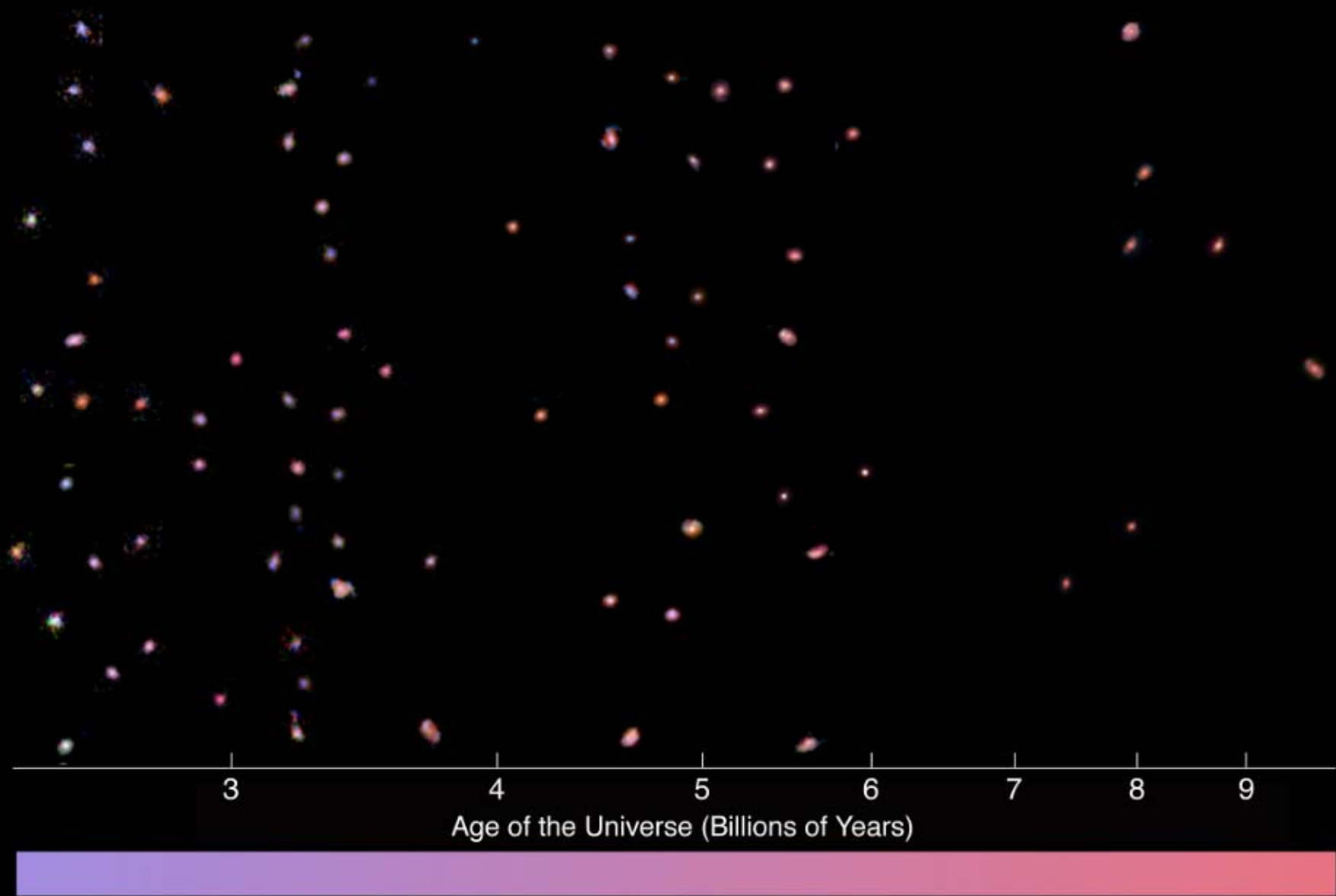


- Beobachtete und Model Spektren; Modelle der besten Fits in beiden Plots in rot dargestellt
- a) Rotverschiebung 6.5; ULRIG AGN Mrk 231 skaliert in Leuchtkraft um Faktor 2.85; hochgradig verdeckter Seyfert 2 Kern NGC 1068
- b) Rotverschiebung 2.5; starburst Galaxy CE01;





- Bouwens et al.:
- Galaxien bei Rotverschiebungen zw. 7 und 8 gefunden??
- Hubble Ultra Deep Field



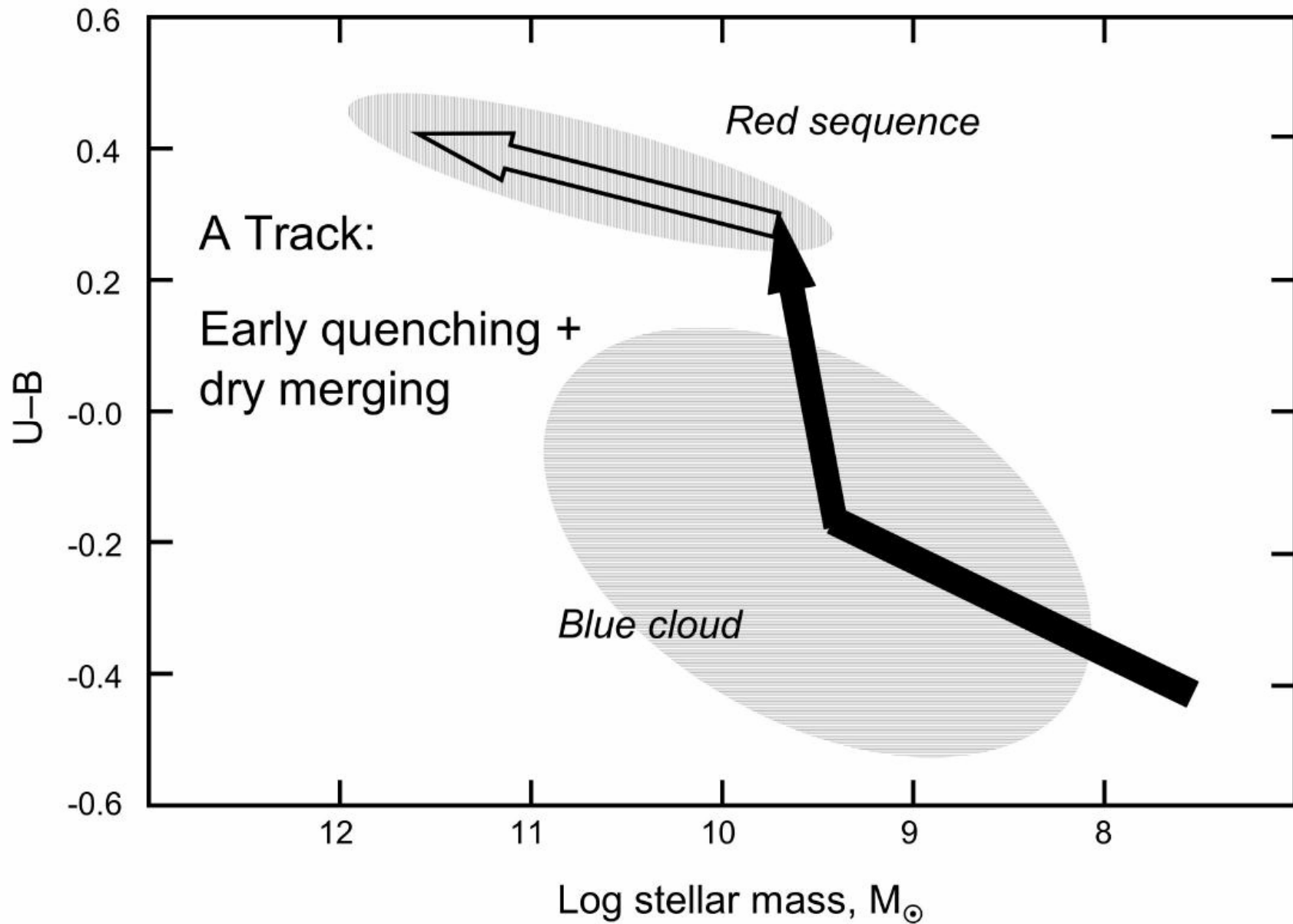
The Evolving Colour of the Universe  
(VLT ANTU + ISAAC)



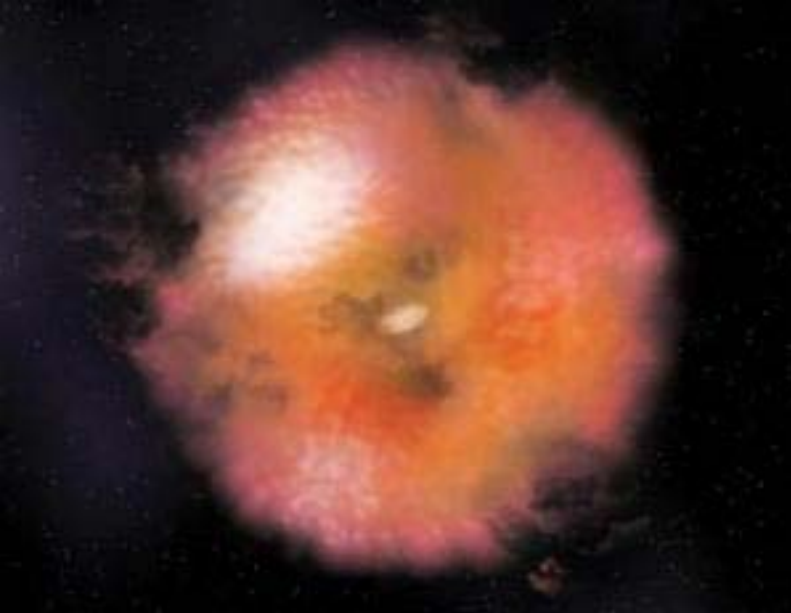
# Ergebnisse aus den Tiefen

- Weitere Resultate:
- Vor 7-9 Milliarden Jahren gab es eine Phase besonders heftiger Sternentstehung, an deren Ende die massereichen Galaxien der „Roten Reihe“ ausgebildet waren; befinden sich in dicht bevölkerten Regionen des Kosmos, z.Bsp. den Zentren von Galaxienhaufen (rot und tot: keine Sterne werden mehr geboren, elliptische Galaxien)
- Neue Sterne entstehen seitdem in kleineren, blauen Galaxien, die zur „Blauen Wolke“ gezählt werden, spiralförmig; „lebendige“ Galaxien, finden sich eher in weniger bevölkerten Bereichen des Kosmos (Milchstraße: Grenzfall, massereiche Spiralgalaxie am Rand eines Galaxienhaufens)
- => Orte der Sternentstehung haben sich von massereichen Galaxien zu massearmen Galaxien verlagert



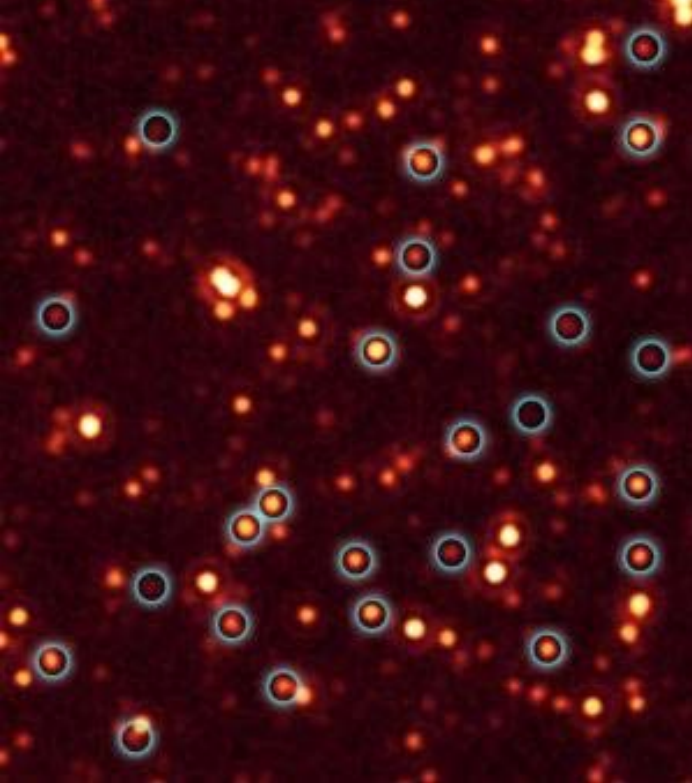


# Verborgene Schwarze Löcher detektiert



- 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)

# GOODS: Verborgene Schwarze Löcher detektiert

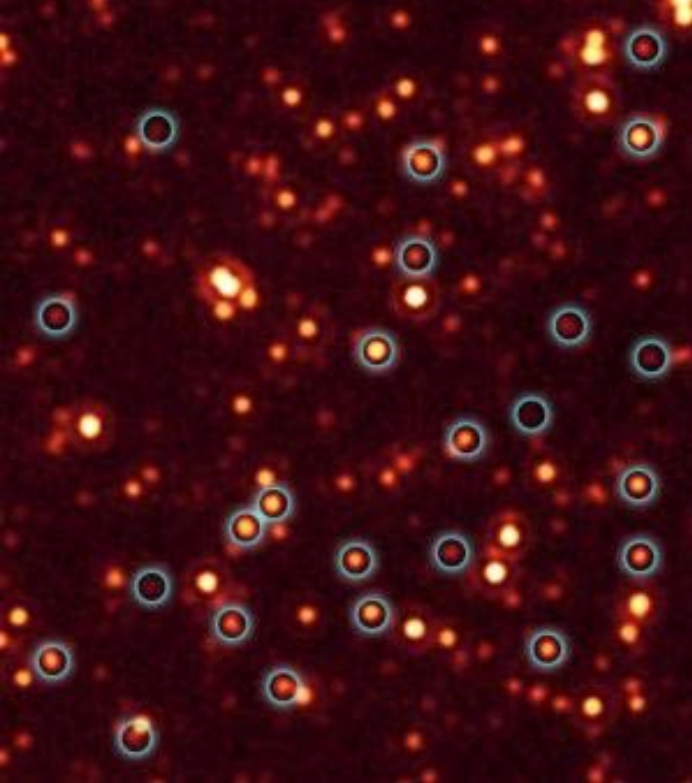


**Offizielles paper: 10. Nov. 2007**

- 1000 staubige massive Galaxien wurden von Chandra und Spitzer untersucht (in Entfernungen von 9-11 Milliarden Lichtjahren), gleiche Masse wie Milchstraße aber irregulär in der Form
- 200 weisen Schwarze Löcher auf (Röntgenstrahlung)
- Impliziert, daß Hunderte Mio zusätzlicher Schwarzer Löcher im frühen Universum existierten: verdoppelt die Zahl in dieser Entfernung
- Bedeutet auch, daß die meisten, wenn nicht alle massiven Galaxien ihre Jugend mit der Bildung von Schwarzen Löchern in ihren Zentren verbracht haben
- Dies sind ungestörte Galaxien (bis jetzt) !! Widerspricht der Theorie, daß WW notwendig sind, um Quasare zu aktivieren



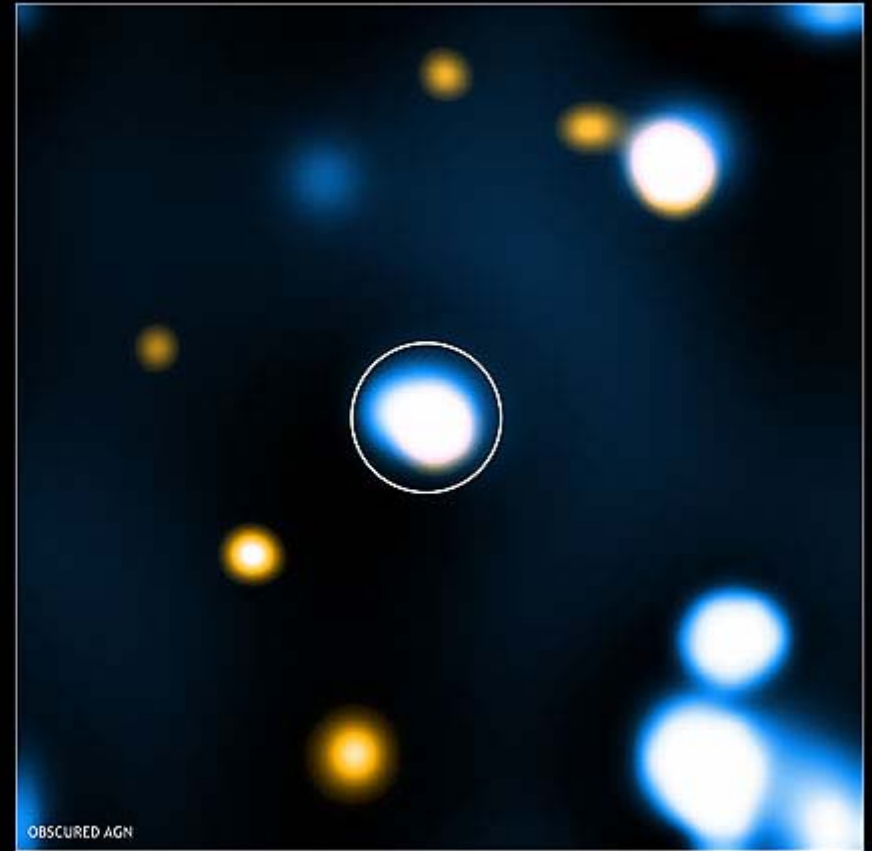
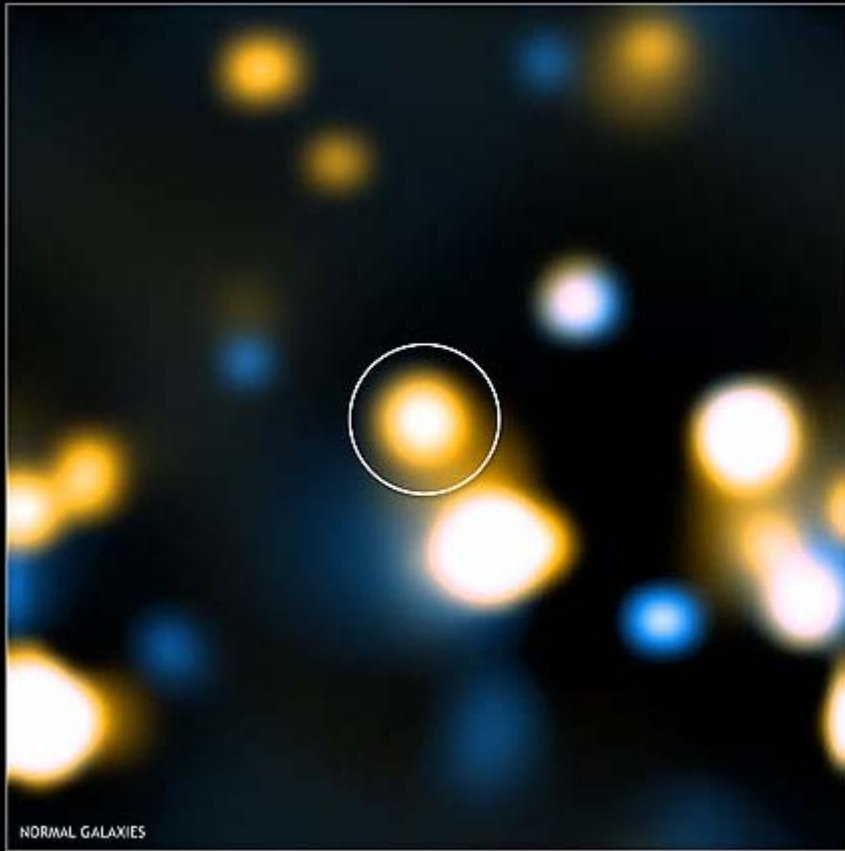
# GOODS: Verborgene Schwarze Löcher detektiert



- Die meisten der versteckten Quasare finden sich im frühen Universum
- Dies sind ungestörte Galaxien (bis jetzt) !! Widerspricht der Theorie, daß WW notwendig sind, um Quasare zu aktivieren

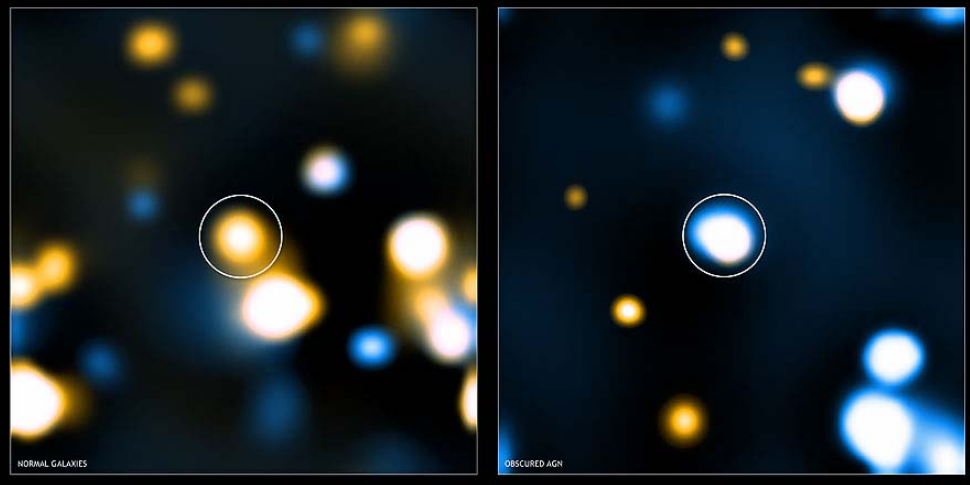
**Offizielles paper: 10. Nov. 2007**

# GOODS: Verborgene Schwarze Löcher detektiert



- Chandra-Bilder für zwei verschiedene Klassen von entfernten, massiven Galaxien, detektiert mit Spitzer. „Image stacking“ um Strahlung von schwachen Objekten zu detektieren.

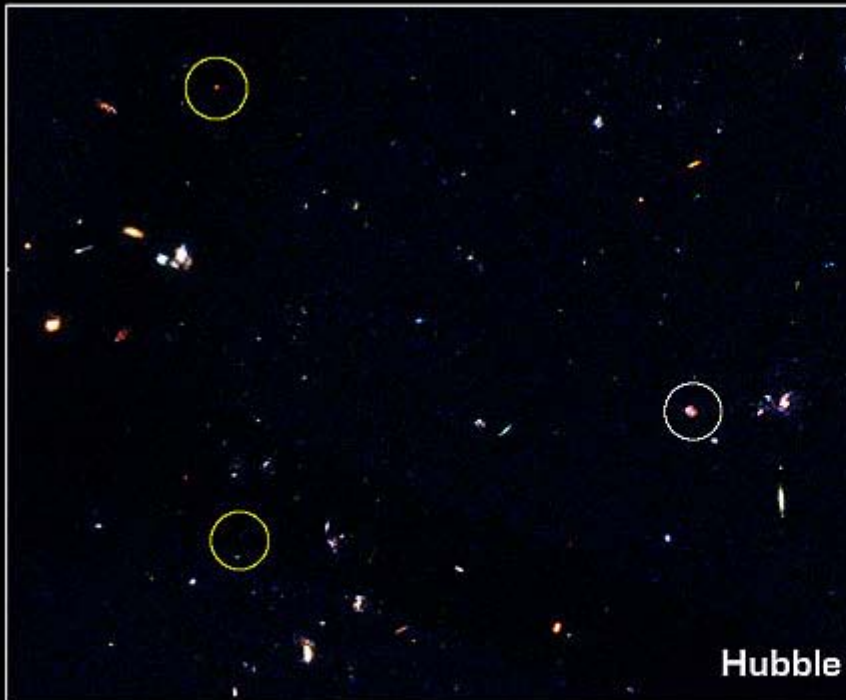
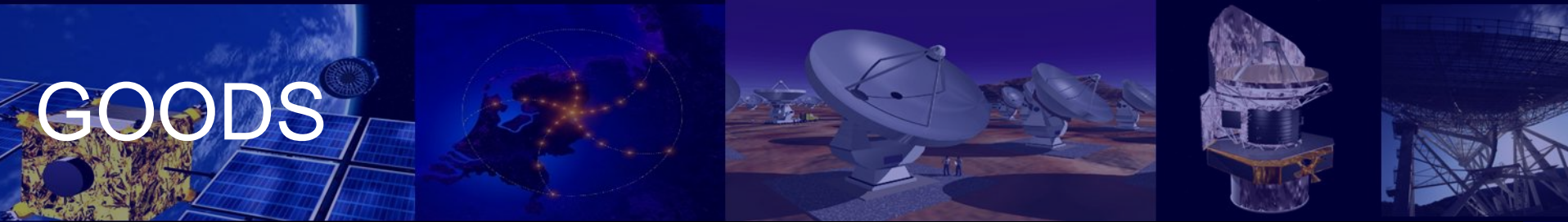
# GOODS: Verborgene Schwarze Löcher detektiert



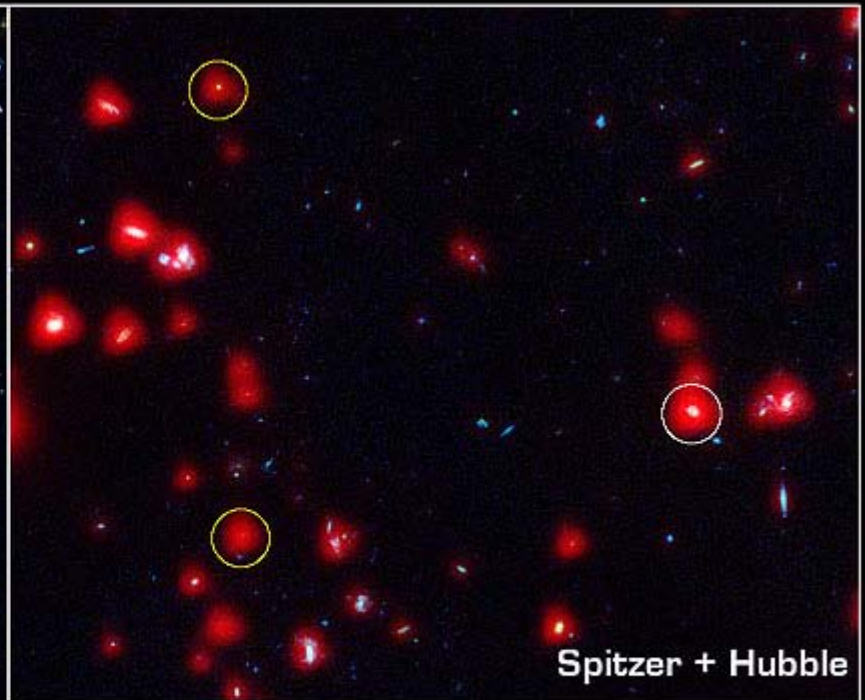
- Niederenergetische Röntgenstrahlung: orange
- Hochenerg. R. blau
- Links: normale Galaxien, gesehen von Spitzer. Infrarot-Emission stimmt mit den Erwartungen für die Sternentstehungsrate überein; niederenergetische Chandra-Strahlung
- Rechts: zu starke Infrarot-Emission für normale Sternentstehung, wesentlich stärkere hochenergetische Röntgenemission, die niederenergetische ist absorbiert durch Gas



# GOODS



Hubble



Spitzer + Hubble

## Luminous Black Holes in GOODS Field

NASA / JPL-Caltech / M. Urry (Yale)

ssc2004-10c

Spitzer Space Telescope • IRAC  
Hubble Space Telescope

- Links: 1/200 des GOODS-Feldes, Hubble und drei eingekreiste Röntgenquellen
- Rechts: Hubble and Spitzer; eingekreiste Quellen sind schwach im Sichtbaren aber hell im Infrarot: Schwarze Löcher hinter Staubscheiben

# 30 Schwarze Löcher mit GOODS

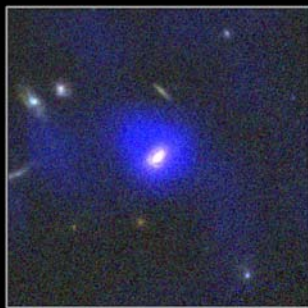
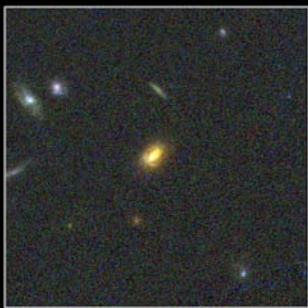
Hubble visible+near infrared

Hubble + Chandra (X-ray)

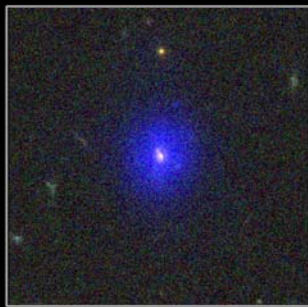
J033206.12-274927.8



J033224.54-274010.4

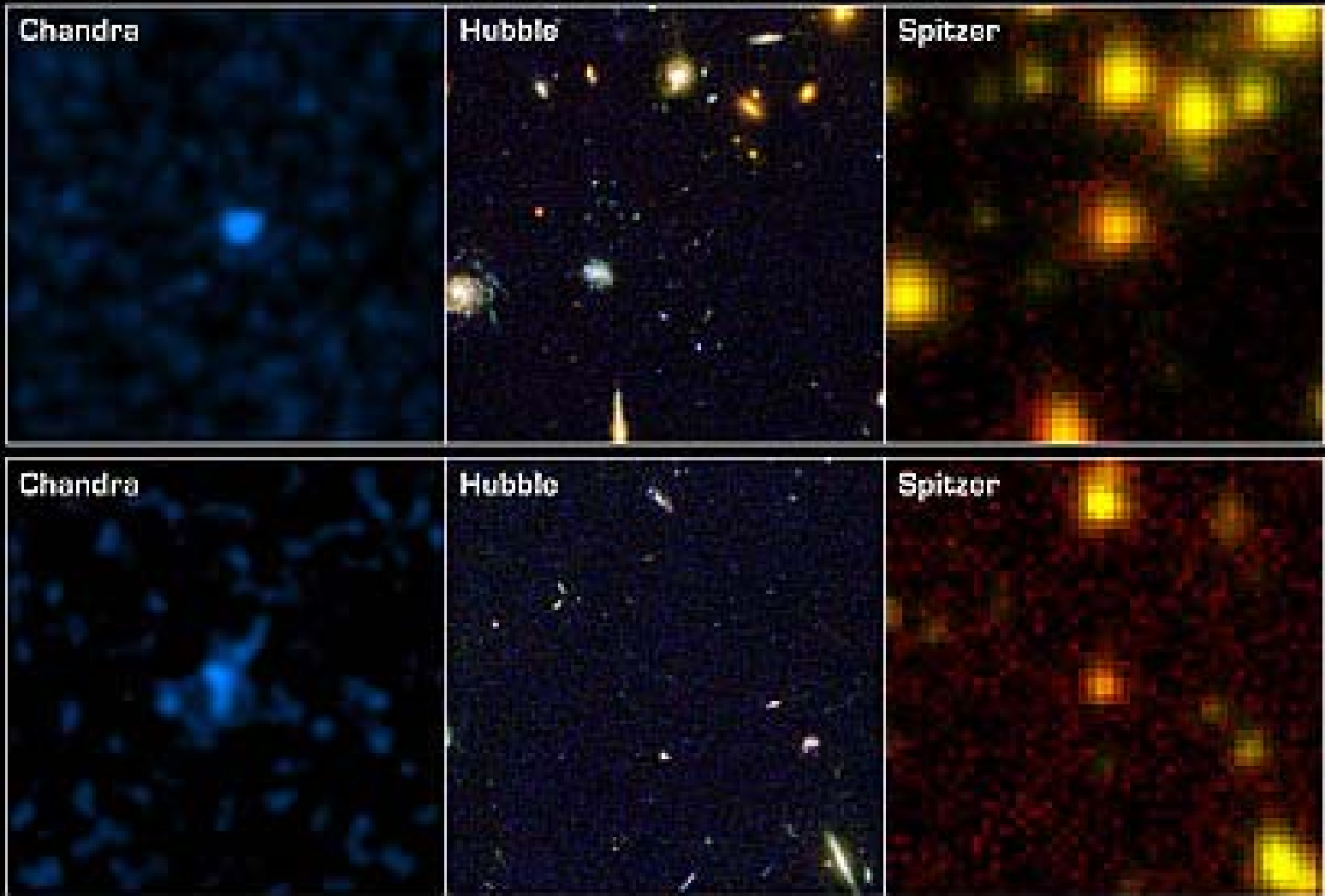


J034224.85-275600.0



- Links Hubble-Aufnahmen: host-Galaxien der supermassiven Schwarzen Löcher
- Rechts: Hubble + Chandra

G



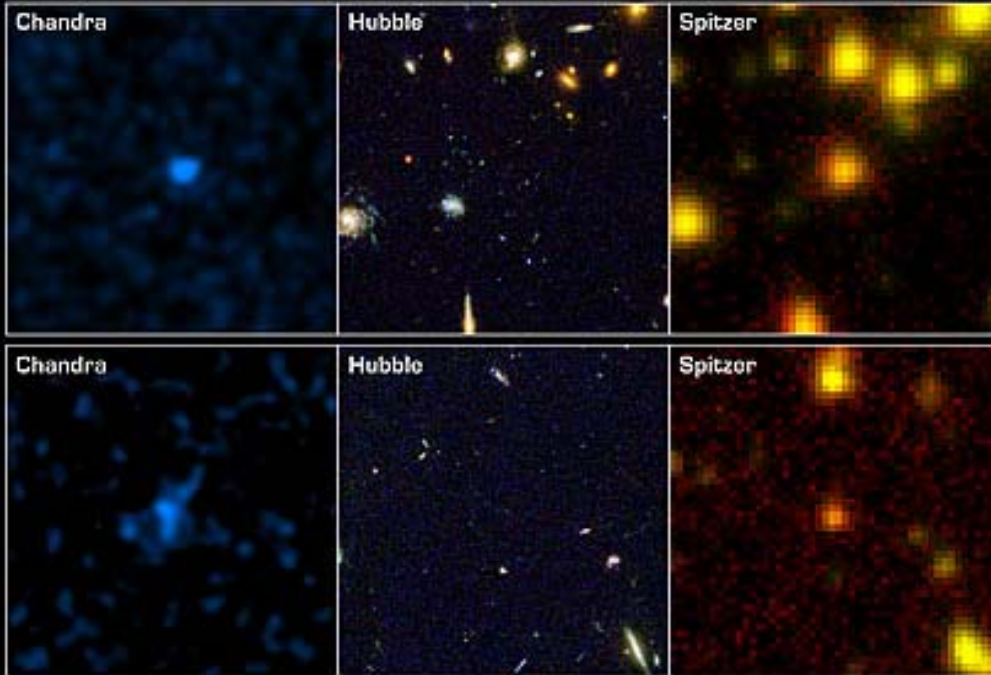
### Hidden Black Holes Revealed in GOODS Field

NASA / JPL-Caltech / A.M. Koekemoer (STScI), M. Dickinson (NOAO)  
ssc2004-10n

Spitzer Space Telescope • IRAC  
Hubble Space Telescope  
Chandra X-Ray Observatory



# GOODS

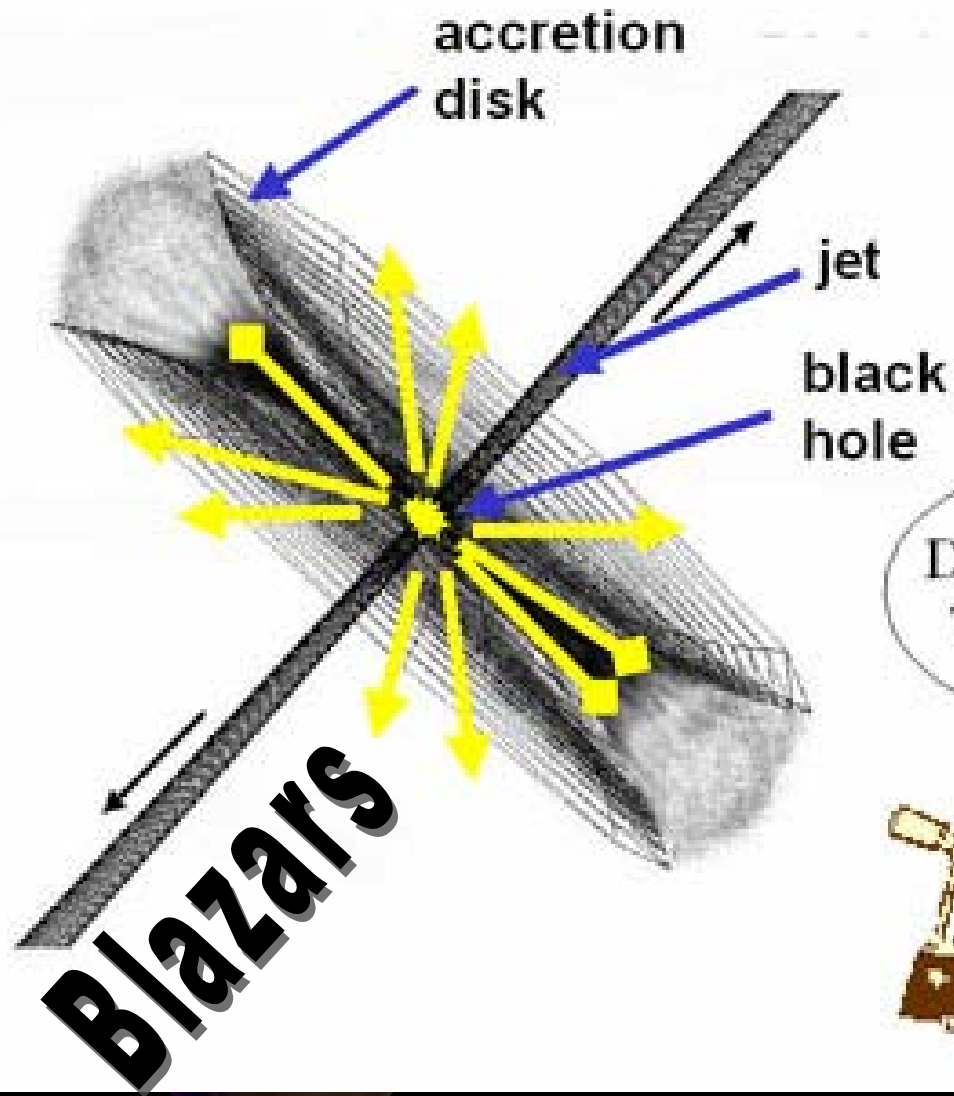


Hidden Black Holes Revealed in GOODS Field

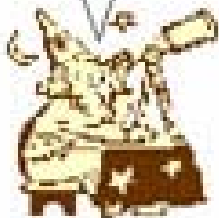
NASA / JPL-Caltech / A.M. Koekemoer (STScI), M. Dickinson (NOAO)  
ssc2004-10n

Spitzer Space Telescope • IRAC  
Hubble Space Telescope  
Chandra X-Ray Observatory

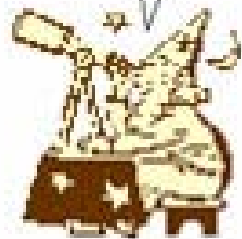
- Zwei Reihen: zeigen zwei GOODS-Regionen
- Links: Chandra Emission deutet auf supermassive Schwarze Löcher
- Mitte: im Sichtbaren mit Hubble nichts zu sehen
- Rechts: Spitzer zeigt ungewöhnlich „rote“ Objekte. Entweder rot durch dichte Wolken verdeckenden Staubs oder ungewöhnlich entfernte Objekte
- Weitere Spitzer-Beobachtungen sollen Ursache klären



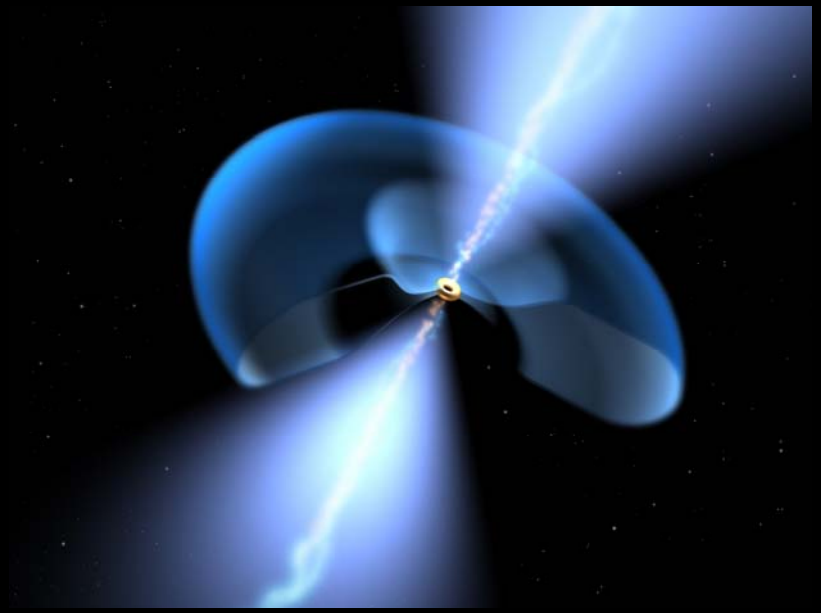
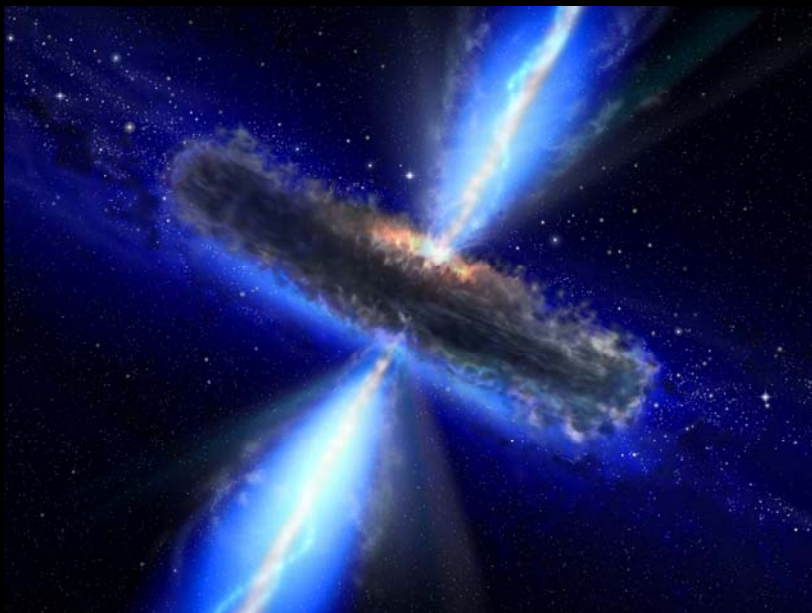
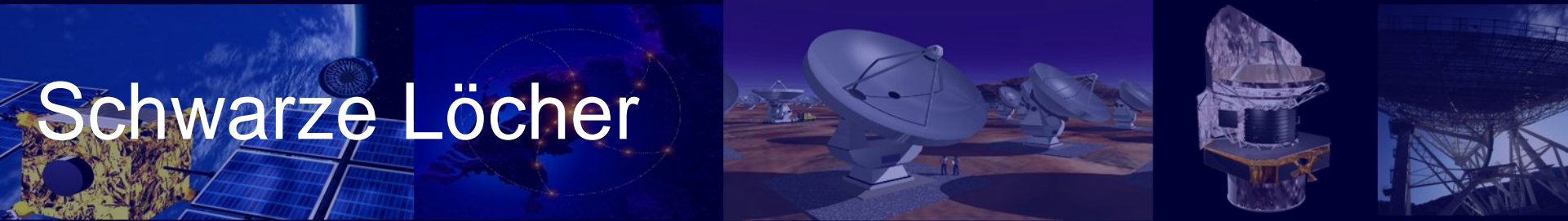
Type 1  
for sure!!



Definitely  
Type 2!!



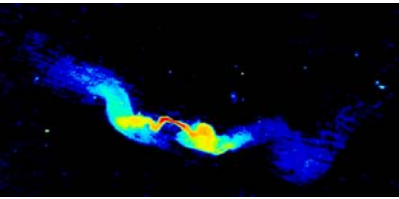
# Schwarze Löcher





# Aktive Galaxienkerne / Vereinheitlichung / Mögliche Eigenschaften

„Ungebeamte“ Population

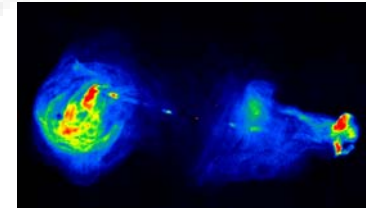


## Radiogalaxien

### Fanarof-Riley I, Fanarof-Riley II

geringe Leuchtkraft

hohe Leuchtkraft



„Gebeamte“ Population

**BL Lac Objekte**

**Quasare (radio-laut)**

## Radio-leise AGK

**Seyfert I**

**Seyfert II**

geringe Leuchtkraft

**Quasare (radio-leise)**

hohe Leuchtkraft

**Außerdem: Starbursts, LINER (Low Ionization Nuclear Emission-Line Regions), ULIG**

**(UltraLuminous Infrared Galaxies), Nuclear H II Regions**

Breit-Band Kontinuum, Starke Emissionslinien, Variabilität, Schwache

Polarisation, Radiostrahlung, Jets (Radio, Optisch, Röntgen),

Supermassive Schwarze Löcher, etc.

# Erste Wissenschaft mit Virtuellem Observatorium (GOODS)



- Mittels „Astrophysical Virtual Observatory“ (AVO) wurden 30 supermassive Schwarze Löcher detektiert (staubverdeckt) -> Anzahl der supermassivsten Schwarzen Löcher (Typ2) u.U. um einen Faktor 5 unterschätzt
- Aus Kombination von HST, VLT, Chandra innerhalb von VO (Virtual Observatory)
- Schwierig, diese Objekte zu finden: sehr rot und emittieren stark im Röntgen-Bereich
- Aus 66 Typ 2-AGN Kandidaten, 30 optisch verdeckte Quasare (Typ 2 Quasare) wurden gefunden; vorher waren 9 Objekte in diesem Feld bekannt; mittlere Rotverschiebung der AGN: 3; mittlere Rotverschiebung der Typ2 verdeckten: 3.7

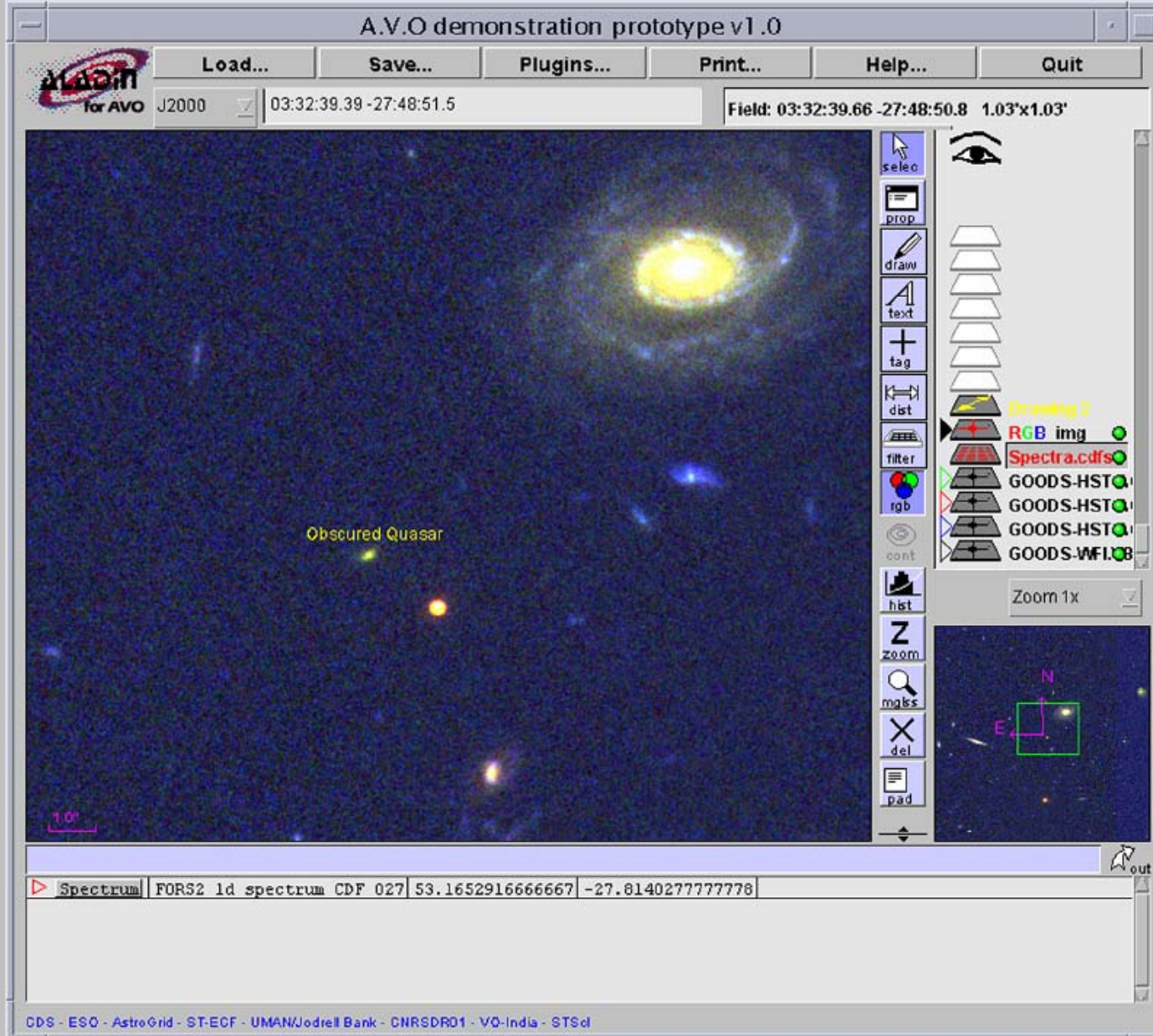
# GOODS & Virtuelle Observatorien



Virtual Observatory Alliance








## AVO Windows with Obscured Quasar Image



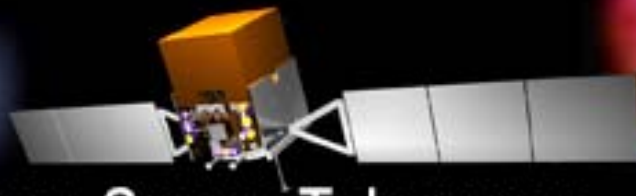


Multifrequenz-Beobachtungen  
in der Astronomie, Teil II  
Wintersemester 2007/8

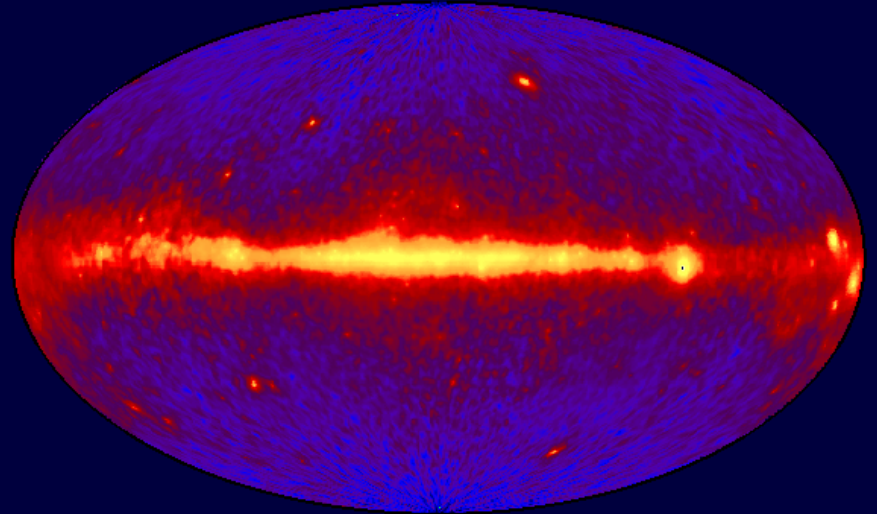
...16.11. Update: Neue Teleskope & Surveys.

# GLAST

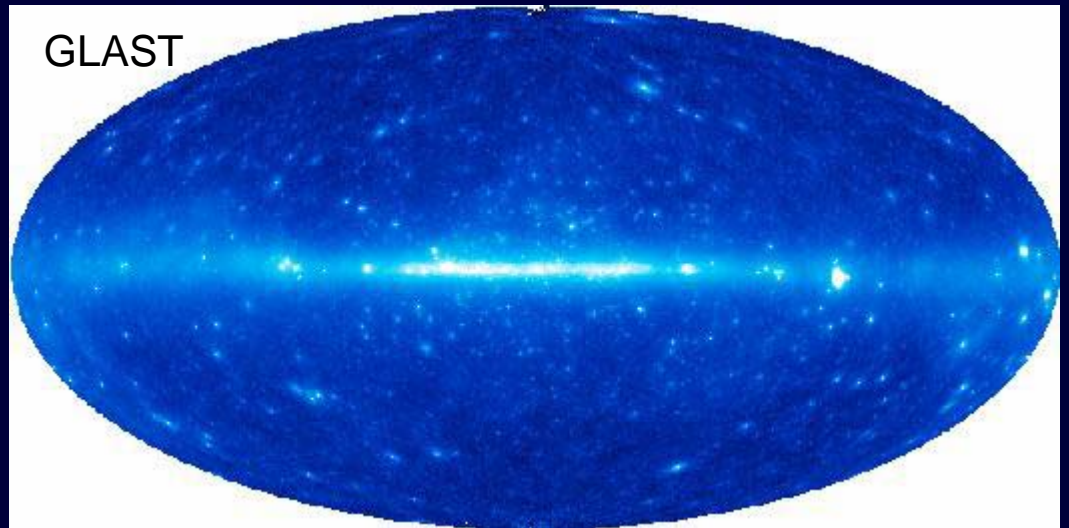
The Gamma-ray Large Area Space Telescope



EGRET



GLAST



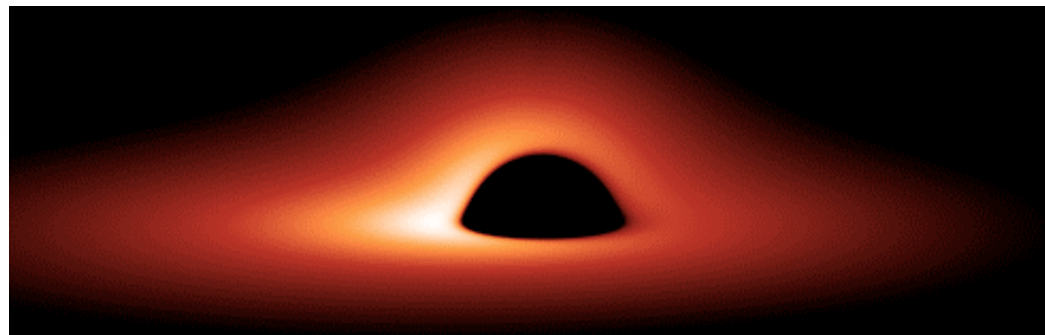
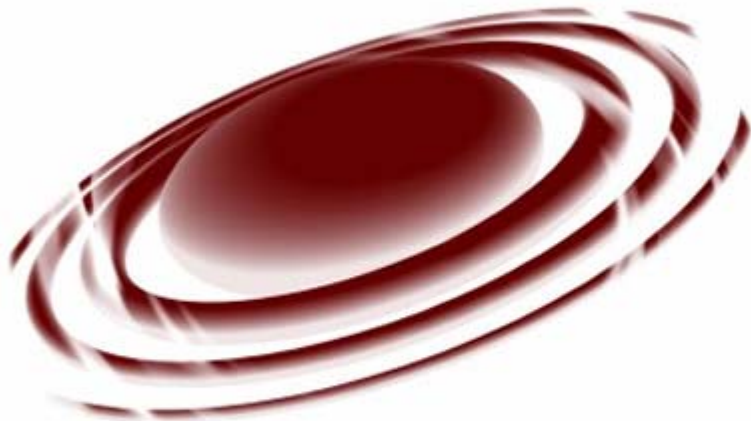
LAT All-Sky Map ( $E > 100$  MeV, 1 year) Simulated, S. Digel





# MAXIM

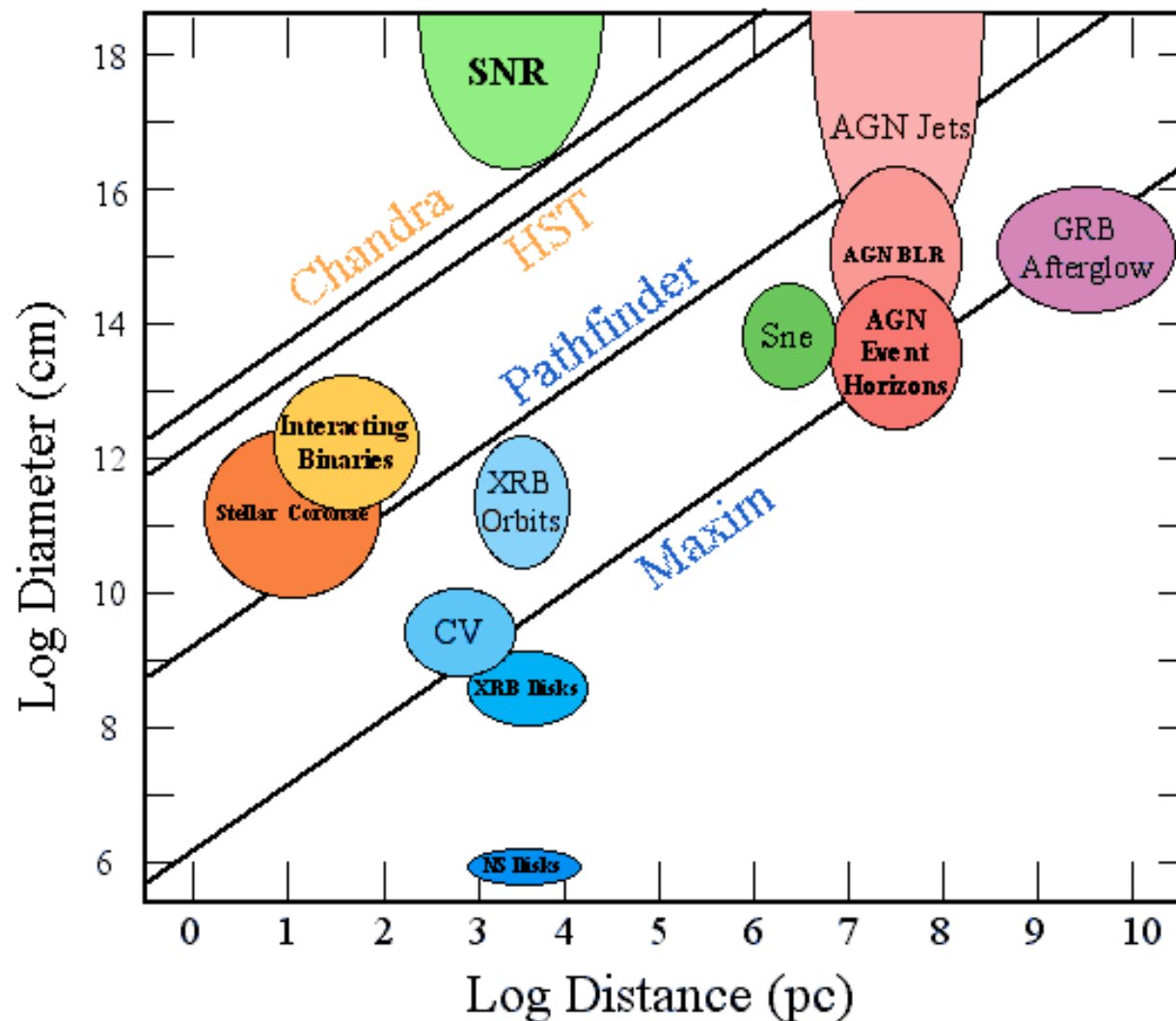
*Micro-Arcsecond X-ray Imaging Mission*

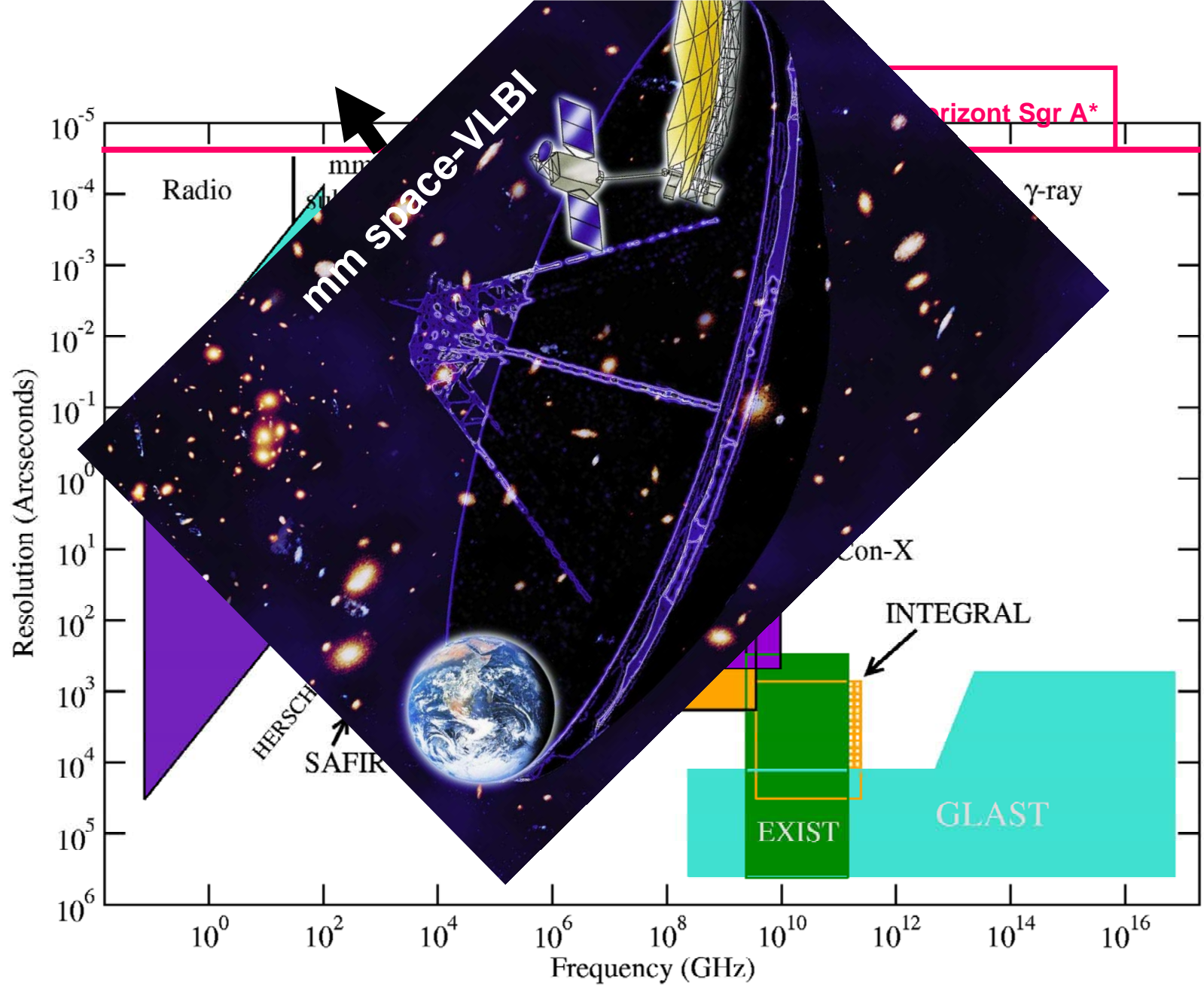




# MAXIM

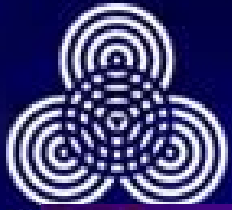
## Micro-Arcsecond X-ray Imaging Mission







# Neue Generation von Niederfrequenz-Radioteleskopen



L



**LOFAR**



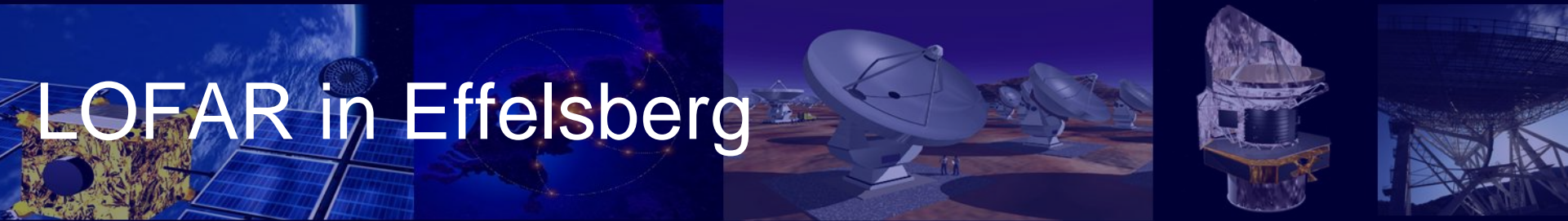
# Neue Generation von Niederfrequenz-Radioteleskopen







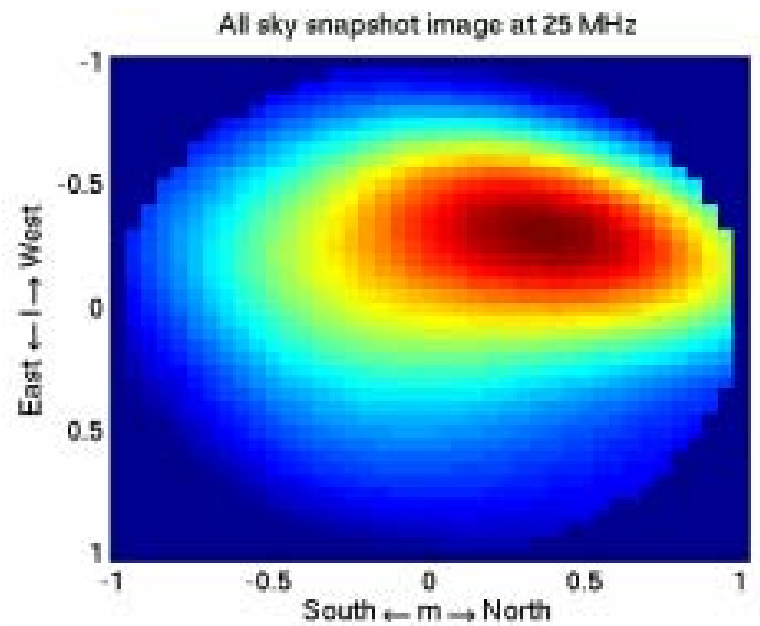




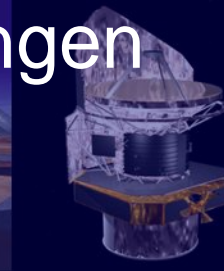
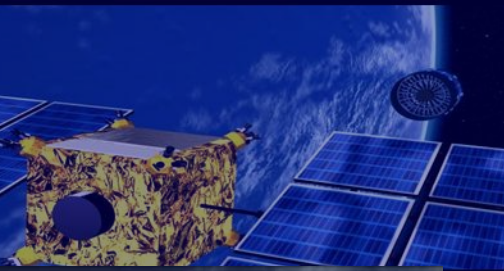
# LOFAR in Effelsberg



- Erstes Bild:



# Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie Wintersemester 2007/8



## Themen & Daten

- 19.10.: Überblick
- 02.11.: Erste Ergebnisse der Durchmusterungen
- **16.11.: Update: Neue Teleskope & Surveys**
- 30.11.: Dunkles (Materie & Energie)
- 14.12.: Multifrequenzkampagnen



- 11.01: Hochenergie-Astronomie
- 25.01.: Mikrowellenhintergrund
- 08.02.: Virtuelle Observatorien