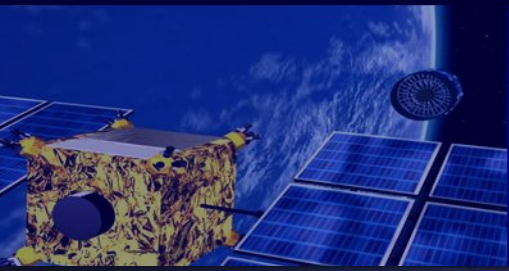


Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie Sommersemester 2007



Silke Britzen
MPIfR, Bonn

sbritzen@mpifr-bonn.mpg.de

Tel.: 0228 525 280

Literatur: spezifisch zu jeder Vorlesung

Im Internet: **geändert!!**

www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/sbritzen/

- ***Vorlesung als pdf-file***
- ***Literaturhinweise***
- ***(Archiv früherer Vorlesungen)***

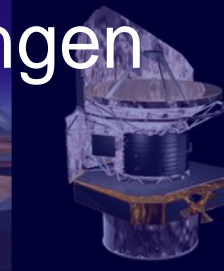
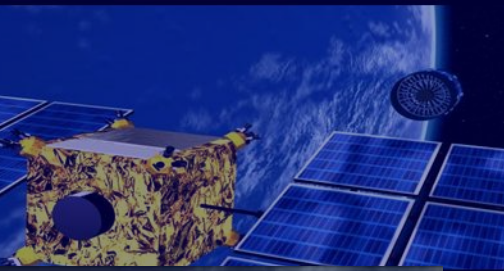


Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie

Sommersemester 2007

Themen & Daten

- 19.04.: Überblick
- 04.05.: Grundlagen: Teleskope
- **18.05.: Durchmusterungen**
- 01.06.: Deep Fields in „Bunt“
- 15.06.: Virtual Observatories (NEU!!)
- 29.06.: „Multifrequenzrätsel“
- 13.07.: Multifrequenzkampagnen (Mrk 501, etc.)
- 27.07.: Die Multifrequenz-Zukunft (geplante Teleskope & Durchmusterungen)





(ausgew.) Durchmusterungen (Teil I)

- [2dF](#) (*The 2dF Galaxy Redshift Survey*)

[2MASS](#) (*The Two Micron All Sky Survey at IPAC*)

[CDFN](#) (*The Chandra Deep Field-North Survey*)

[CDF-S](#) (*The Chandra Deep Field South Survey*)

nächste Vorlesung

[CHAMP](#) (*Chandra MultiWavelength Project*)

[E-CDF-S](#) (*The Extended Chandra Deep Field-South Survey*)

[COMBO-17](#) (*Classifying Objects by Medium-Band Observations, ein spektrophotometrischer Survey mit 17 Filtern*)



(ausgew.) Durchmusterungen (Teil II)

-

COSMOS (*Cosmic Evolution Survey*, Internationales Großprojekt im Multiwellenbereich); Röntgen: XMM-COSMOS

VLA FIRST Survey (*Faint Images of the Radio Sky at Twenty-centimeters*)

GEMS (*Galaxy Evolution From Morphology And SEDs*)

GOODS (*The Great Observatories Origins Deep Survey*)



(ausgew.) Durchmusterungen (Teil III)

NVSS (*The NRAO VLA Sky Survey*)

SAGE (*Surveying the Agents of a Galaxy's Evolution*,
Spitzer-Survey der Großen Magellanischen Wolke)

SDSS (*Sloan Digital Sky Survey*)



(ausgew.) Durchmusterungen (Teil IV)

UDF (*Hubble Ultra Deep Field*)

UKIDSS (*UKIRT Infrared Deep Sky Survey; UKIRT = UK InfraRed Telescope*)

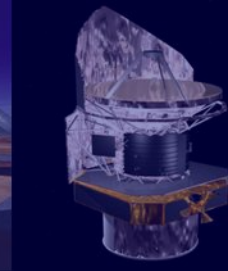
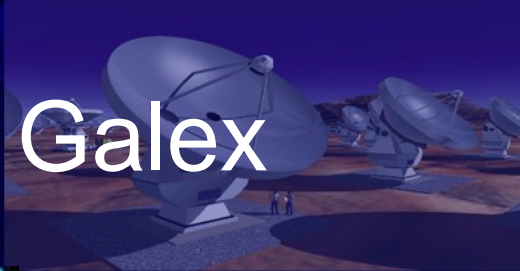
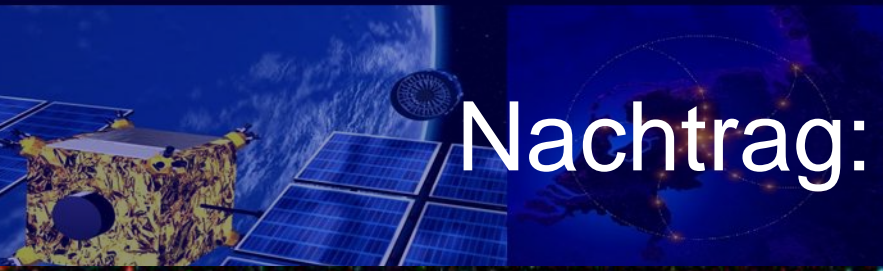
WGSS (*Working group on Sky Surveys*) - Portal zu allen Surveys

Nachtrag: Galex



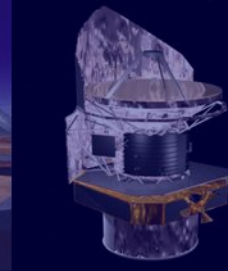
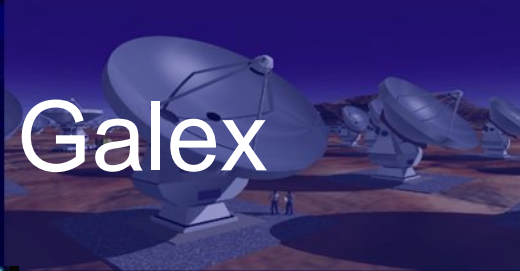
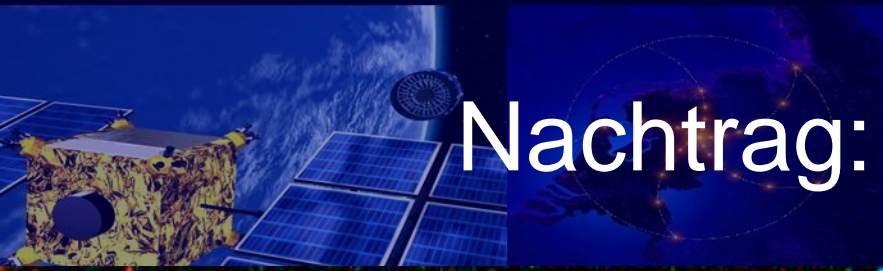
- Dieses Bild hebt die versteckten Spiralarme (blau) hervor, die in der nahegelegenen Galaxie NGC 4265 mit den ultravioletten Augen von NASA's GALEX entdeckt wurden

Nachtrag: Galex

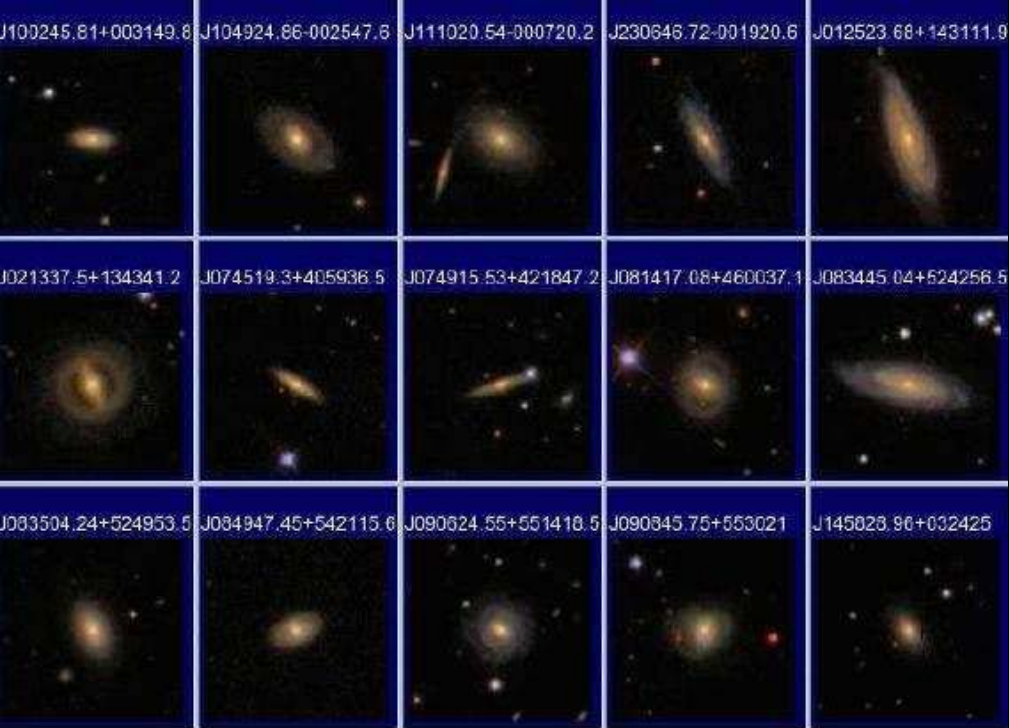


- UV/Optische Kombination (GALEX & SDSS), 3x größer im UV
- Galaxien können durch WW wachsen
- NGC 1512 (rot, optisch)
- blauer Ring (UV), junge massive Sterne
- starke WW mit NGC 1510
- 49300 Lichtjahre auseinander
- junge Sterne vermutlich in den letzten 100 Mio Jahren entstanden
- „ausgedehnte UV-Scheibe“: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

Nachtrag: Galex



- 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)

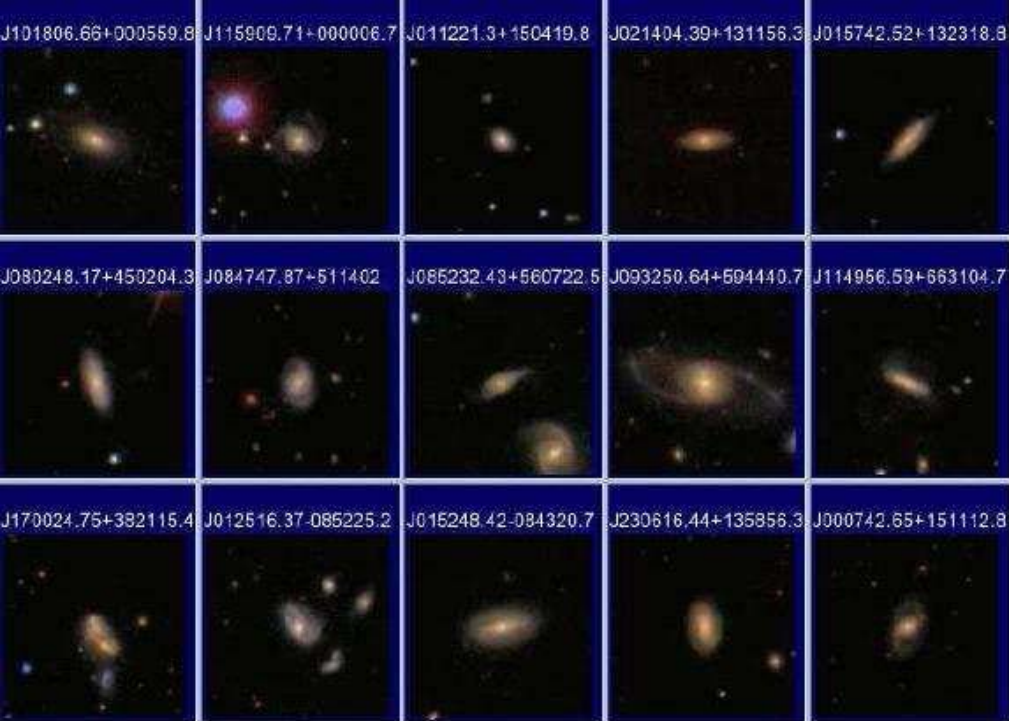


• SDSS

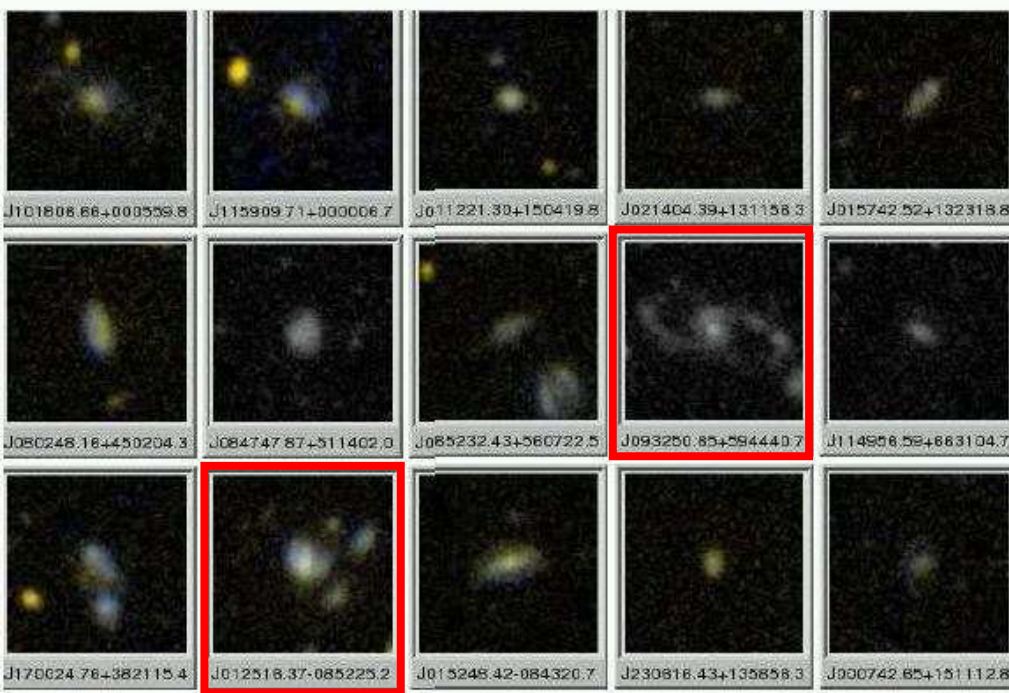


• GALEX

- UV-starke Galaxien
- 100 Bogensekunden
Seitenlänge

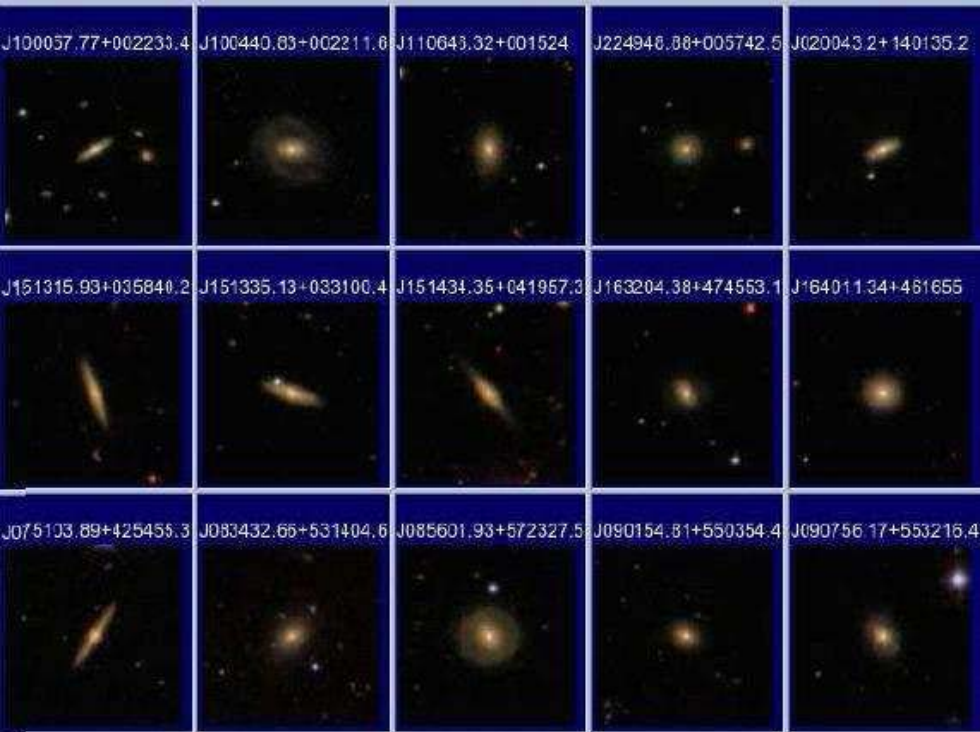


SDSS



GALEX

UV-starke Galaxien



- SDSS



- GALEX

- UV-schwache Galaxien

Durchmusterungen



- Die wichtigsten Durchmusterungen
- Die wichtigsten detektierten Objekte, Populationen, Rotverschiebungen, Ergebnisse
- Status zur Zeit: welche Durchmusterungen werden zur Zeit durchgeführt – Strategien (deep, not wide)

• und in Zukunft?

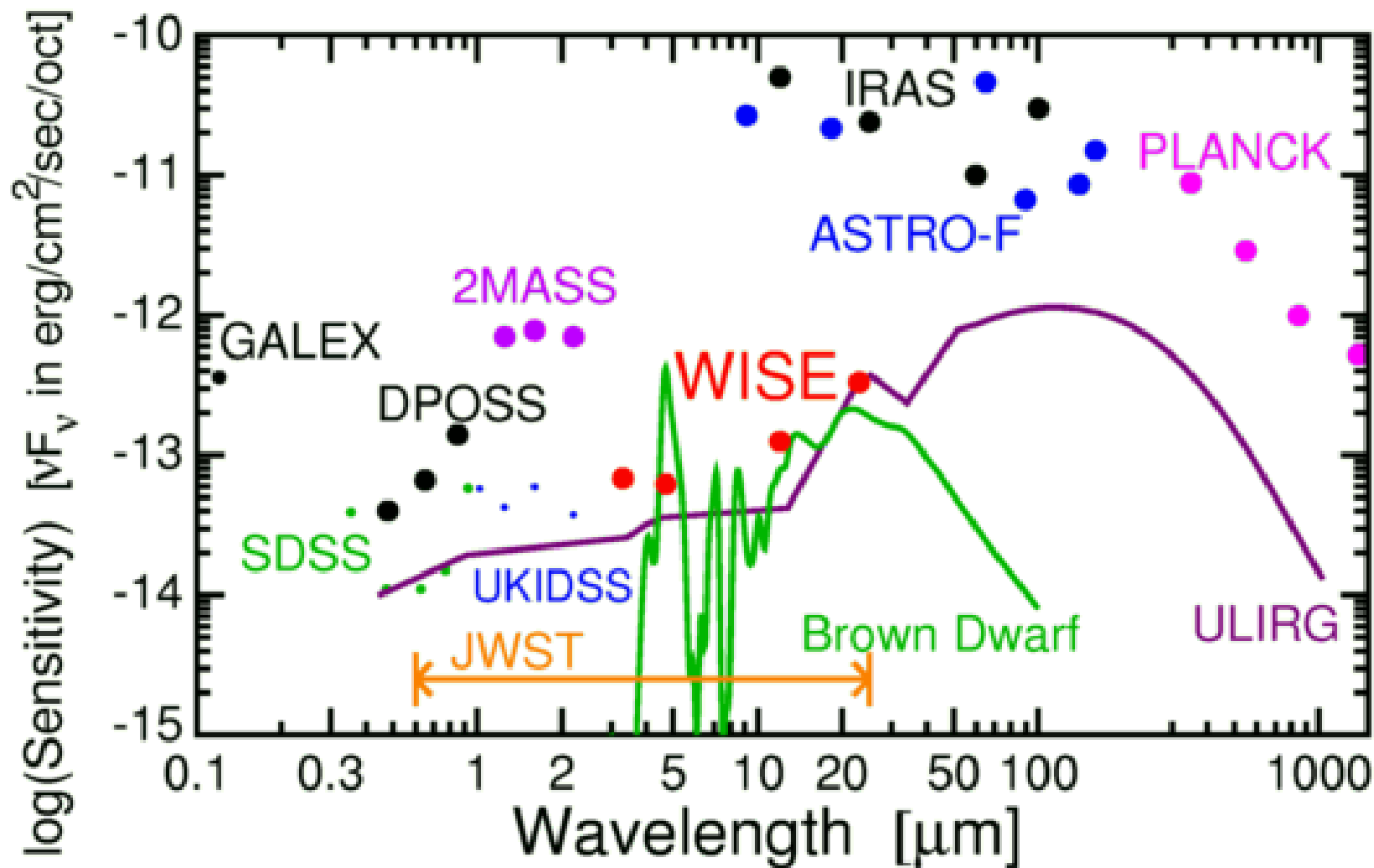
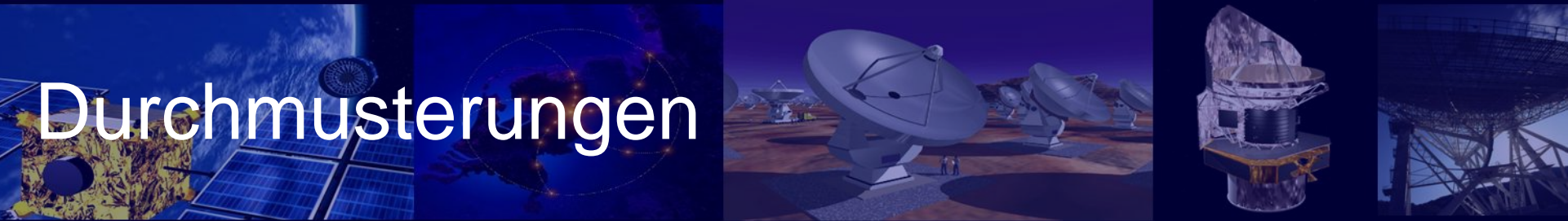
in der letzten Vorlesung

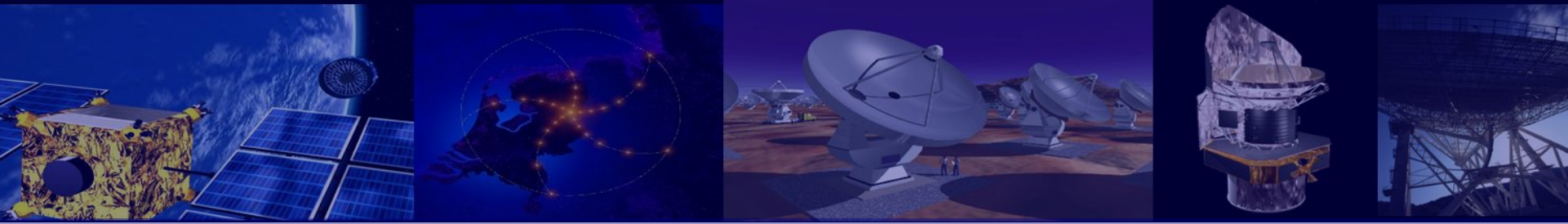
• Virtuelle Observatorien: welche gibt es? Optionen, Zugang

• Internetmöglichkeiten: Archive, Informationen

in der übernächsten Vorlesung

Durchmusterungen





Durchmusterungen

RADIO



Radio (Geschichte)

- **Radio Durchmusterungen: nur 5-10% der AGN sind radio-laut**
 - 3C/3CR: $>9\text{Jy}@178\text{MHz}$, ~ 300 sources, all w/IDs, $\sim 25\%$ AGN
 - 4C-8C (esp. 4C & 7C): decreasing flux limits & areas
 - PKS (Parkes): $>0.5\text{Jy}@2.7\text{GHz}$, 15000 deg^2 , 5000 sources
 - 1 Jy: 5GHz, nearly complete IDs, good source of BL Lacs, 518 sources
 - FIRST: $>1\text{mJy}@1.4\text{GHz}$, $5000\text{-}1000\text{ deg}^2$, 5" FWHM, radio-loud and radio-quiet to $z\sim 3$ (ditto for NVSS)
 - NVSS: $>1\text{mJy}@1.4\text{GHz}$, $\sim 30000\text{ deg}^2$, 45" FWHM
 - WENSS: north of $+30\text{ deg decl.}$ at 326 MHz, 230,000 sources $> 18\text{ mJy}$, total I & linear polarization
 - MRC (Molonglo): $>0.95\text{Jy}@408\text{MHz}$, complete followup, SUMSS
 - USS (ultra-steep-spectrum): good for $z>2$ radio galaxies

Radio surveys

Survey	Frequency MHz	Flux Jy	# of sources	ID %	QSR %	$z > 1$ %	Additional constraints		
6C/2Jy ^a	151	$2.2 < S < 4.4$	67	30	24	-	$34 < \delta < 40$	$08 < \alpha < 13$	
3CR ^b	178	9	298	60	20	15	$-05 < \delta$		
3CRR ^c	178	10	173	60	20	15	$b > 10$	$10 < \delta$	
4C/USS ^d	178	2	46	20	-	30	$20 < \delta < 40$	$a < -1$	
ESO/UTRAO ^e	365	0.25	372	15	-	-	$0 < \delta < 20$	$a < -1$	
B2/1Jy ^f	408	$2 > S > 1$	59	39	24	20	$b > 30$	$34 < \delta < 40$	$0 < \alpha < 13$
MCR/1Jy ^g	408	0.9	540	30	25	15	$b > 15$	$-30 < \delta < -20$	
B3/VLA ^h	408	0.1	1103	30	-	-	$37 < \delta < 47$		
LBDS ⁱ	1412	0.001	306	53	20	-	selected areas		
PSR ^j	2700	0.1	1178	67	29	-	selected areas		
MG ^k	5000	0.106	5974	45	24	-	$b > 10$	$0 < \delta < 19.5$	
PR ^l	5000	1.3	65	-	52	26	$b > 10$	$35 < \delta$	

^a Baldwin et al 1985, Eales 1985a,b; ^b Bennet 1962, Spinrad et al 1985a; ^c Laing et al 1983; ^d Tielens et al 1979, Chambers & Miley 1990; ^e Douglas et al 1980, Röttgering 1993; ^f Allington-Smith 1982; ^g Large et al 1981, McCarthy et al 1990a; ^h Ficarra et al 1985, Vigotti et al 1989; ⁱ Windhorst et al 1984a,b; ^j Downes et al 1986, Dunlop et al 1989a; ^k Bennett et al 1986, Lawrence et al 1986.

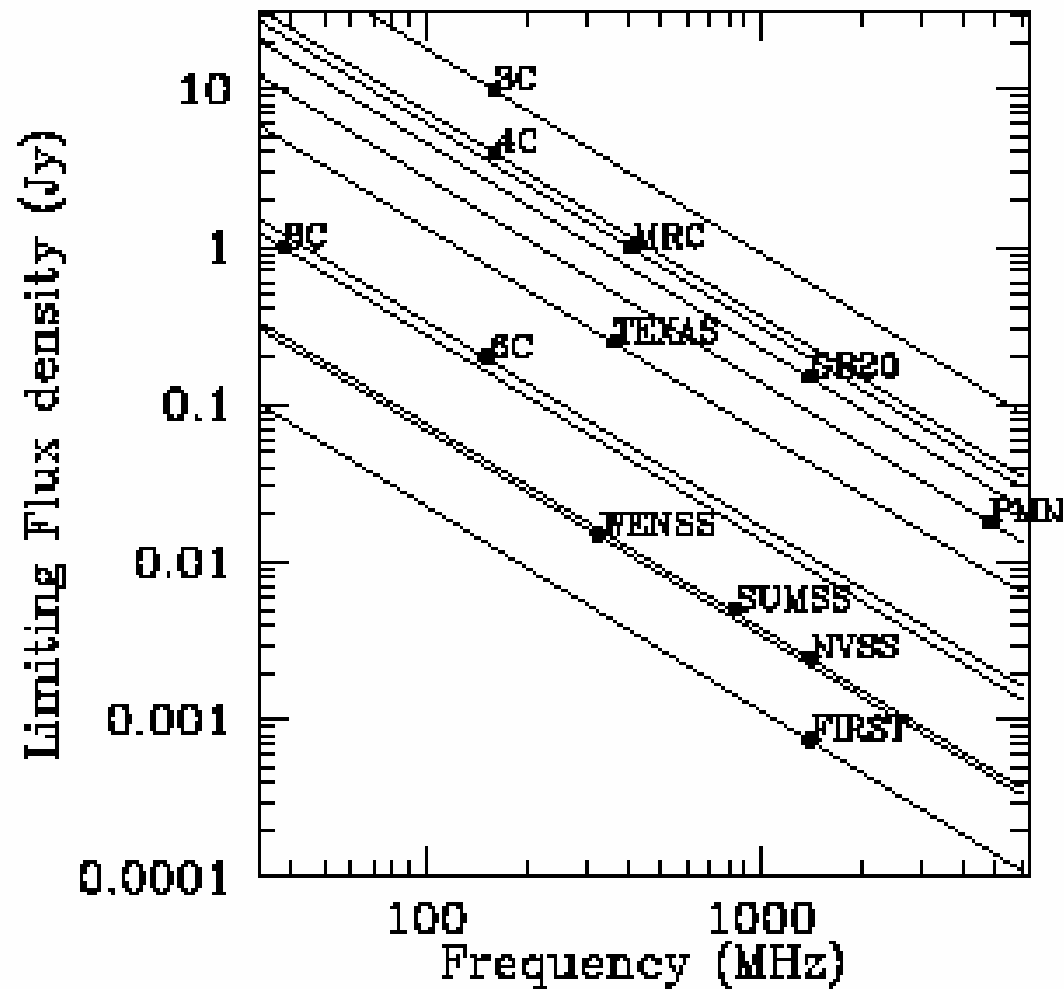
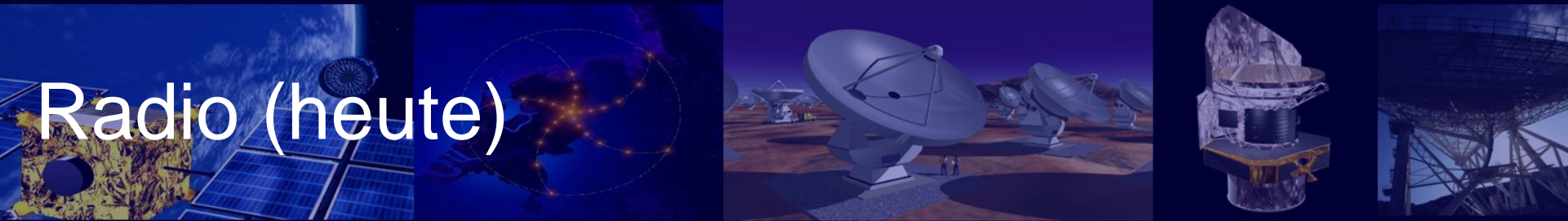


Figure 1. Limiting flux density of all major radio surveys. Lines are of constant spectral indices of -1.3 . Note that WENSS and SUMSS are ideally matched to NVSS to construct samples of USS sources.



Radio (heute)

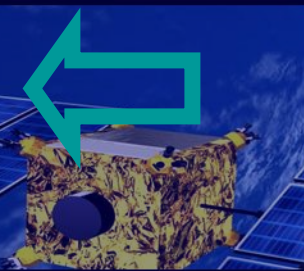
- **Radio Durchmusterungen: nur 5-10% der AGN sind radio-laut**
 - FIRST: $>1\text{mJy}@1.4\text{GHz}$, $5000\text{-}1000\text{ deg}^2$, $5''$ FWHM, radio-loud and radio-quiet to $z\sim 3$ (ditto for NVSS)
 - NVSS: $>1\text{mJy}@1.4\text{GHz}$, $\sim 30000\text{ deg}^2$, $45''$ FWHM
 - VLSS: $80''$, $>30\text{ Grad}$
 - MRC (Molonglo): $>0.95\text{Jy}@408\text{MHz}$, complete followup, SUMSS
 - USS (ultra-steep-spectrum): good for $z>2$ radio galaxies



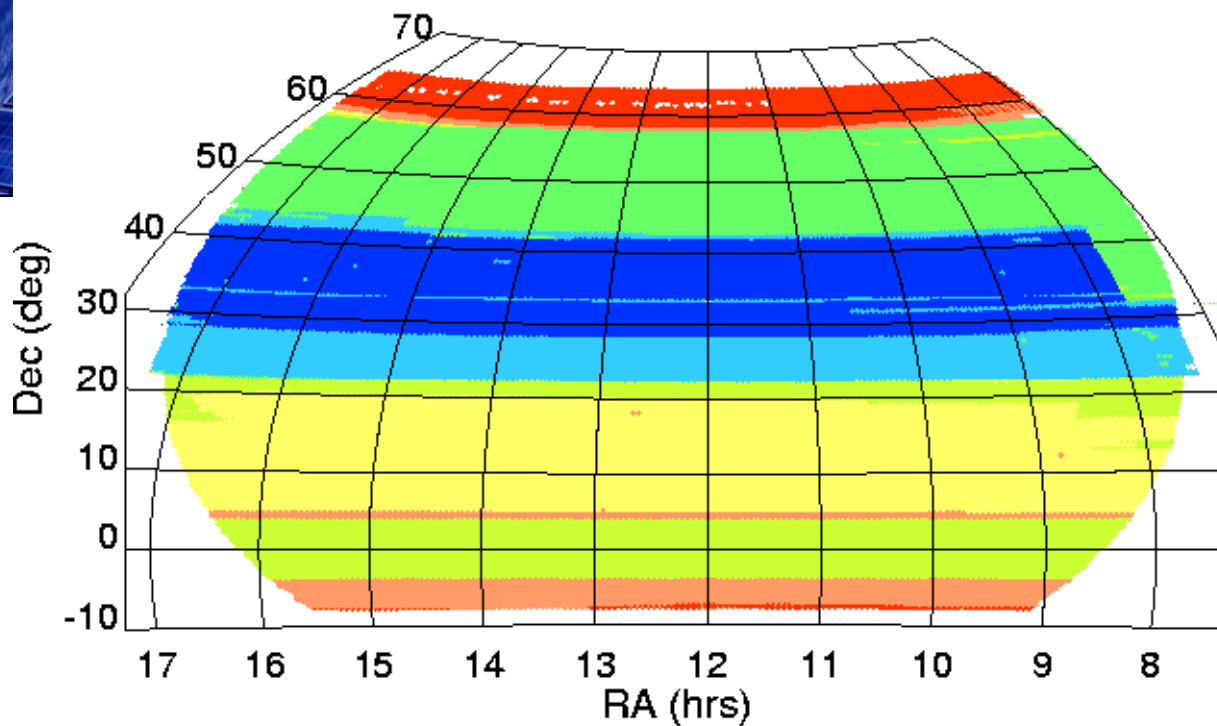
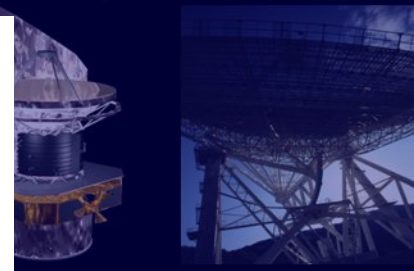
The VLA FIRST Survey

FAINT IMAGES OF THE RADIO SKY AT TWENTY-CENTIMETERS

FIRST -- Faint Images of the Radio Sky at Twenty-cm -- is a project designed to produce the radio equivalent of the Palomar Observatory Sky Survey over 10,000 square degrees of the North and South Galactic Caps. Using the NRAO Very Large Array (VLA) and an automated mapping pipeline, we produce images with 1.8" pixels, a typical rms of 0.15 mJy, and a resolution of 5". At the 1 mJy source detection threshold, there are ~90 sources per square degree, ~35% of which have resolved structure on scales from 2-30".

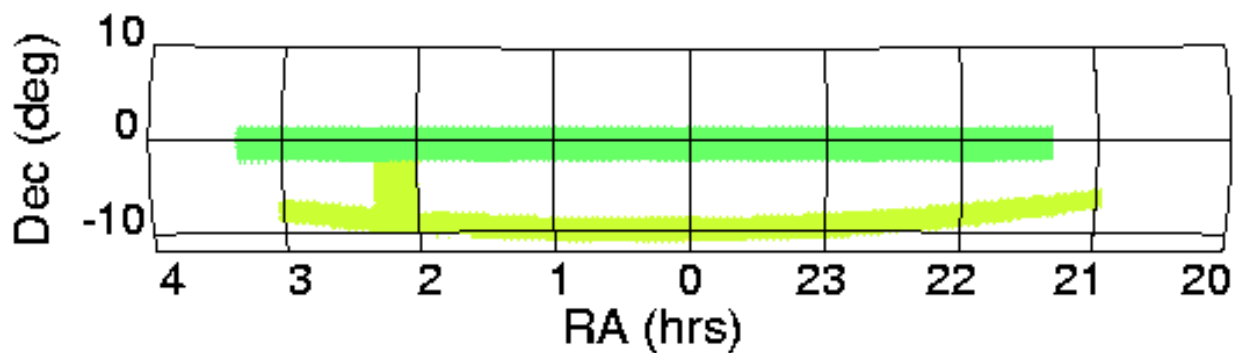


FIRST Survey Northern Sky Coverage, 2003 April 11



2002 2001 1999 1998 1997 1995 1994

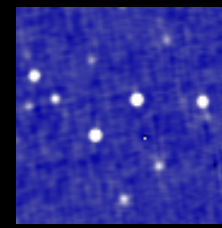
FIRST Survey Southern Sky Coverage, 2003 April 11



1999 1998 1997



The NRAO VLA Sky Survey



- **The NRAO VLA Sky Survey** (NVSS) is a 1.4 GHz continuum survey covering the entire sky north of -40 deg declination. A detailed description appears in the 1998 May issue of The Astronomical Journal (Condon, J. J., Cotton, W. D., Greisen, E. W., Yin, Q. F., Perley, R. A., Taylor, G. B., & Broderick, J. J. 1998, AJ, 115, 1693). The principal NVSS data products are:
 - A set of 2326 continuum image "cubes," each covering 4 deg X 4 deg with three planes containing the Stokes I, Q, and U images. These images were made with a relatively large restoring beam (45 arcsec FWHM) to yield the high surface-brightness sensitivity needed for completeness and photometric accuracy. Their rms brightness fluctuations are about 0.45 mJy/beam = 0.14 K (Stokes I) and 0.29 mJy/beam = 0.09 K (Stokes Q and U). The rms uncertainties in right ascension and declination vary from < 1 arcsec for relatively strong ($S > 15$ mJy) point sources to 7 arcsec for the faintest ($S = 2.3$ mJy) detectable sources. The completeness limit is about 2.5 mJy.
 - A catalog of discrete sources on these images (over 1.8 million sources in the entire survey).
 - Processed (u, v) data sets. Every large image was constructed from more than 100 smaller "snapshot" images. All of the edited and calibrated single-source (u, v) data sets used to make the snapshot images contributing to each large image have been combined into a single multisource (u, v) file for users who want to investigate the data underlying the images

=> **postage stamp server.**



SUMSS:

SUMSS is a deep radio survey of the entire sky south of declination -30 degrees, made using the [MOST](#)



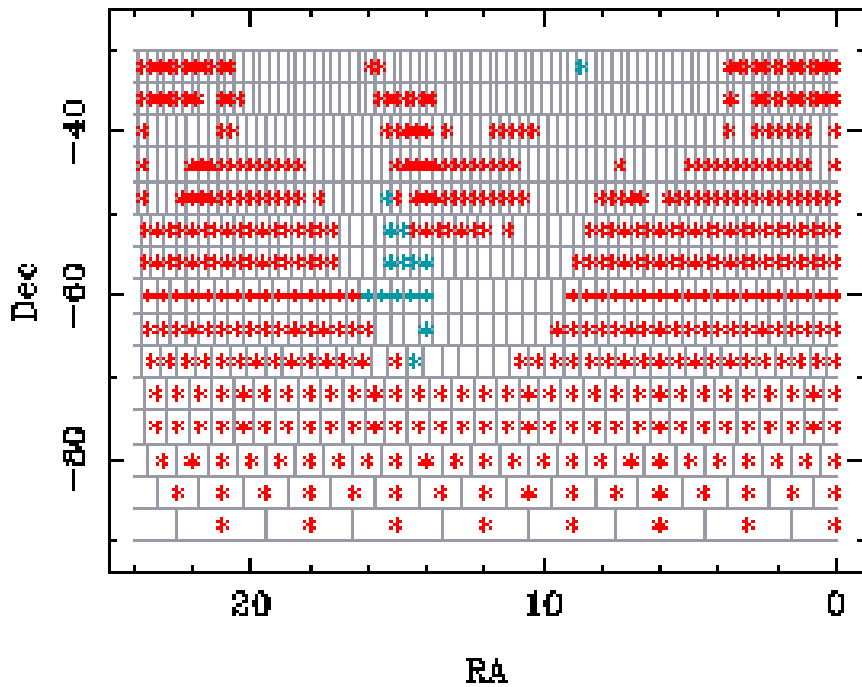
Molonglo Observatory Synthesis Telescope

602 Extragalactic mosaics and 69 Galactic mosaics have now been released, covering an area of about 7900 square degrees, Completion: 95%, expected: 300 000 radio sources

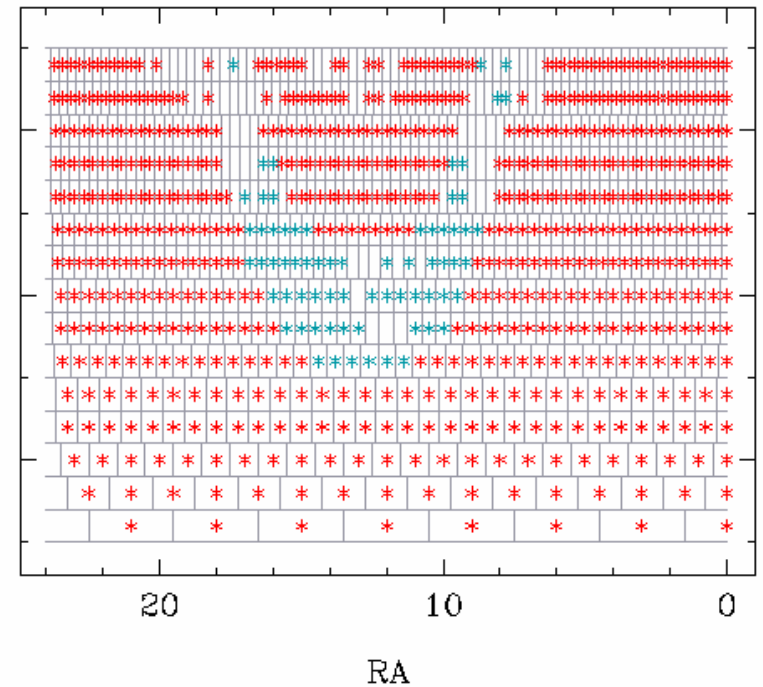


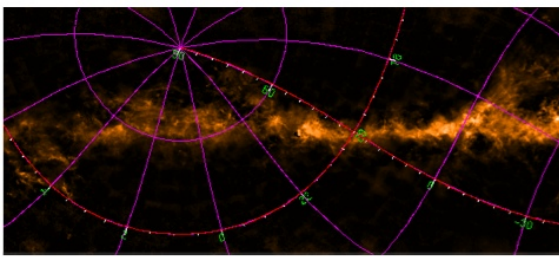
SUMSS: Status

Available SUMSS Mosaics at 2004-Jul-14

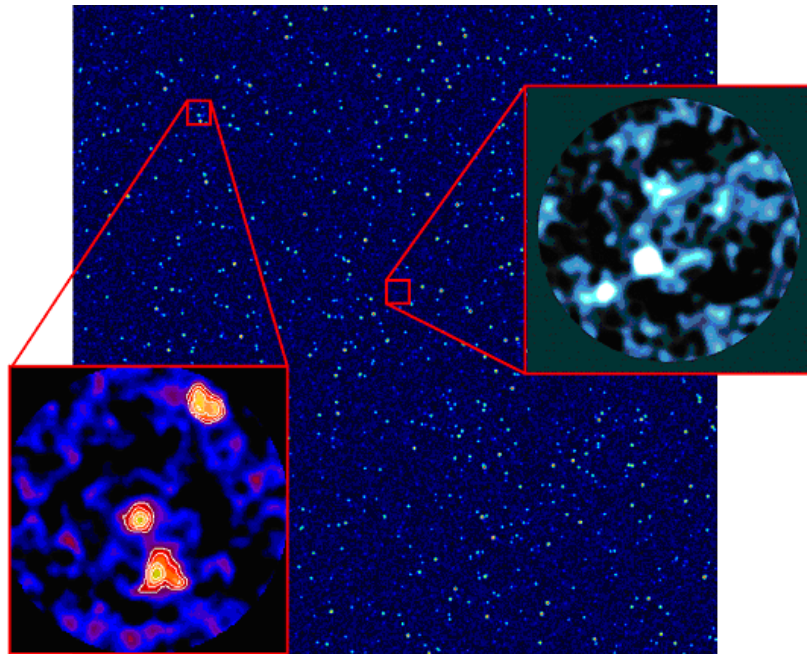


Available SUMSS Mosaics at 2006-Jun-05

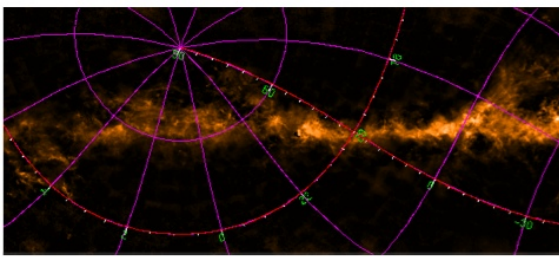




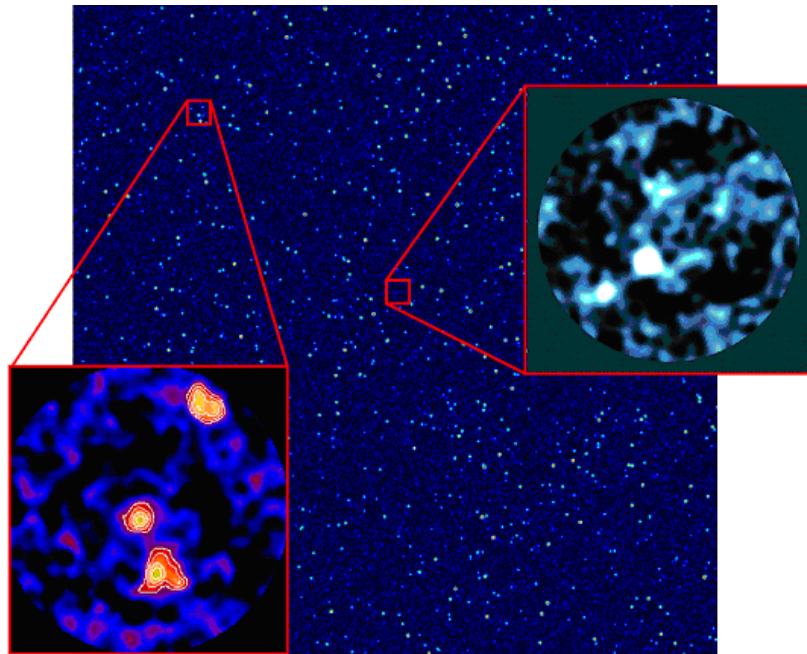
JCMT Legacy Survey



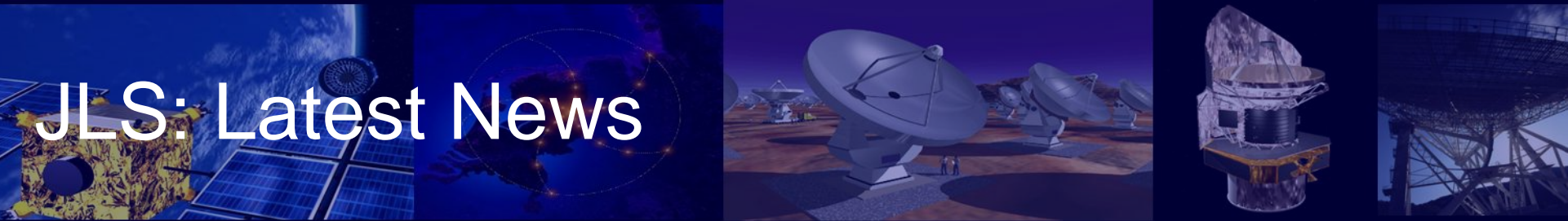
- JCMT Legacy Survey (JLS) ehrgeiziges Projekt von 100 Wissenschaftlern der 3 JCMT Partnerländer: Kanada, Uk, Niederlande
- Ziel: erster große extragalaktische Quellensammlung zwischen 450- und 850 μm
- submm-Galaxien, Galaxienentstehung
- Ziele für ALMA, Herschel, LOFAR, JWST, SKA



JCMT Legacy Survey



- zwei Teile:
 - 0.7 mJ rms 850 μm Durchmusterung von 35 Quadratgrad z.Bsp. im SWIRE Spitzer Survey Region um die Haufenbildung der submm-Galaxien zu studieren und die Vorläufer reicher Haufen
 - tieferer Survey bei 450 μm bis zu 0.5 mJy rms von 1.5 Quadratgrad im GOODS-Feld, UKIDSS UDS und COSMOS Regionen
- Hintergrundlicht bestimmen, Größen der submm-Regionen bestimmen
-> einige Zehntausend Quellen



JLS: Latest News

Latest News & Announcements

- The JLS is finally on the JCMT [schedule](#) for July - **19-Mar-2007**
- A [cookbook](#) for reducing HARP/ACISIS data is available - **7-Mar-2007**
- Membership for the [JDUG](#) now confirmed - **7-Mar-2007**
- A [new tool](#) is available to allow PI observers to check whether their observations will coincide with those proposed with the JLS - **15-Feb-2007**
- The [Science Verification Phase](#) for 07A begins to take shape - **15-Feb-2007**

VLSS: The VLA Low-frequency Sky Survey

früher: 4MASS



- 74 MHz Kontinuum Durchmusterung des gesamten Himmels oberhalb von 30 Grad Deklination mit dem **VLA**
- **Auflösung: 80 Millibogensekunden**
- Ziel: 358 Bilder der Größe 14 x 14 Grad
- Quellenkatalog
- öffentlich
- 95% fertig

VLSS: The VLA Low-frequency Sky Survey

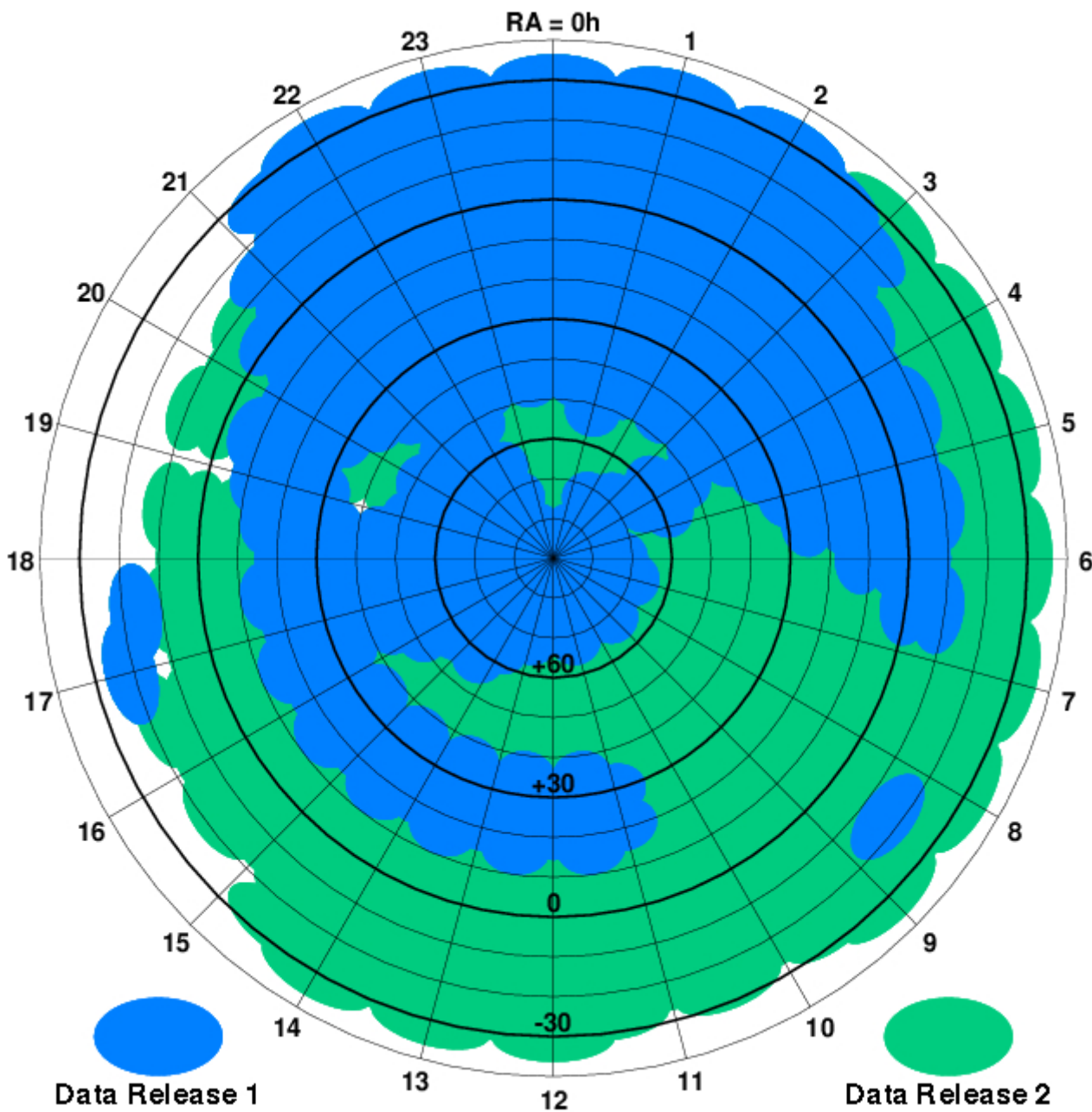
früher: 4MASS



- **VLSS: The VLA Low-frequency Sky Survey**
- (Formerly known as 4MASS)
- *New Data Release (May, 2006) Now Available*

- **General Description**
- The VLA Low-Frequency Sky Survey (VLSS) is a 74 MHz continuum survey covering the entire sky north of -30° declination. Using the VLA in BnA and B-configurations, we will map the entire survey region at a resolution of $80''$ and with an average rms noise of 0.1 Jy/beam. For a detailed description of the survey and its scientific motivations, please see the original [proposal](#) to the NRAO skeptical review committee.
- Upon completion, the principal VLSS data products will be:
- A set of 358 continuum images (Stokes I) of size $14^\circ \times 14^\circ$ which are distributed on a grid designed such that adjacent images overlap by at least 2° .
- A catalog of discrete sources in these images created by fitting elliptical Gaussians to all sources detected at the 5-sigma level or higher.
- The VLSS is being made as a service to the astronomical community, and the principal data products are being released to the public as soon as they are produced and verified.

- **Current Survey Status**
- The second major VLSS data release, representing roughly 95% of the planned survey area, is now available. In addition to the increase in sky coverage, the new data release also contains more accurate data from the previously covered regions. For more detailed information about this data including a map of the current sky coverage please see our [survey status](#) page.



- blau: 1. öffentlicher Datensatz (Juni 2004)
- grün + blau: 2. Datensatz, Mai 2006
- Positionsgenauigkeit und Rauschniveau verbessert

AGK / Radio / CJF: Kinematik der Jets

CJF: Caltech-Jodrell Bank Flat-spectrum

Komplette, Flußdichte-limitierte VLBA Durchmusterung von **293** AGN
(*Britzen et al., 2007a, 2007b, 2007c*)

Zu 97% optisch identifiziert
94% Rotverschiebungen
51% ROSAT detektiert
5% EGRET detektiert
2 TeV-Quellen

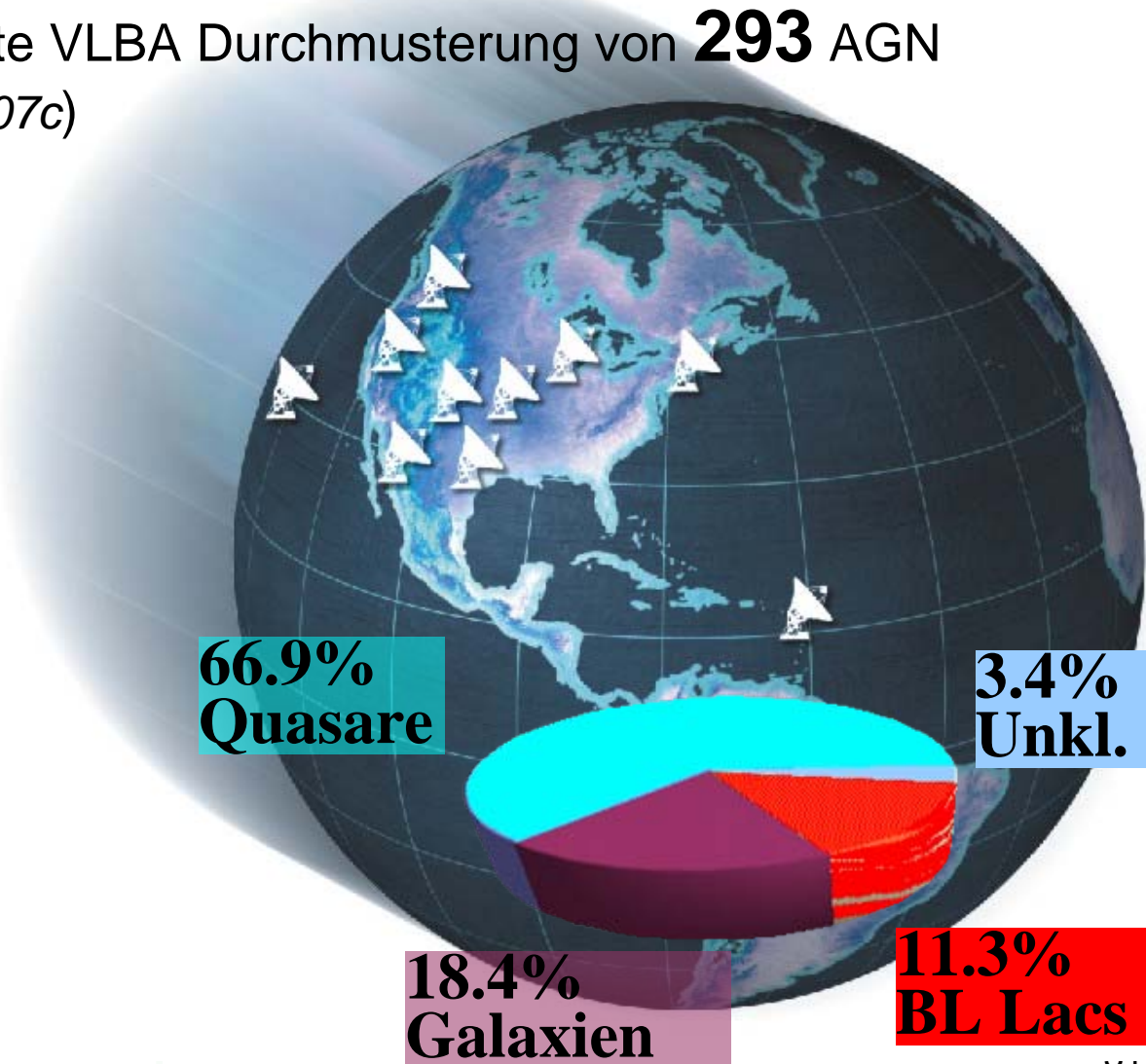
Auswahlkriterien:

$$S_{4850} \geq 350 \text{ mJy}$$

$$\delta \geq 35^\circ$$

$$|b| \geq 10^\circ$$

$$\alpha_{1400}^{4850} \geq -0.5$$





AGK / Radio / Jets / Scheinbare Überlichtgeschwindigkeiten

Beschleunigung

Quasare: 32% (16%)

BL Lac Objekte: 26% (16%)

Seyfert I, II: const.

LINER: const.

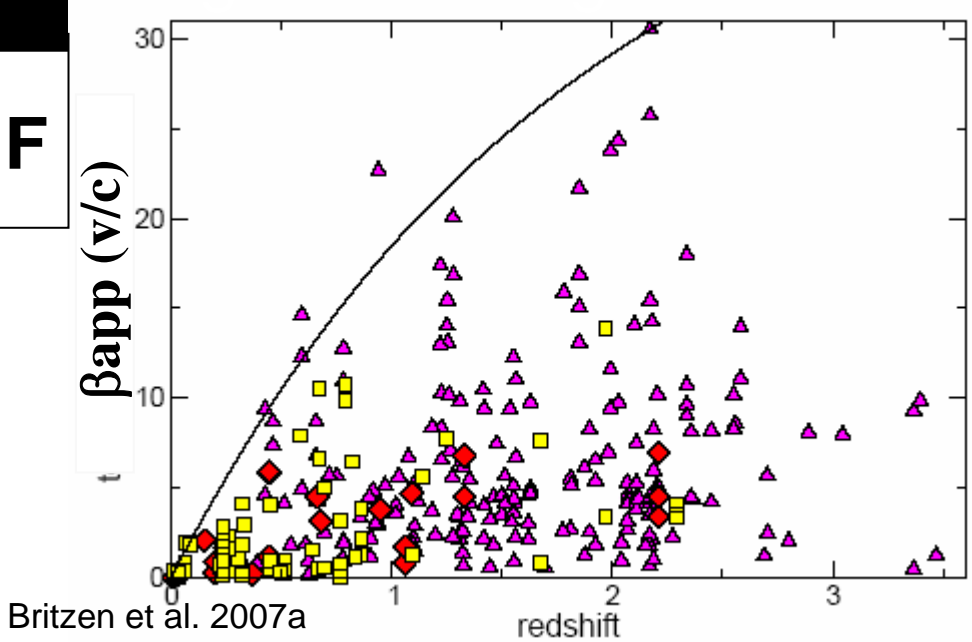
Krümmungen

Quasare: $\sim 10^\circ$

BL Lac Objekte: $\sim 16^\circ$

- CJF-survey weist geringere scheinbare Geschwindigkeiten auf als 2cm-survey

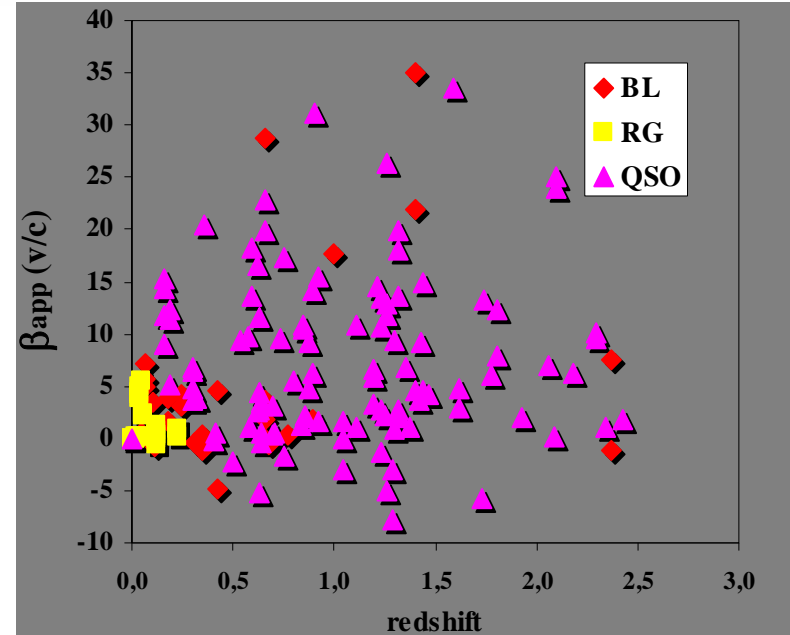
CJF



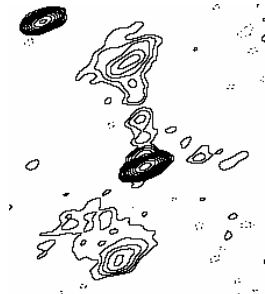
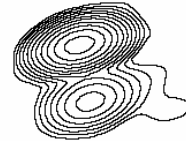
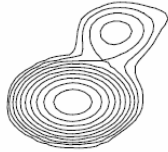
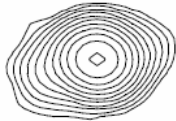
2cm survey

$H_0=65, \Omega_m=0.3$

Kellermann et al. 2004

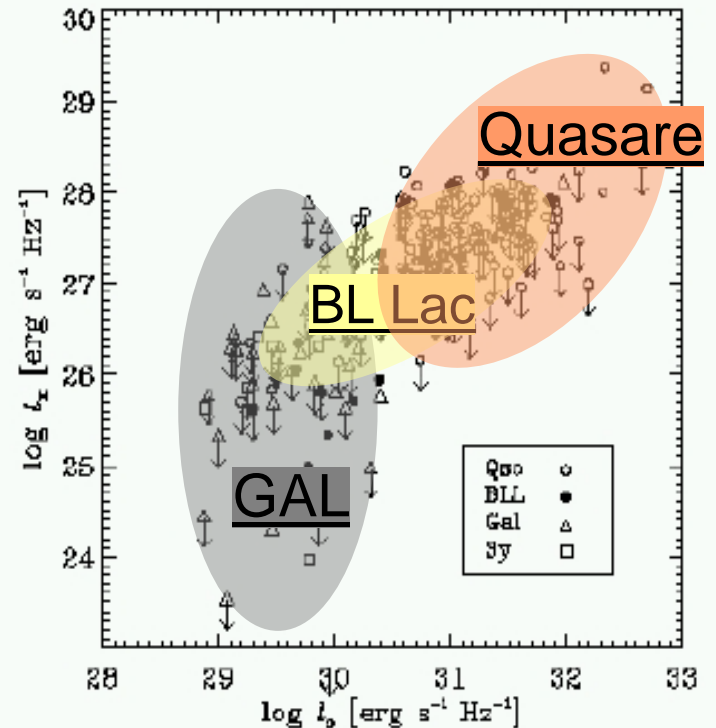
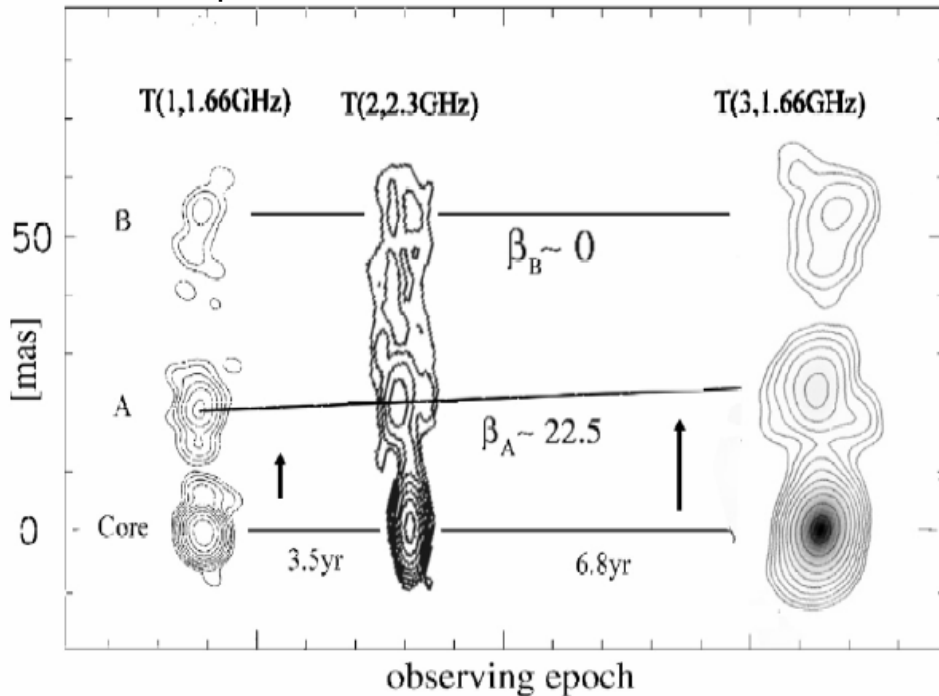


AGK / Radio / kpc-Jets / Röntgenstrahlung



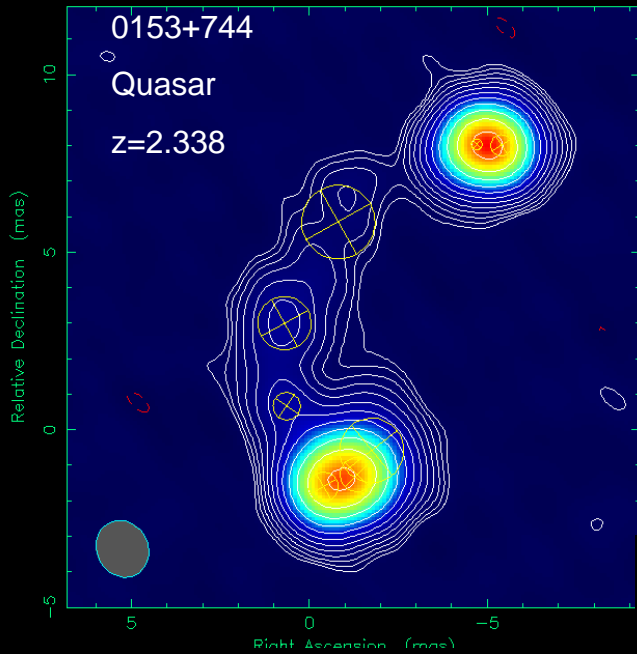
- Mit zunehmend komplexer ausgedehnter Radiostruktur steigt die Wahrscheinlichkeit, daß die Quelle im Röntgenbereich detektiert wird
- Beschleunigung entlang des Jets: Evidenz in J1101+7225

Pott, Eckart, Krips, Krichbaum, Britzen, et al. 05



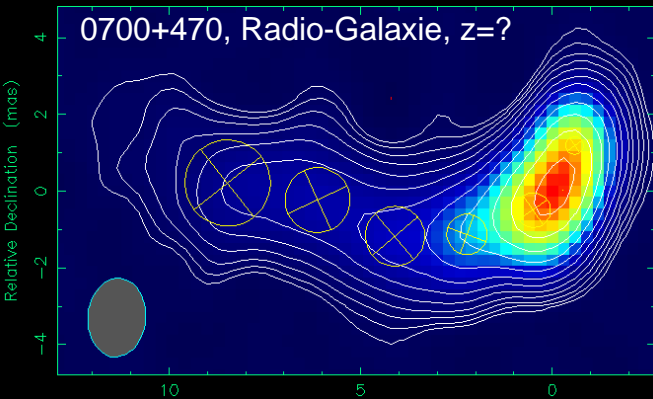
AGK / Radio / Jets auf pc-Skalen

Clean LL map. Array: BFHKLMNOPS
0153+744 at 4.991 GHz 1996 Aug 24

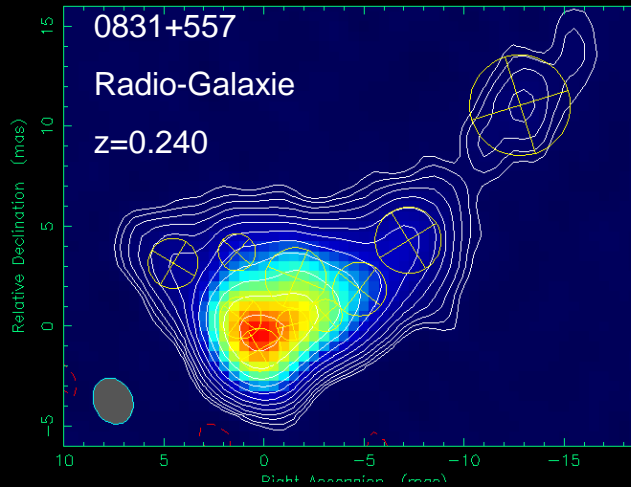


Britzen et al., A&A; accepted

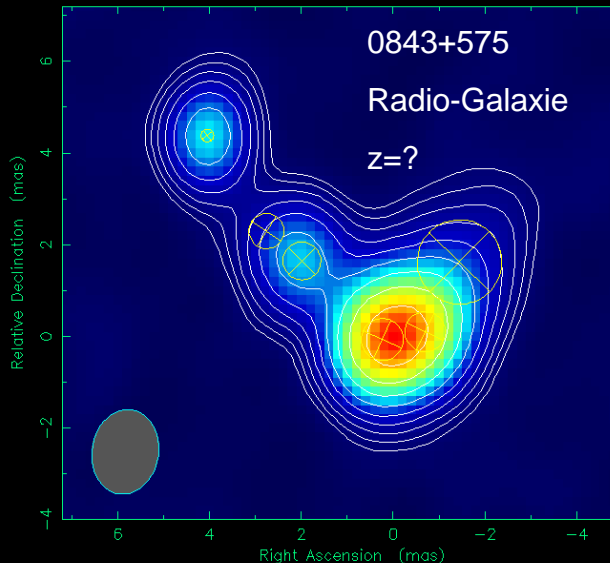
Clean LL map. Array: BFHKLMNOPS
0700+470 at 4.991 GHz 1995 Sep 04



Clean LL map. Array: BFHKLMNOPS
0831+557 at 4.991 GHz 1996 Aug 25

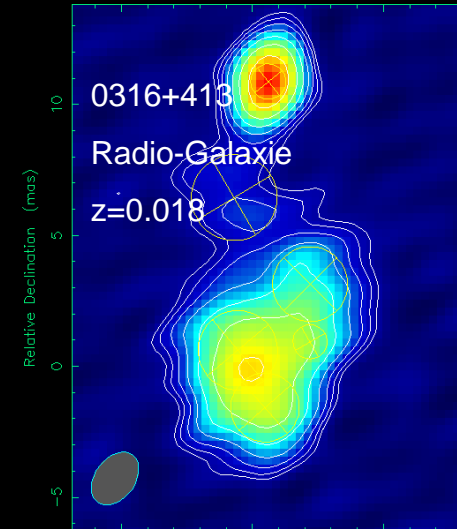


Clean LL map. Array: BFHKLMNOPS
0843+575 at 4.991 GHz 1995 Aug 25

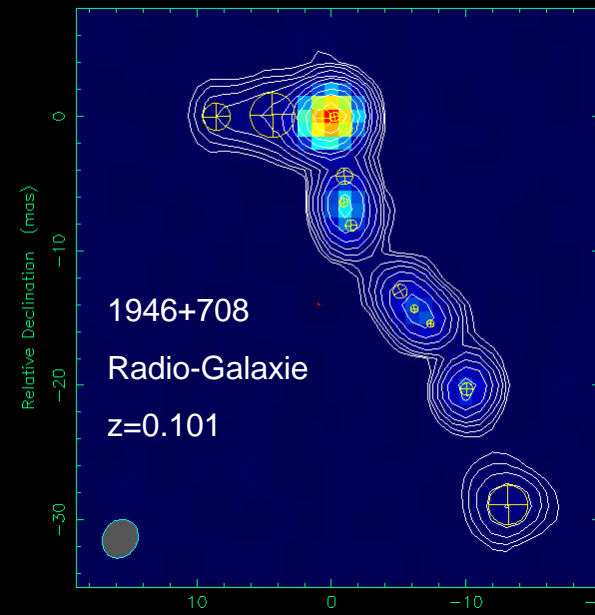


Map center: RA: 08 47 28.062, Dec: +57 23 38.336 (2000.0)
Map peak: 0.12 Jy/beam

Clean I map. Array: BFHKLMNOP
0316+413 at 4.995 GHz 1999 Nov 22

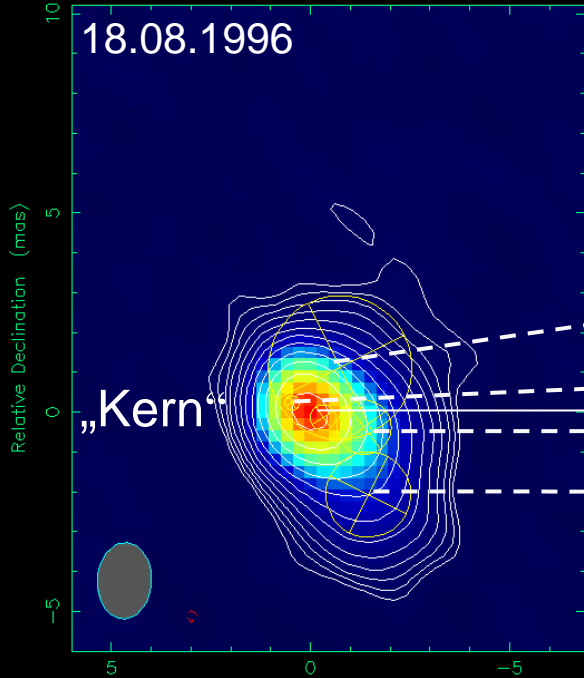


Clean I map. Array: BFHKLMNOPS
1946+708 at 4.995 GHz 1998 Feb 08



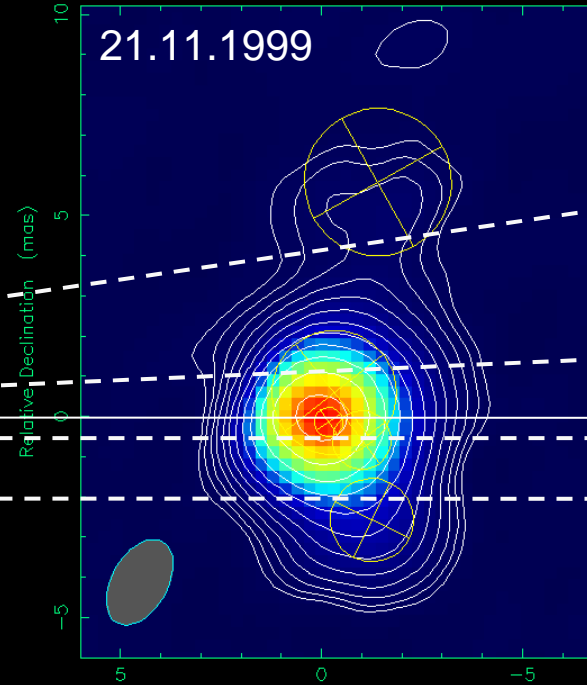
AGK / Radio / Jets / Scheinbare Überlichtgeschwindigkeiten

Clean LL map. Array: BFHKLMOPS
1624+416 at 4.991 GHz 1996 Aug 18

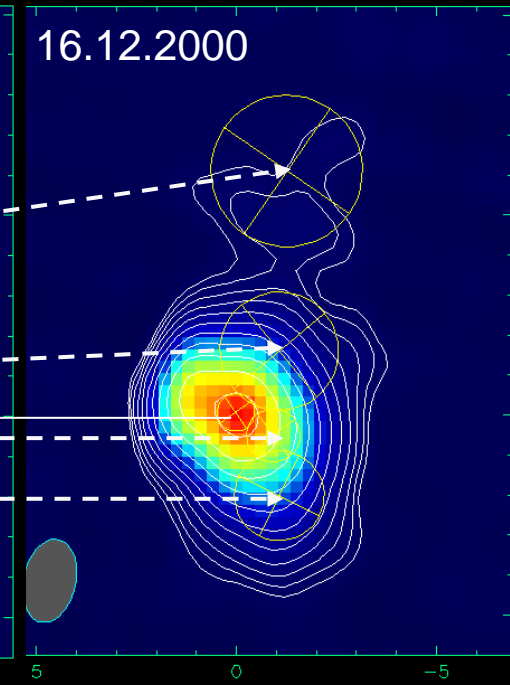


Britzen et al. in prep

Clean I map. Array: BFHKLMOP
1624+416 at 4.995 GHz 1999 Nov 21

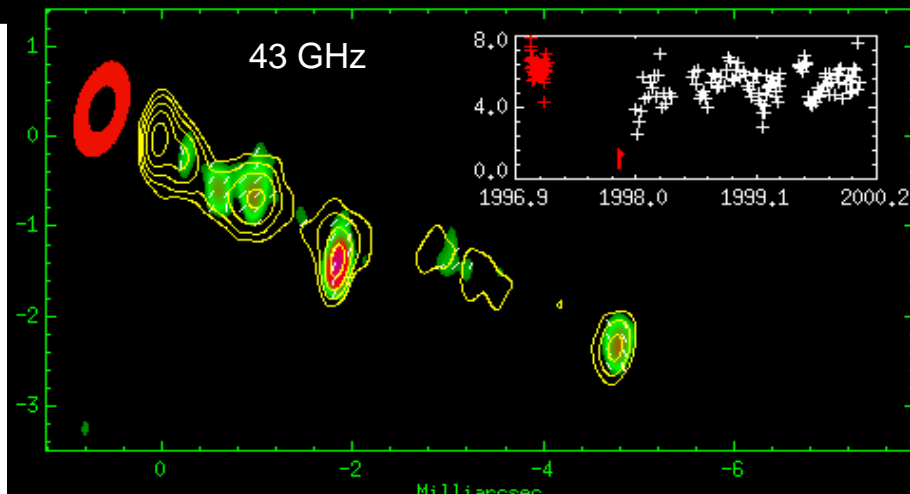


an I map. Array: BFHKLMNOPS
1624+416 at 4.995 GHz 2000 Dec 16



- VLBA, 5 GHz, 1624+416, Quasar, $z=2.55$, Mittlere scheinbare Geschwindigkeit: $10 c$
- Typische Geschwindigkeiten (CJF, Britzen et al., 2007b)
 - Radio Galaxien: $1.1 c$
 - Quasare: $4.4 c$
 - BL Lac Objekte: $1.7 c$

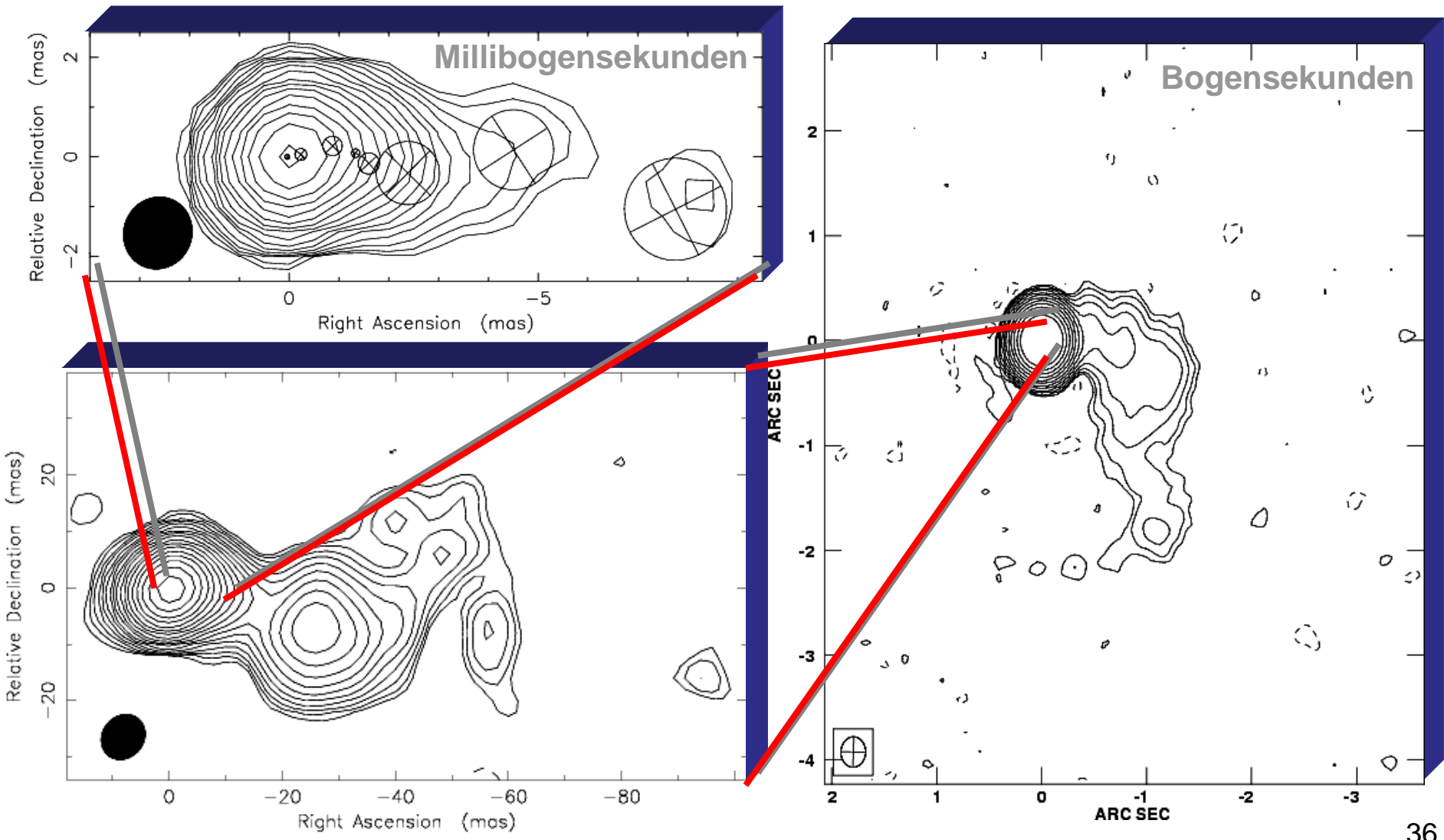
Gomez et al.



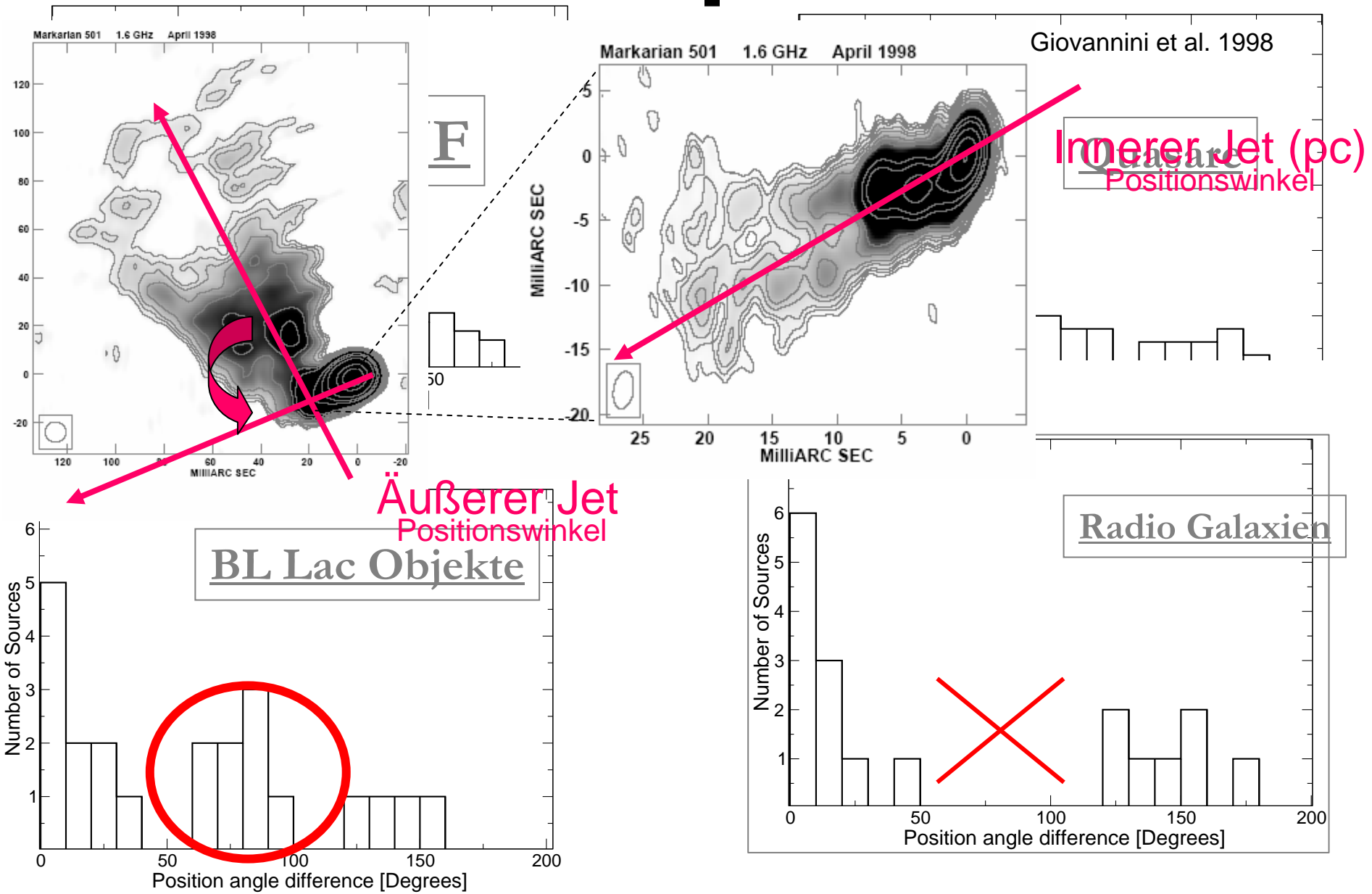


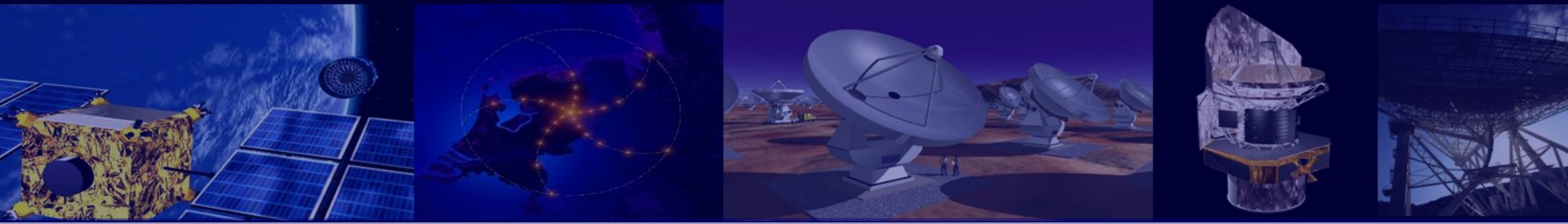
AGK / BL Lac Objekte / S5 1803+784

Britzen et al., 2005



AGK / "Falschrichtung" der Jets





Durchmusterungen

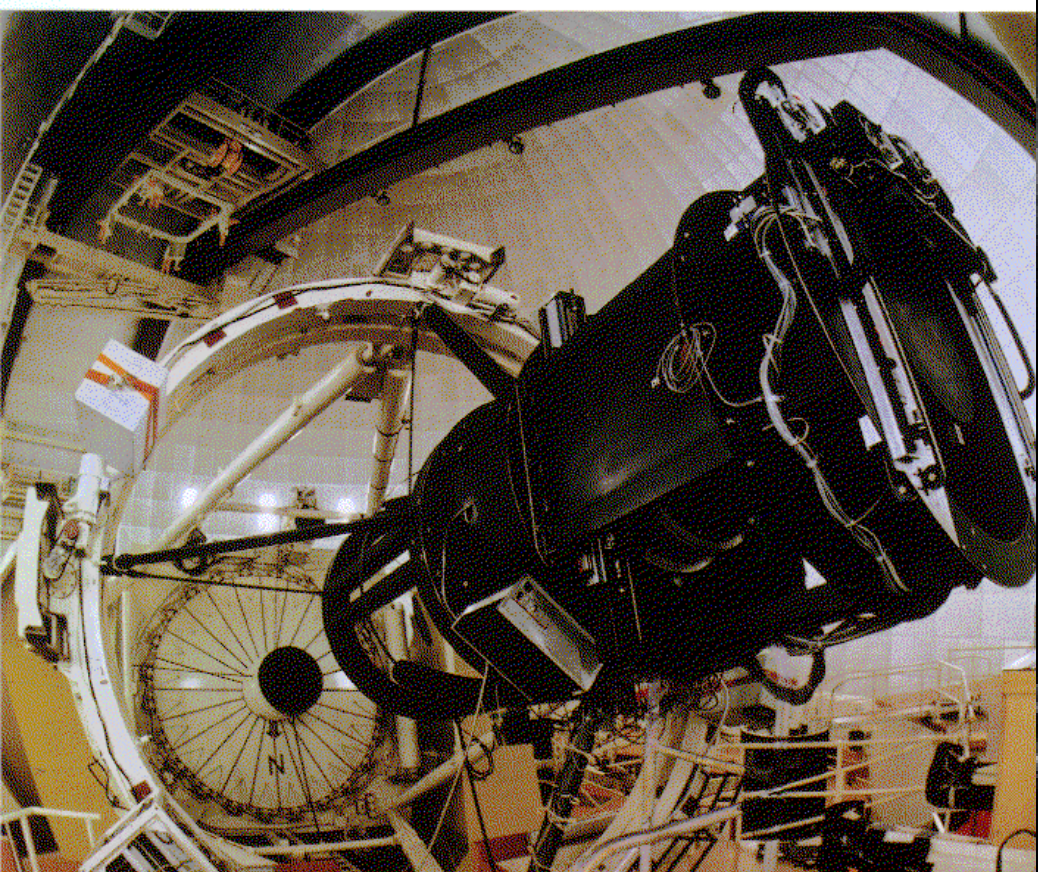
Optisch



ANGLO-AUSTRALIAN TELESCOPE



TWO-DEGREE FIELD FACILITY



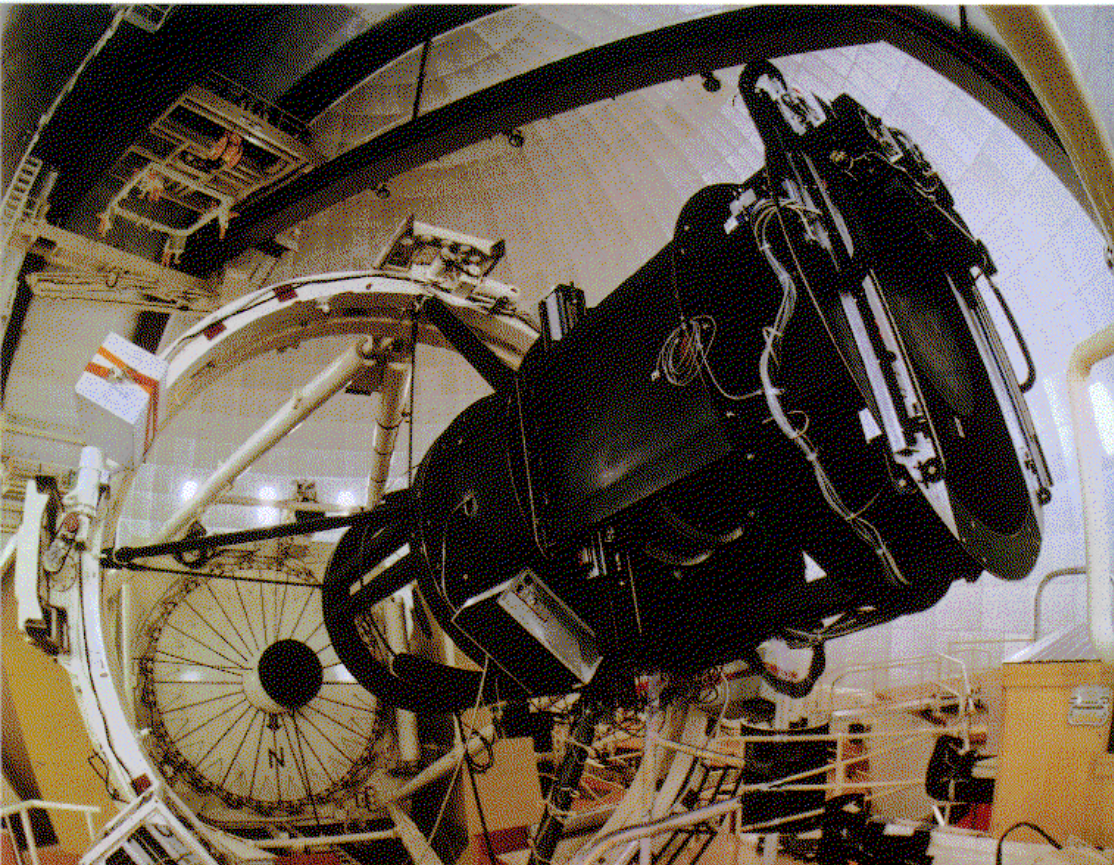


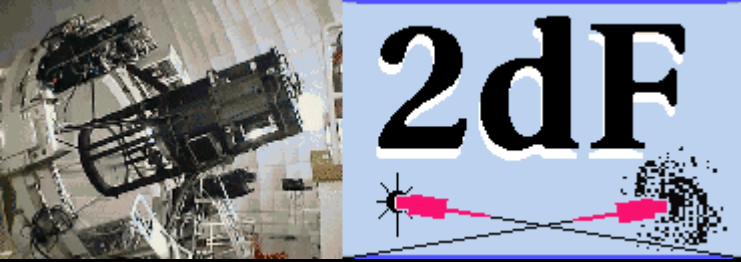
ANGLO-AUSTRALIAN TELESCOPE

TWO-DEGREE FIELD FACILITY



- Two Degree Field system: erlaubt Aufnahme von bis zu 400 simultanen Spektren innerhalb von 2 Grad am Himmel





2dF

- Spektroskopische Durchmusterung: Galaxienansammlung auf Skalen bis zu $300h^{-1}$ Mpc, erlaubt präzise Bestimmung der Massendichte ([Percival et al. 2001](#)).
- erlaubt Rückschlüsse auf Verteilung der Dunklen Materie ([Peacock et al. 2001](#) und [Hawkins et al. 2003](#)).
- Obere Grenze für Neutrino Masse ([Elgaroy et al. 2002](#)).
- In Kombination mit CMB: Hubble Konstante und Baryonendichte bestimmt, Hinweis auf non-zero kosmologische Konstante (Dunkle Energie), ([Efstathiou et al. 2002](#) und [Percival et al. 2002](#)).
- Galaxien Leuchtkraftfunktion im Optischen ([Norberg et al. 2002](#)) und Nahinfrarot ([Cole et al. 2001](#))
- etc.



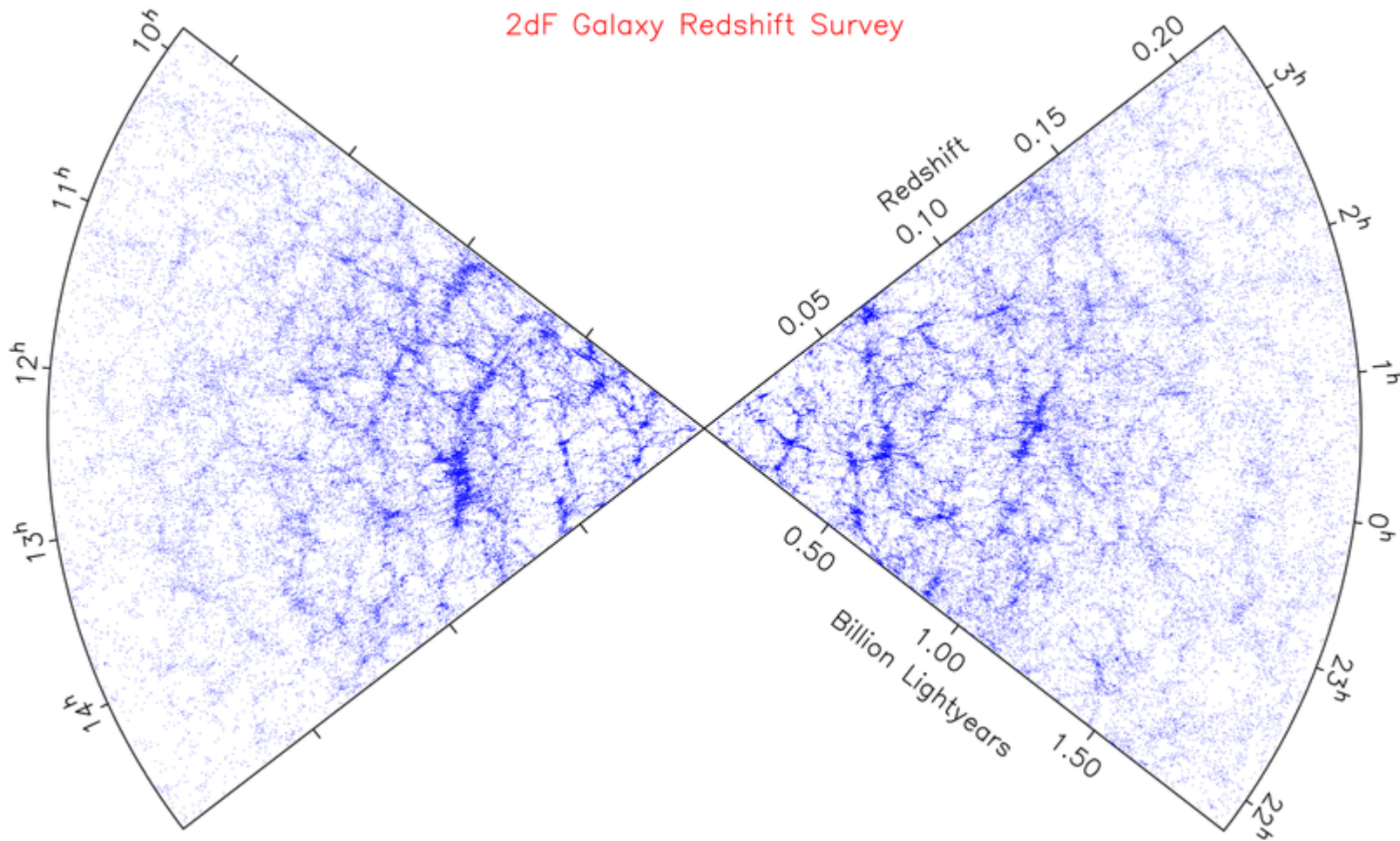
- mit Galaxien Neutrinos wiegen:
- ein Milliardstel eines Wasserstoffatoms (nicht mehr als 2.3 eV, Elektron: 511 keV)
- kann damit nur 1/8 der Dunklen Materie darstellen
- wären Neutrinos massiver, würde Materie weniger „klumpig“ auf kleinen Skalen erscheinen
- Vergleich von 160 000 Galaxien mit verschiedenen Modellen für unterschiedliche Neutrinomassen

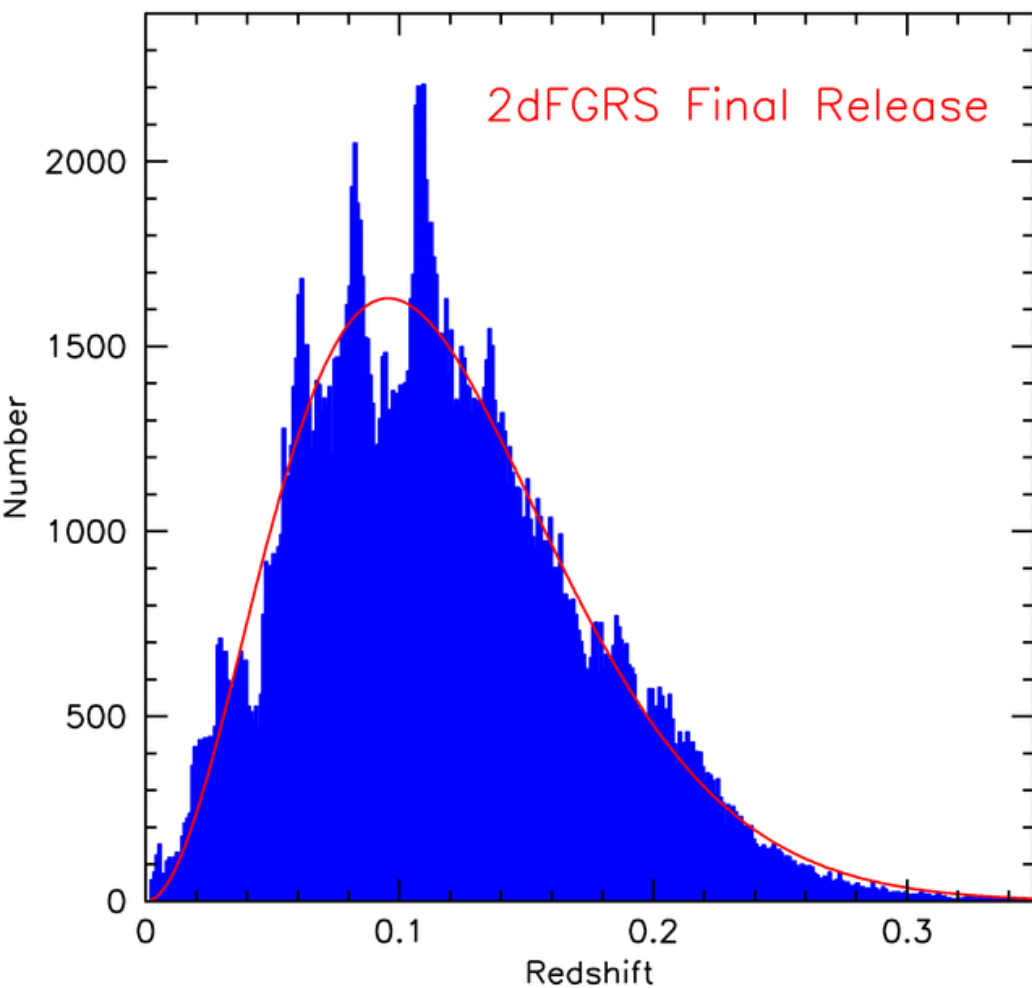
- Problem: Dunkle Materie könnte anders „klumpen“ als sichtbare Materie





2dF Galaxy Redshift Survey

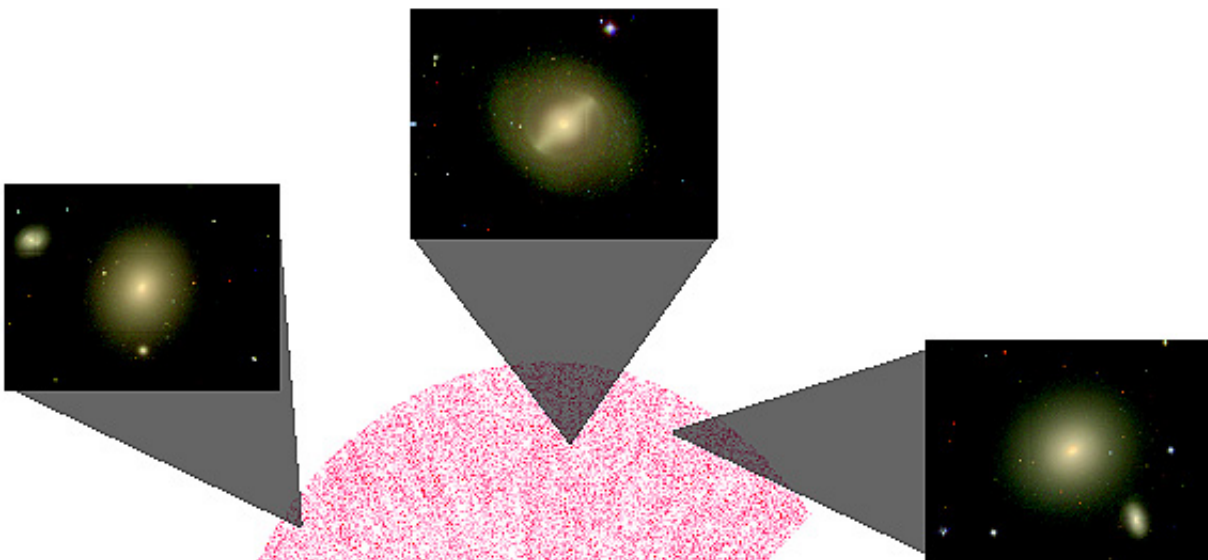




- photometrischer Katalog: 382 323 Objekte
- spektroskopischer Katalog: 245 591 Objekte
-

Edge of the Visible Universe

Most Distant Object Known ✧



Luminous Red Galaxies

Regular Galaxies



SDSS Telescope

Before the SDSS



Star cluster Palomar 5

After the SDSS



Star cluster Palomar 5



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe

<http://www.sdss.org/iotw/archive.html>



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe

Ziel:

*Die detaillierteste Karte des
Nördlichen Himmels zu erstellen*

Zwei Durchmusterungen in einer:

*Photometrische Durchmusterung in 5
Bändern*

*Spektroskopische Rotverschiebungs-
Durchmusterung*

Automatische Datenreduktion:

150 Mann-Jahre Entwicklungszeit

Riesen Datenvolumen:

40 TB Rohdaten

5 TB Katalog

Daten sind öffentlich!!

*The University of Chicago
Princeton University
The Johns Hopkins University
The University of Washington
New Mexico State University
Fermi National Accelerator Laboratory
US Naval Observatory
The Japanese Participation Group
The Institute for Advanced Study
Max Planck Inst, Heidelberg
Sloan Foundation, NSF, DOE, NASA*



SDSS

($z \sim 0$ universe)





Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe

SkyServer Portal

- Sloan Digital Sky Survey: Pixel + Objekte
- 400M Objekte
- 2.4TB öffentlich
- Prototyp eScience Labor (800 Benutzer)
- Visuelle Werkzeuge
- Prototyp in Daten Veröffentlichung
 - 200 Millionen web hits 5 Jahren
 - 930,000 einzelne Nutzer

<http://skyserver.sdss.org/>

The screenshot shows the Sloan Digital Sky Survey / SkyServer website. The header includes the SDSS logo, flags for the USA, Japan, and Germany, and a navigation menu with links for Home, Tools, Projects, Astronomy, SDSS, SkyServer, Credits, Download, and Help. The main content area is divided into several sections: 'Welcome!!!' with a brief description of the project; 'News' with a link to 'SDSS Data Release 1 (DR1)'; 'For Astronomers' with a link to a professional astronomer website; 'SkyServer Tools' with links like 'Famous places', 'Get images', 'Scrolling sky', 'Visual Tools', 'Explore', 'Search', and 'Object upload'; 'Science Projects' with links like 'Basic', 'Advanced', 'Challenges', 'For Kids', 'Games and Contests', 'Teachers', and 'Links to other projects'; 'Info Links' with links like 'About Astronomy', 'About the SDSS', 'About the SkyServer', 'The EDR SkyServer', 'SDSS Data Release 1', 'SkyQuery', and 'Download'; and 'Help' with links like 'Getting Started', 'FAQ', 'How To', 'Glossary', 'Schema Browser', 'Introduction to SQL', and 'Expert Background'. On the right side, there are logos for 'SDSS is supported by' including the Sloan Digital Sky Survey logo, NSF, NASA, and MEKTA. At the bottom right, it says 'Powered by Microsoft'.



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe



Hierarchische Galaxienbildung als Schema
Galaxienbausteine verschmelzen

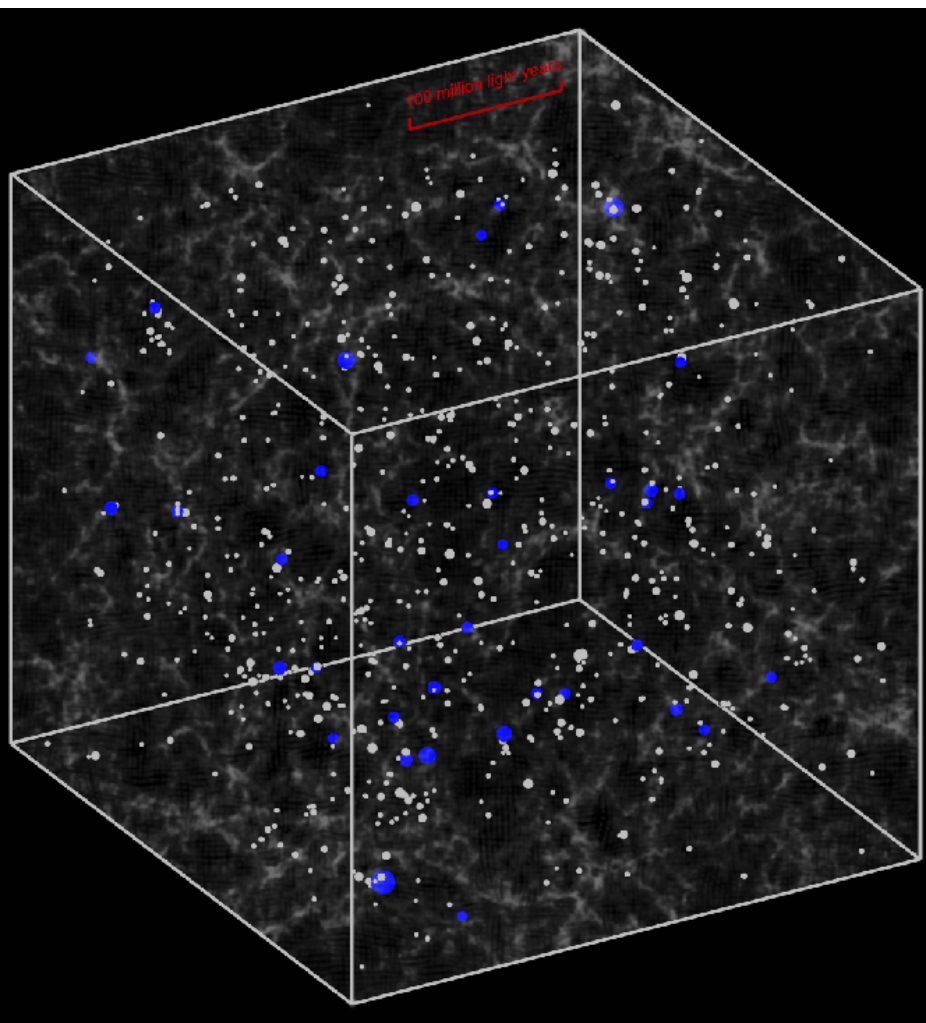
zu großen Galaxien wie das Milchstraßensystem

- Hauptfragen:
 - Dunkle Materie, Dunkle Energie
- In den letzten Jahren:
 - Entdeckung der Beschleunigung des Universums
 - Neutrino Masse definieren
 - Entscheidend beigetragen zu Untersuchungen des CMB
- Durchmusterungen:
 - Die Parameter des Universums mit einer Genauigkeit von wenigen Prozent bestimmen



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe

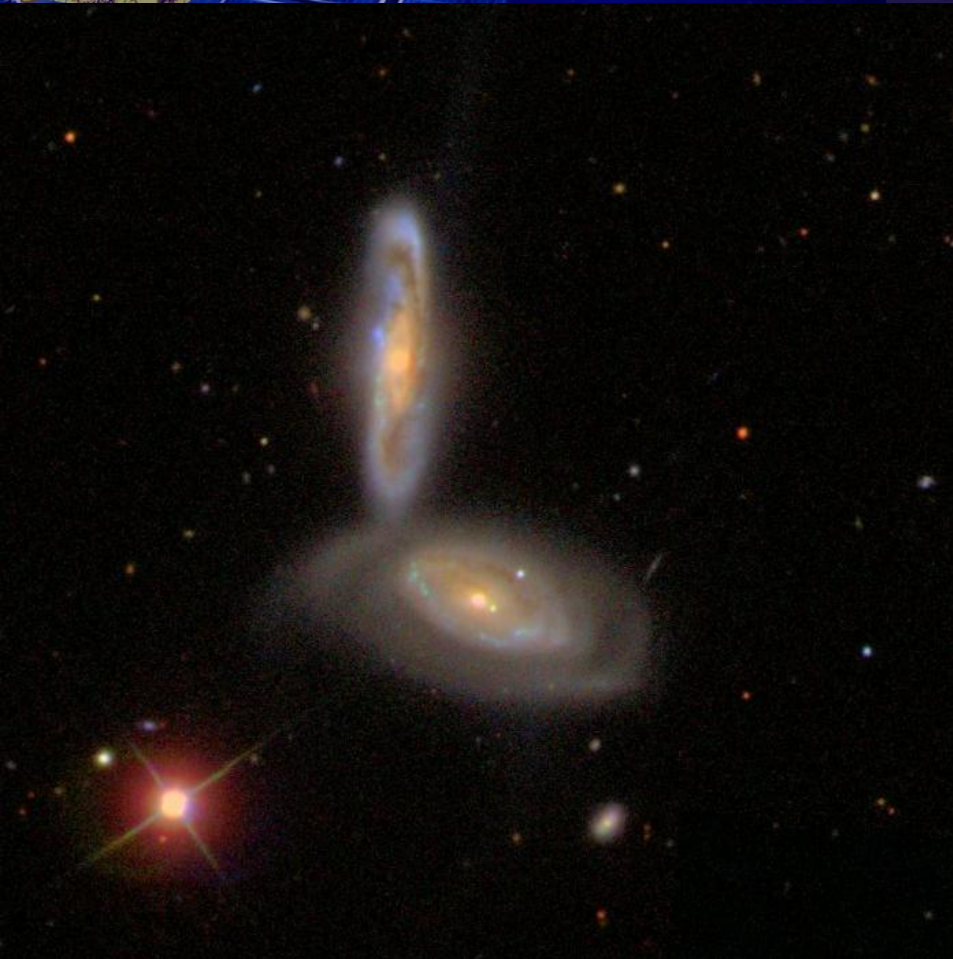


- Entfernte Quasare leben in massiven Halos Dunkler Materie
- 4 000 Quasare: stark geklumpt
- nahe Quasare klumpen eher wie normale Galaxien
- durch Messen der „Verklumpung“ kann die Masse der Halos bestimmt werden



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe



- die Spiralgalaxien NGC3788 (oben) und NGC3786 im Großen Wagen
- wechselwirken
- werden vermutlich zu einer elliptischen Galaxie verschmelzen



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe

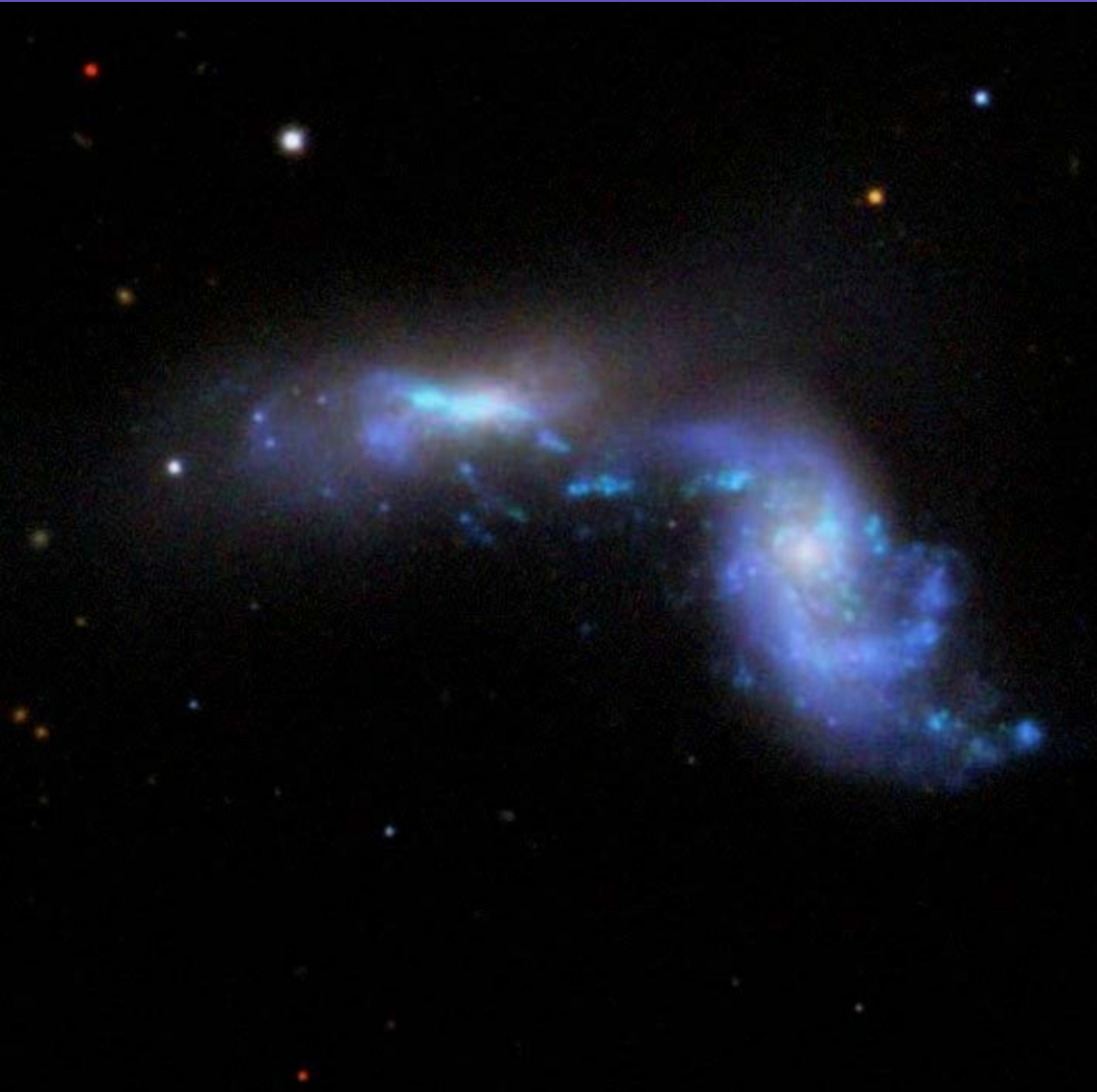


- NGC3227
(Spiralgalaxie
unten) und
NGC3226
(Zwergelliptische)
- Spiralgalaxie
beinhaltet AGK



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe



- NGC3395 und NGC3396, wechselwirkende Spiralgalaxien.
- Verlängert in Richtung der WW
- starke Sternentstehungsgebiete



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe



- Stephen's Quintet, Pegasus
- 4 der 5 Galaxien sind involviert in massive WW
- Spiralgalaxie unten ist Vordergrundobjekt
- starke Stoßwelle mit Spitzer detektiert: die rechte der beiden hellen Regionen kollidiert mit Wasserstoffgas, welches über den gesamten Haufen verteilt ist



Sloan Digital Sky Survey

Mapping the Universe



- 300 Mio Lichtjahre entfernt
- Bild eine Kombination aus:
Nahinfrarot und H-alpha (Calar Alto)
+ Spitzer Aufnahme von Stephan's
Quintett
- eine der größten Stoßwellen im
Universum, größer als Milchstraße
- grüner Bogen: Zwei Galaxien
kollidieren
- Geschwindigkeit: mehr als eine
Million Meilen/h



Sloan Digital Sky Survey

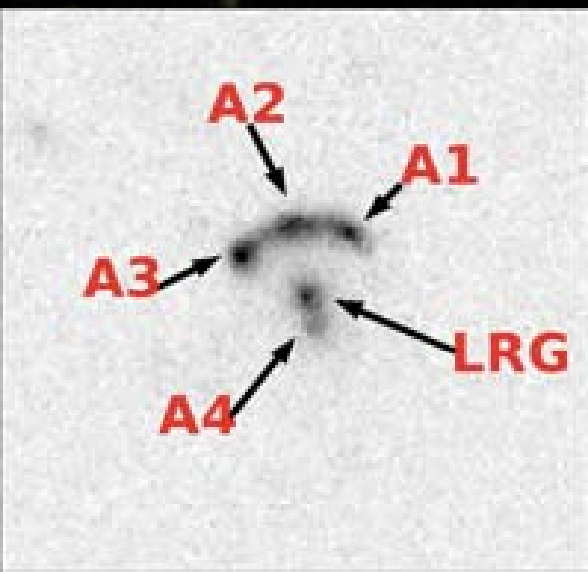
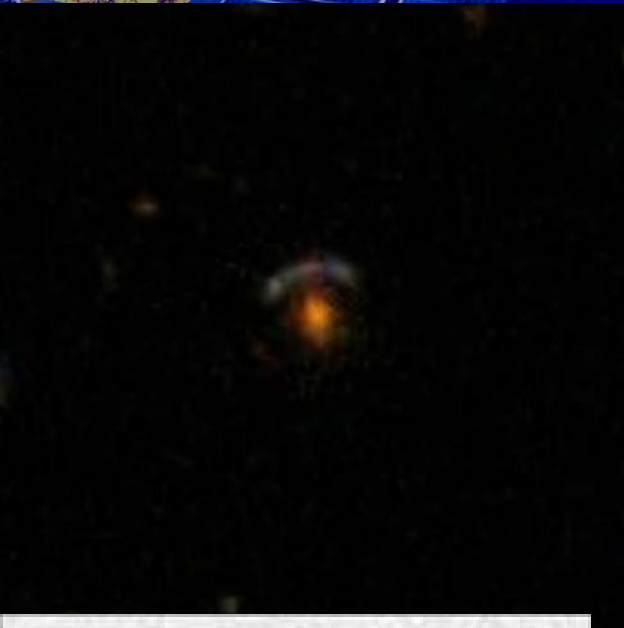
Mapping the Universe

- es geht weiter!
- bis Sommer 2008: SDSSII
- 8 neue Forschungseinrichtungen beteiligen sich, zBsp Astrophysikalisches Institut Potsdam
- SDSS wird 3 Schwerpunkte haben:
 - LEGACY: vervollständigt die ursprüngliche Himmelsdurchmusterung für extragalaktische Objekte: Bilder und Entfernungen für 1 Mio Galaxien und Quasare
 - SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration): Struktur unserer Galaxis und verschiedene Sternarten untersuchen
 - SN: Supernovae suchen, präzise Messung der Entfernungen, Dunkle Energie suchen



Sloan Digital Sky Survey

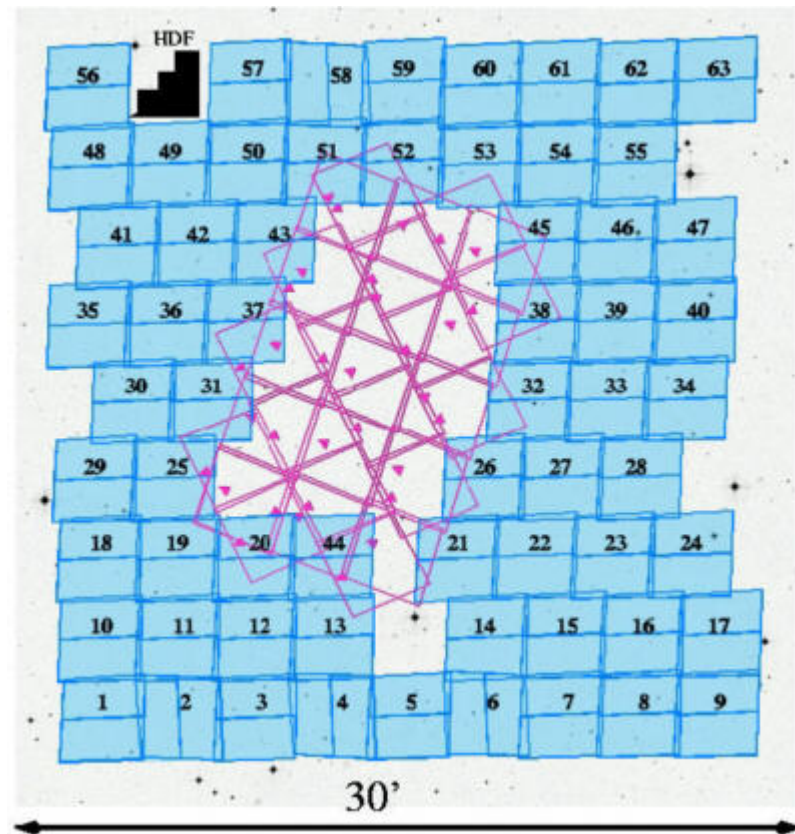
Mapping the Universe



- Gravitationsteleskop: Galaxie in 11 Milliarden Lichtjahre durch Gravitationslinseneffekt sichtbar geworden (3 Bilder einer Galaxie)
- 70 000 SDSS-II Bilder angeschaut
- The 8 o'clock Arc!!!
- 4 gelinste Bilder einer Galaxie bei einer Rotverschiebung von 2.73
- Gravitation hat das Licht um Faktor 10 verstärkt



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

Classifying Objects by Medium-Band Observations

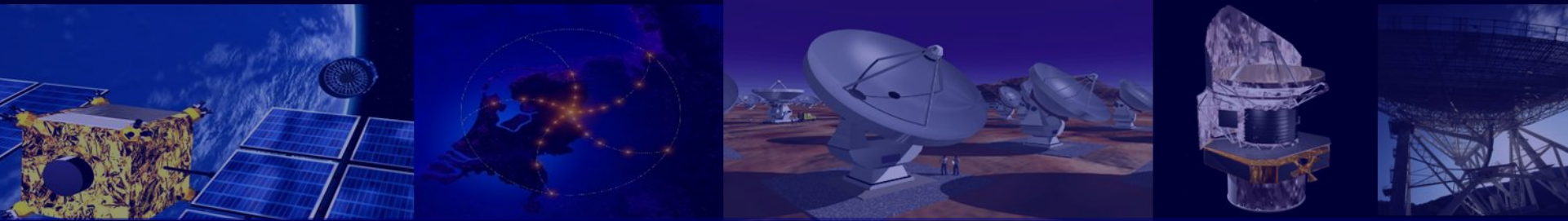
- a spectrophotometric 17-filter survey -

- **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

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



Durchmusterungen

Infrarot

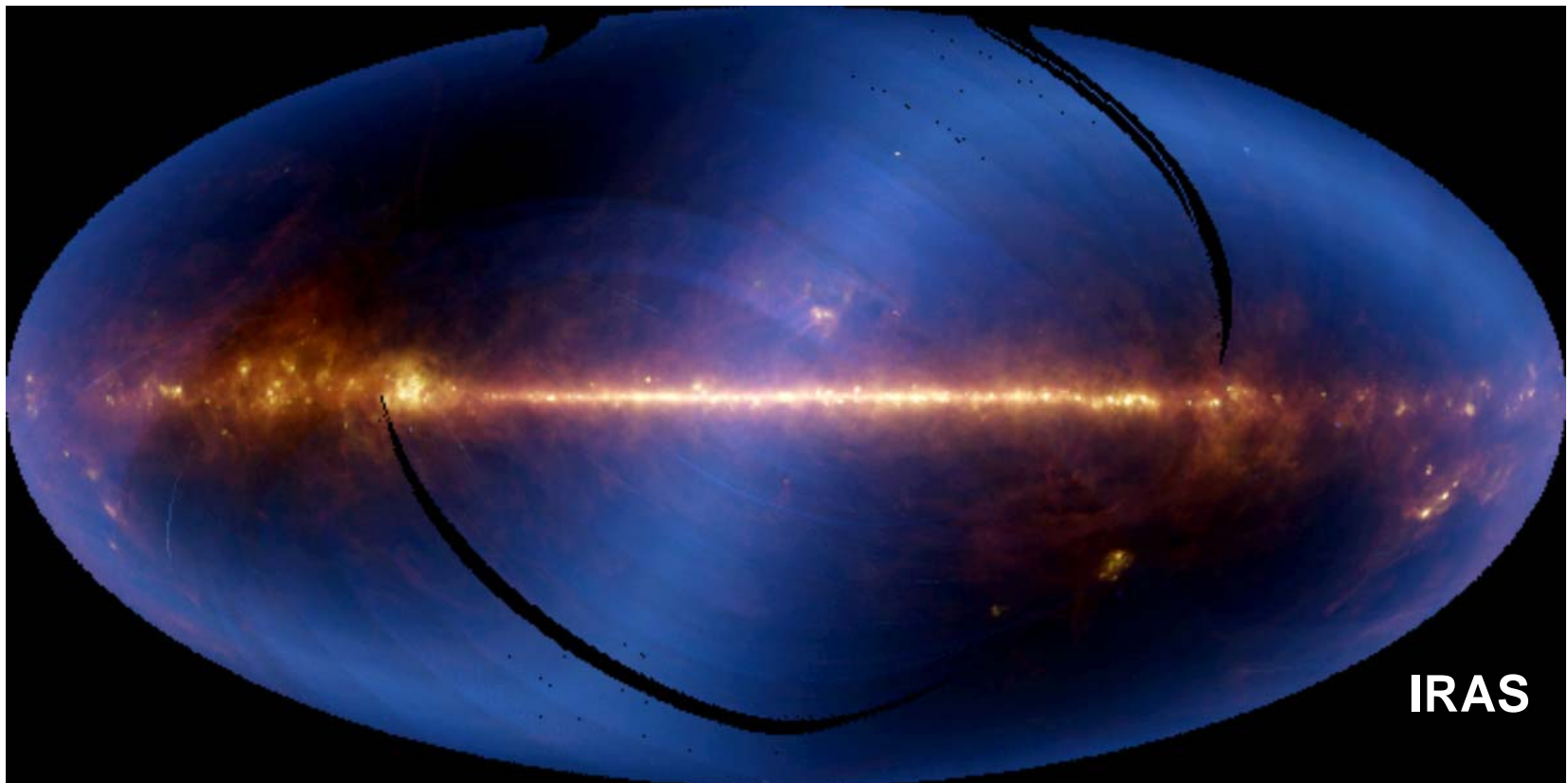


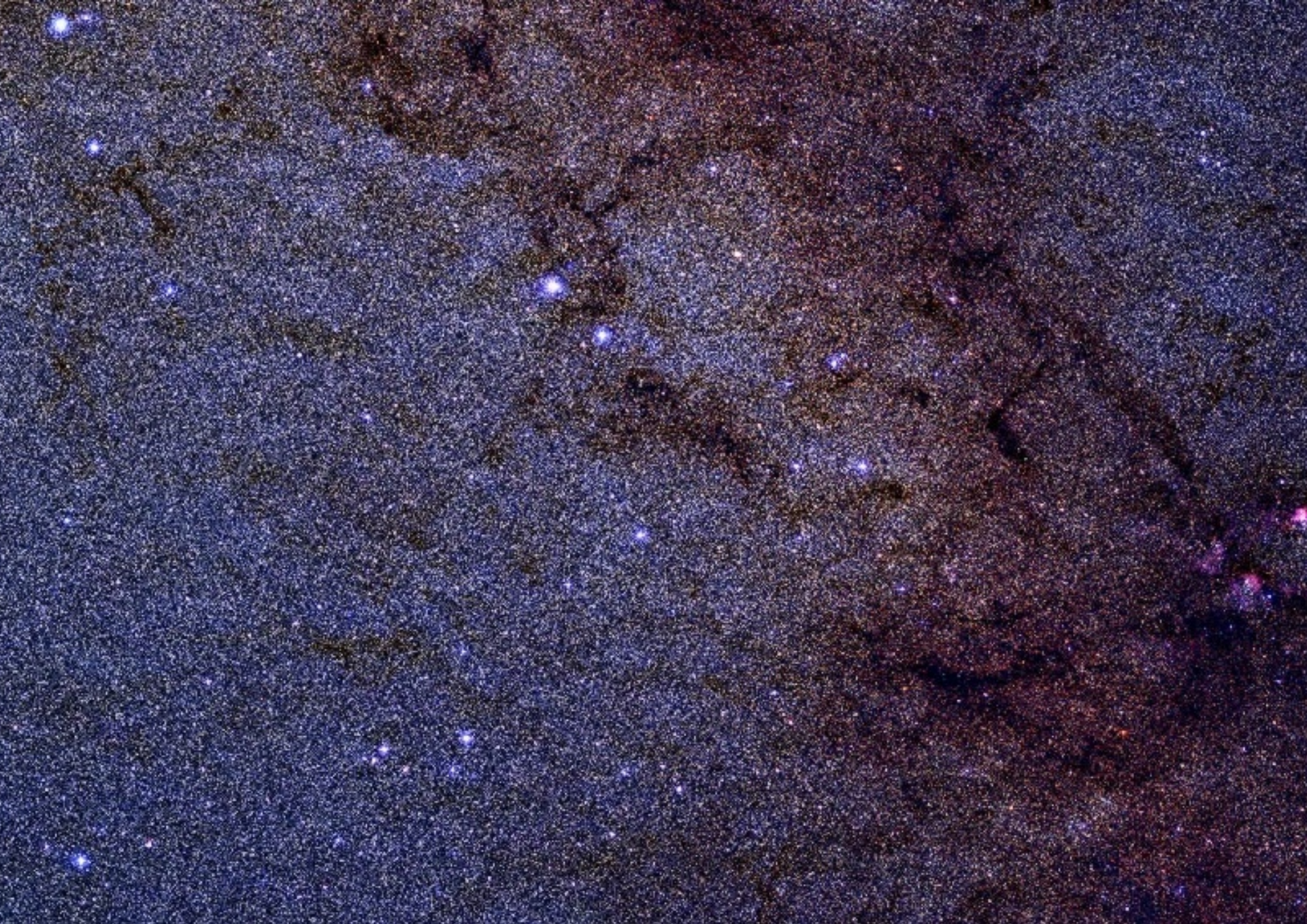
Infrarot: IRAS (vorbei)

- IRAS (Infrared Astronomy Satellite), 1983 gestartet, 900 km oberhalb der Erde, 56 cm Spiegel: 12, 25, 60 und 100 micron Wellenlänge
- Infrarotstrahlung von: Planeten, Kometen, Asteroiden, kalten Sternen, Staub
- Staub: kann aus 100 – 10000 Atomen oder mehr bestehen
- detaillierteste Karte der Staubverteilung im Universum
- Staub stark mit Sternentstehung verknüpft, wechselwirkende Galaxien
- Ferninfrarot: einige 10-300 micron (15-120 Kelvin)
- Zentrum unserer Galaxie strahlt im FIR

Infrarot: IRAS / Milchstraße

- Ebene des Sonnensystems, illustriert durch den Staub, emittiert bei $12\ \mu\text{m}$





Galactic Center Region (a tiny portion) 2MASS NIR Image

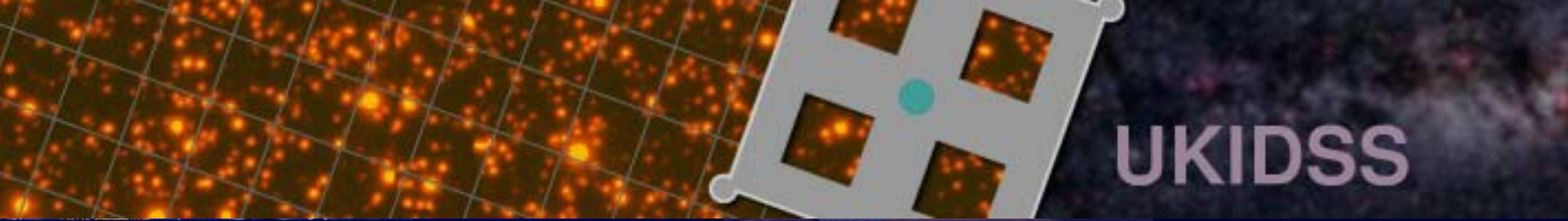


The Two Micron All Sky Survey at IPAC



- 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

- Nah-Infrarot Himmels-Durchmusterung der nächsten Generation
- Nachfolger von 2MASS
- Das Programm
 1. **Large Area Survey (LAS):** Durchmusterung des nördlichen Himmels: 4000 Quadratgrad der SDSS Region bis zu einer Tiefe von $K=18.4$.
 2. **Galactic Plane Survey (GPS):** Ein Atlas der Milchstraße bis zu $K=19$.
 3. **Galactic Clusters Survey (GCS):** Eine Durchmusterung offener Haufen und Sternentstehungsregionen bis $K=18.8$, um verschiedene Alter und Metallizitäten zu finden.
 4. **Deep Extragalactic Survey (DXS):** Ein tiefer extragalaktischer Survey, 35 Quadratgrad bis zu $K=21$, einschließlich der Überdeckung von Multiwellenlängen Schlüssel-Regionen.
 5. **Ultra Deep Survey (UDS):** Eine ultra-tiefe Durchmusterung von 0.77 Quadratgrad bis zu einer Tiefe von $K=23$.



- UKIDSS: UK Infrared Deep Sky Survey
- Objekte:
 - braune Zwerge, hoch-rotverschobene elliptische Galaxien, Galaxienhaufen ($1 < z < 2$), hoch-rotverschobene Quasare ($z=7$)
- Konsortium von 100 Astronomen
- Daten werden public
- 1. März 2007: 2. Datensatz verfügbar



Surveying the Agents of a Galaxy's Evolution

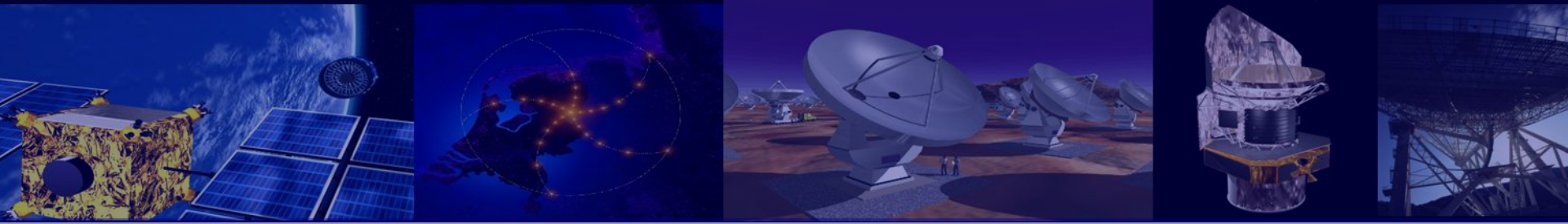


- **Wavelength:** IRAC-only image: 3.6 (blue), 4.5 (green), 5.8 and 8.0 (red); IRAC + MIPS: 3.6 (blue), 8.0 (green), and 24 (red)
Exposure Date: IRAC: July 15- 26, 2005, and October 26- November 2, 2005; MIPS: July 27- August 2, 2005, and November 2-9, 2005
Exposure Time: IRAC: 43 seconds (HDR); MIPS: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



Surveying the Agents of a Galaxy's Evolution

- Der Spitzer Survey der Großen Magellanschen Wolke *Surveying the Agents of Evolution (SAGE)*, Lebenszyklus der beobachtbaren Materie, der das Aussehen der Galaxie beeinflusst
- über 6 Mio Quellen, 150 000 entwickelte Sterne, 50 000 junge stellare Objekte, etc.
- SAGE ist die Verbindung zwischen Spitzer's Untersuchung individueller Quellen in der Milchstraße (GLIMPSE) und Spitzer's Durchmusterung der Galaxien (SINGS) und ein Schritt Richtung tiefer Surveys (GOODS & SWIRE)
- 7 x 7 Grad, in allen Bändern (3.6, 4.5, 5.8 und 8 μm)
- 11 fach bessere Auflösung als vorausgegangene IR Durchmusterungen
- Magellansche Wolke ausgewählt aufgrund der Nähe und favorablen Winkel zur Sichtlinie (35 Grad)



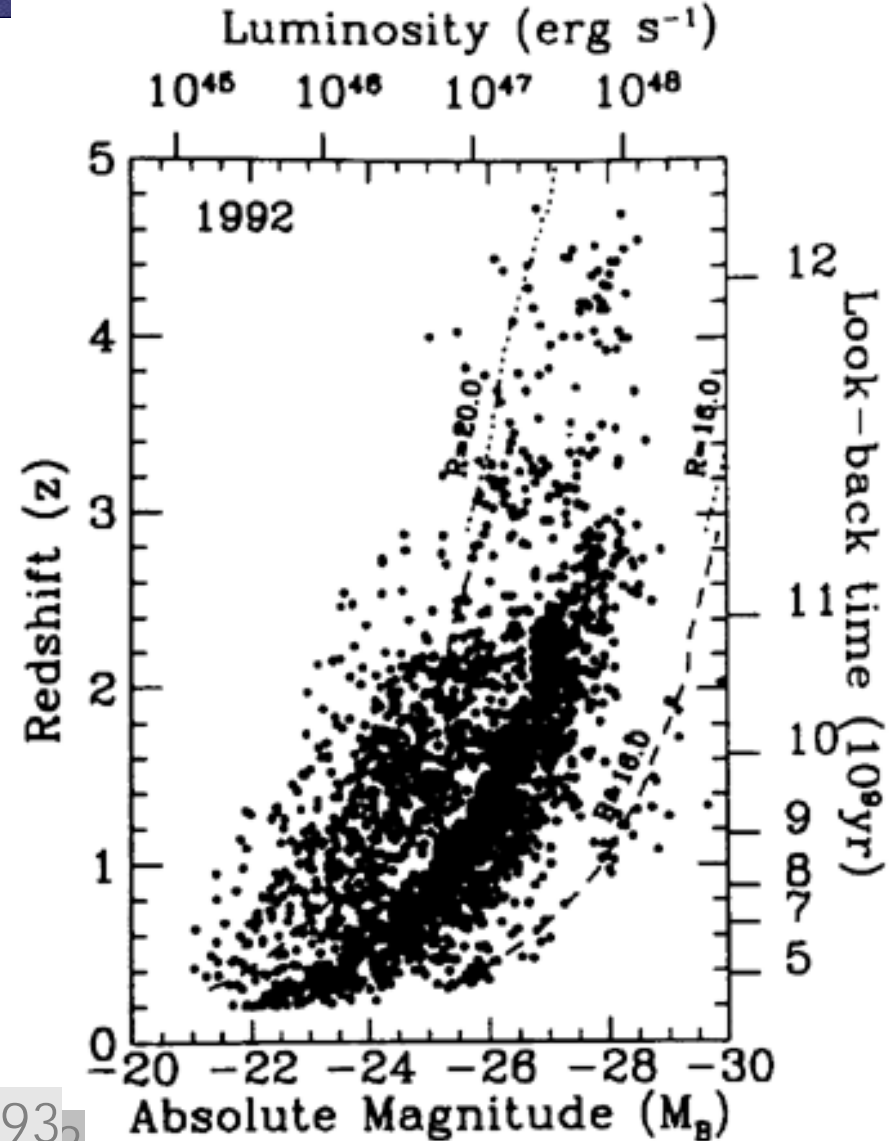
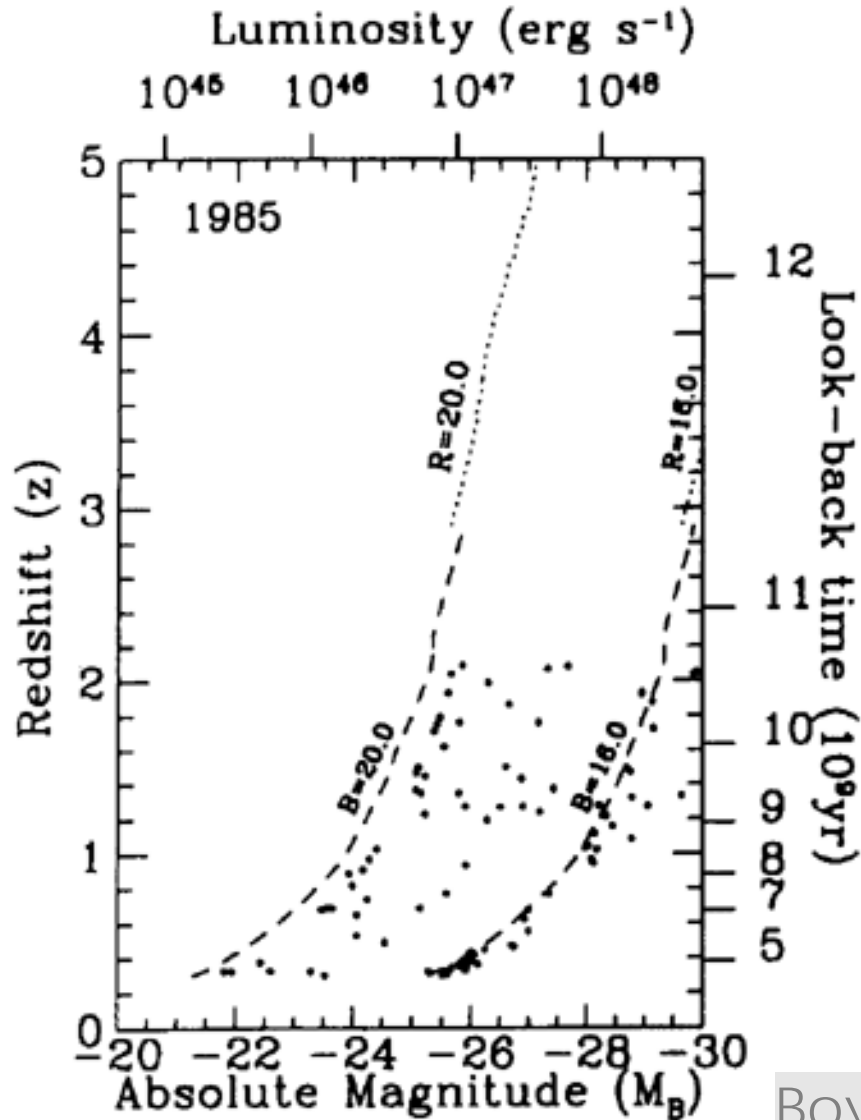
Durchmusterungen

Röntgen

Auf der Suche nach Quasaren

1986

1992, Juni



Boyle, 1993

18.05.: Von Sternwarten zu Virtual Observatories:

Durchmusterungen

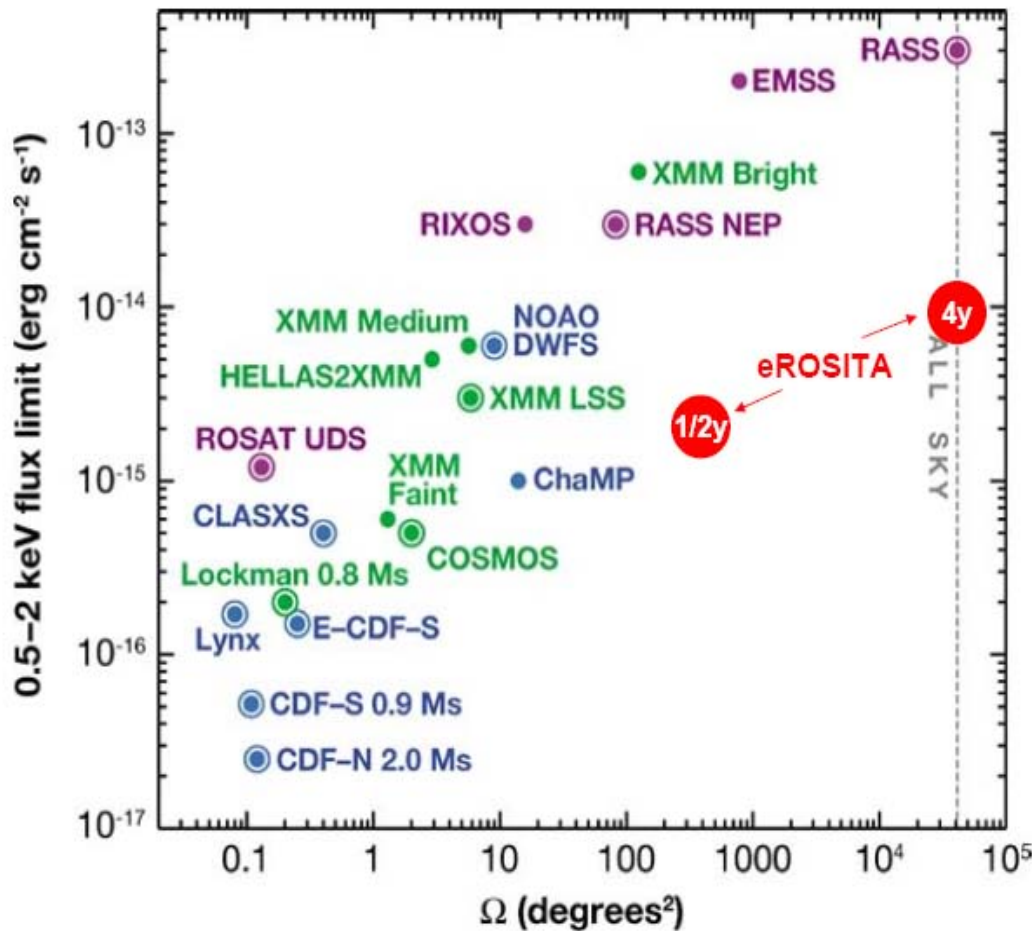
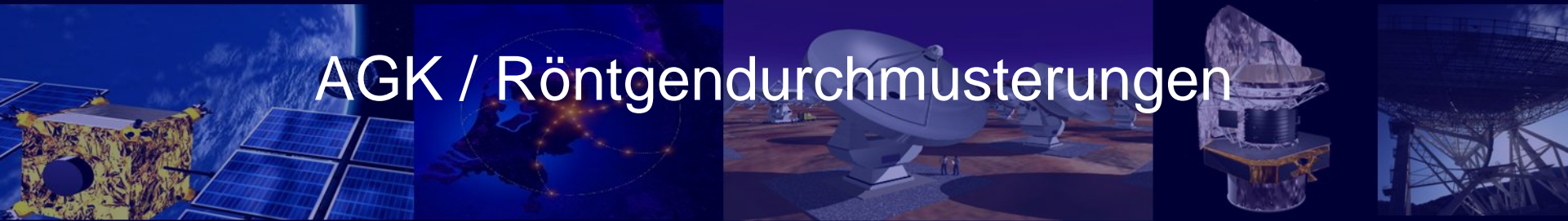
		Frequenz	Anzahl	
Radio	NVSS FIRST WENSS MPI-NRAO 3CR	1.4 GHz 1365 & 1435 MHz 326 & 612 MHz 5 GHz 178 MHz	2 000 000 811 000 300 000 518 471	VLA-Karten 1mJy nördlich Deklination 30 >1Jy, Radio-Sp., Pos., opt.
Optisch	SDSS II / SEGUE SDSS 2dF	3551, 4686, 6165, 7481, 8931Å	~200 000 000 245 591	Universum, Milchstraße, DE 25% des Himmels, Rotversch. >23 000 QSOs, z~0.1
Röntgen	ROSAT/ RASS CHANDRA CDF-N CDF-S	0.1-2.4 keV 0.5-8 keV 0.5-8 keV	~150 000 600 800	
Gamma	EGRET	> 30 MeV	271	67 Blazare, 27 Kandidaten



Röntgen: Durchmusterung der Galaxienhaufen

- Warum Galaxienhaufen?
 - Strukturenbildung im Universum untersuchen
 - kosmologische Parameter bestimmen
 - können bis in große Rotverschiebungen beobachtet werden
 - alte stellare Systeme können untersucht werden
- Probleme bisher: geringe Sensitivität der Röntgen-Beobachtungen
- Einstein Medium Sensitivity Survey (EMSS)
- ROSAT All-Sky Survey (RASS)
 - ROSAT Deep Cluster Survey (RDCS)
 - Serendipitous High-Redshift Archival Rosat Cluster survey (SHARC)
 - Wide Angle Rosat Pointed X-ray Survey of clusters (WARPS)

AGK / Röntgendurchmusterungen

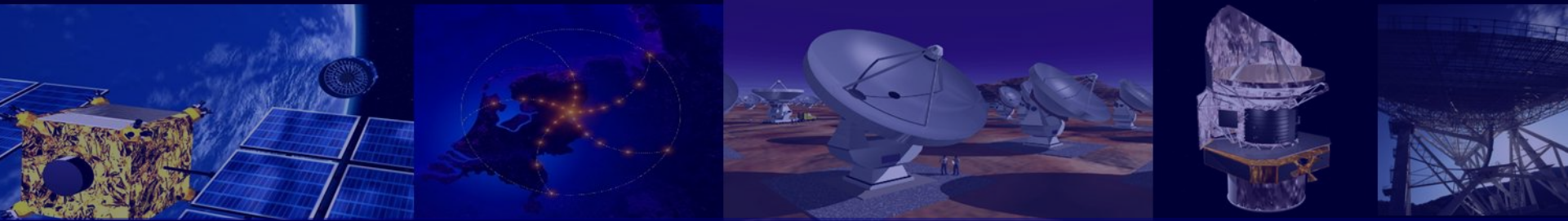


- mehr als 70% der Röntgenquellen in tiefen Chandra- und XMM-Durchmusterungen sind AGK
- AGK Dichte in CDF ist 10-20 mal höher als in den tiefsten optischen spektroskopischen Durchmusterungen bei $z > 4$:

30-150 deg⁻² im Röntgenbereich und
0.12 deg⁻² im Optischen (SDSS)

- **eROSITA** (*extended Röntgen 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]



Durchmusterungen
Multifrequenz-Surveys
CHAMP
GOODS



ChaMP



- Multiwellenlängen-Identifikations-Programm für die Chandra-Quellen, die nicht identifiziert wurden
- kombiniert Radio-Röntgenbeobachtungen, optische Durchmusterung als Rückrat
- 8 Quadratgrad pro Jahr
- Röntgenpositionen 1“
- Röntgenflüsse 20x tiefer als bisher in Surveys
- außerdem: Chandra Galaktische Ebene Durchmusterung (ChaMPlane)



- **Kosmischer Röntgenhintergrund:** dominiert durch neue Population oder schwächere Flüsse derselben Quellen mit härteren Spektren?
- **AGK:**
 - welchen Anteil verpasst man in weichen Röntgen und optischen Durchmusterungen aufgrund
 - Entwickelt sich die Röntgenleuchtkraftfunktion (XLF) wie die optische?
 - Hängt die spektrale Energieverteilung von der Leuchtkraft
- **Haufen:**
 - Haufen XLF für $z > 0.5$ um kosmologische Parameter zu
 - Hochrotverschobene Kühlungsflüsse finden.
- **Sterne:**
 - niedriges und hohes Ende der XLF finden.
- **Binaries:** XLF, Röntgen Novae



- [ChaMP X-ray Point Source Catalog](#), the basic parameters, photometry, and flux of 6512 ChaMP sources in 130 Chandra observations from Chandra Cycles 1 and 2 (Last Update 08/09/2006, [Release Notes](#))
[ChaMP X-ray Products and Catalogs](#) for Publicly released Chandra/ChaMP Fields
[Full Field Images](#) includes FITS and GIF images, source lists, and X-ray data products.
[Sources with Spectroscopic IDs](#) includes spectra of classified sources, with finder charts in X-ray and optical, and derived parameters.

GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

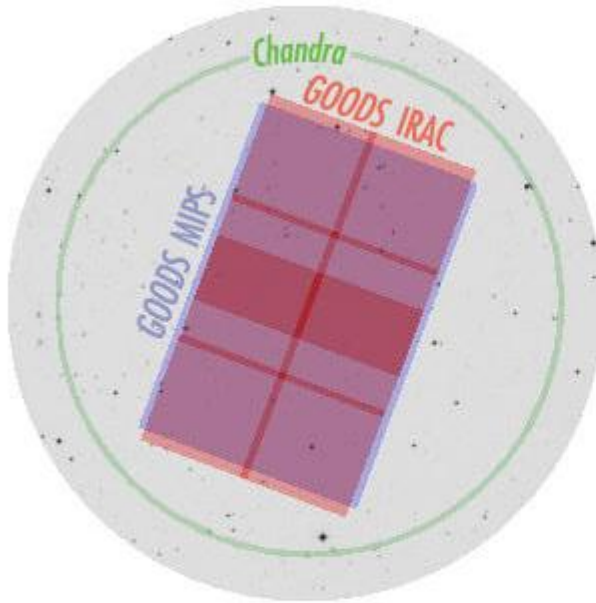
„With increasing distance our knowledge fades and fades rapidly. Eventually we reach the dim boundary, the outmost limits of our telescope. The search will continue. Not until the empirical resources are exhausted need we pass on to the dreamy realm of speculation.“

Edwin Hubble, Realm of the Nebulae, 1936

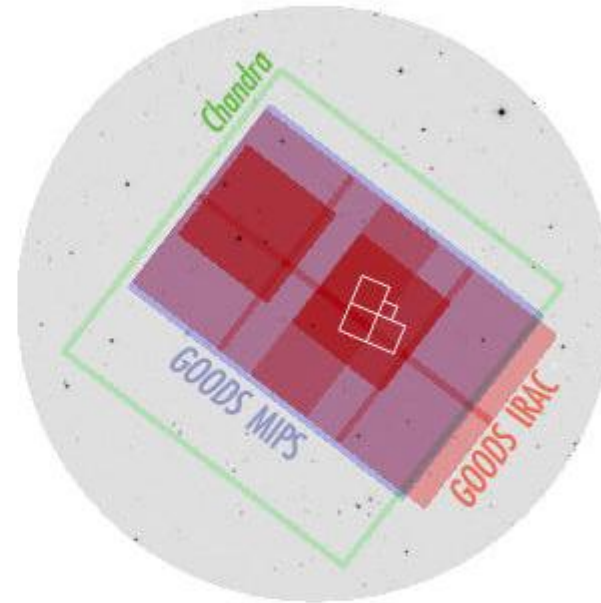
GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

- 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
- Galaxienbildung ($z=4$), stellare Entwicklung, Strahlung aus Sternentstehung und AGK
- IRAC (25 Stunden pro Band), MIPS (Stunden), ...
- deep, not wide!

GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey



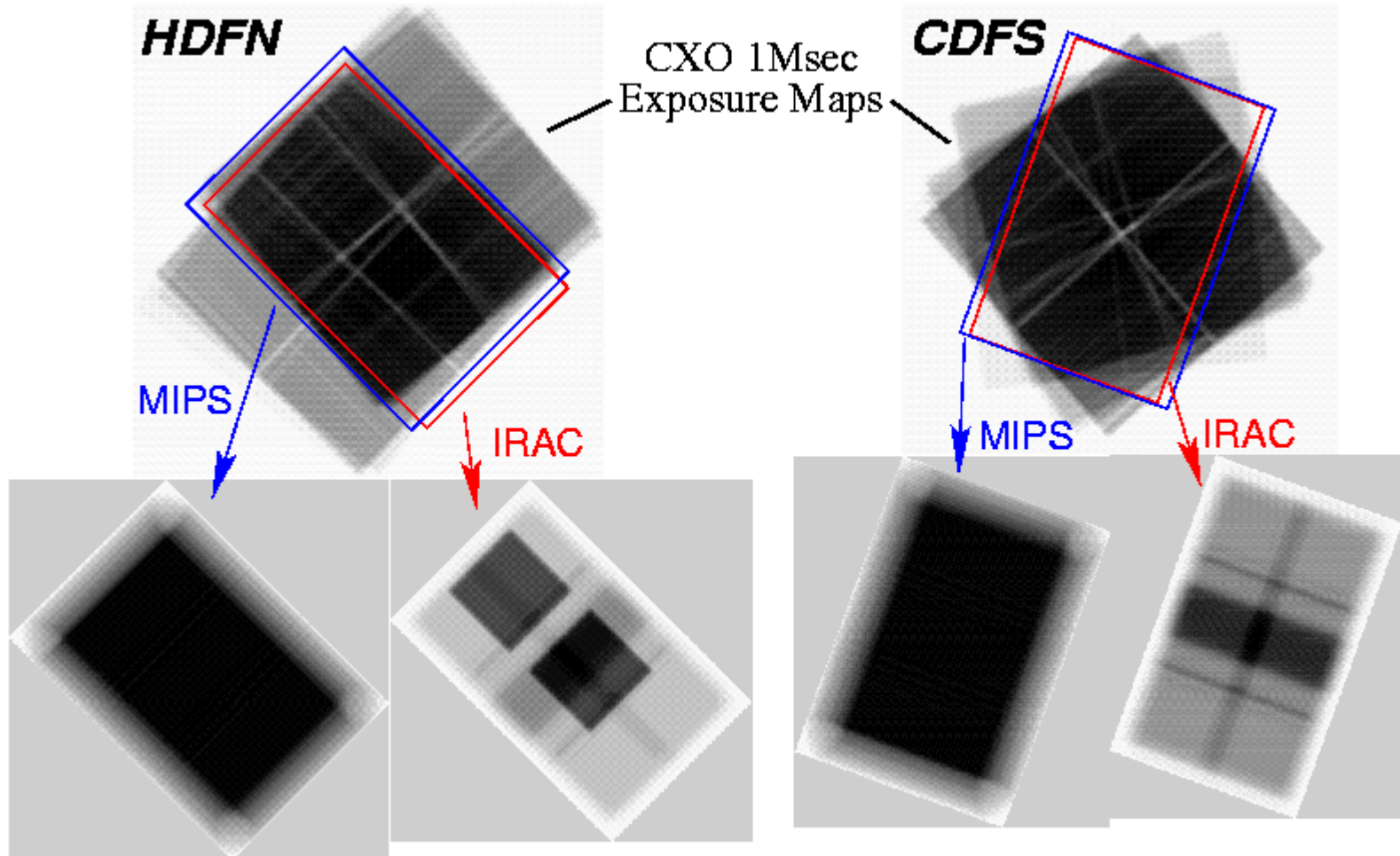
CDF-S



HDF-N

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

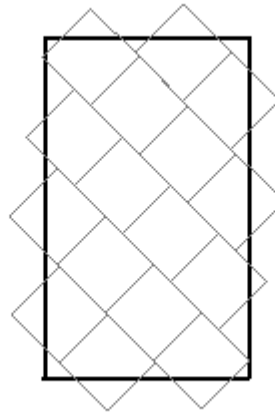
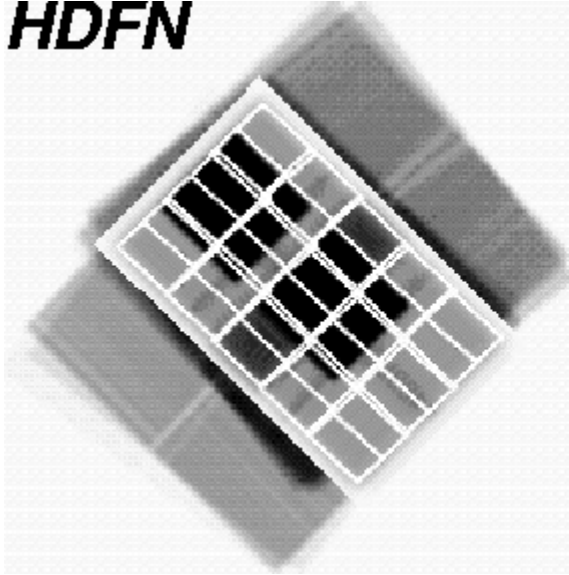
GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey



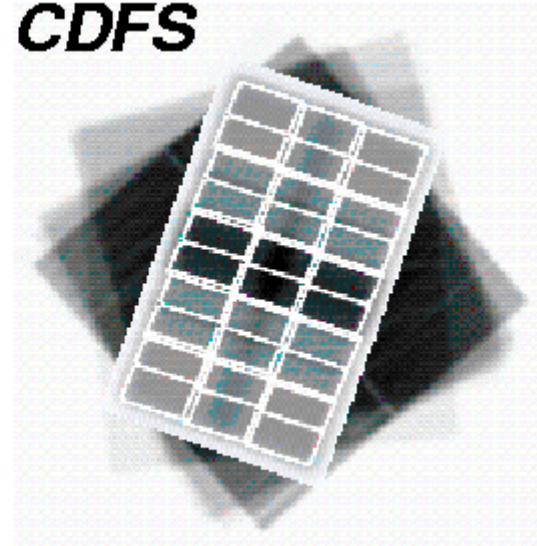
- Überlagerung: SIRTf GOODS auf Chandra 1 Msec Beobachtung, Schwärzungsgrad gibt Dauer der Belichtung

GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

HDFN



CDFS



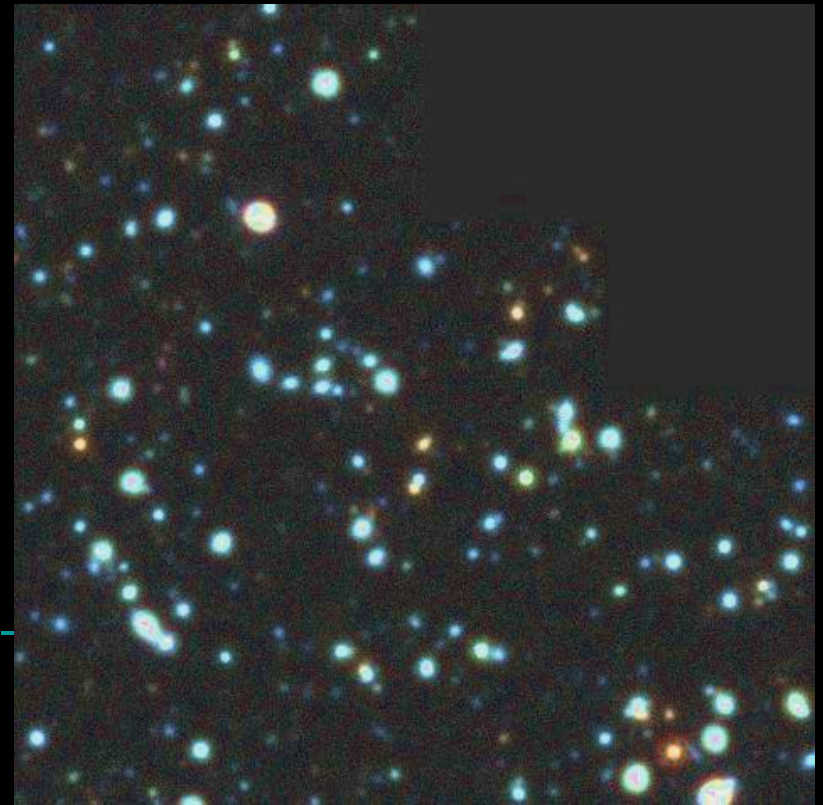
- Aufnahmeausrichtung und Zusammensetzung der Bilder

GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

IRAC Handbook PSF



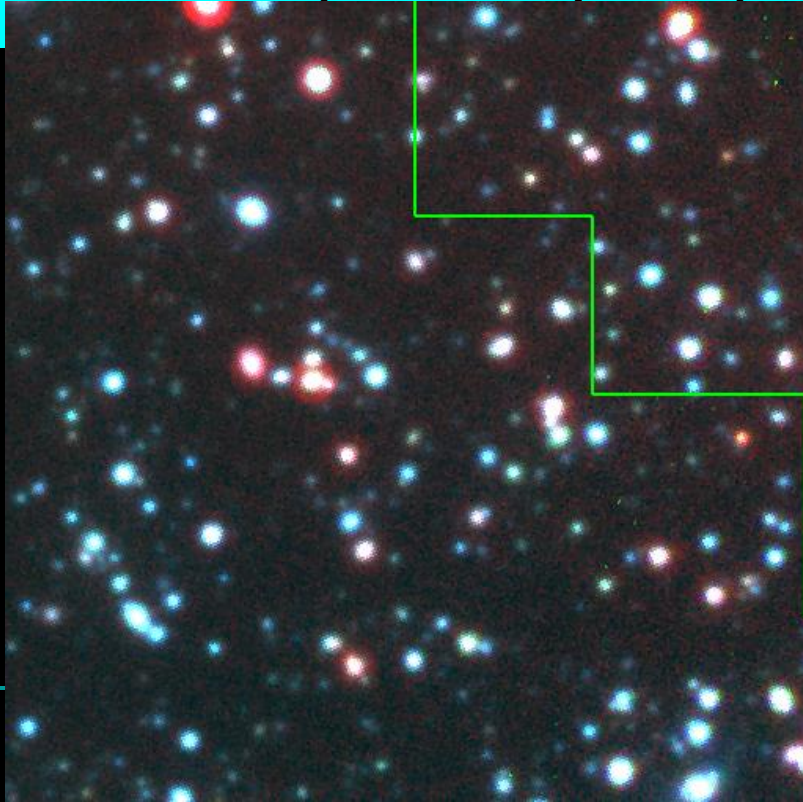
STinyTim model PSF



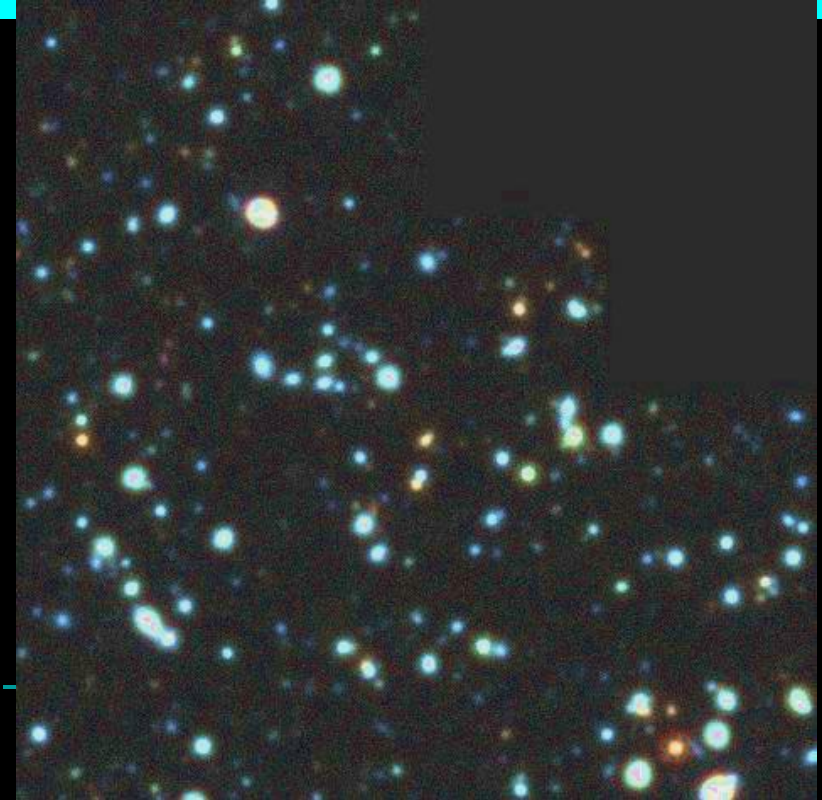
- Simulierte IRAC Beobachtungen von HDF-N, 2000 gerechnet
- 100 Integration in 4 Wellenlängen (3.6, 4.5, 5.8 und 8.0 μm), Farbbilder gewichtet „komponiert“
- verschiedene Bedingungen und Software vorausgesetzt

GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

The Real Deal (23 hour exposure)

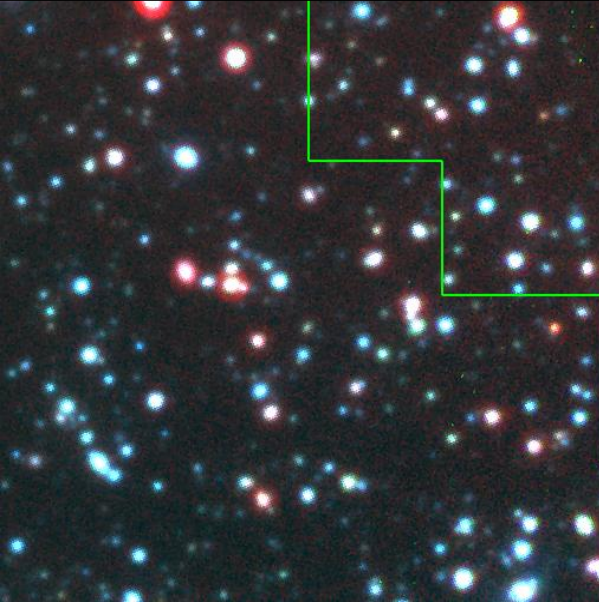


Pre-launch simulation (100 hour exposure,
STinyTim PSF)

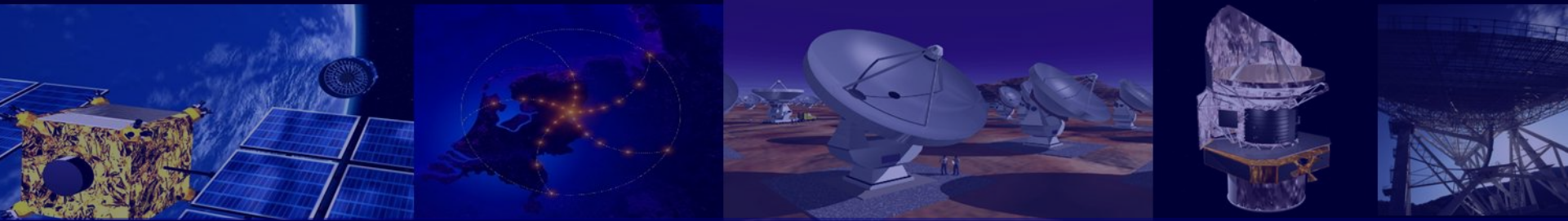


- tatsächliche Beobachtungsqualität (links) deutlich besser

GOODS: The Great Observatories Origins Deep Survey

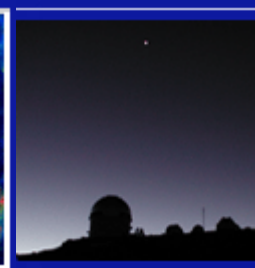
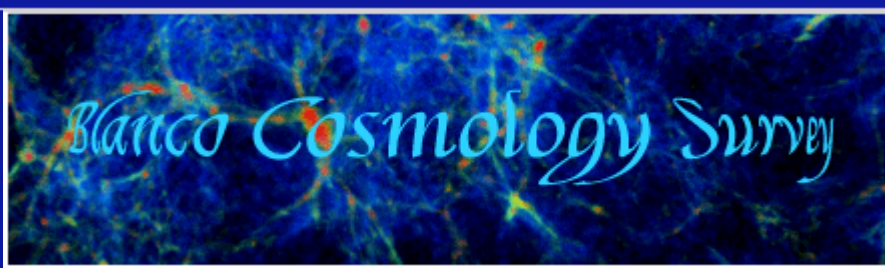


- 1) Simulation: 100 Stunden, tatsächliche Beobachtungszeit: 23 Stunden
- 2) Das „Rezept“ um die Farben zu kombinieren wurde vergessen – stattdessen anders zusammengesetzt.
- reale Simulation berücksichtigt nicht die warme thermische Staubemission: einige helle Galaxien haben „halos“



Durchmusterungen

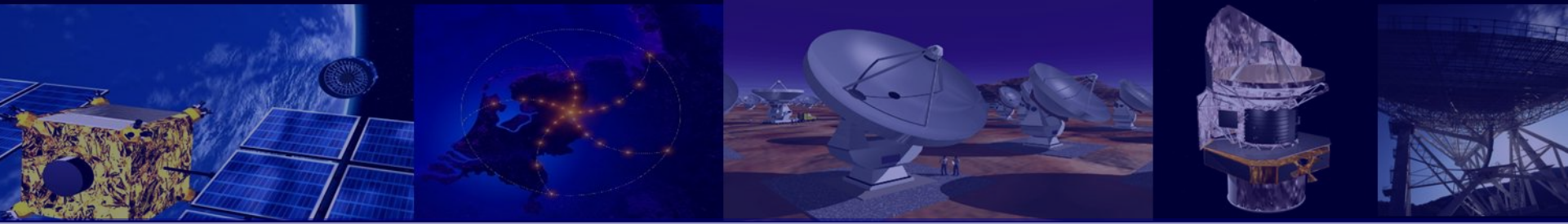
Dunkle Energie



• BCS Collaboration

- 45 Nächte NOAO Durchmusterung am Blanco 4m um die kosmische Beschleunigung mit zwei verschiedenen Techniken zu bestimmen.
- 1) Galaxienhaufensurvey
- 2) kosmologische Distanzen bis zu einer Rotverschiebung von $z \sim 1$ messen

- Dark Energy Survey Data Mgmt
- South Pole Telescope
- Flamingos Extragalactic Survey
- Atacama Pathfinder Experiment
- PISCO Cluster Survey
- Atacama Cosmology Telescope



Durchmusterungen

Den Überblick nicht verlieren ...



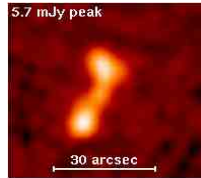
Working Group On Sky Surveys

SKY SURVEY CENTRAL

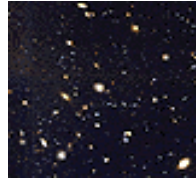
Setup by the IAU working group on Sky Surveys (WGSS) to provide the community with a single entry portal to information and on-line data for imaging and spectroscopic sky surveys at all wavelengths.



Working Group On Sky Surveys



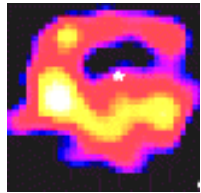
Radio



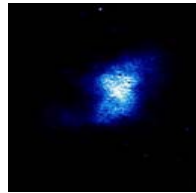
Optical



Data Centers



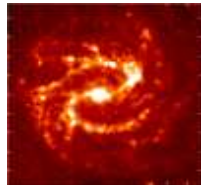
Sub-mm



Ultraviolet



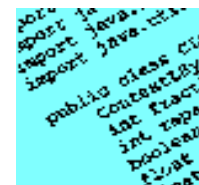
Observatories



Far-Infrared



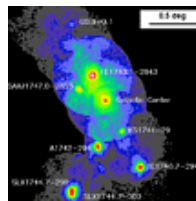
X-ray



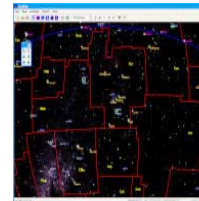
Virtual Observatory
+
Technical



Near-Infrared



Gamma-ray



Astrometry + Catalogs



Working Group On Sky Surveys

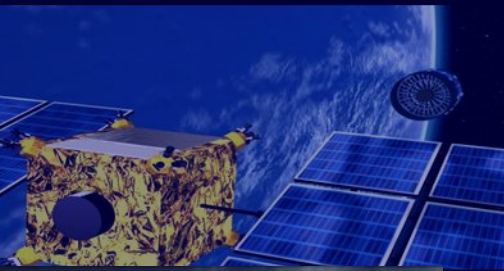
Radio Surveys

Notes

<u>FIRST</u>	20cm images of 10,000 sq.deg at North/South Galactic poles
<u>NRAO VLA Sky Survey</u>	20cm survey of Northern Sky (dec > -40 deg)
<u>WENSS</u>	325 MHz Westerbork Northern Sky Survey (dec > 30deg)
<u>DRAO Galactic Plane Survey</u>	Multiwavelength galactic plane
<u>Parkes Radio Surveys</u>	21cm HI multibeam survey, PMN 4850MHz survey
<u>SUMSS</u>	843 MHz Sydney/Molonglo Southern Sky Survey (dec < -30deg)
<u>ALFA</u>	Astronomical Low Frequency Array

Multifrequenz-Beobachtungen in der Astronomie

Sommersemester 2007



Themen & Daten

- 19.04.: Überblick
- 04.05.: Grundlagen: Teleskope
- 18.05.: Von Sternwarten zu Virtual Observatories: Durchmusterungen
- **01.06.: Deep Fields in „Bunt“**
- 15.06.: Virtual Observatories
- 29.06.: „Multifrequenzrätsel“
- 13.07.: Multifrequenzkampagnen (Mrk 501, etc.)
- 27.07.: Die Multifrequenz-Zukunft