



Durchmusterungen

Silke Britzen

Max-Planck-Institut für Radioastronomie Bonn



Daten

e-mail: sbritzen@mpifr-bonn.mpg.de

Tel.: 0228 525 280

Auf:

<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/sbritzen/>

finden Sie

- die Vorlesung (pdf-file der ppt-Folien)
- weiterführende Literatur zum Thema
- Archiv der früheren Vorlesungen



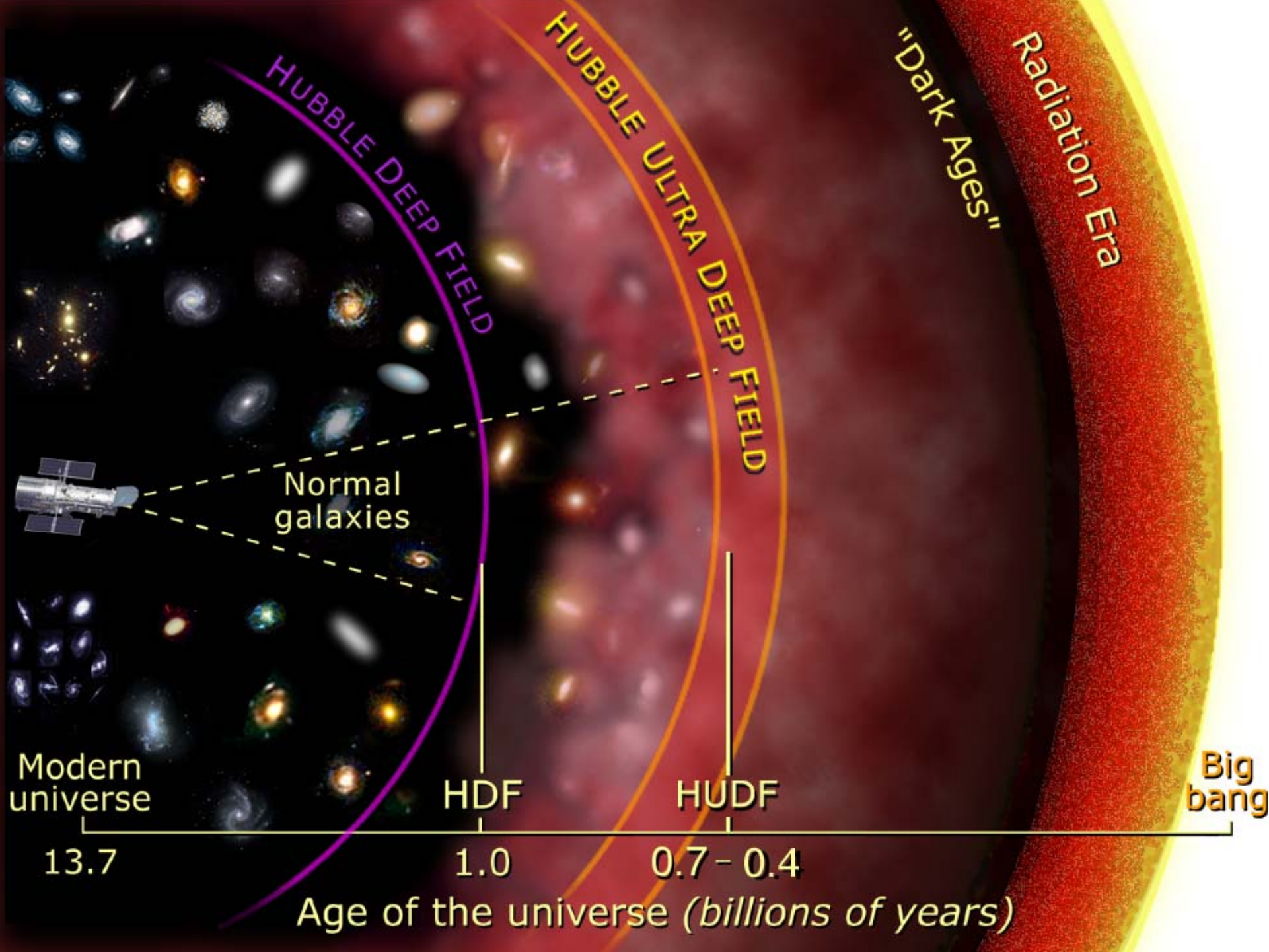
Themen

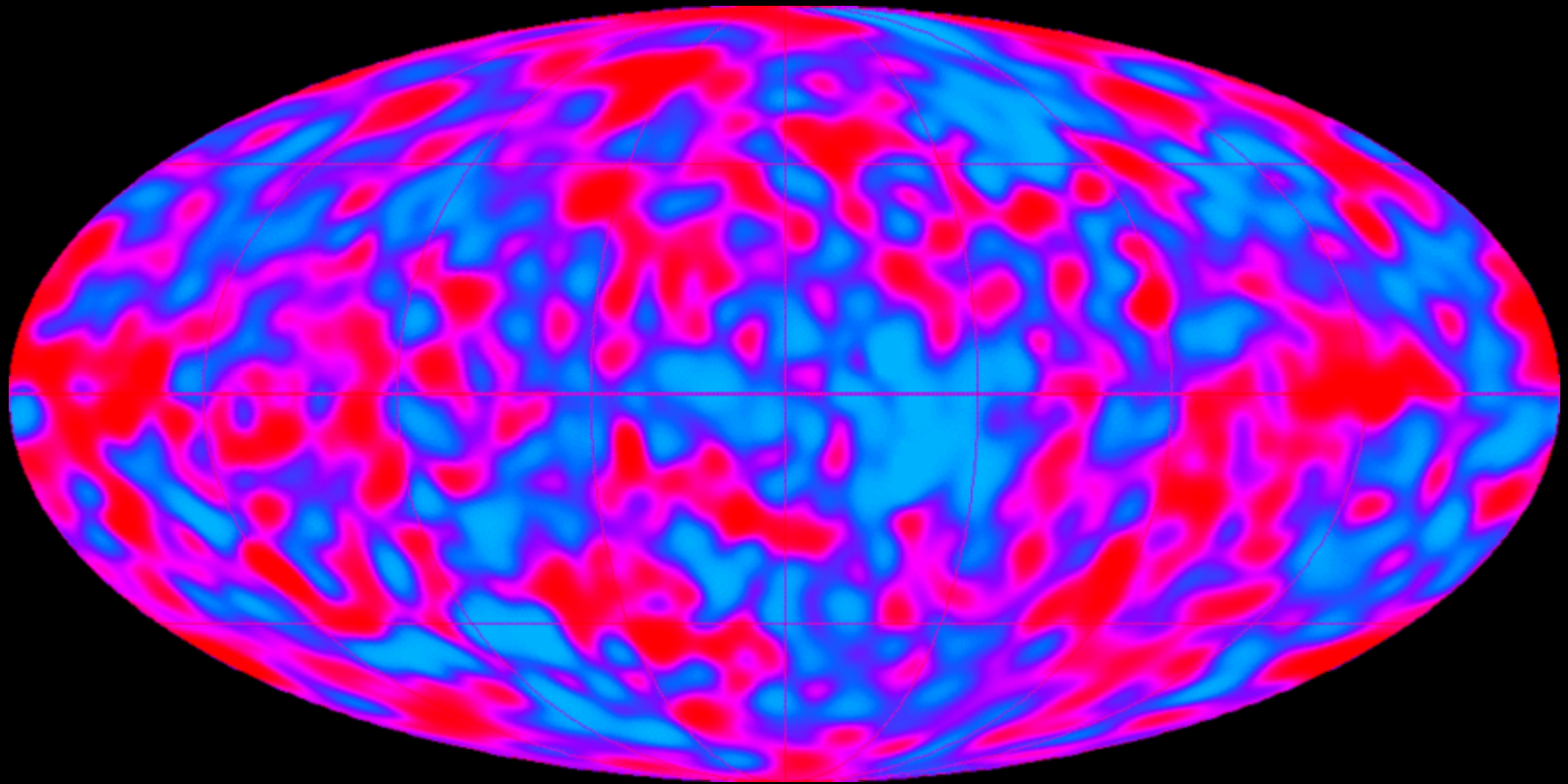
Zu Beginn jeder Vorlesung:

Aktuelle Astronomische Neuigkeiten

- 11.04.= Heute: Übersicht
- 25.04.: Mikrowellenhintergrund & Reionisation (WMAP)
- 09.05.: LOFAR – erste Ergebnisse
- 23.05.: Schwarze Löcher - NEUES
- 06.06.: MOND – Alternative für die Dunkle Materie?
- 20.06.: Neue Groß-Teleskope
- 04.07.: GLAST, Planck, Herschel

Vorschläge für weitere Themen sind willkommen!!

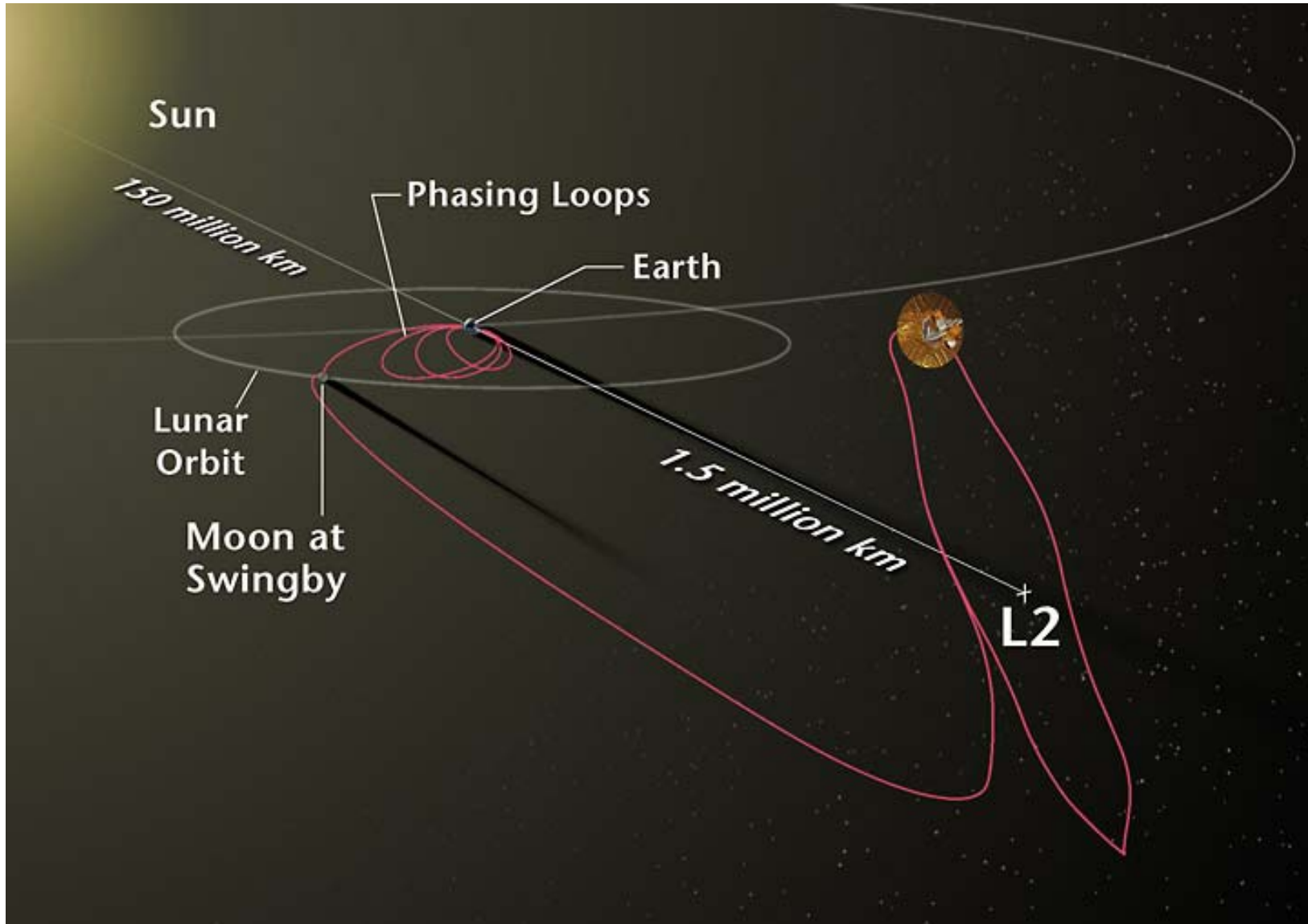




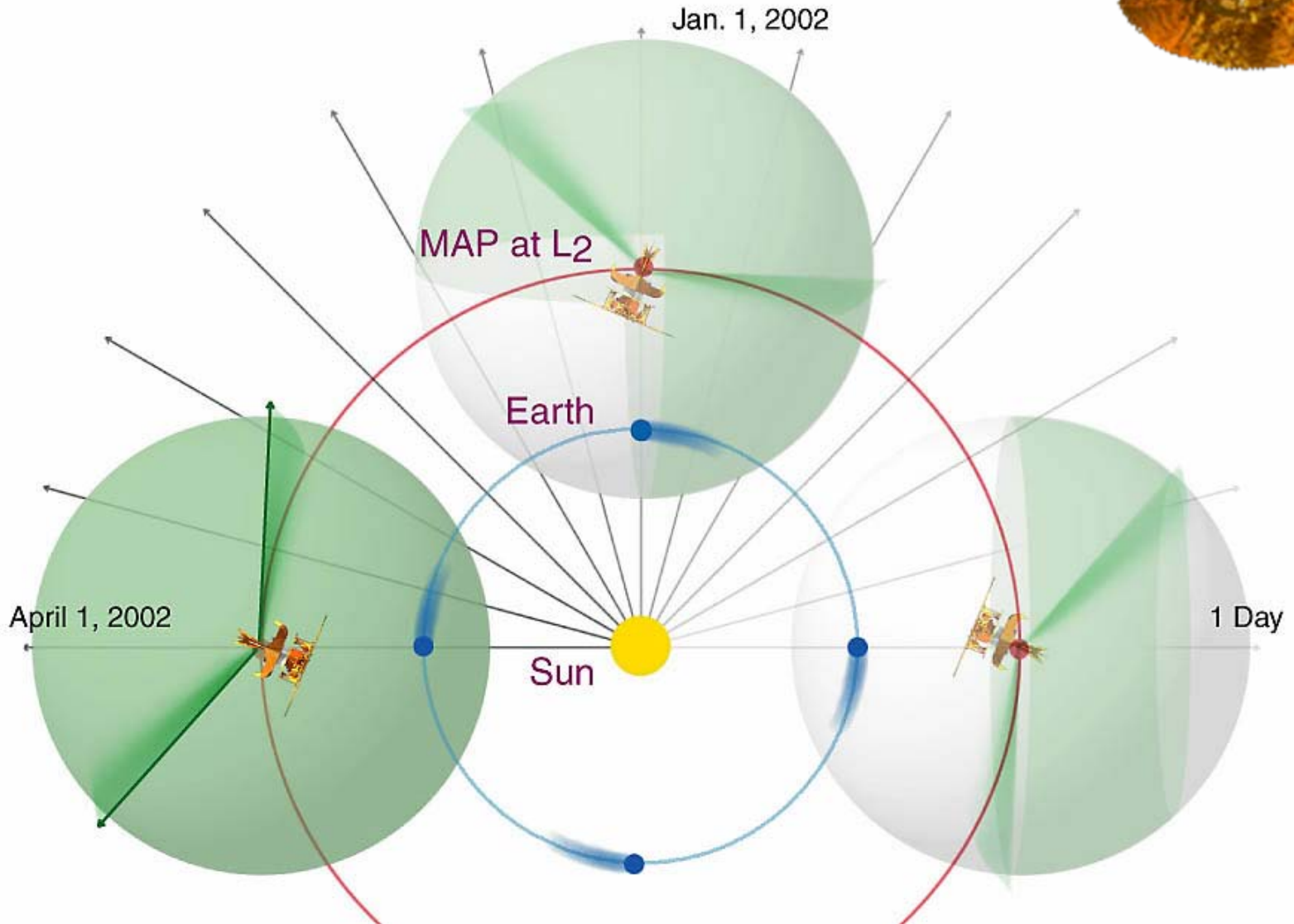
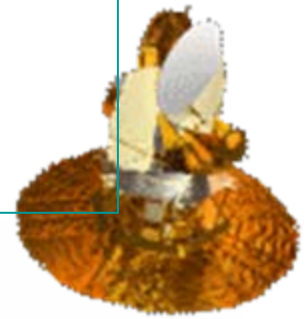
25.04.:

**Mikrowellenhintergrund
& Reionisation (WMAP)**

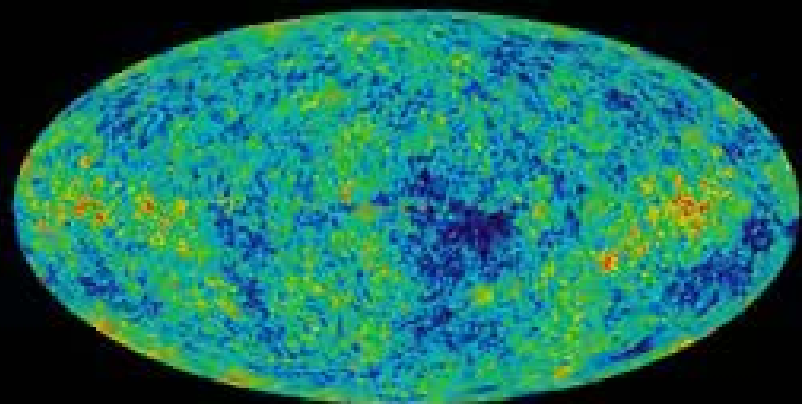
WMAP: Neue Daten



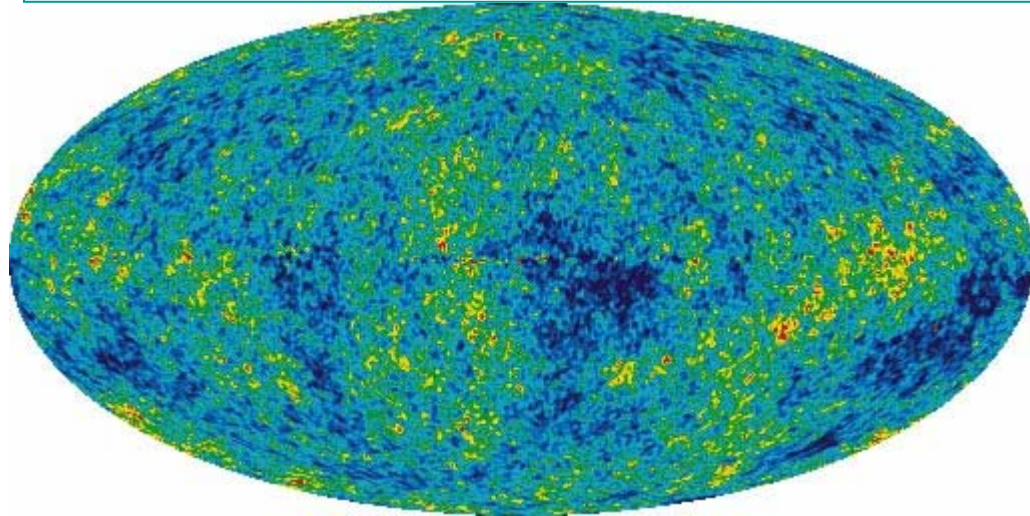
WMAP: Neue Daten



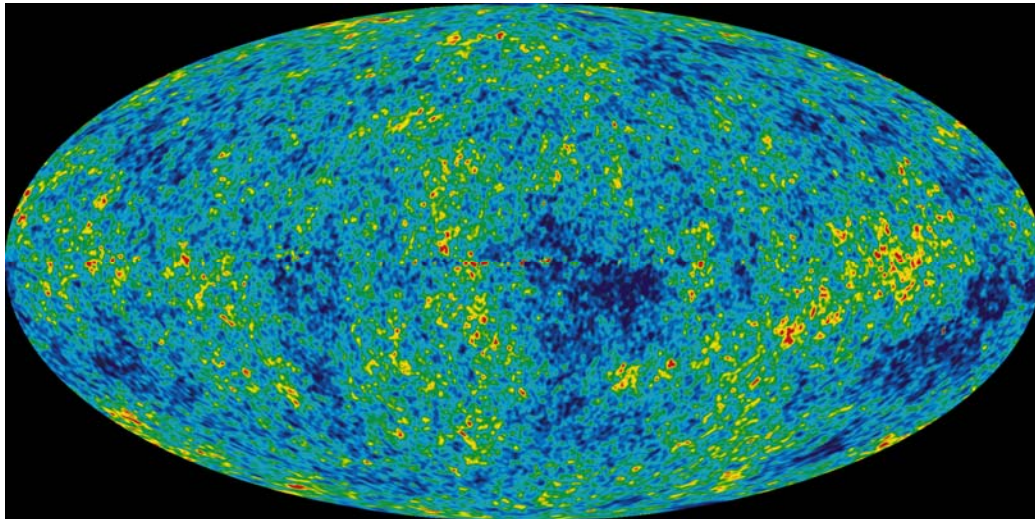




WMAP: Neue Daten

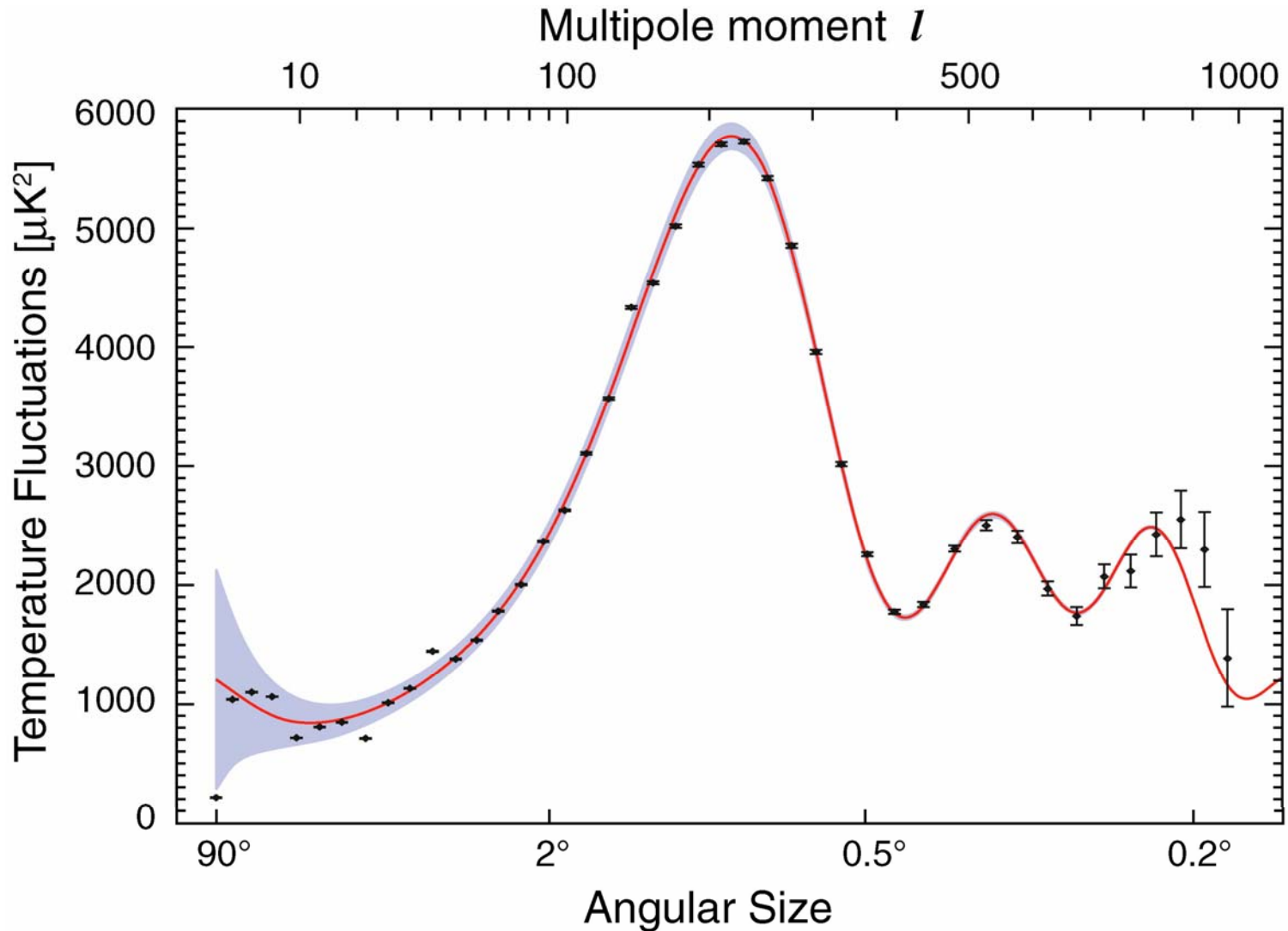


- 3 Jahre Daten

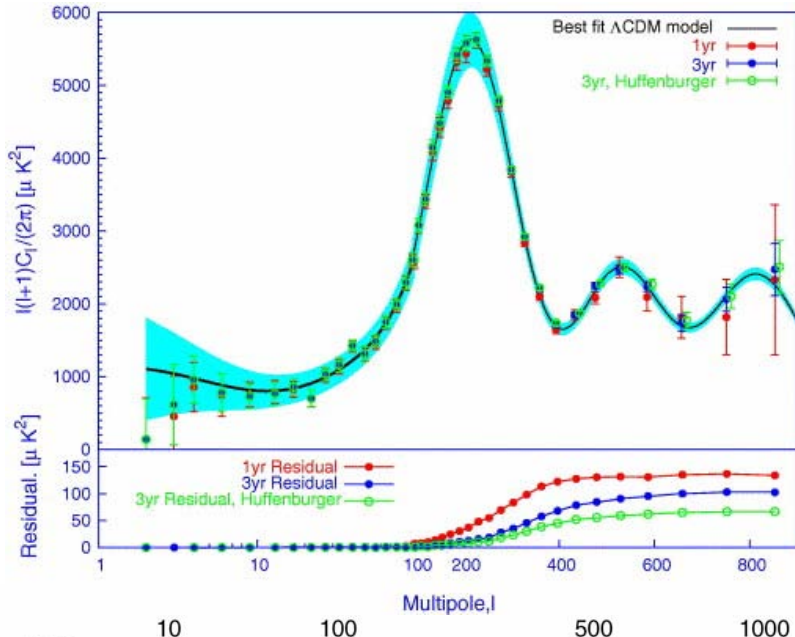


- 5 Jahre Daten

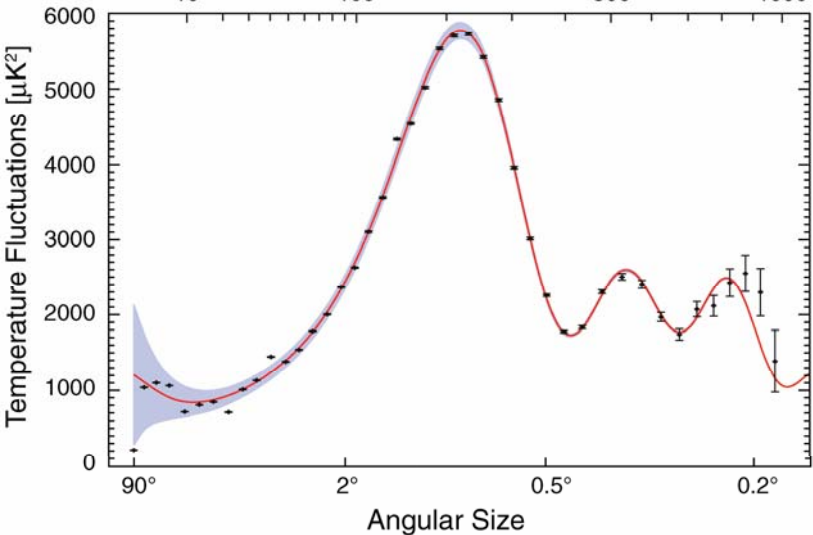
WMAP: Neue Daten



WMAP: Neue Daten

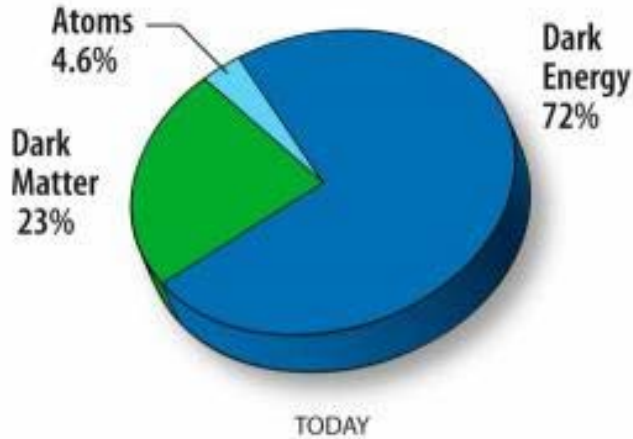


- WMAP-3Jahre

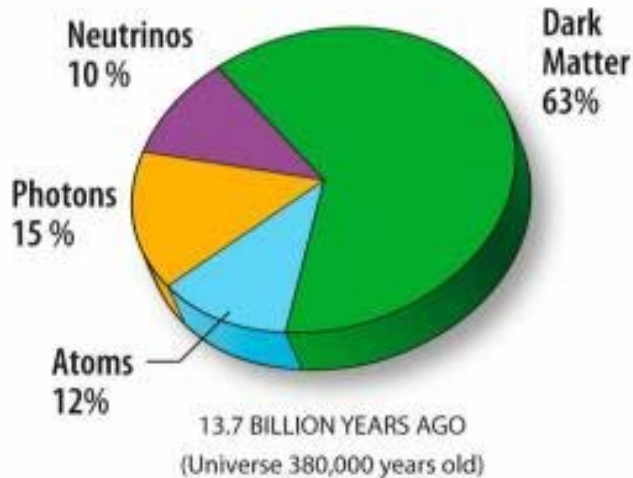


- Temperaturfluktuationen als Funktion der Winkelausdehnung – links: große Winkel
- 3. Maximum gibt Auskunft über die Neutrinos in den Frühphasen des Universums

Neutrinos



- Die Zusammensetzung des Universums heute



- Vor 13.7 Milliarden Jahren, das Universum im Alter von 380 000 Jahren



Reionisation

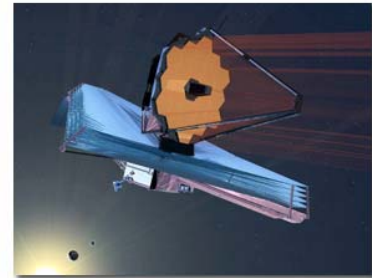
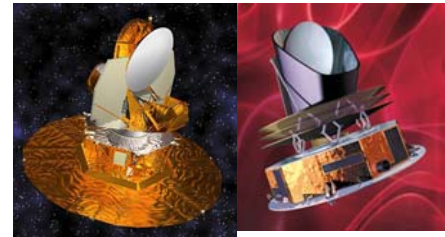
- Direkt nach dem Urknall war die Temperatur (und damit die Energie einzelner Teilchen) so hoch, dass Teilchen nicht miteinander wechselwirken konnten.
- Erst folgte nach der Abkühlung des Universums zwischen einer Sekunde und fünf Minuten die primordiale Nukleosynthese (Vereinigung der freien Neutronen, Protonen und Elektronen zu den Kernen von Wasserstoff und Helium). Die Temperaturen waren jedoch immer noch so hoch, dass Elektronen und Protonen nebeneinander existierten; das Universum war ionisiert.
- Erst ca. 300000 Jahre nach dem Urknall hatte sich das Universum soweit abgekühlt, dass die Elektronen von den Protonen eingefangen wurden. Aus diesem Prozess entstanden die Wasserstoff- und Heliumatome; das Universum wurde neutral.
- Aus den nunmehr neutralen Atomen entstanden die ersten Sterne, die wiederum das neutrale kosmische [Wasserstoffgas](#) anregten (ionisierten). Man spricht hier von der *Phase der Reionisation*. Das übrige neutrale Gas wird heute als „Cosmic Web“ bezeichnet, aus dem vermutlich die ersten Galaxien entstanden. Dieses Netz konnte bisher nur numerisch simuliert werden, daher erhofft man sich [durch LOFAR](#) tatsächliche Aufnahmen aus dieser Epoche, die für das Verständnis der Galaxienbildung unerlässlich sind.

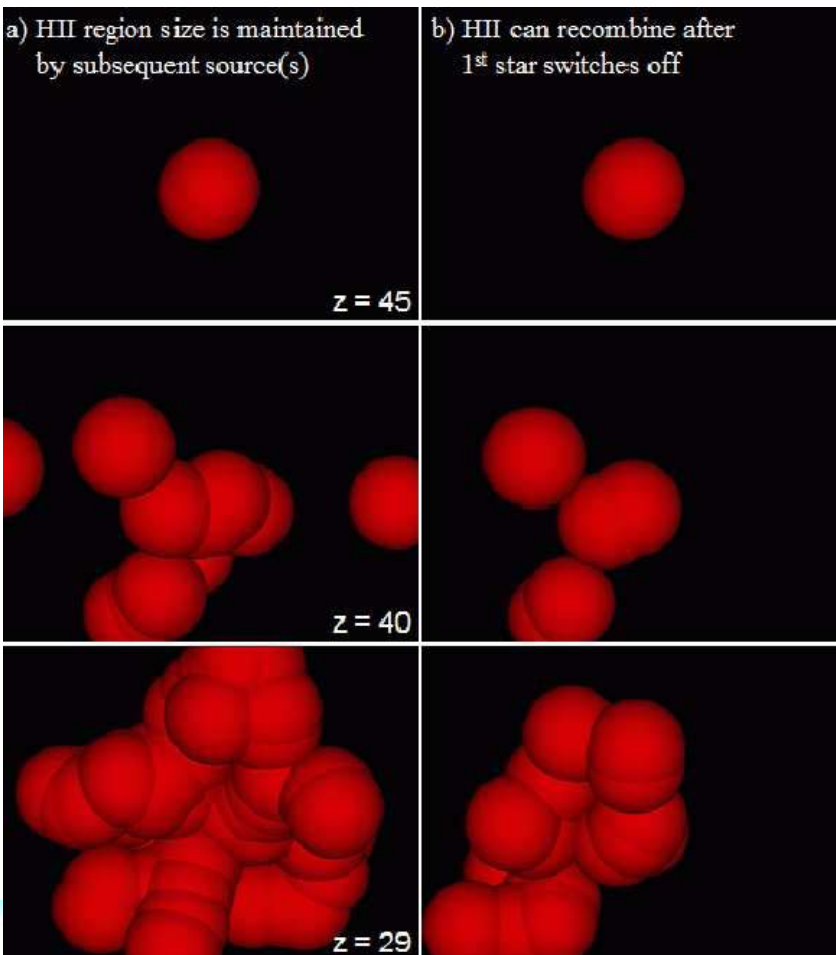
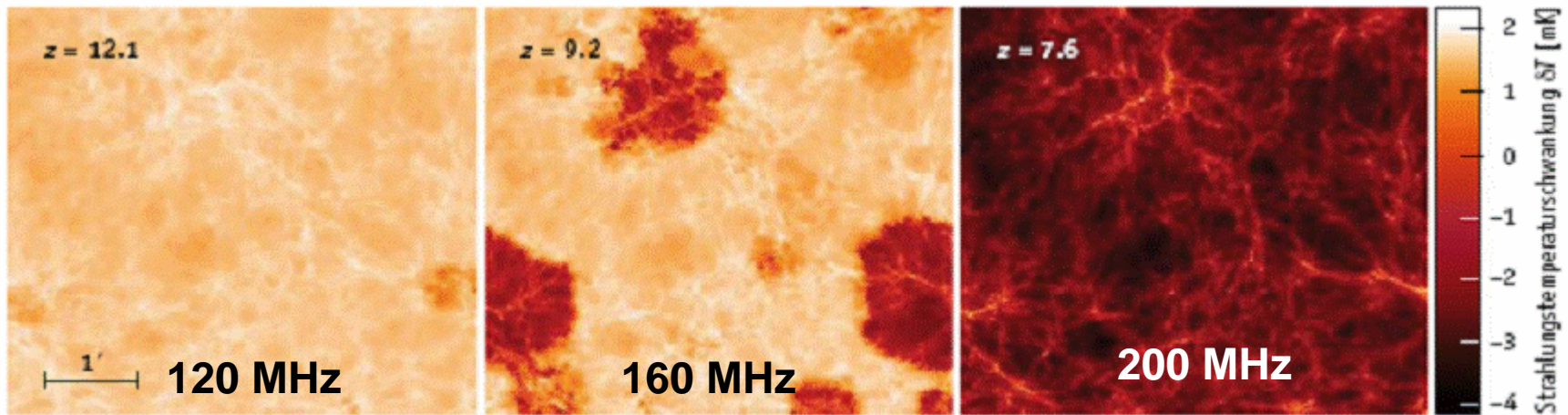
Reionisierung

Der Reionisierungs-Prozess hinterläßt Spuren:

- im kosmischen Mikrowellenhintergrund liefert integriertes Maß für die Thompson optische Länge → WMAP, Planck
- Lyman α gibt Auskunft über die Geschichte der Reionisierung → JWST (?)
- 21cm ebenfalls → Lofar

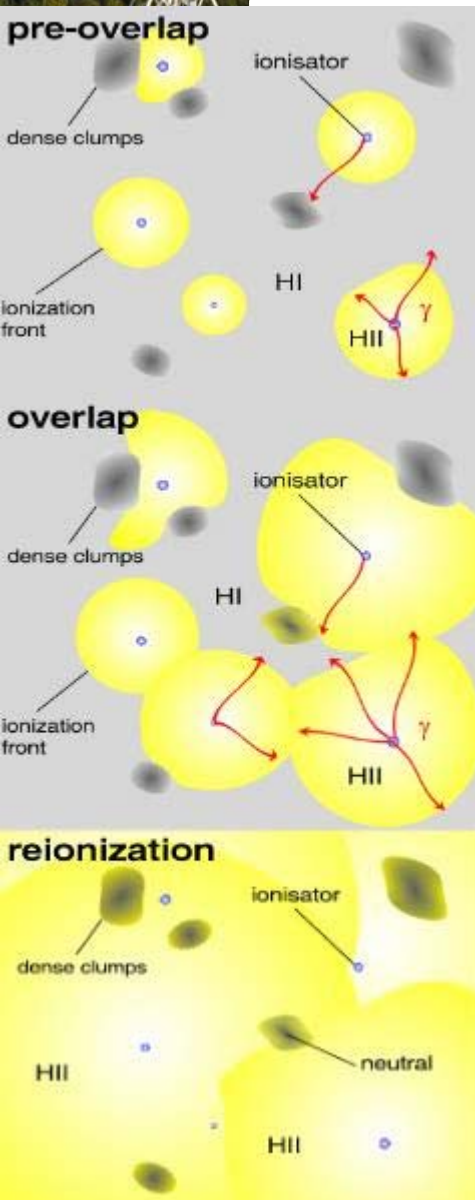
Wesentlich für das “Wie” – aber wer sagt uns, “Wer?”





- Oben: Simulation; HI-Universum entwickelt sich mit der Zeit; dunkle Flecken stellen hochgradig ionisierte Regionen dar, helle Regionen sind neutrale Gastaschen, rechts neutrale Gasfäden, aus denen sich später die Galaxien entwickeln
- Links: unterschiedliche Entwicklung abhängig von der Natur der ersten Quellen

Reionisierung



- JWST wird die ersten Sterne nur als Supernova beobachten können (auch dies wird schwierig) oder als “gelinste” individuelle Sterne (oder kleine Sternhaufen)
- JWST wird die “ersten Galaxien” studieren, d.h. die zweite Generation der Objekte die durch Pop III Sterne angereichert wurden

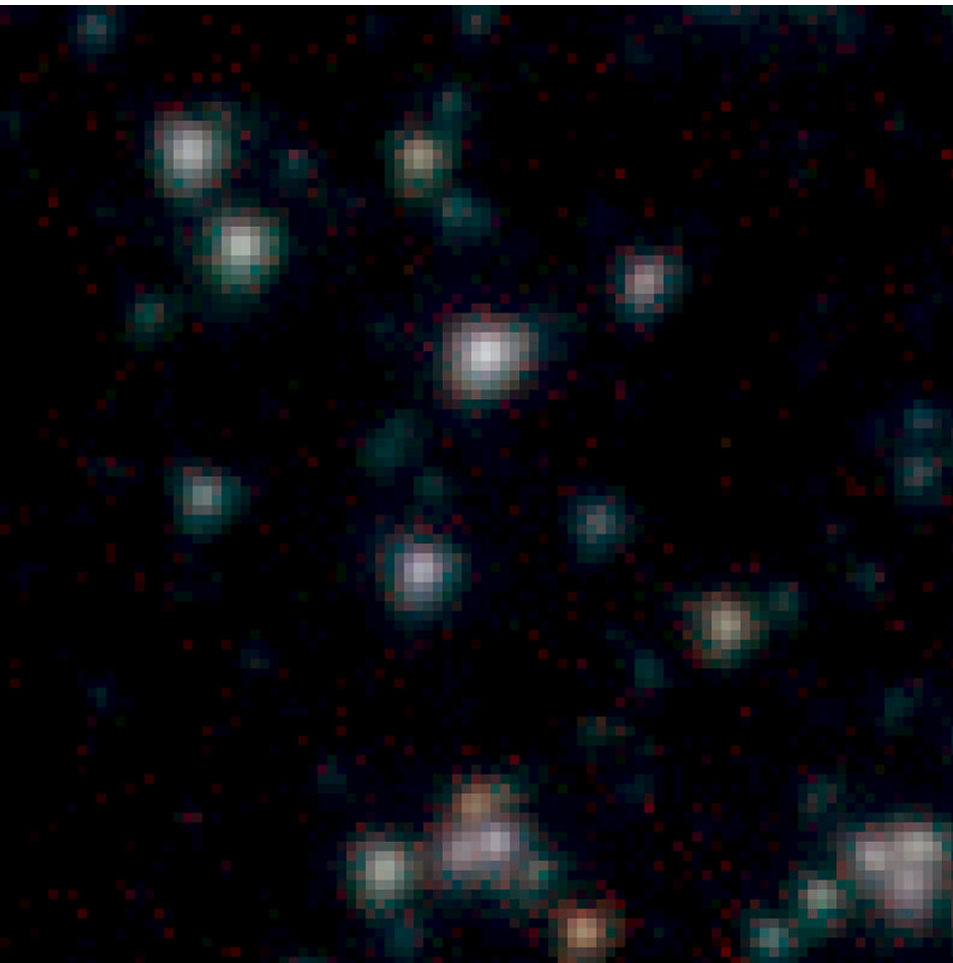
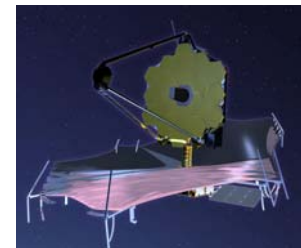
– Was ist eine “erste Galaxie”??

– 2 Möglichkeiten “zuerst” zu sein:

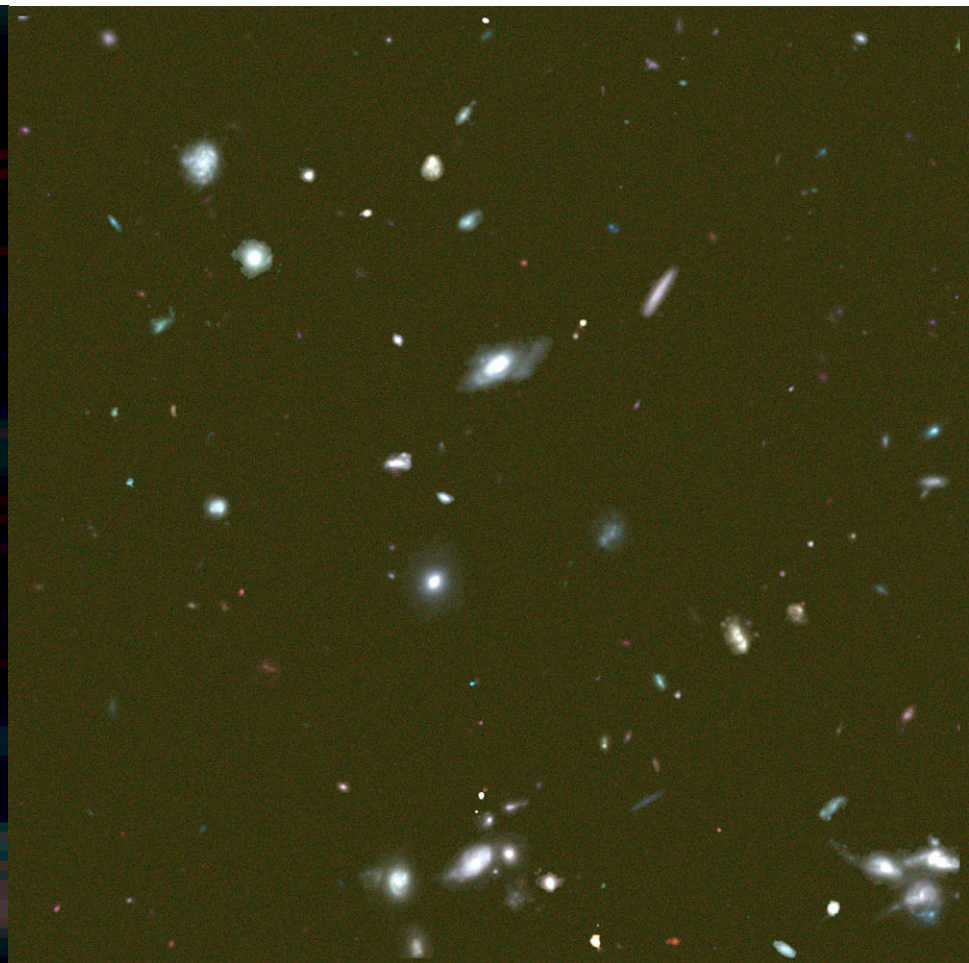
- Chronologisch (höchstes z) → absolut
- Chemisch (primordiale Metallizität) → local die ersten

JWST-Spitzer image comparison

1'x1' region in the UDF – 3.5 to 5.8 μm



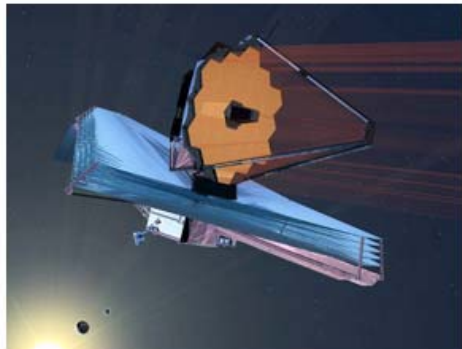
Spitzer, 25 hour per band (GOODS collaboration)



JWST, 1000s per band (simulated)

Neuer Rekordhalter??

- Hubble hat mittels Gravitationslinseneffekt (mit Abell 1689) Evidenz für eine Galaxie bei einer Rotverschiebung >7 gefunden (A 1689-zD1)
- Ganz starke Sternentstehung; unabhängige Evidenz durch Spitzer
- Eine der ersten Galaxien im Universum?
- Möglichkeit, die Frühphasen, Sternentstehung, Galaxienbildung zu studieren
- Hochenergetische Objekte wie Quasare haben vermutlich nicht genügend Energie ein Ende der „Dark ages“ produzieren können; aber junge Galaxien mit starker Sternentstehung
- Kandidat für
- Und ALMA

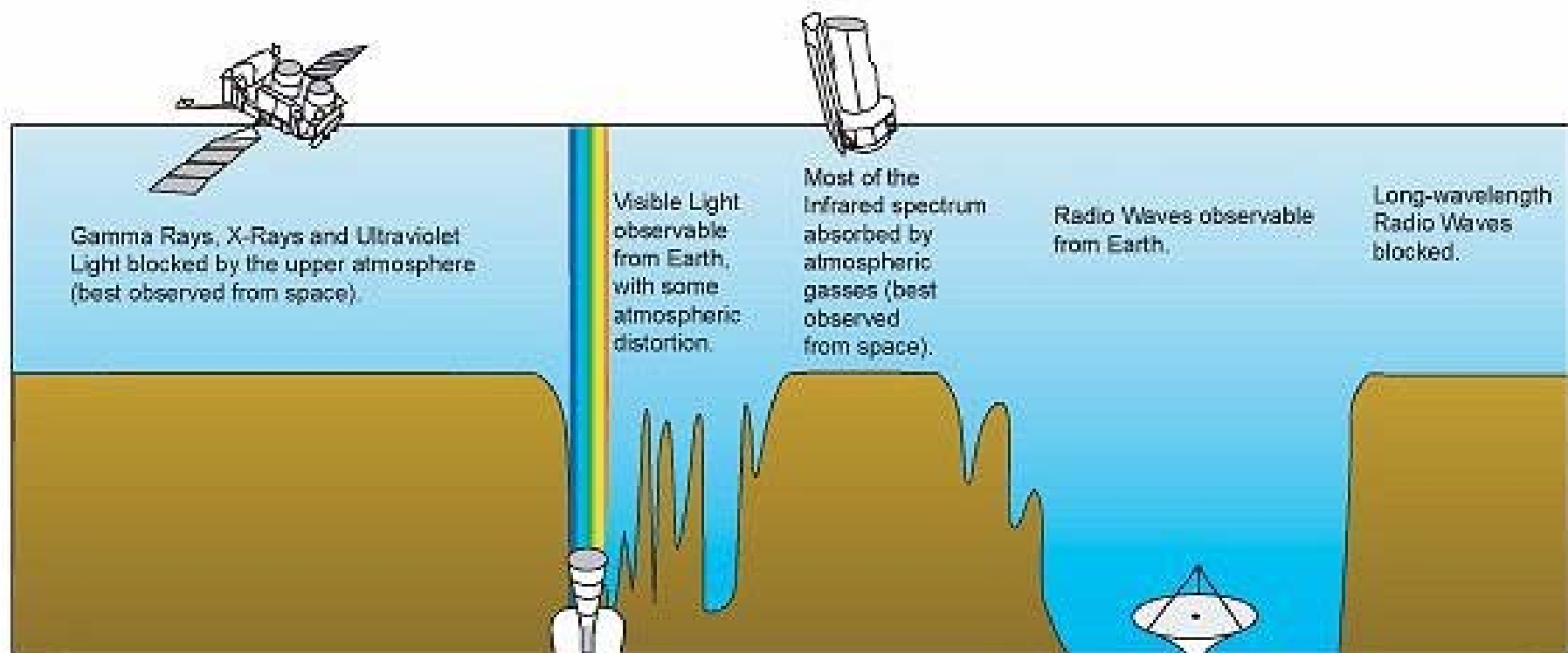
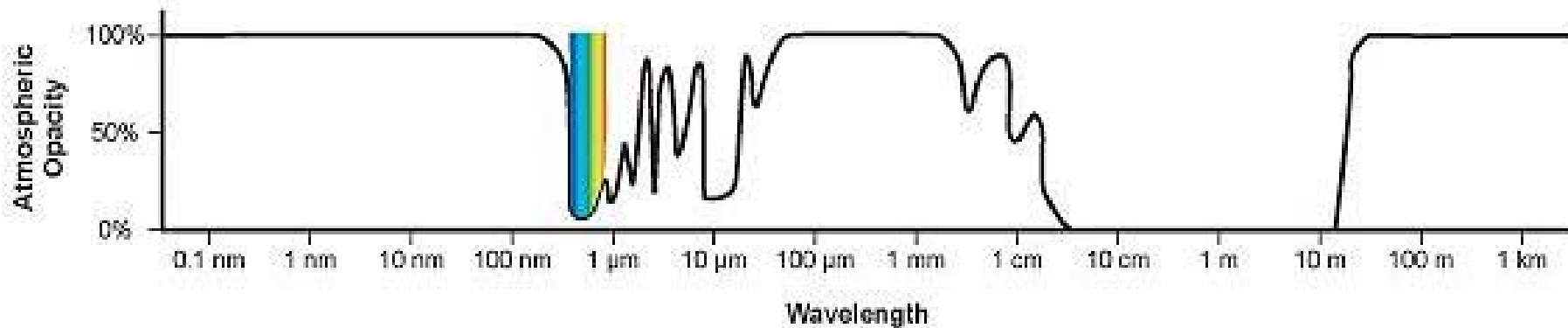




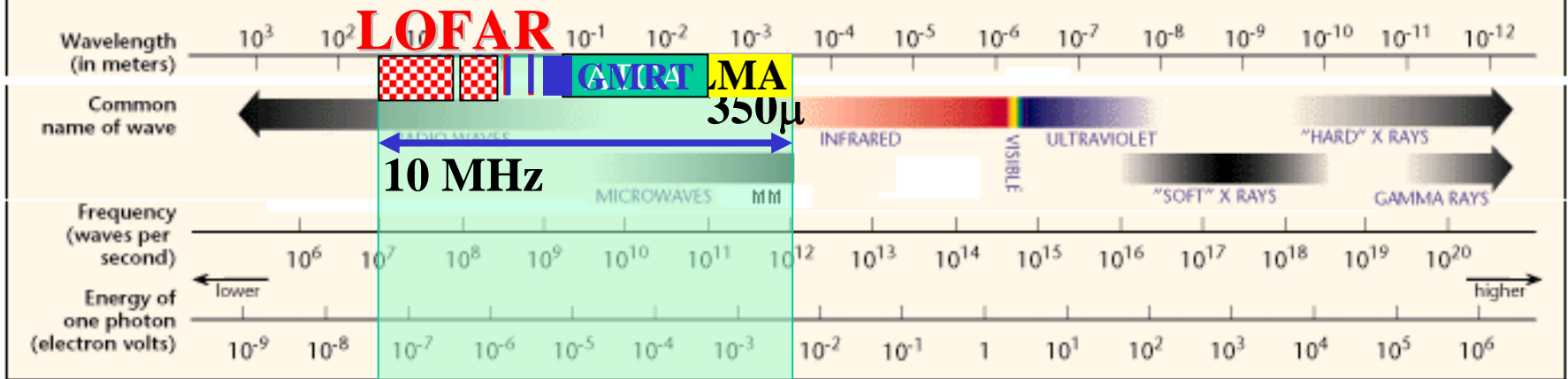
LOFAR



**09.05.: LOFAR -
erste Ergebnisse**



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



ground based
radio techniques



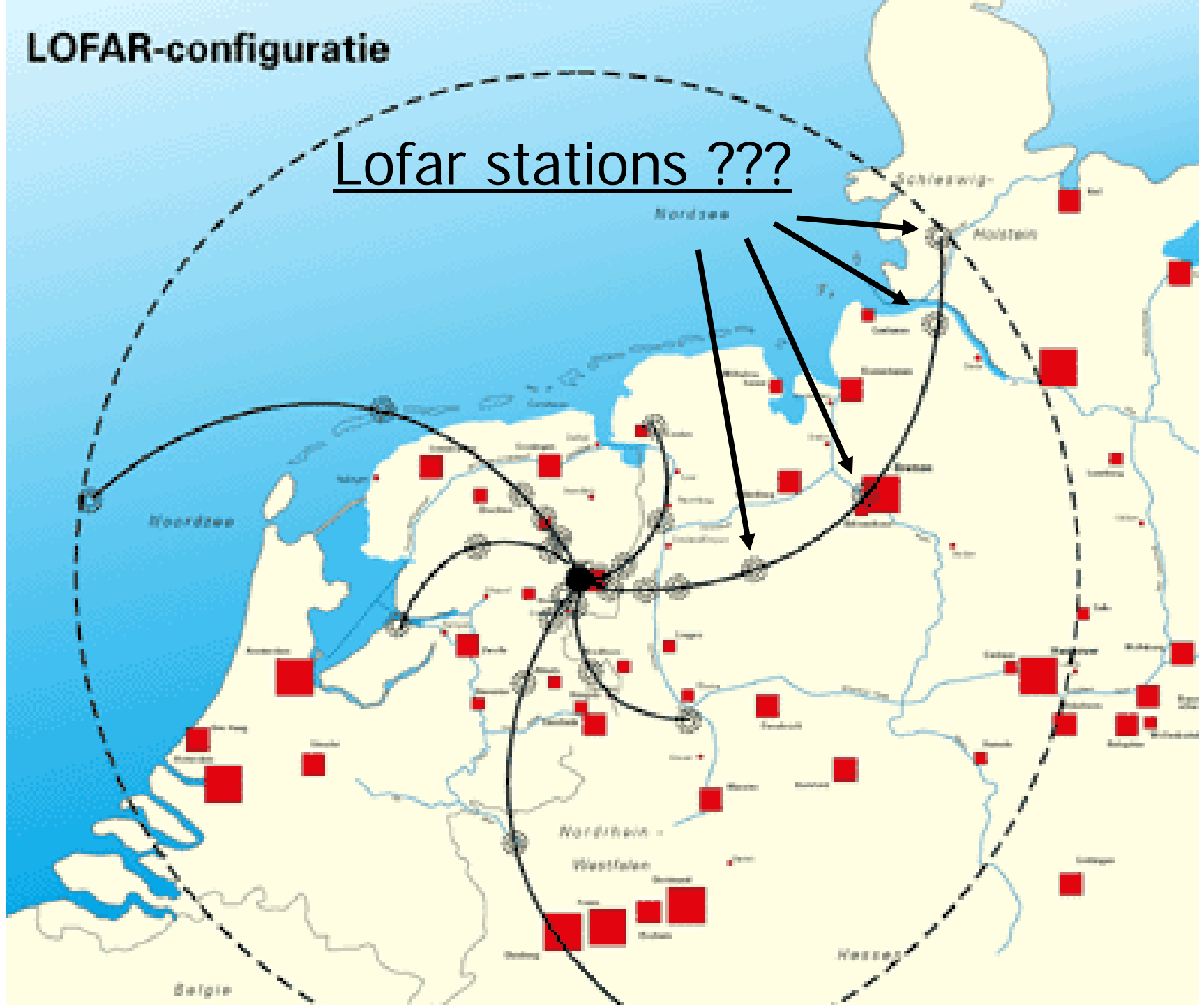
LOFAR-configuratie

Dutch View

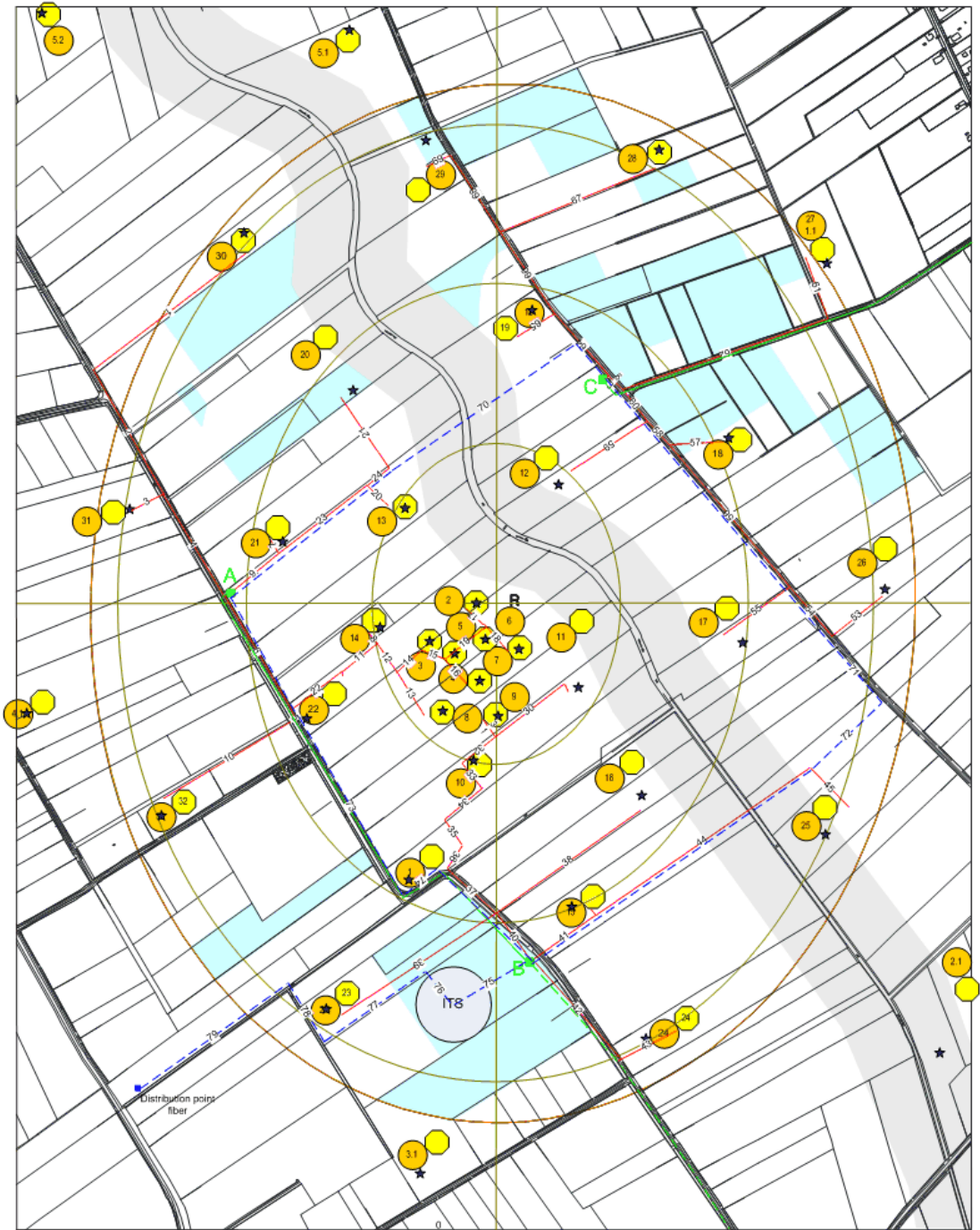


LOFAR-configuratie

Lofar stations ???



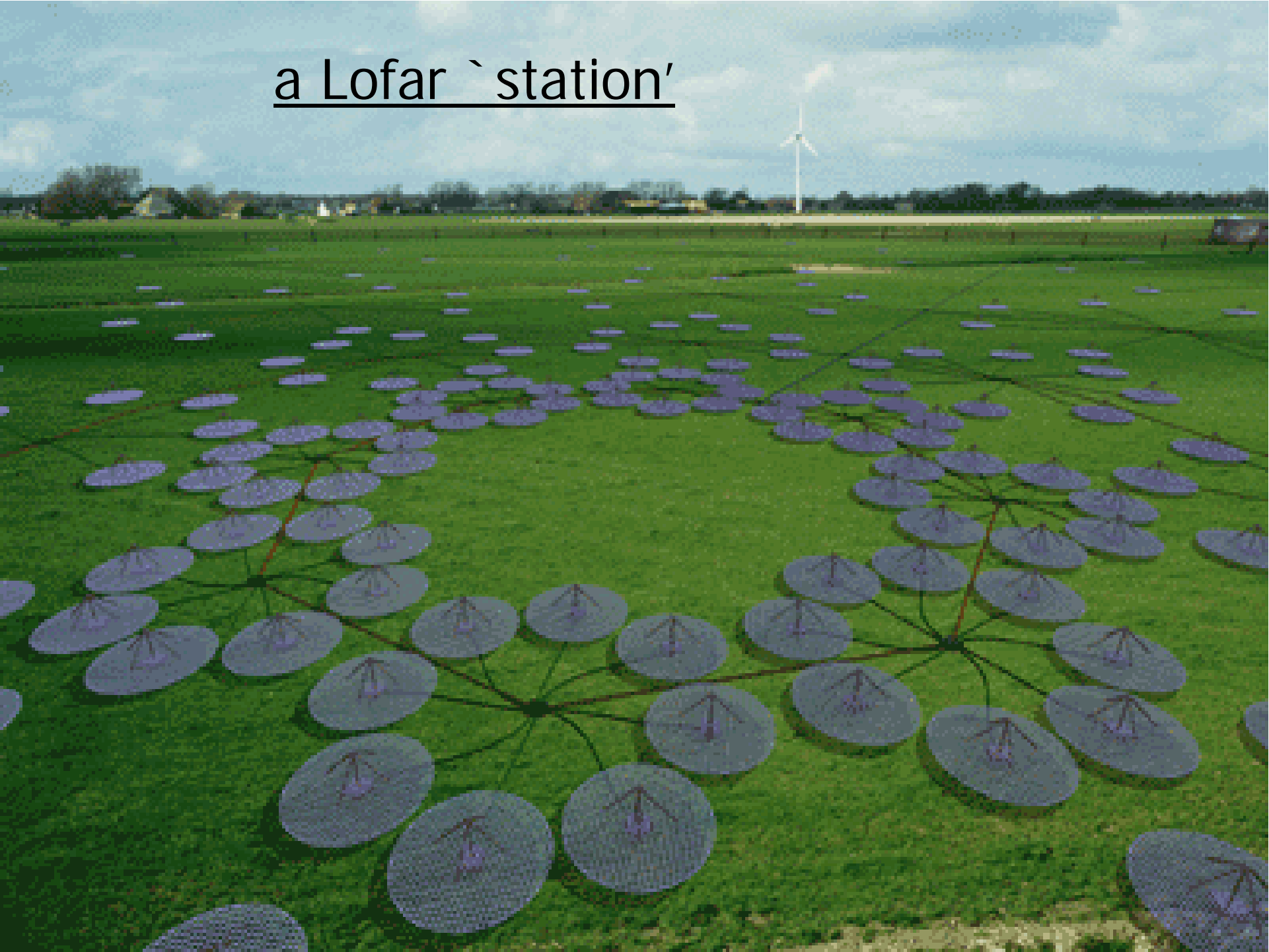




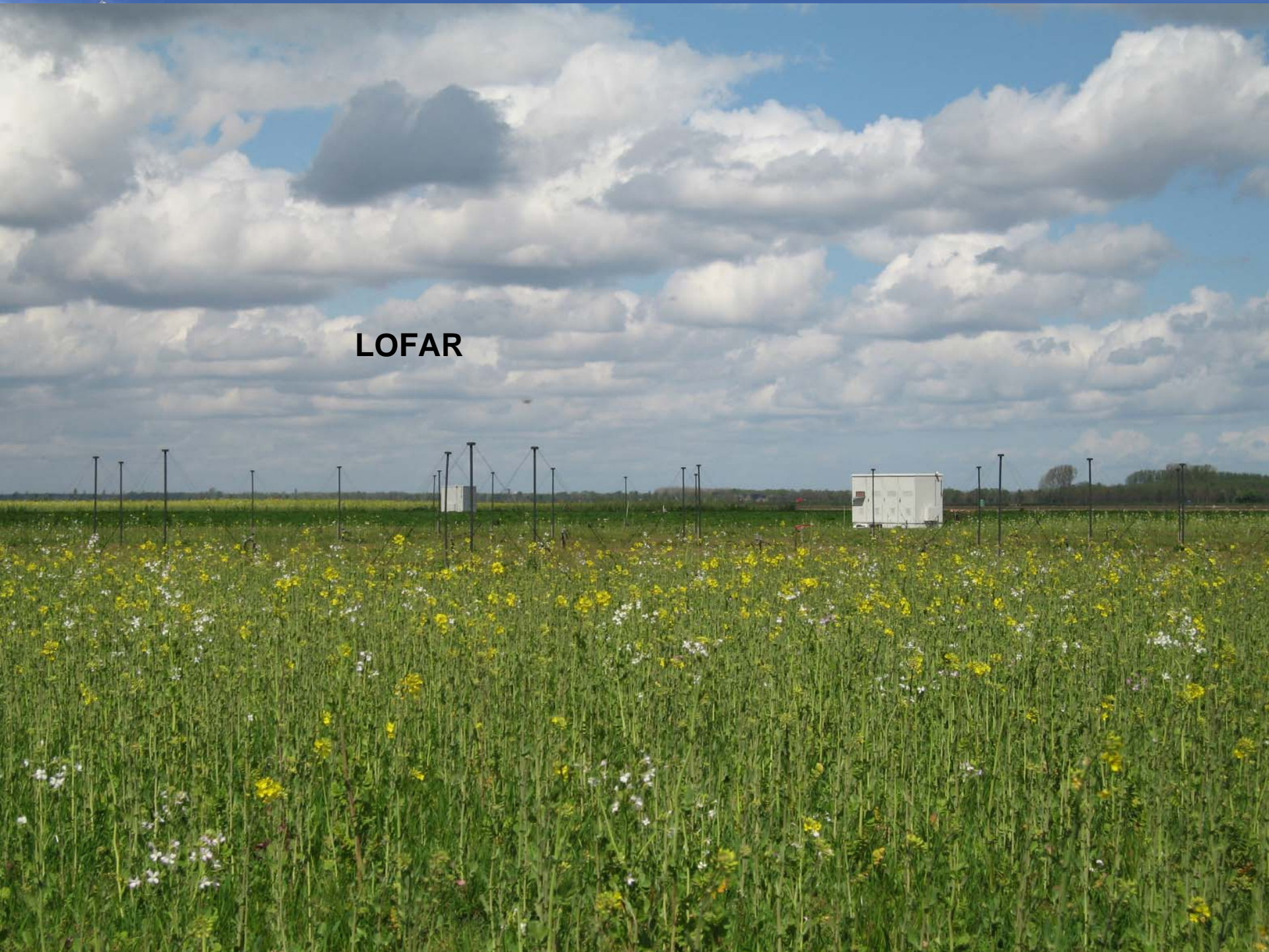
- 27 LBA antenna field
 - HBA antenna field
 - ★ Proposed position antenna field (by astronomers)
 - Power lines (LOFAR owned)
 - High voltage power lines (Essent)
 - ⊕ Power distribution station
 - Fiber connection
 - ⊞ Keep-out area "Het achterste diep"
 - ⊞ Archeologisch interessant gebied
- Toegevoegde regels:
 -> antenna veld waar mogelijk 70 m van de weg
 -> meer dan 5 meter ruimte langs slootkanten
 -> geen sloten dempen (1 uitzondering)
 -> HBA veld zoveel mogelijk op voorgestelde posite door astronomen
 -> LBA veld zoveel mogelijk op dezelfde posite ten opzichte van HBA veld
 -> De voorgestelde posities door de astronomen zijn in het centrum het meest belangrijk.

- LOFAR Kern
- Exloo/NL
- 32 Stationen
- 3kmx2km
- Bis Ende 2008
- 15 000 Antennen in 77 Stationen im Nordosten der Niederlande

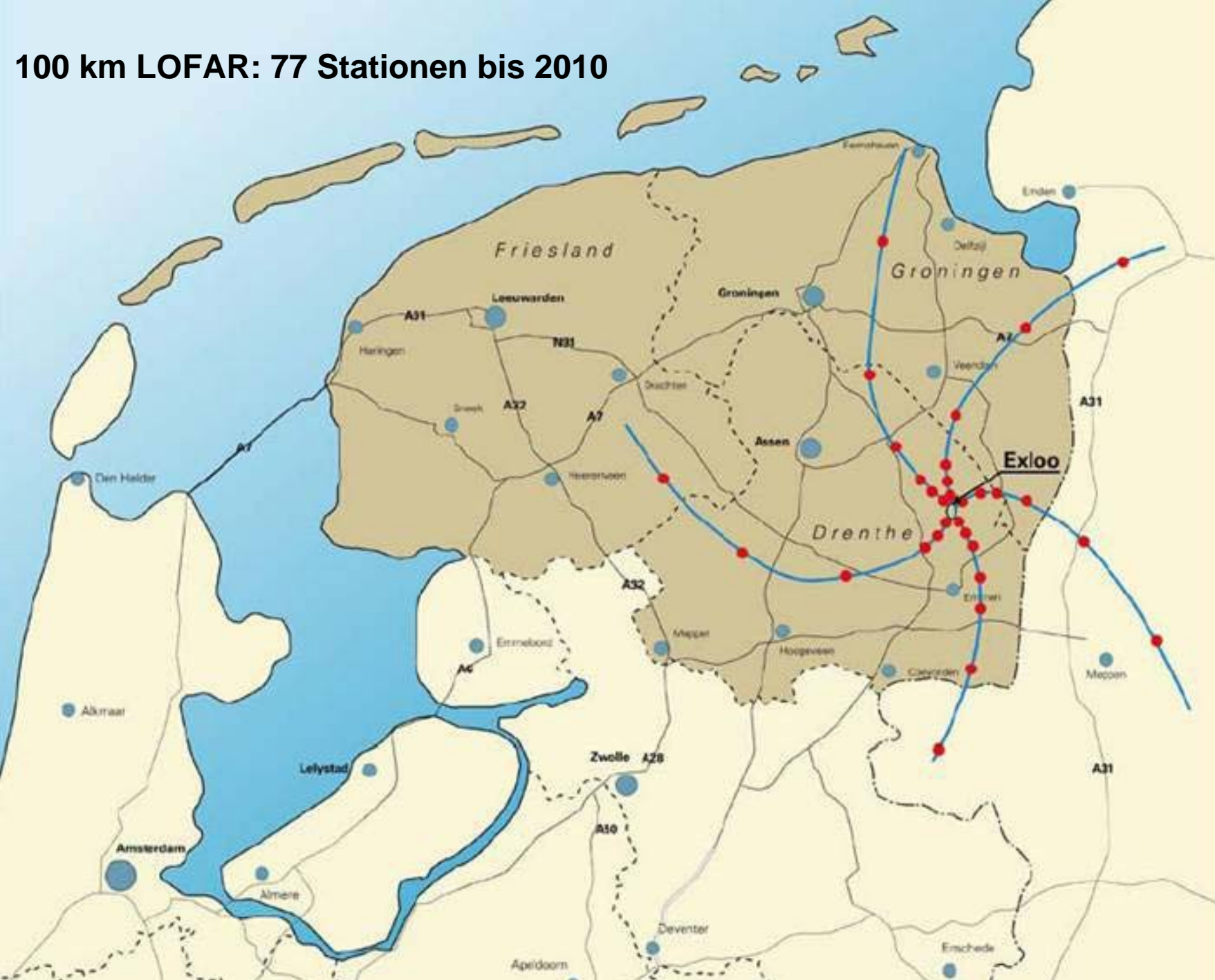
a Lofar `station'

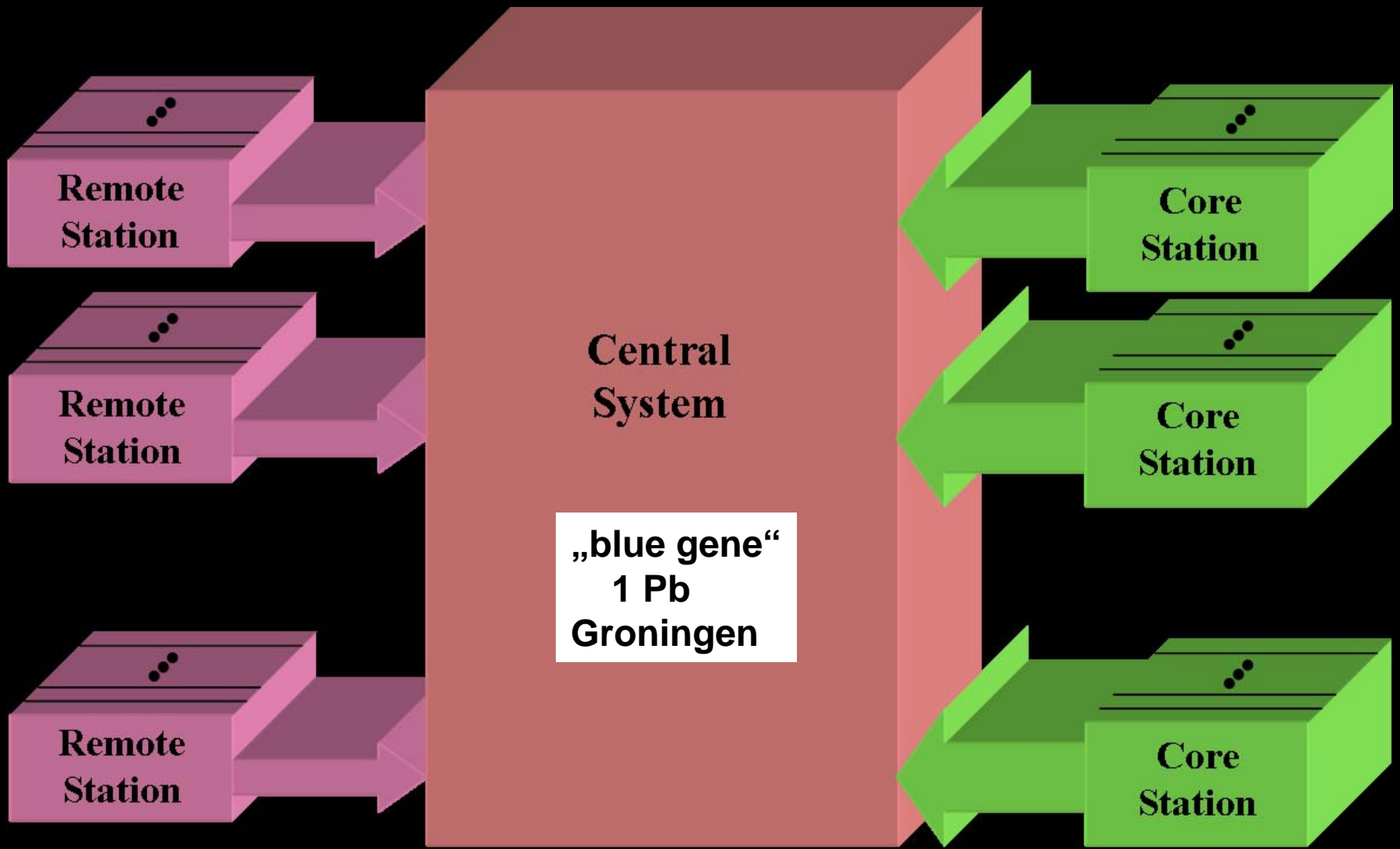


LOFAR



100 km LOFAR: 77 Stationen bis 2010











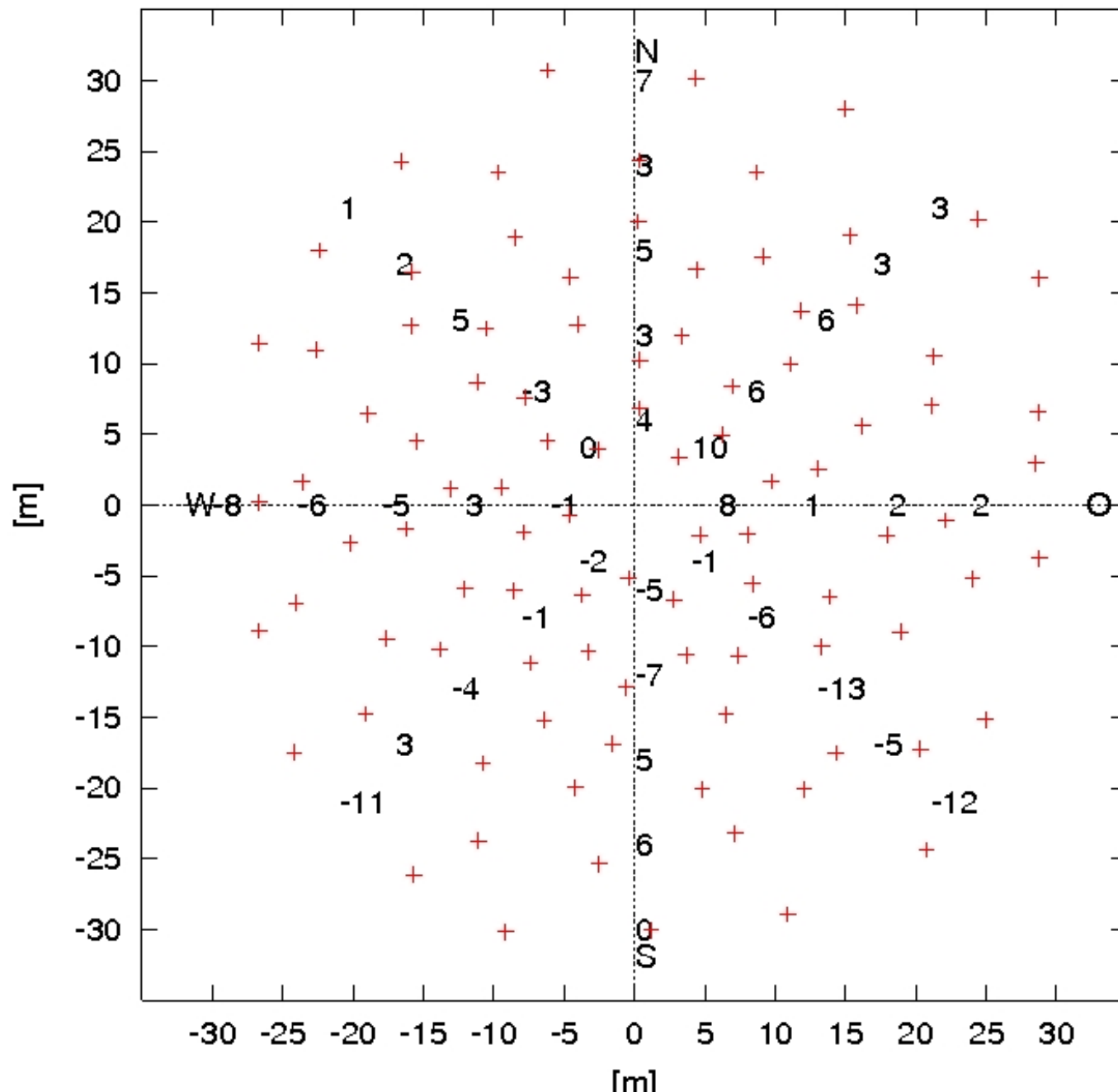
29.11.2006





14.03.2007

LOFAR Eb (+65D) 5 Pos. korr.

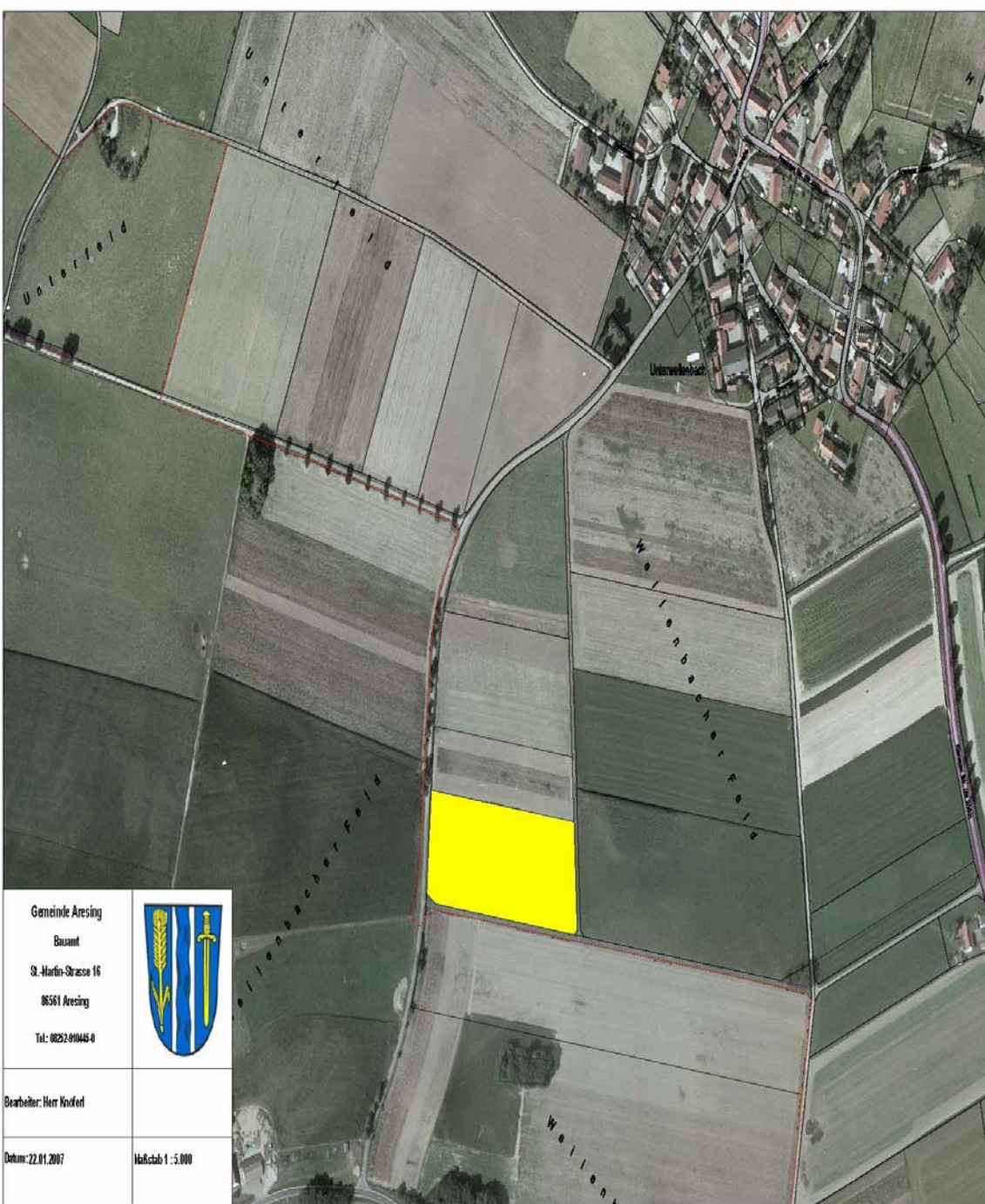




First Light

21.03.2007

Garching, Unterweilenbach



Gemeinde Aresing

Bauamt

St. Martin-Strasse 16

86561 Aresing

Tel: 08292 910443-0



Bearbeiter: Herr Knefeler

Datum: 22.01.2007

Maßstab 1 : 5.000



- Potsdam / Bornim (2008)

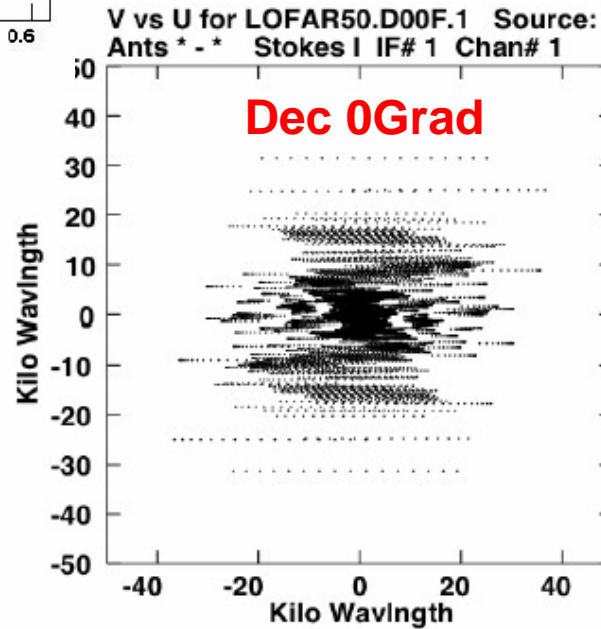
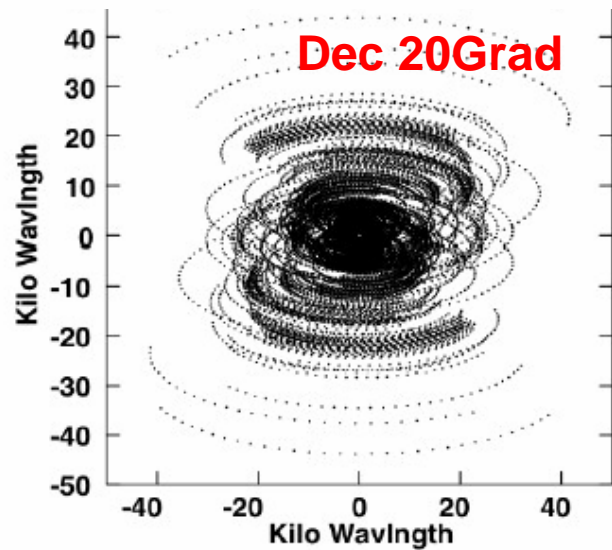
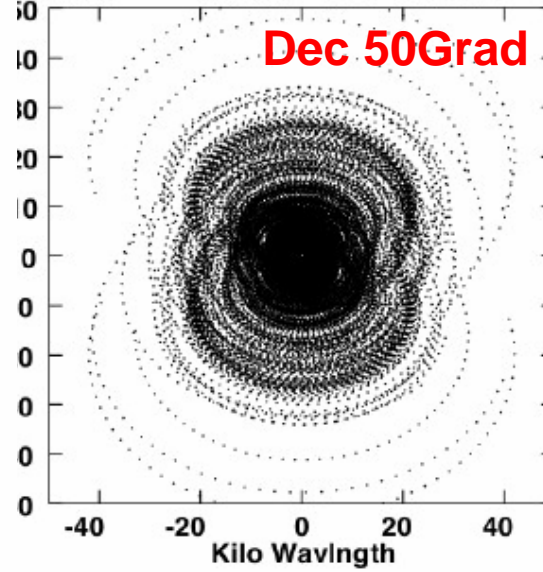
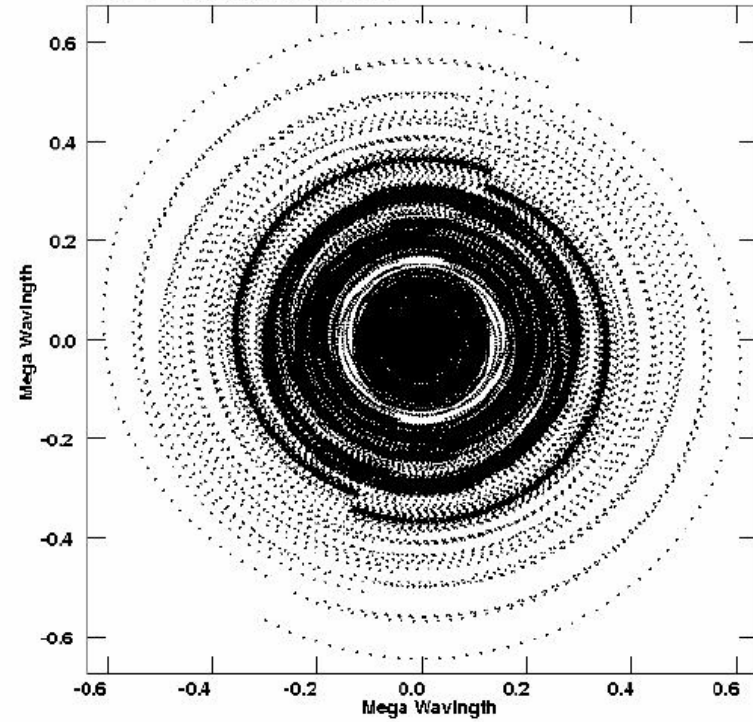
LOFAR Stationen



Plot file version 1 created 12-MAY-2006 19:25:39
V vs U for HBADUK87_F80_UVSM.1 Source:
Ants *- * Stokes I IF# 1 Chan# 1

V vs U for LOFAR50.D50F.1 Source:
Ants *- * Stokes I IF# 1 Chan# 1

- uv-Bedeckung (100km array)



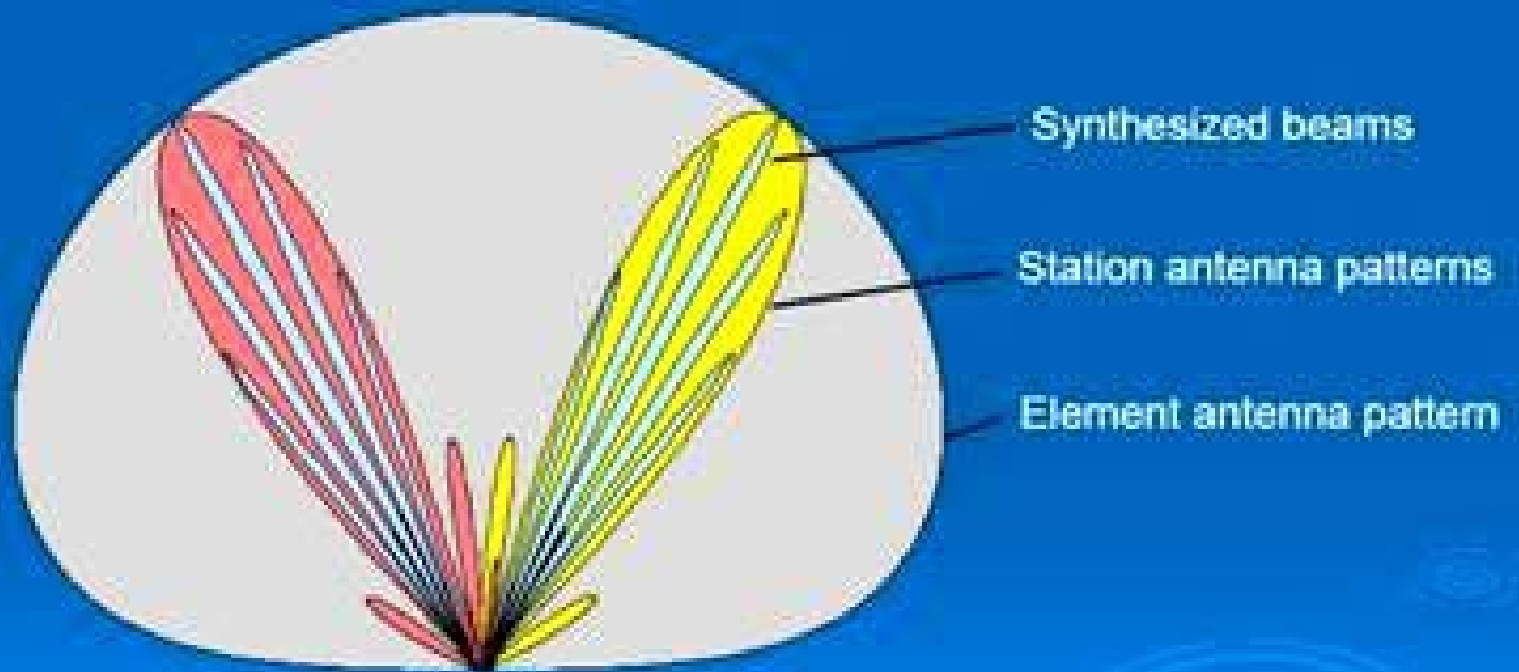


- Niederfrequente Empfänger: 30-80 MHz (10-4m); 96 Antennen pro Station

- Hochfrequente Empfänger: 110-240 MHz (3-1.2m); 96 Elemente pro Station; 4x4 Dipole pro Element

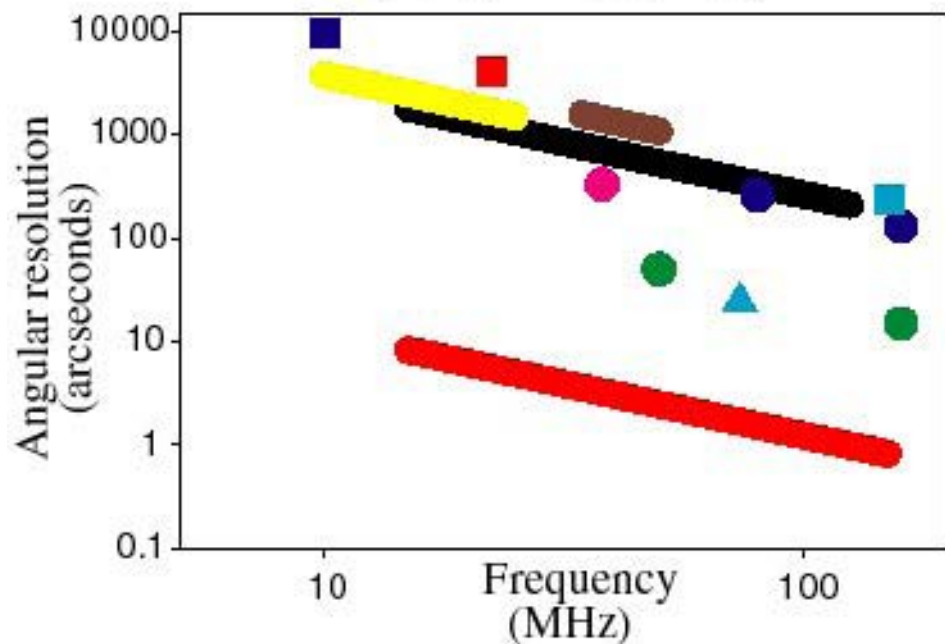


Aperture Array



LOFAR Angular Resolution

(≤ 500 km baselines)

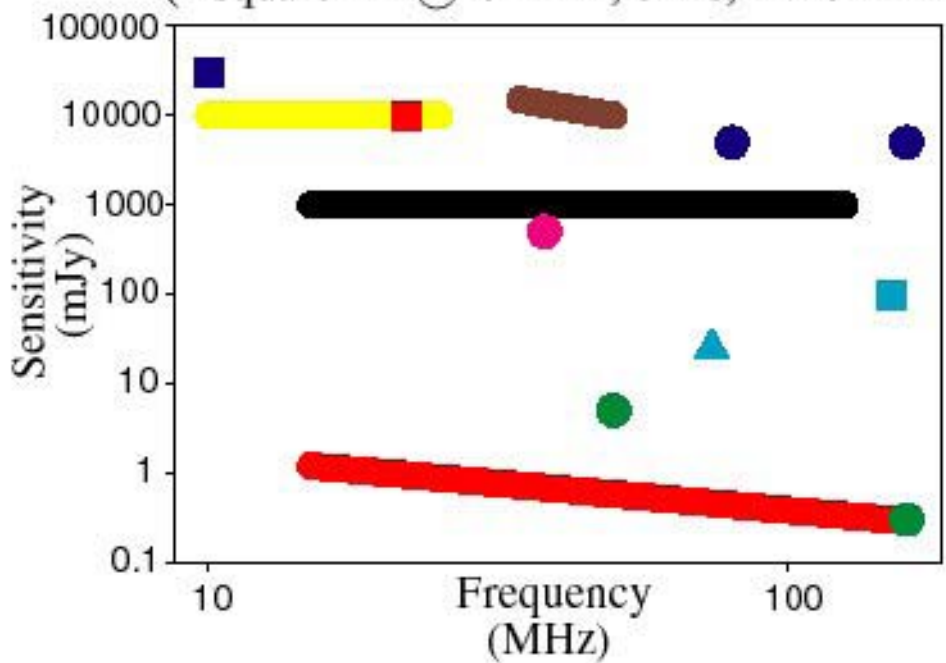


- CLRO
- Culgoora
- VLA
- UTR2
- Cambridge Polar cap

LOFAR

LOFAR Sensitivity

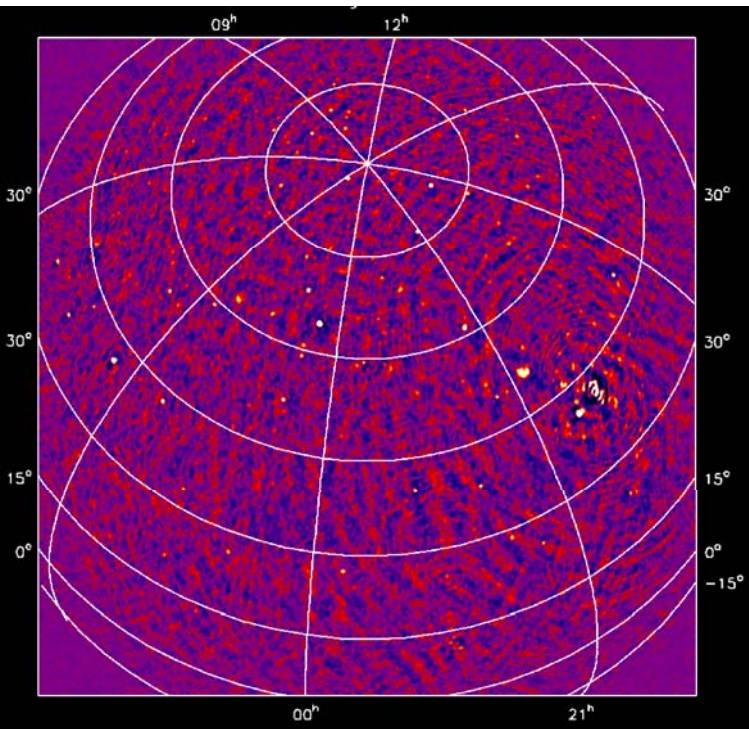
(1 square km @15 MHz, 8 hrs, $\Delta\nu \sim 3$ MHz)



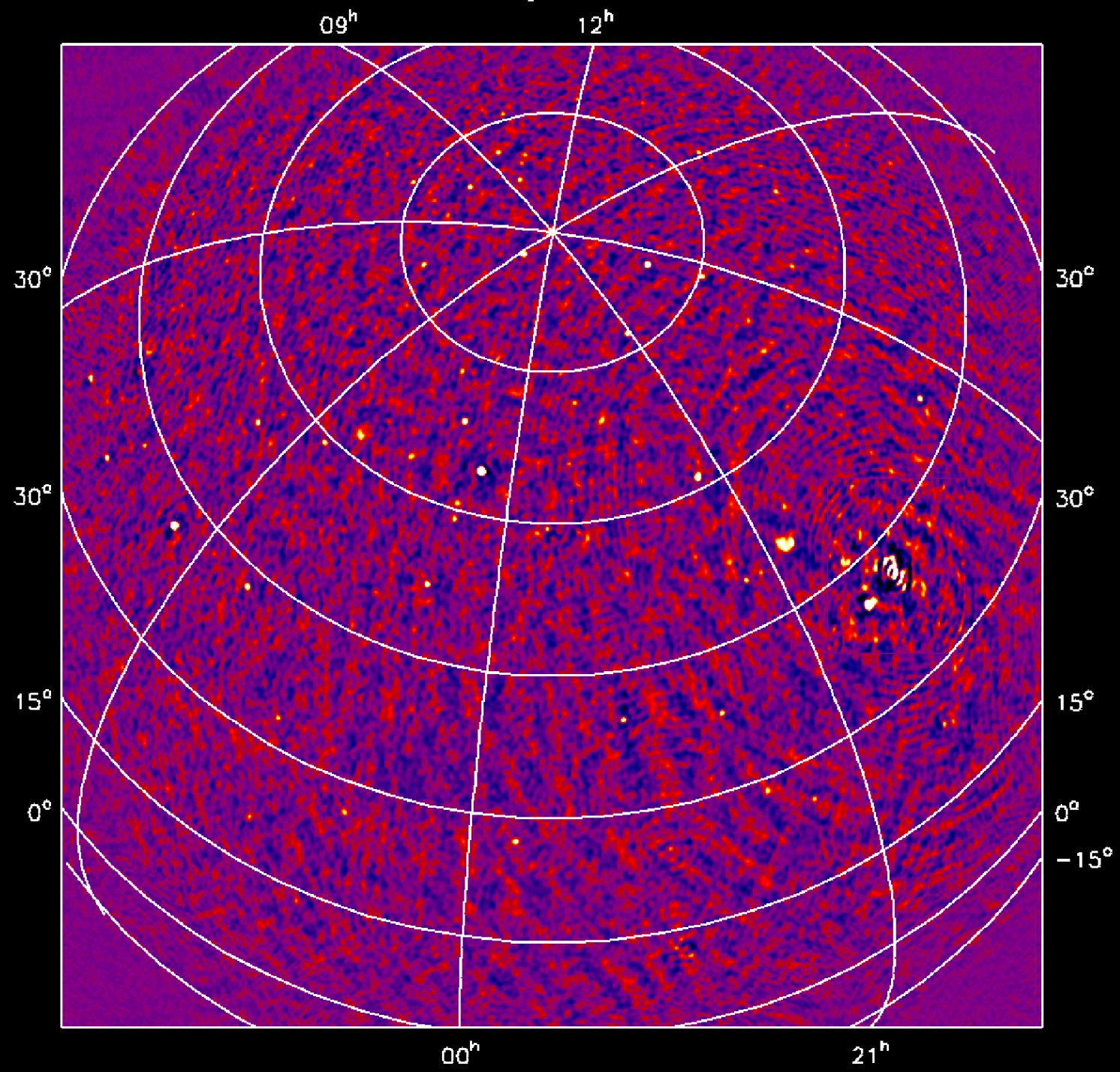
- DRAO-10
- DRAO-22
- Gauribidanur
- Mauritius
- GMRT



LOFAR



- Erstes „tiefes“ Bild mit den LOFAR Stationen bei 50 MHz, Auflösung: 0.5 Grad; zentriert auf Cas A; 40 weitere Quellen sind in dem Bild detektiert; 2009 mit dem gesamten LOFAR array wird dieses Bild 200 fach schärfer sein; Quellen die 10 000 fach schwächer sind, werden abgebildet werden können

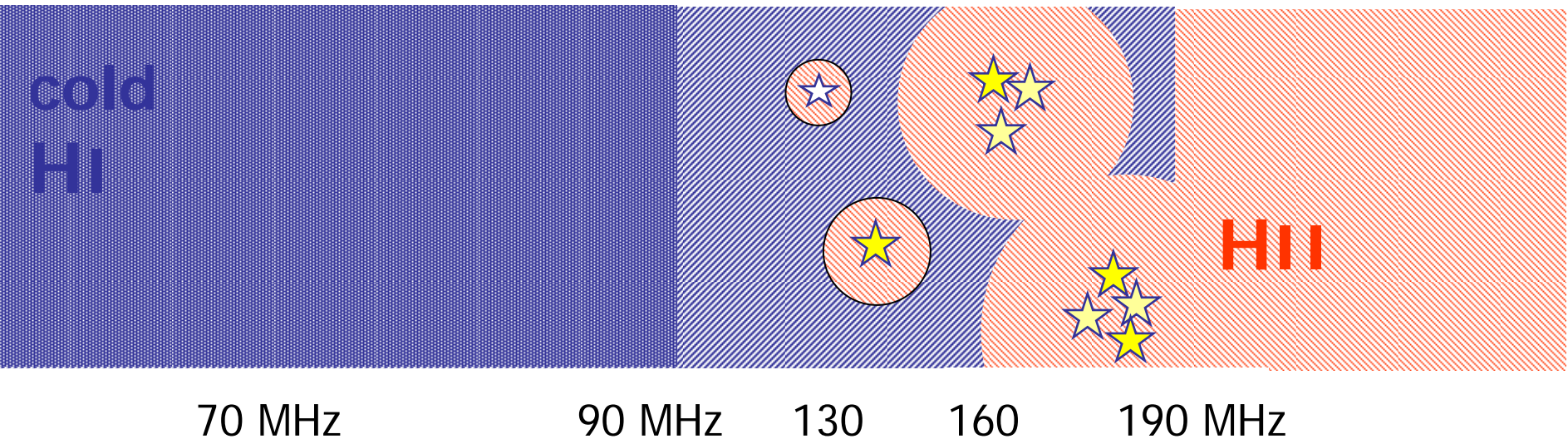


Top LOFAR astronomical science drivers

- 21cm emission/absorption from Epoch of Reionisation
 - mapping of neutral residue of IGM as first sources of ionising radiation appear at redshifts between 7 and 20(?)

$\tau_{UV} < 1$... (Gunn-Peterson Effect)

Z = 20 15 10 8 7 ↓ 6



WMAP result $\Rightarrow z \sim 15$ to 20

$Z = 20$

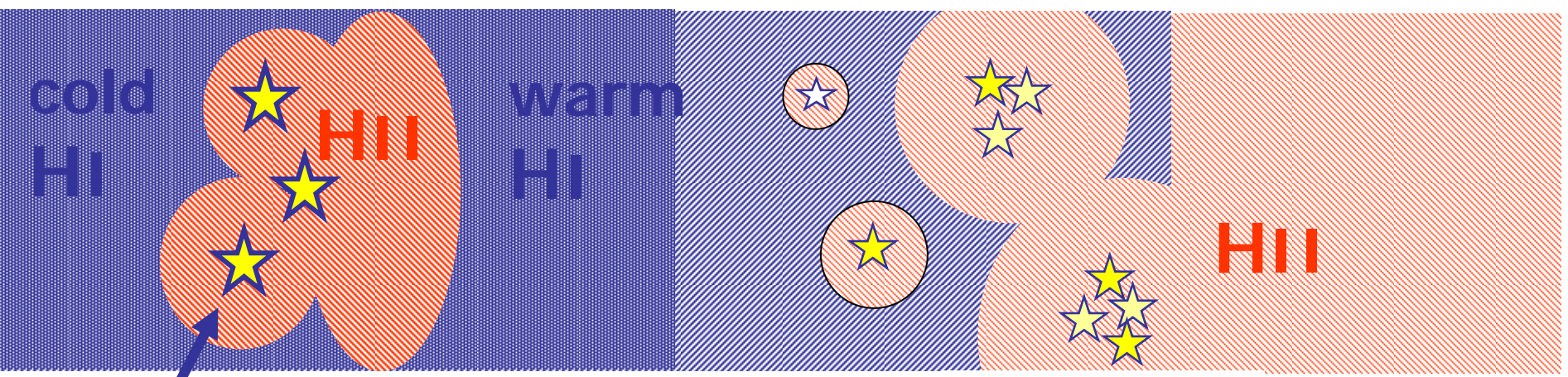
15

10

8

7

6



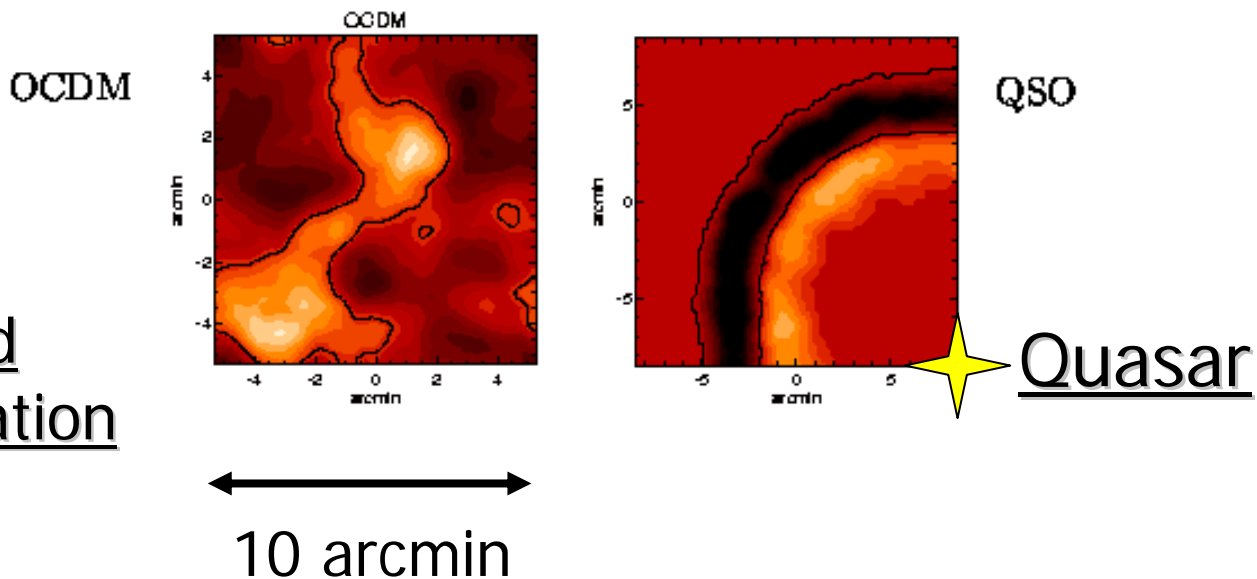
Pop III stars: @ 500 Solar mass



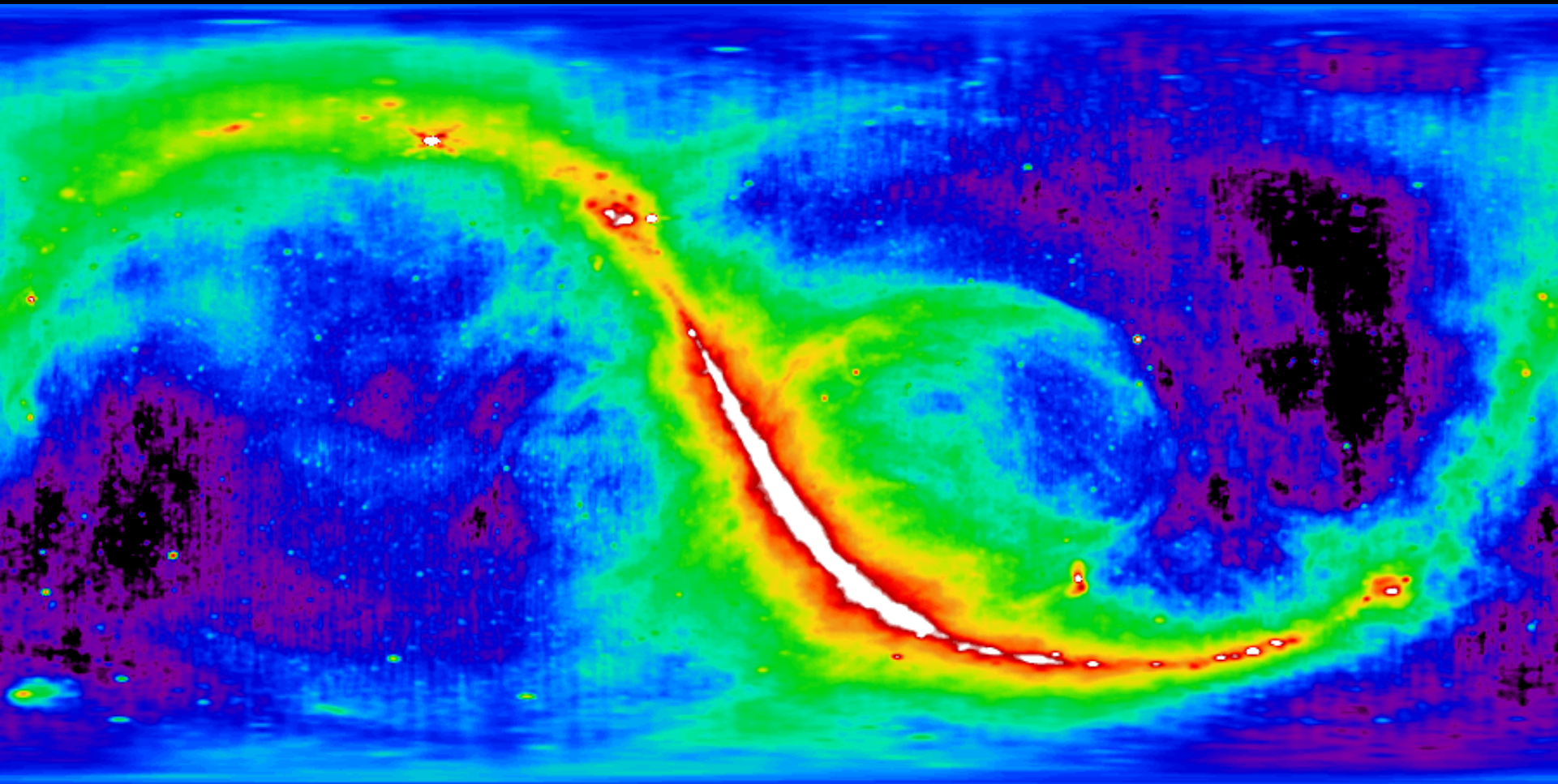
LOFAR and SKA ...

Sensitivity to Spatial Structure

* Numerical simulations: Tozzi, Madau, Meiksin, Rees 2000
of the Radio Sky

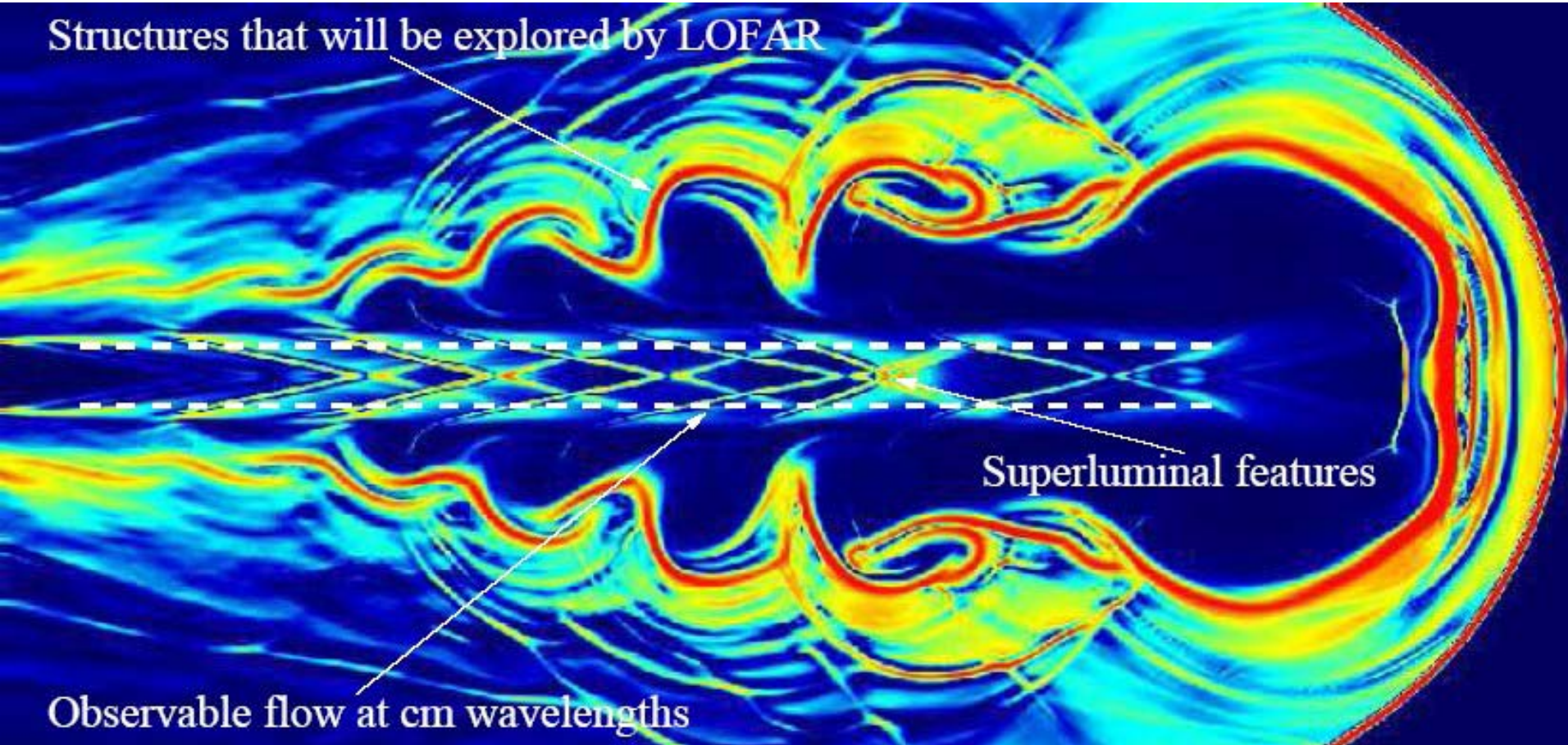


Radio sky in 408 MHz continuum (Haslam et al)



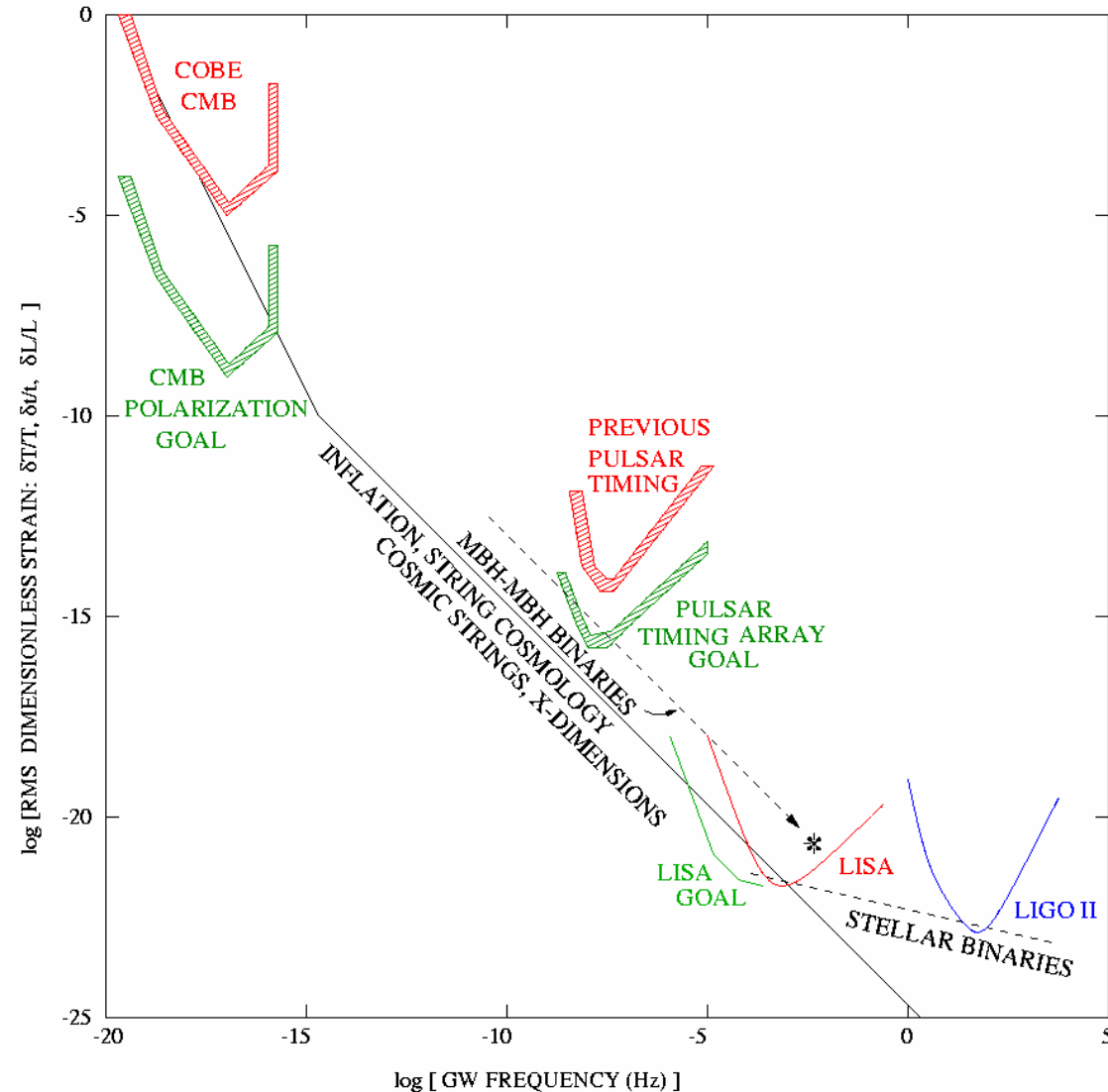
Astrophysik mit LOFAR

Structures that will be explored by LOFAR

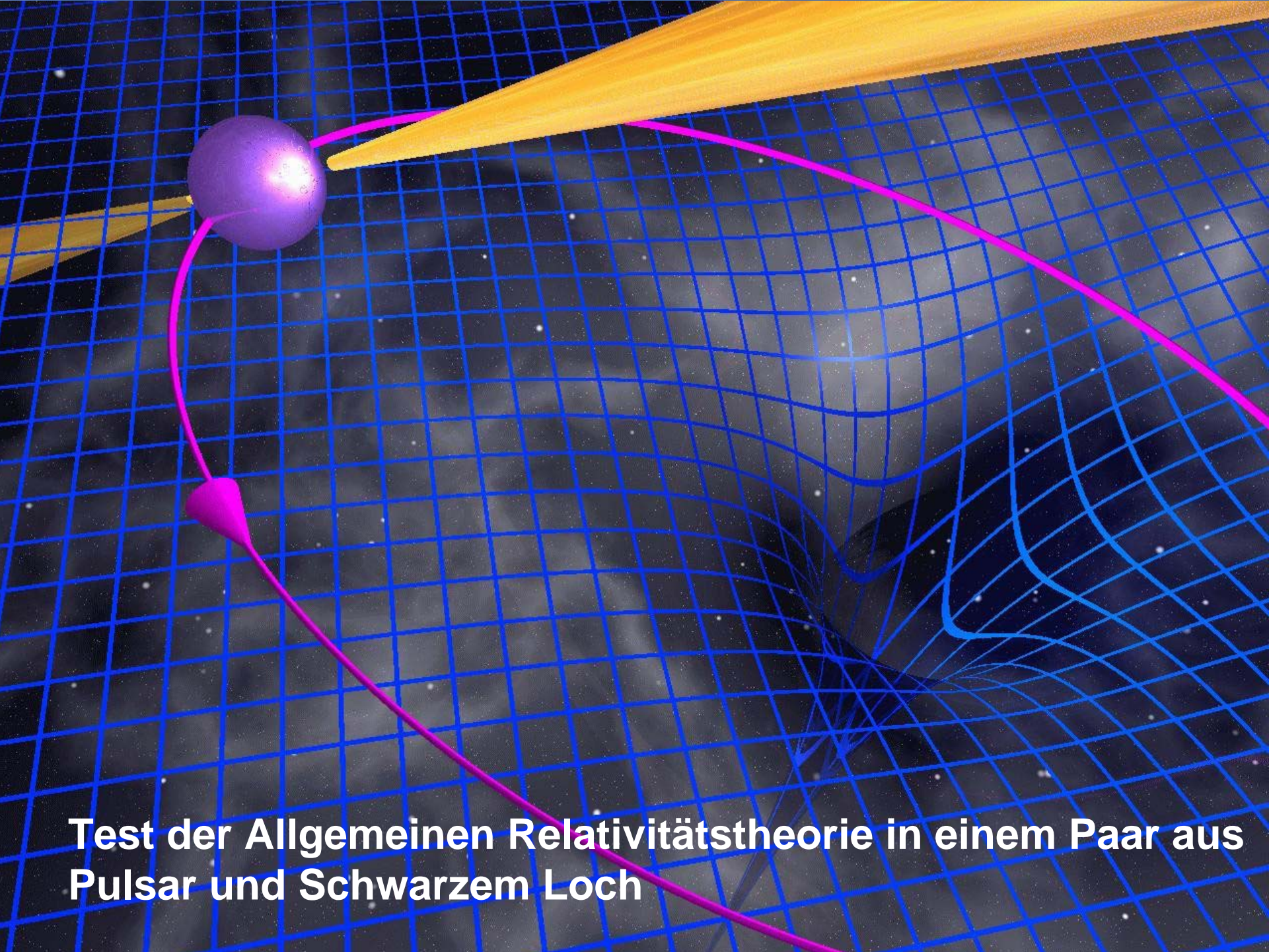


Duncan & Hughes 1994

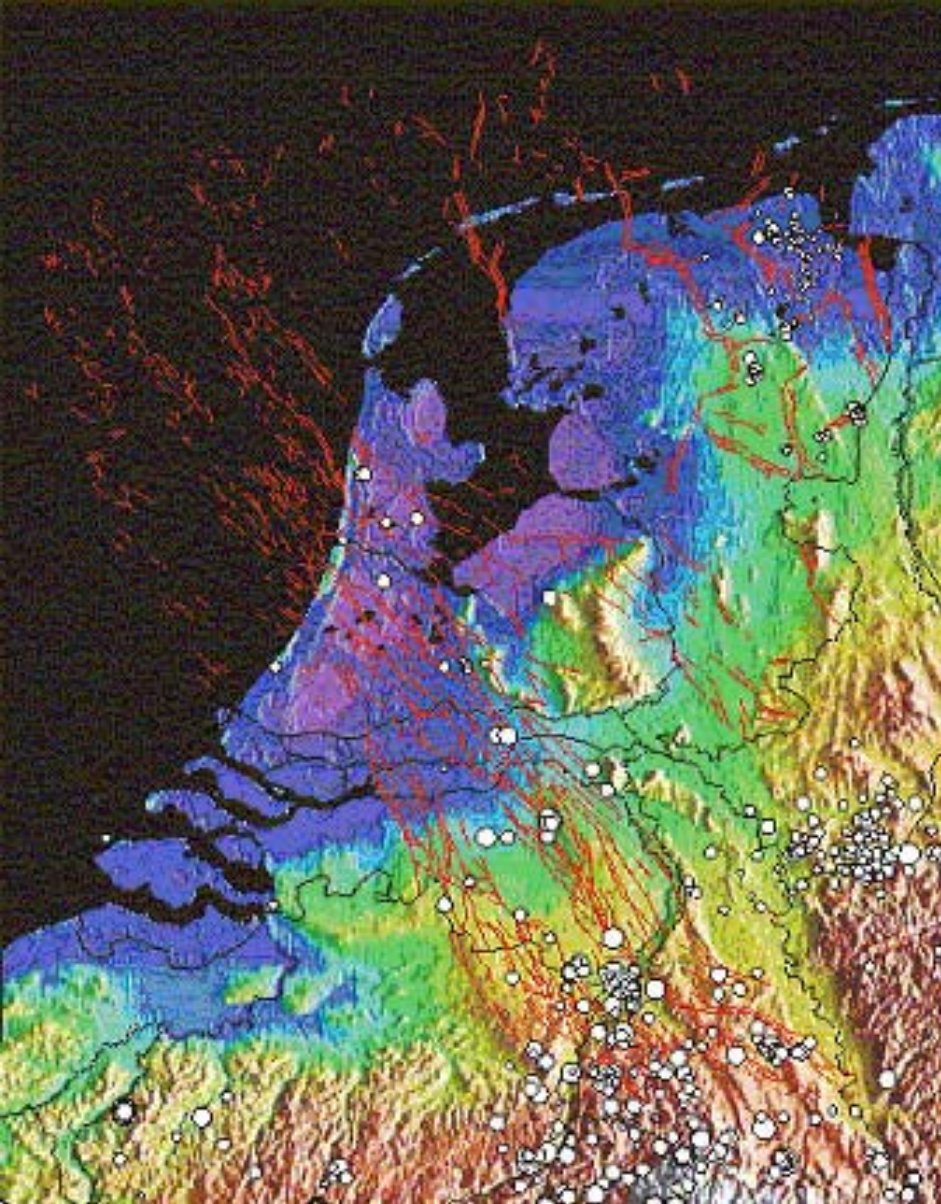
Astrophysik mit LOFAR



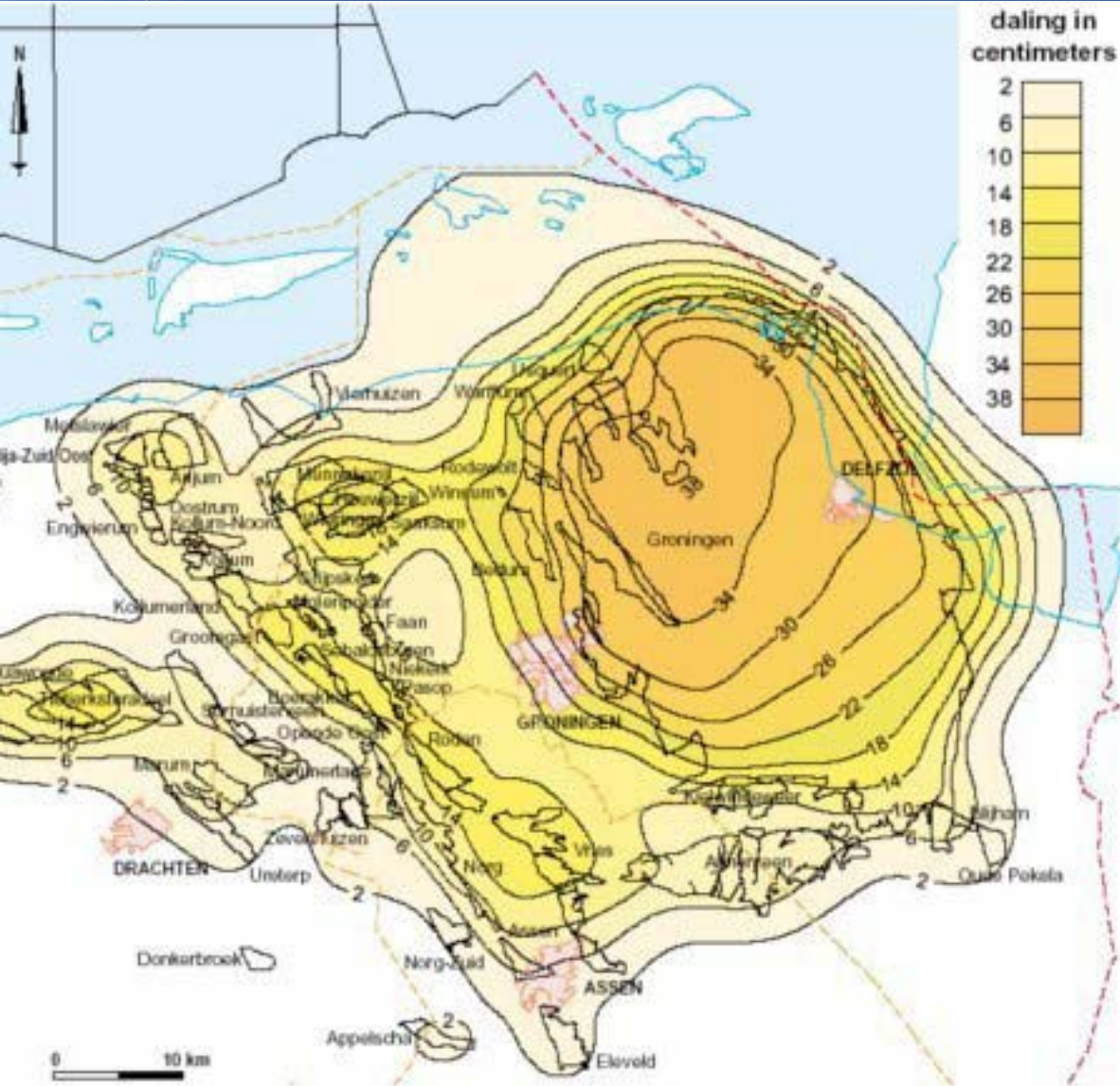
- Gravitationswellen; Nobelpreise; etc.



Test der Allgemeinen Relativitätstheorie in einem Paar aus Pulsar und Schwarzem Loch



- LOFAR kann mehr:
Antennen sind eigentlich „Sensoren“;
seismische Geophone, Bio-
Sensoren und meteorologische
Instrumente
- Problem: nicht so sehr
technischer, sondern
soziologischer Art
- Den Untergrund abbilden: Gas
wird aus den Tiefen Nord-
Niederlands gepumpt -> der Grund
sinkt; der Meeresspiegel steigt an:
wieviele neue Pumpstationen sind
notwendig und wann müssen die
Deiche verstärkt werden??
- Dichtes Netz an Sensoren
notwendig um die notwendigen
Messungen durchführen zu
können
- Links: Seismische Aktivität

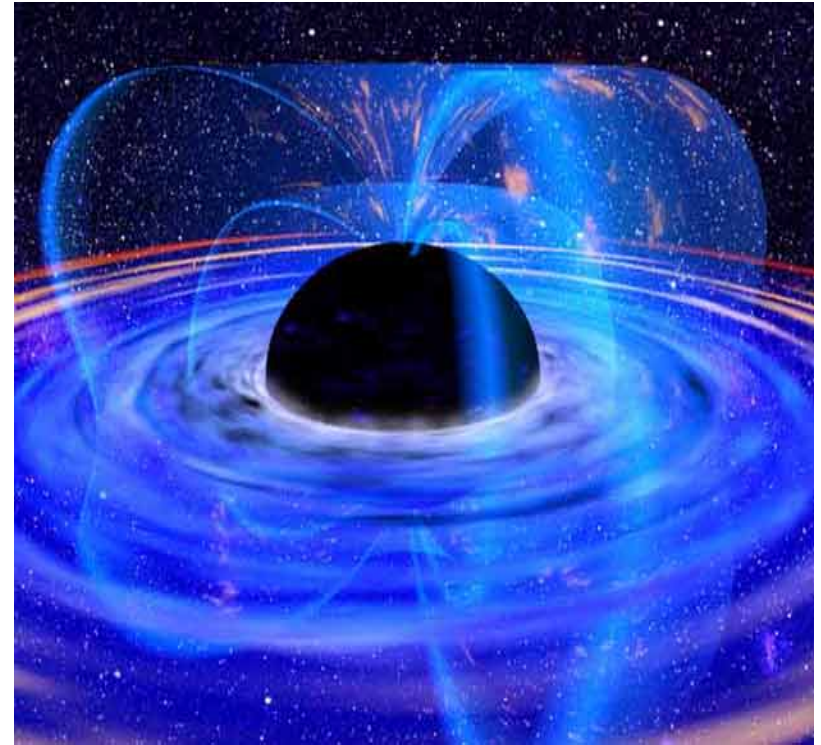
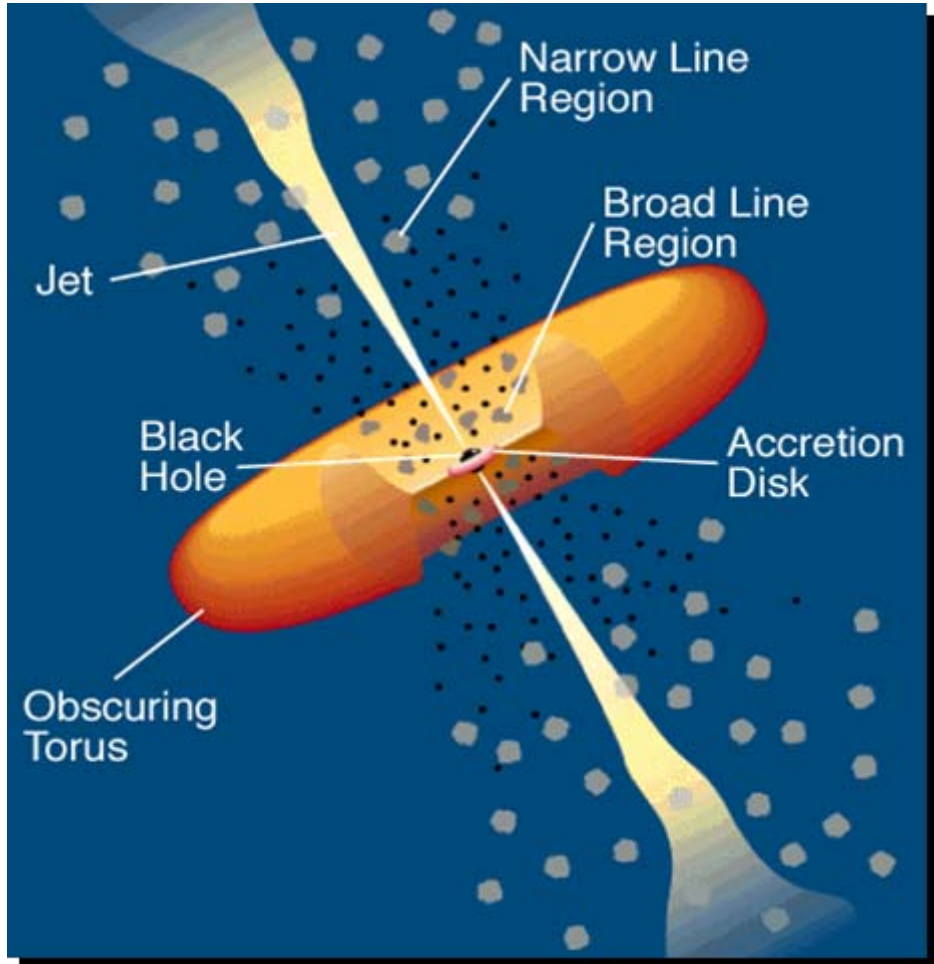


- Links: Gasfelder im Norden der Niederlande
- Landwirtschaft: Niederländische Wirtschaft stark abhängig – Optimierung der „Präzisions-Landwirtschaft“ notwendig, exakte Wettervorhersagen auf sub-km Skalen; Wachstumsmodelle; Sensoren, die das Wachstum beobachten helfen

A black hole is depicted as a dark, spherical object at the center, surrounded by a complex structure of glowing blue and purple light. This structure represents the accretion disk and jets of light emanating from the black hole. The background is a dark space filled with stars.

**23.05.: Schwarze Löcher
- NEUES**

Aktive Galaxienkerne



Radio astronomy: investigating the central parsecs of AGN with highest possible resolution !



SL „wiegen“

- Bislang: direkte Korrelation zwischen der Masse Schwarzer Löcher und der Größe des galaktischen „bulges“; Nachteil: Bahngeschwindigkeiten der Sterne in Innern müssen gemessen werden und sind aus großen Entfernungen nicht beobachtbar
- Neue Studie zeigt Korrelation zwischen der Masse der SL und der Konfiguration der Spiralarme: Spiralarme bis zu 43 Grad ausgestreckt bei „leichten“ SL und nur bis 7 Grad bei „schweren“ SL; Vorteil: kann in Entfernungen von bis zu 8 Milliarden Lichtjahren beobachtet werden

Schwarzes Loch in Kugelsternhaufen??



- Omega Centauri: größter und hellster Kugelsternhaufen am Himmel
- Hubble Beobachtungen + Gemini South Spektren zeigen, daß sich ein mittelschweres Schwarzes Loch im Zentrum befinden könnte
- Mit bloßem Auge von der Erde aus beobachtbar; 17 000 Lichtjahre entfernt; fast die Größe des Vollmonds; schwierig zu klassifizieren:
 - Ptolemäus: ein einzelner Stern
 - Halley: Nebel
 - Herschel: Kugelsternhaufen
 - Heute: Zwerggalaxie, deren äußere Sterne weggerissen wurden

Schwarzes Loch in Kugelsternhaufen??



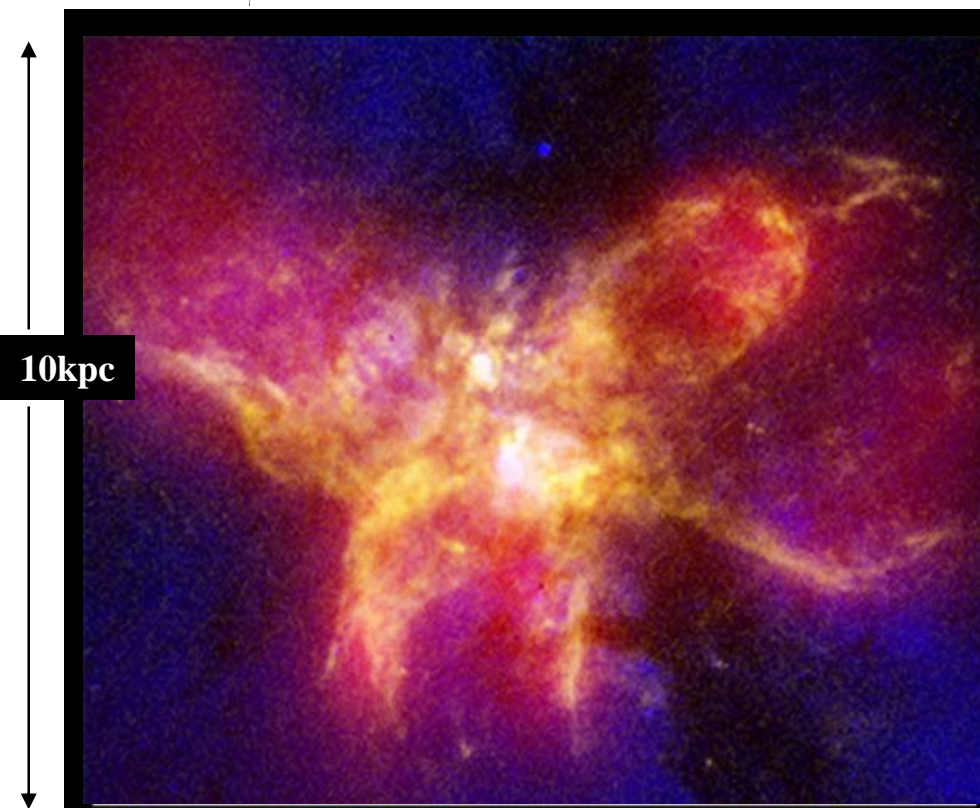
- Omega Centauri:
 - Rotiert schneller als andere Kugelsternhaufen
 - Form stark abgeflacht
 - Mehrere Stern-Generationen
 - 10mal massiver als andere große Kugelsternhaufen; fast so massiv wie eine kleine Galaxie
- Messung der Bewegungen und Helligkeiten der Sterne im Zentrum der Quelle: viel schneller, als erwartet (aus Anzahl und Sterntypen) -> Schwarzes Loch mit einer Masse von 40 000 Sonnenmassen
- Weiteres mittelschweres Schwarzes Loch: Kugelsternhaufen G1 in der Andromeda Galaxie



Mittelschwere Schwarze Löcher??

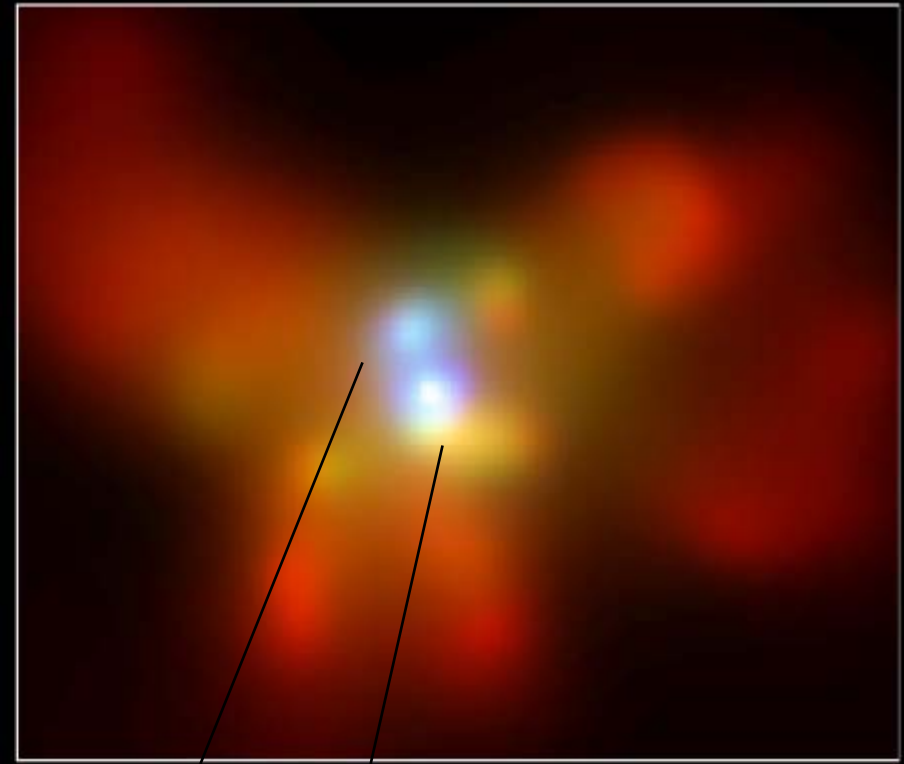
- Viel diskutiert, schwer zu finden!!
- Könnten sehr selten vorkommen
- Unklar ist der Entstehungsmechanismus (in früheren Zwerggalaxien, deren äußere Sterne fehlen)
- Könnten auch viel häufiger sein, wenn sie in den Zentren von Kugelsternhaufen existieren sollten ...
- Alternative Ideen für Omega Centauri

Supermassive Binäre Schwarze Löcher in NGC 6240



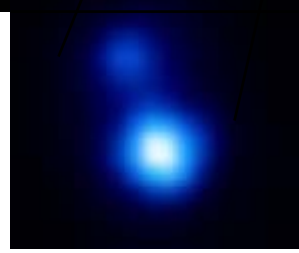
10kpc

Optical + X-ray, NASA HUBBLE OPTICAL



CHANDRA X-RAY

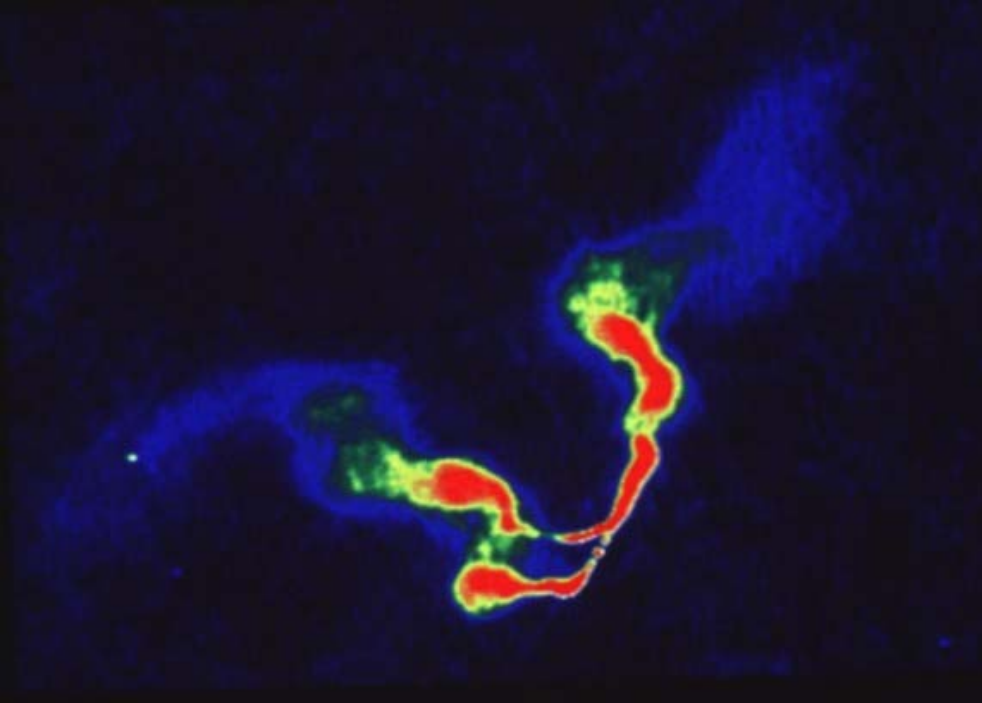
3000 light years apart
"starburst" galaxy
Merger: 30 million years ago



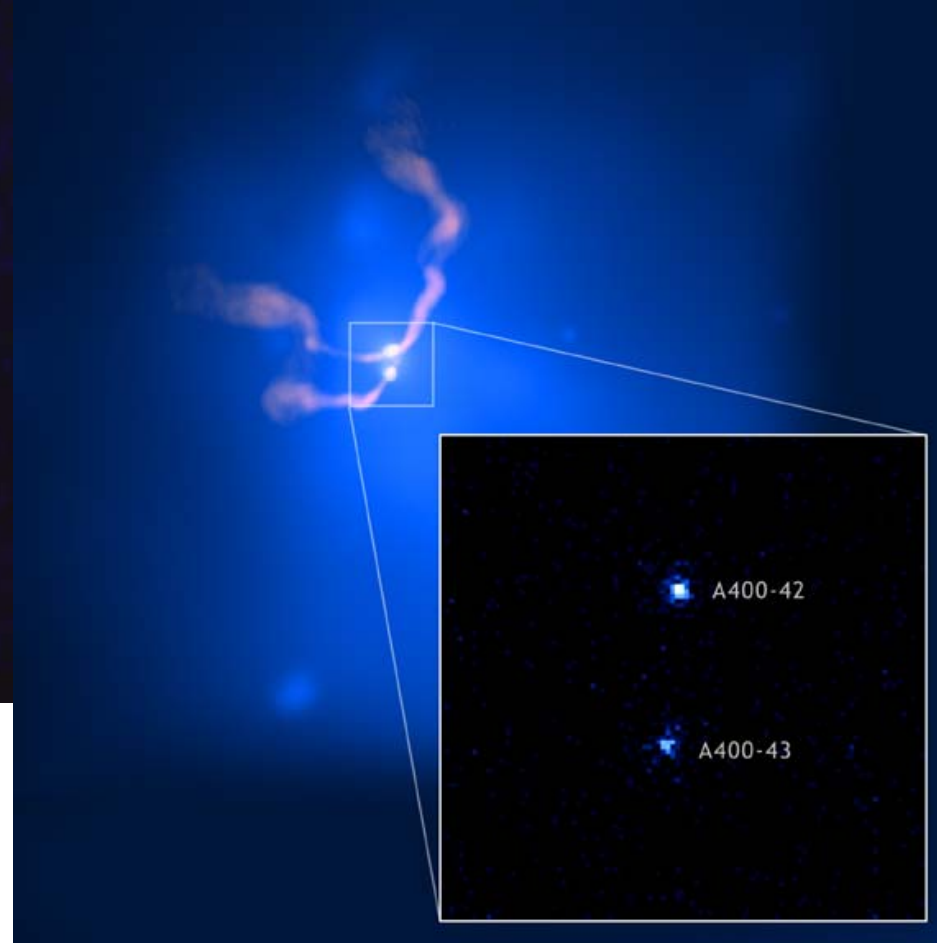
Komossa et al.
2002

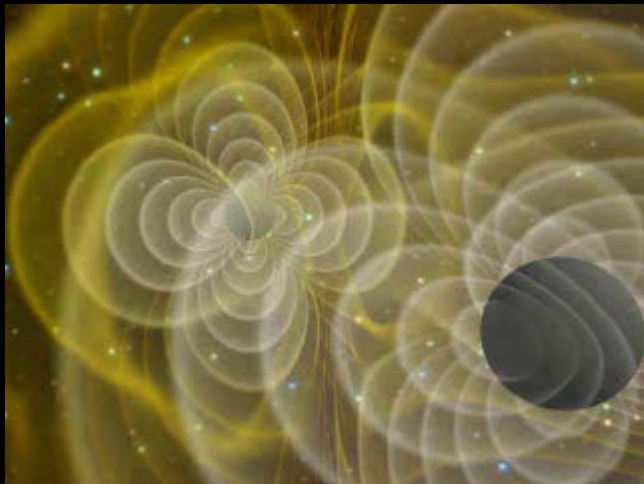
$z=0.025$

Supermassive Binäre Schwarze Löcher in 3C 75 (Abell 400)



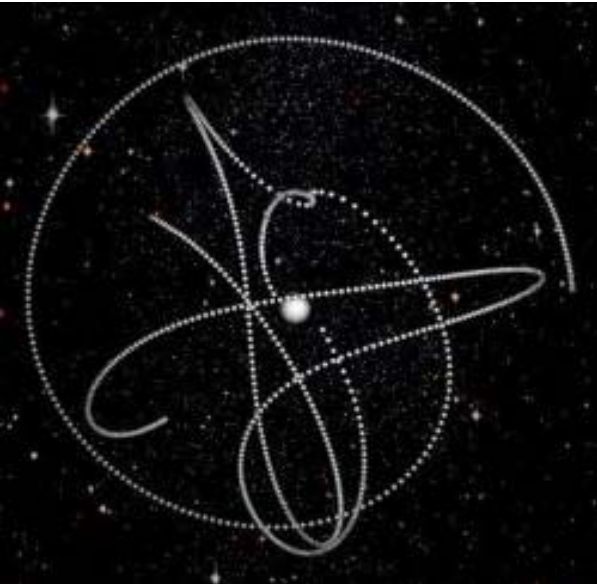
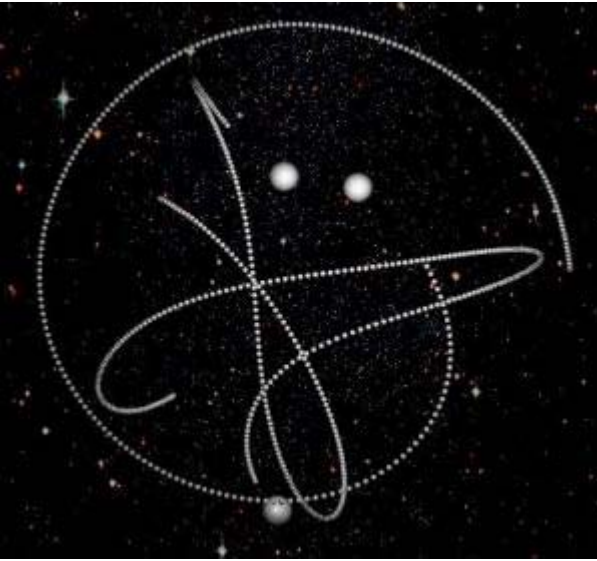
20cm VLA image NRAO/AUI and F. N. Owen
The image consists of two, twin-jet radio
Sources associated with each of two
elliptical galaxies.
The jets bend and appear to be interacting.
The projected separation of the radio cores
is about 7 kpc.







Simulation eines Mergers von 3 SL



- Vereinfachungen: gleiche Masse, keine Rotation
- Tests mit bis zu 22 SL; unrealistisch – aber funktioniert mit Code
- Sehr elliptische Bahnformen, komplizierte Bahndynamik, simultane Dreifach-Verschmelzungen, komplexe Gravitationswellen-Formen -> LIGO, LISA
- SL-Triplet gerade detektiert
- Um die Detektion von Gravitationswellen bestätigen zu können, sind die Simulationen notwendig -> um Signale aus dem Rauschen zu fischen



06.06.:

MOND - Alternative

für die Dunkle Materie?



Dunkle Materie

- Canada-France-Hawaii-Telescope auf Hawaii (größte Digitalkamera der Welt, 340 Megapixel): findet gewaltige Strukturen aus Dunkler Materie die das Universum filamentartig durchziehen; Filamente sind 270 Mio Lichtjahre groß (2000x größer als unsere Milchstraße)
- Nachweis wiederum über den schwachen Gravitationslinseneffekt
- Größe des Feldes: 300 mal Vollmond mit 2 Mio Galaxien



MOND statt Dunkler Materie??

- Bahnverhalten von 8 Zwerggalaxien (um die Milchstraße) lässt sich genauer mit der Modified Newtonian Dynamics (MOND) erklären als mittels Dunkler Materie
- MOND: ursprgl. für Phänomene in großen Entfernungen entworfen; erste Möglichkeit, dies relativ nahe zu untersuchen
- MOND fügt der Physik eine neue Naturkonstante (a_0) zu: oberhalb dieses Werts entsprechen die Beschleunigungen den von Newton's 2. Gesetz vorausgesagten Bewegungen; darunter: Gravitationswirkung nimmt proportional der Entfernung ab (nicht mit dem Quadrat)
- Macht einen Unterschied bei langsamen Beschleunigungen großer Massen



MOND statt Dunkler Materie??

- Zwerggalaxien: Gezeitenkräfte von der Milchstraße (in Newtonischer Mechanik unbedeutend) können einen großen Unterschied bedeuten: die interne Gravitationskraft ist klein verglichen mit der Gravitation der Milchstraße
- Mit Dunkler Materie und Newton: benötigte Dunkle Materie im Zentrum müßte konstante Dichte haben im Widerspruch zu den theoretischen Berechnungen, die eine zum Zentrum steigende Dichte voraussagen



Kohlenstoff statt Dunkler Energie??



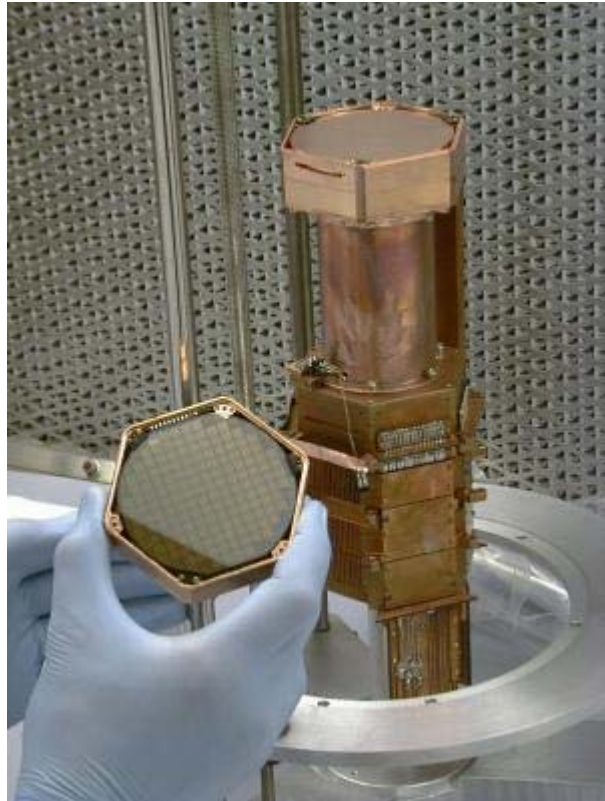
- Kohlenstoff könnte das Licht weit entfernter Objekte „dimmen“
- Typ 1a Supernovae als Standardkerzen um Distanzen zu bestimmen: hellere Supernovae sind weiterentfernt als schwächere Supernovae
- Aber: einige zu schwach um durch die konventionelle Expansion des Universums erklärt werden zu können -> Hypothese der beschleunigten Expansion des Universums (durch Dunkle Energie)
- Neue Studie: ungewöhnliche Form von Kohlenstoff in Mineralien in Meteoriten aus den Frühphasen des Sonnensystems
- „graphite whiskers“: werden erzeugt bei sehr hohen Temperaturen als die Sonne sehr jung war und dann in den interstellaren Raum durch Sonnenwind getrieben; gleicher Mechanismus bei anderen Sonnen vorstellbar (Supernova Explosionen)

Kohlenstoff statt Dunkler Energie??



- Licht im Nahen Infrarot könnten besonders betroffen sein -> „Dimmen“ von Supernovae Typ 1a
- Stimmen die Vorstellungen, dann ...
- Seit den 70igern wird die Vorstellung diskutiert, konnte aber nie überprüft werden; jetzt erstmals direkte Studien möglich

Dunkle Materie



- Cryogenic Dark Matter search: Suche nach WIMPs
- Sollten Milliardenfach schwerer als Neutrinos sein
- Wechselwirkung mit Germanium-Kernen wird erwartet – Vibrationen des Detektors
Kristallnetz sollte die WIMPs detektierbar machen
- Nichts gefunden – neue Grenzwerte – phantastisches Ergebnis...



EXTREMELY LARGE TELESCOPES:

The next step in mankind's quest for the Universe

20.06.: Neue Groß-Teleskope



UND WEIL SICH DAS UNIVERSUM IMMER
WEITER AUSDEHNT, BRAUCHEN WIR EBEN
EIN GRÖßERES TELESKOP !

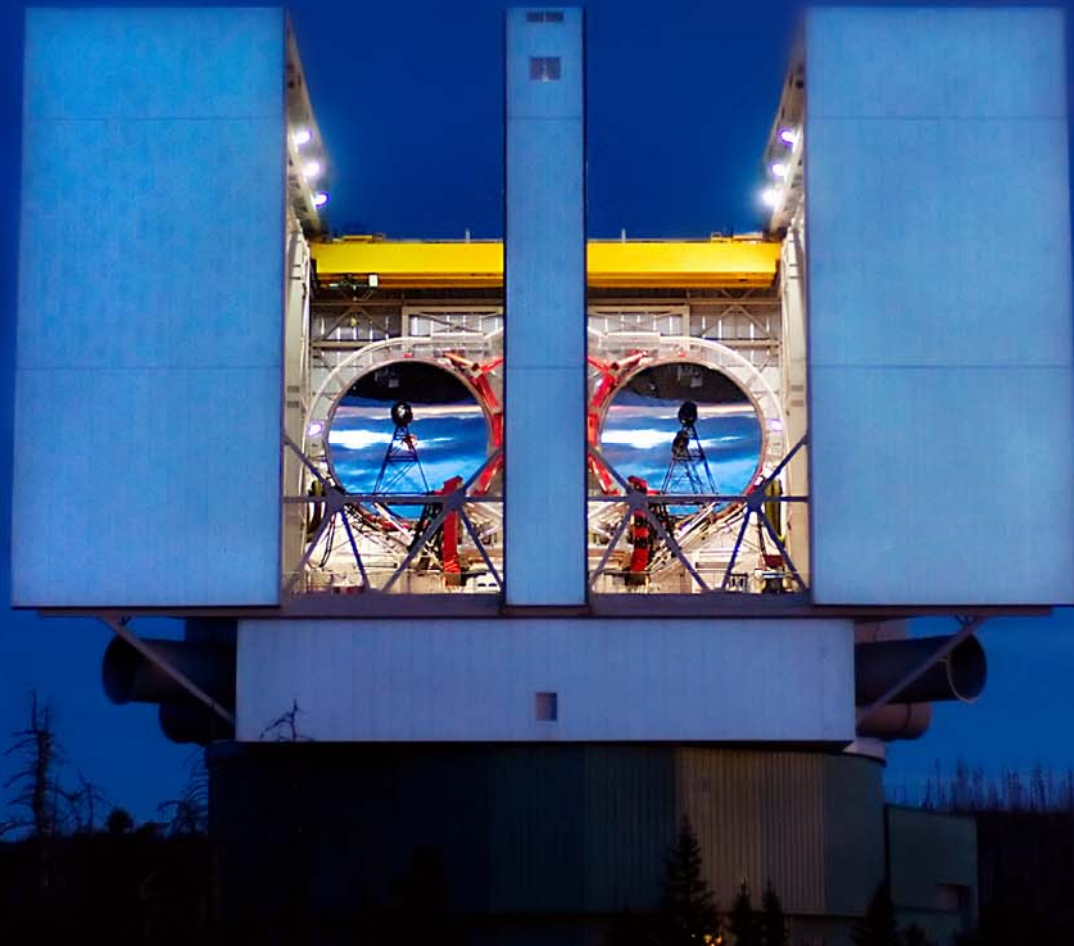


Extremely Large Telescopes

- Alle Teleskope über 20m Durchmesser
 - James Webb Space Telescope (20213)
 - ALMA, LOFAR, SKA, etc.
-
- Revolution in der Astronomie



LARGE BINOCULAR TELESCOPE OBSERVATORY



B *LARGE BINOCULAR TELESCOPE OBSERVATORY*

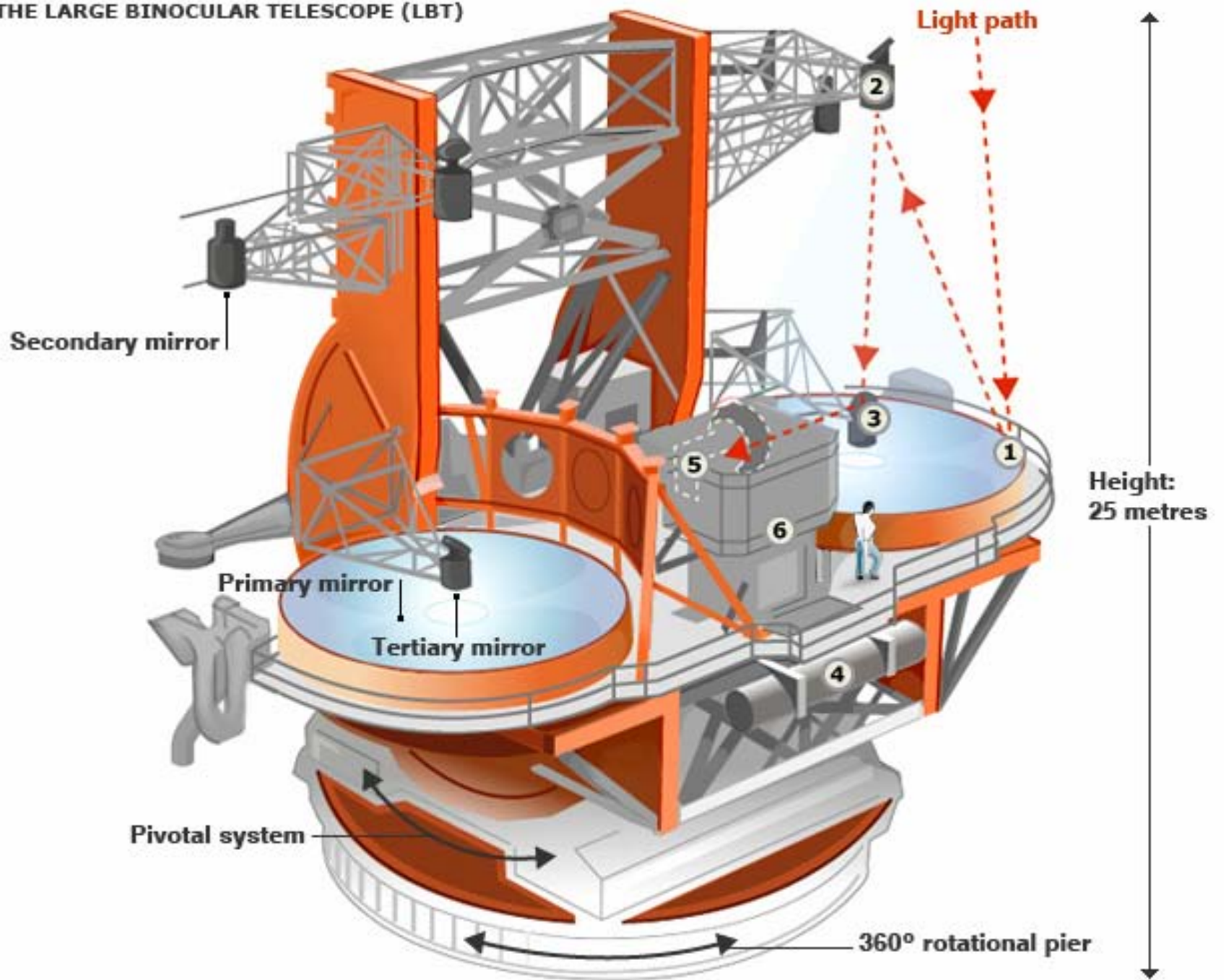


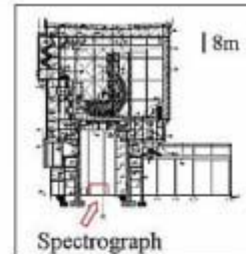
B LARGE BINOCULAR TELESCOPE OBSERVATORY



- Mount Graham, Arizona
- Erstes Großteleskop einer neuen Generation
- 2x8.4m Spiegel
- Sammelt Licht entsprechend einem 11.8m Teleskop
- Interferometrische Auflösung: entsprechend einem 22.8m Teleskop
- 600 Tonnen, Konstruktionsbeginn: 1996
- Teleskop-Struktur in Italien gebaut, erster Spiegel seit 2003; erstes Licht: Oktober 2005
- USA; Italien; Deutschland (Heidelberg, Garching, Bonn, Potsdam)
- Genauigkeit der Spiegel: 30 Nanometer

THE LARGE BINOCULAR TELESCOPE (LBT)





LBC Red

Thermal IR Nuller /
Beam Combiner

LINC/NIRVANA
Near IR/Visible
Beam Combiner

LBC Blue

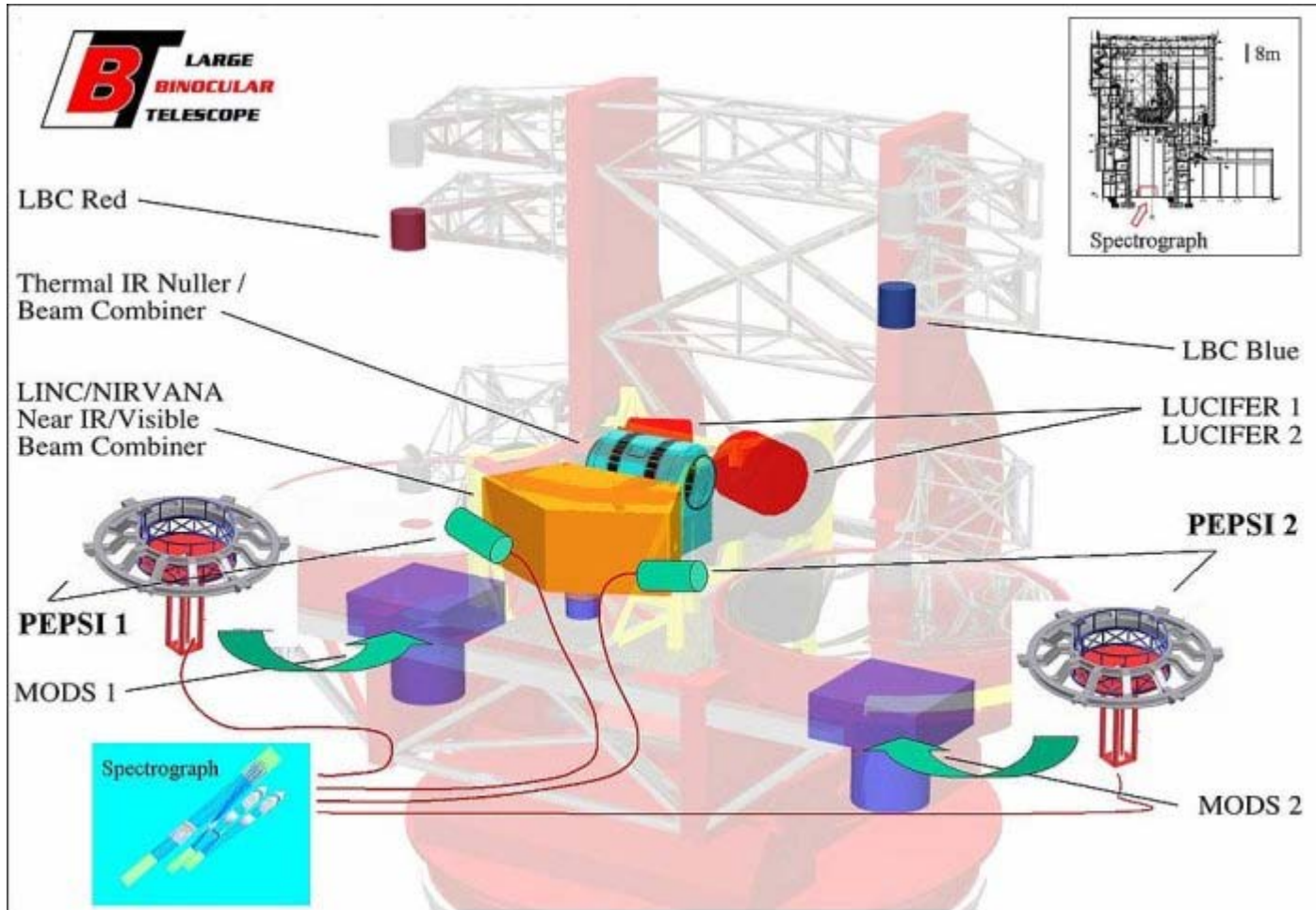
LUCIFER 1
LUCIFER 2

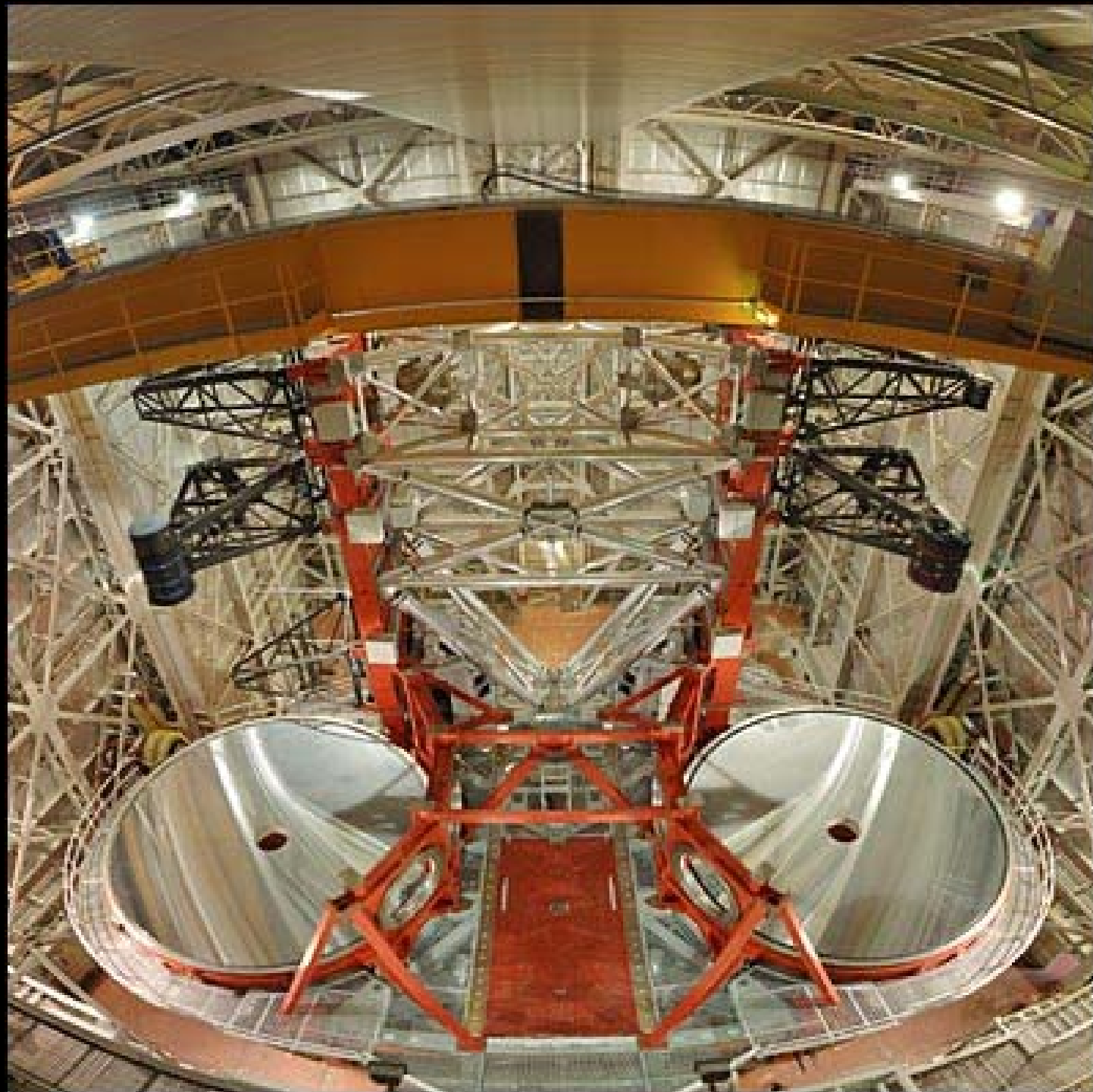
PEPSI 2

PEPSI 1

MODS 1

MODS 2





2008-04-10 00:07:01

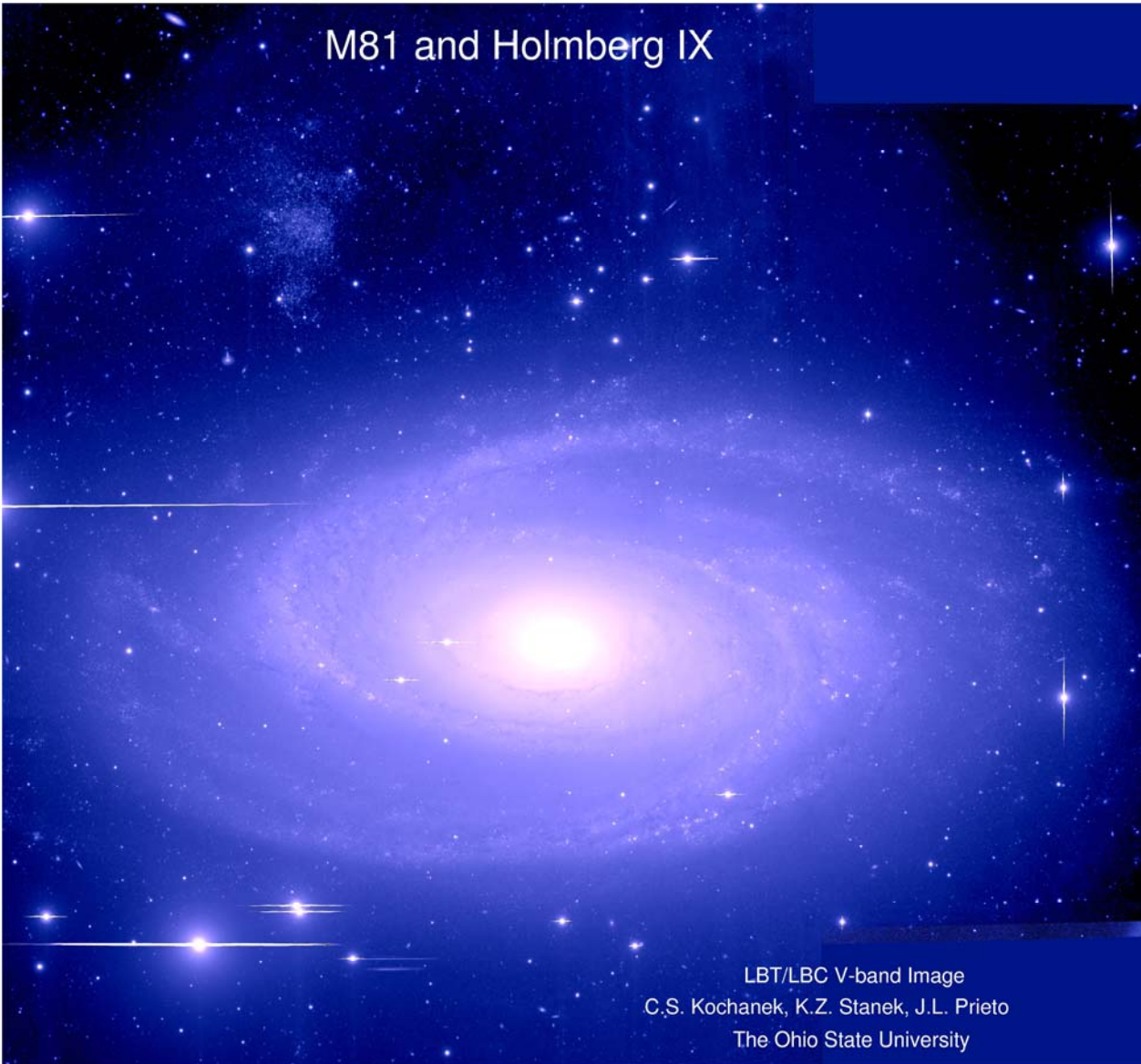


Discovery Park
Campus

ARIZONA COLLEGE



M81 and Holmberg IX



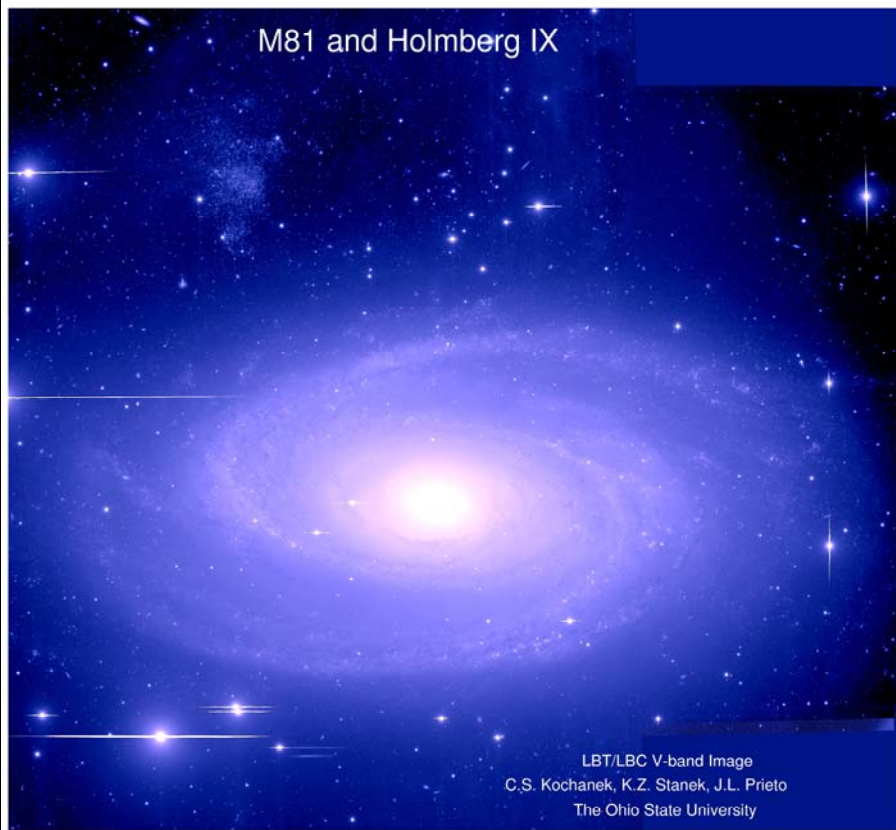
- M81 und Holmberg IX
- Spiralgalaxie Typ Sb, Großer Wagen
- B, V-Filter, je 1 Stunde Integration
- 12 Mio Lichtj. Entfernung

LBT/LBC V-band Image

C.S. Kochanek, K.Z. Stanek, J.L. Prieto

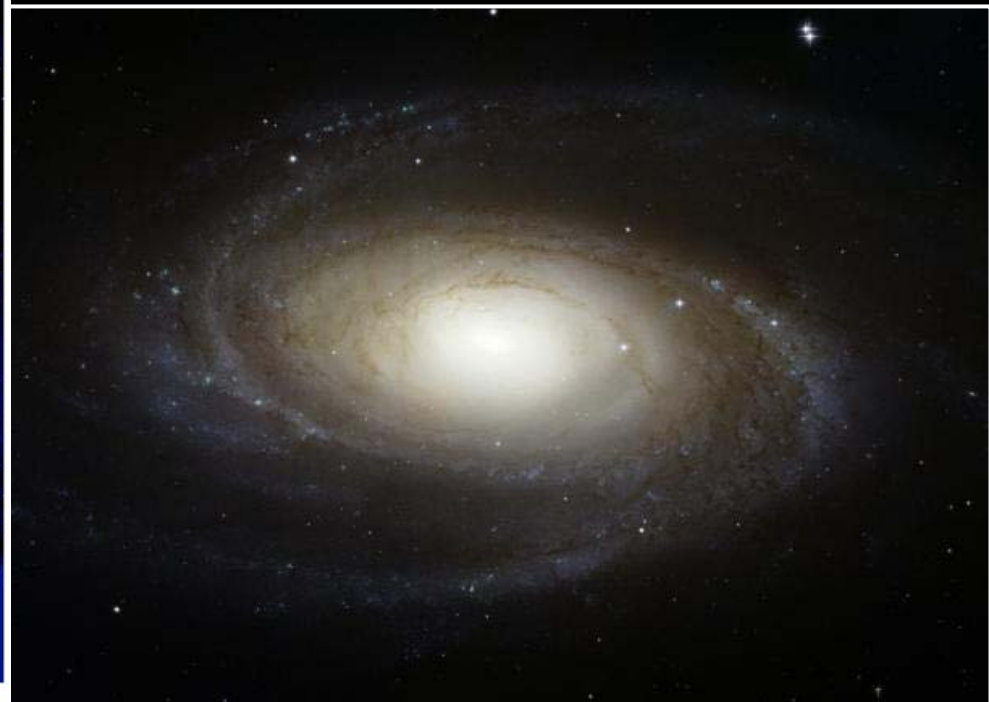
The Ohio State University

M81 and Holmberg IX

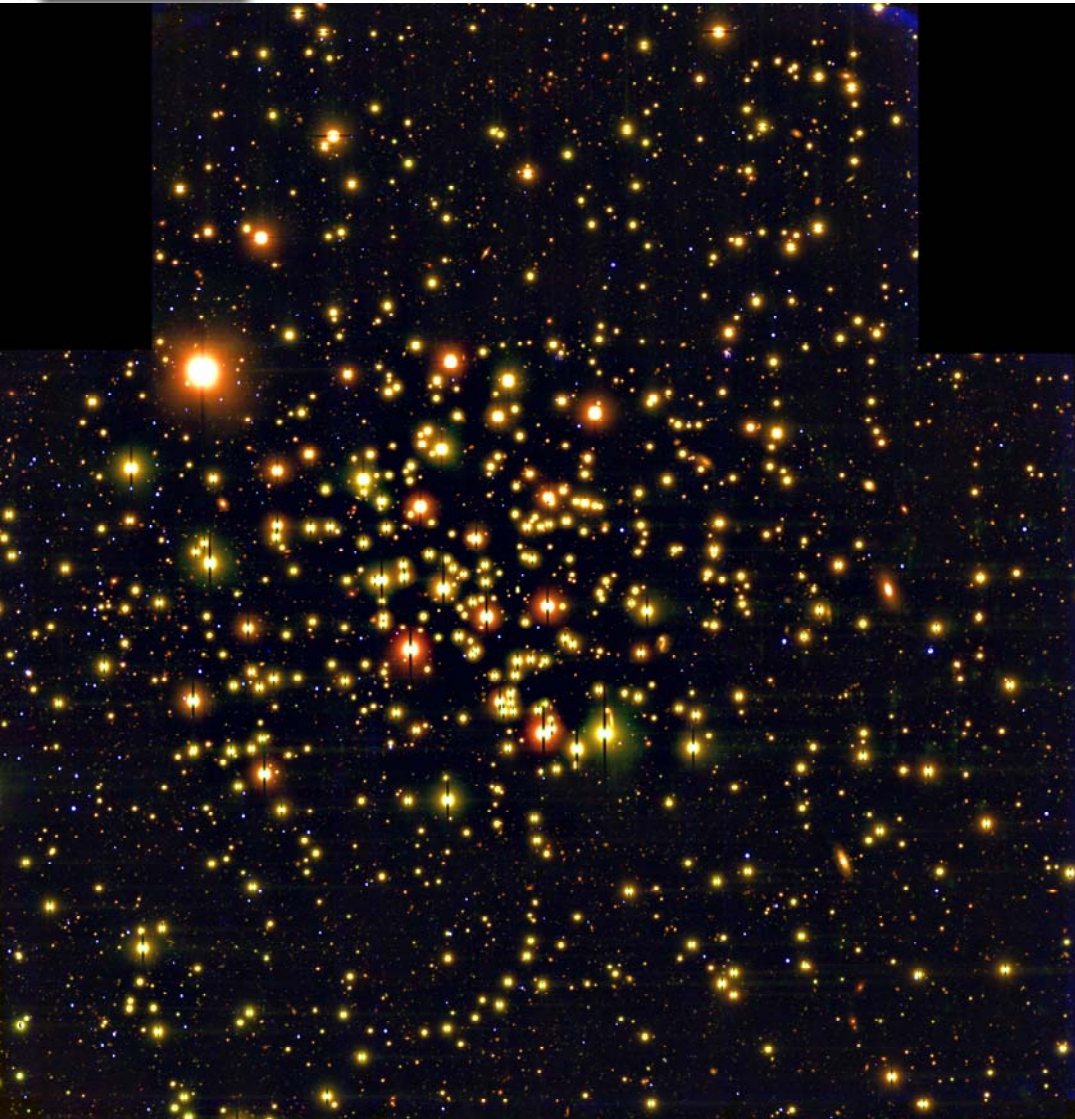


LBT/LBC V-band Image
C.S. Kochanek, K.Z. Stanek, J.L. Prieto
The Ohio State University

LBT

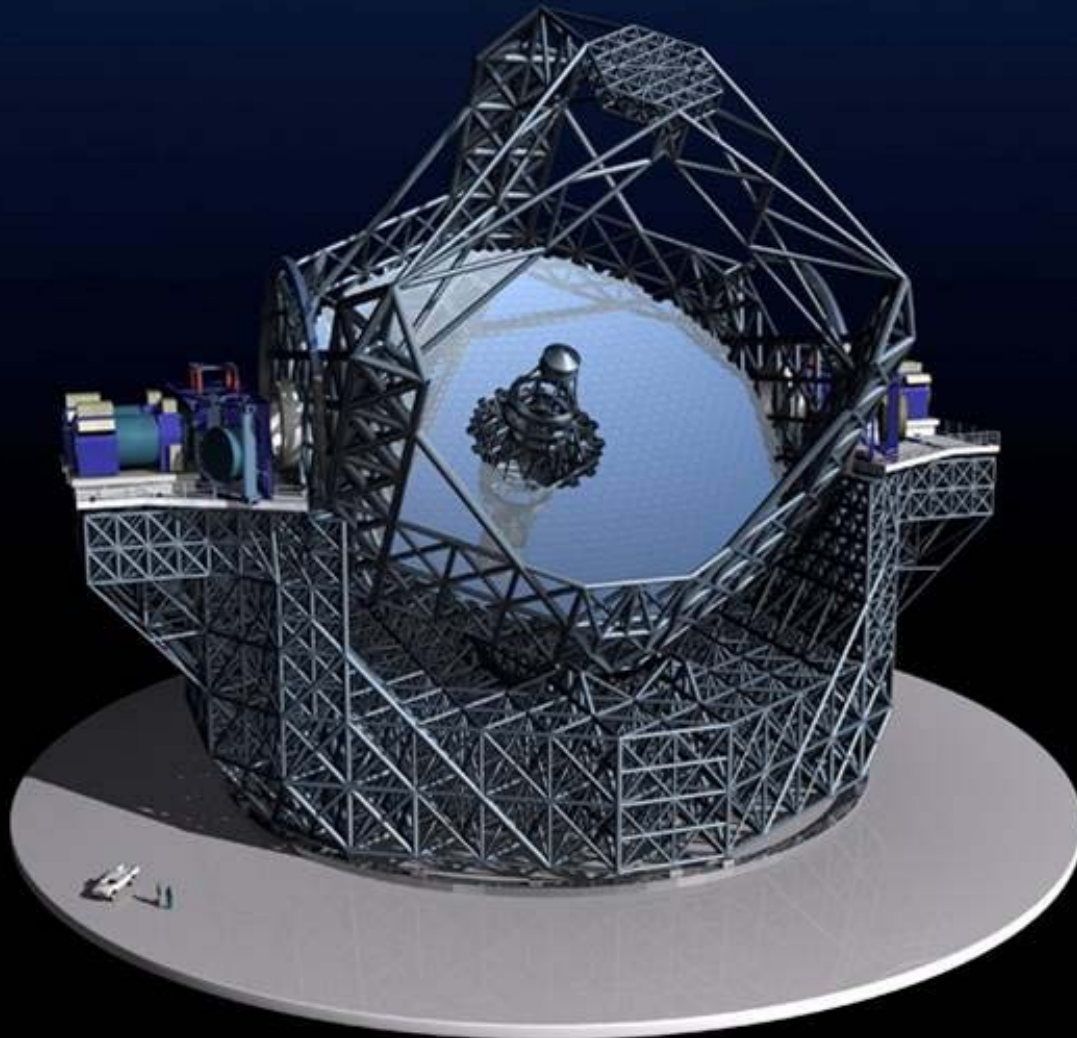


HUBBLE



- M67
- 2MASS-Bild
- Offener Sternhaufen

E-ELT



ESO, 30-50m Klasse,
42 m mit adaptive
optics corrector

September 2008:
„Symposium Science
with the E-ELT“

Grenzen der Physik
(Struktur der Raum-
Zeit)

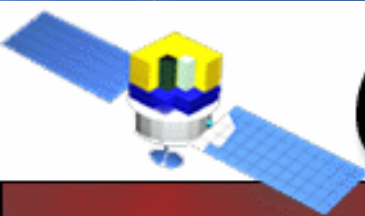
Strukturentwicklung
Proto-Planetare
Systeme

GLAST

Gamma-ray Large Area Space
Telescope

04.07.:
GLAST,
Planck,
Herschel





GLAST

The Gamma Ray Large Area Space Telescope

Two Instruments:

Large Area Telescope (LAT)

PI: P. Michelson (Stanford University)

20 MeV - 300 GeV

GLAST Burst Monitor (GBM)

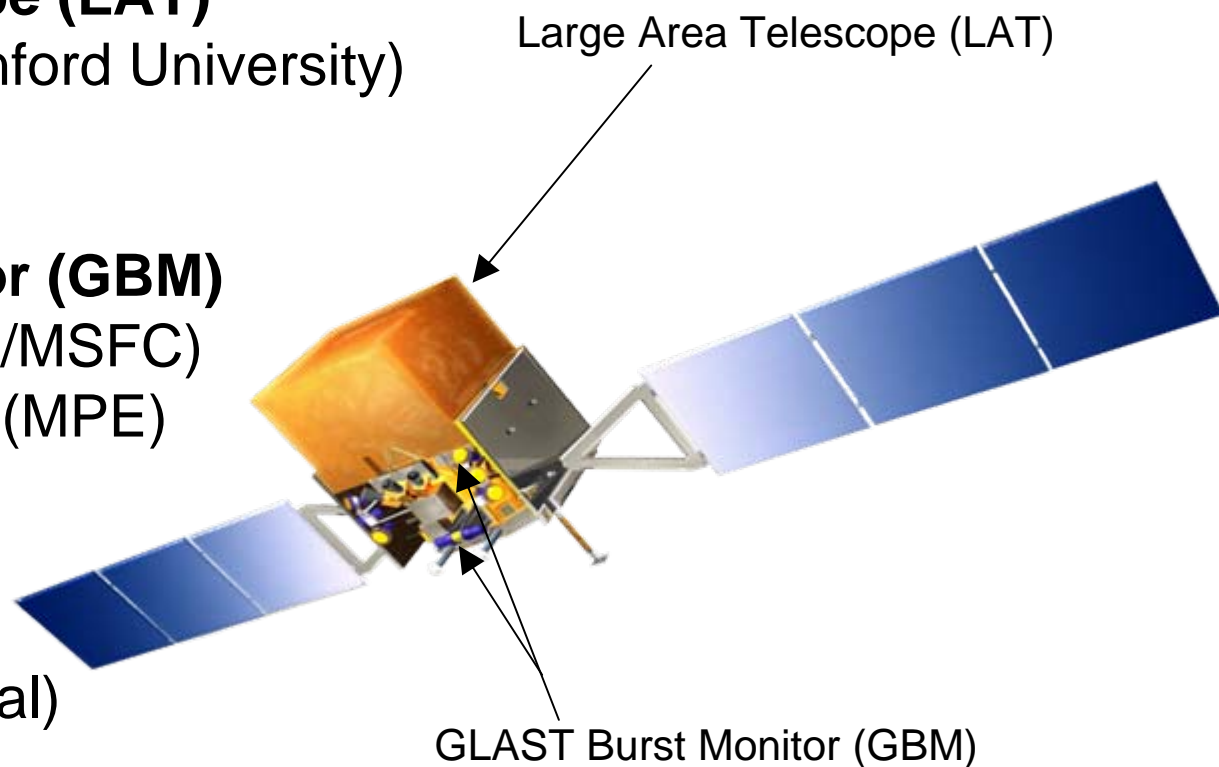
PI: C. Meegan (NASA/MSFC)

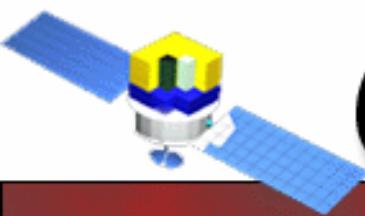
Co-PI: Giselher Lichti (MPE)

10 keV – 30 MeV

Launch: late 2007

Lifetime: 10 years (goal)





GLAST

The Gamma Ray Large Area Space Telescope

- **Precision Si-strip Tracker (TKR)**

18 XY tracking planes. 228 μm pitch). High efficiency. Good position resolution (ang. resolution at high energy) 12 x 0.03 X_0 front end => reduce multiple scattering. 4 x 0.18 X_0 back-end => increase sensitivity >1GeV

- **CsI Calorimeter(CAL)**

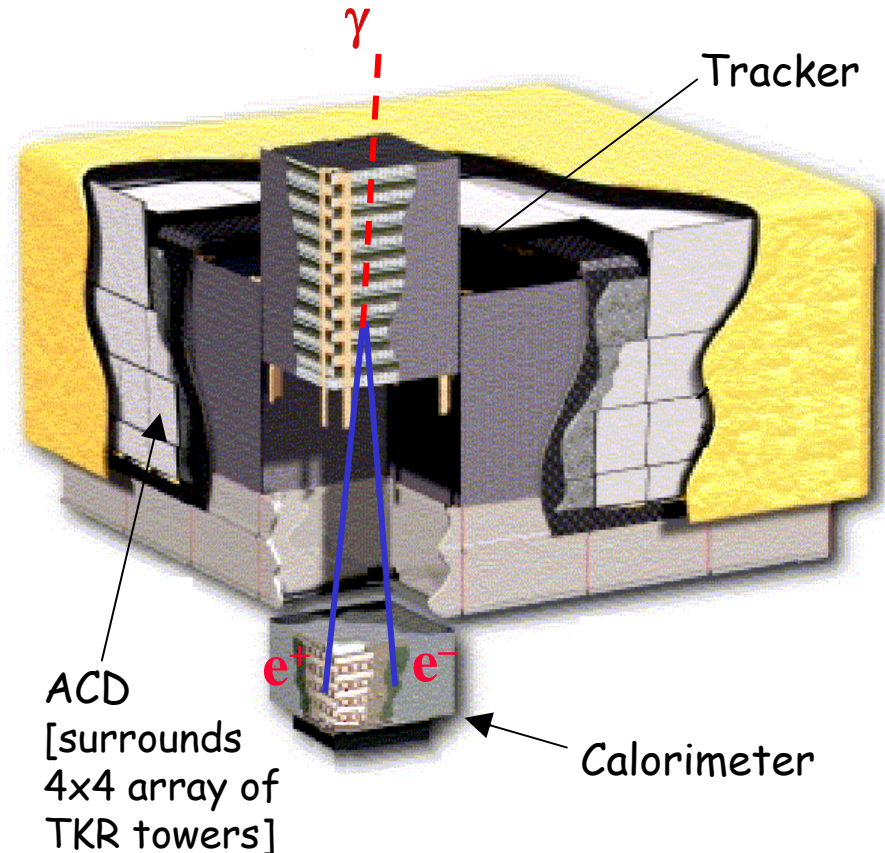
Array of 1536 CsI(Tl) crystals in 8 layers. Hodoscopic => Cosmic ray rejection. => shower leakage correction. 8.5 X_0 => Shower max contained <100 GeV

- **Anticoincidence Detector (ACD)**

Segmented (89 plastic scintillator tiles) => minimize self veto

Height/Width = 0.4

=> Large field of view

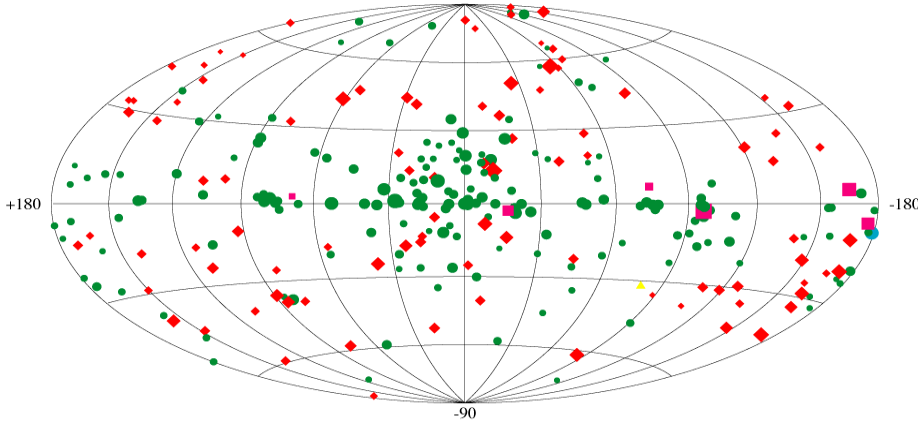


Systems work together to identify and measure the flux of cosmic gamma rays with energy 20 MeV - >300 GeV.

EGRET → GLAST

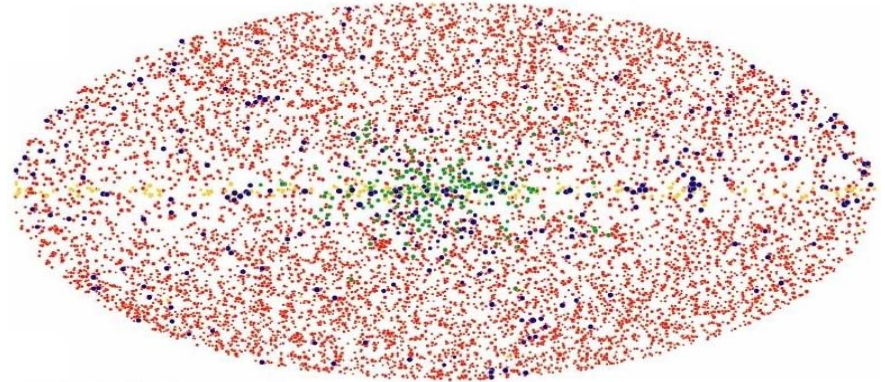
E > 100 MeV

+90



- ◆ Active Galactic Nuclei
- Unidentified EGRET Sources
- Pulsars
- ▲ LMC
- Solar Flare

5 σ Sources from Simulated
One Year All-sky Survey



Results of one-year
all-sky survey.
(Total: 9900 sources)

- AGN
- 3EG Catalog
- Galactic Halo
- Galactic Plane

GLAST/LAT (requirements)

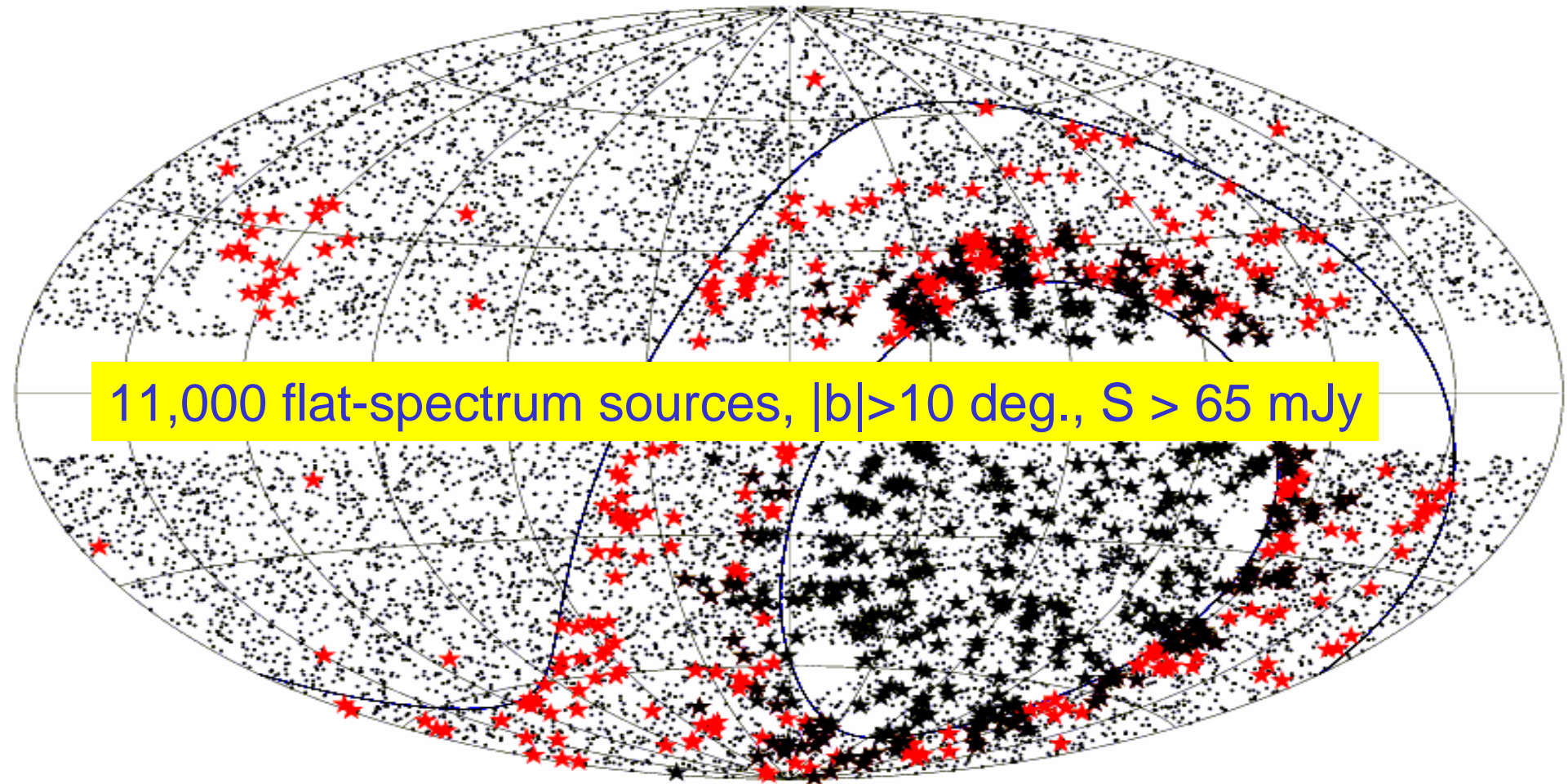
EGRET

Energy Range	20 MeV - >300 GeV	30 MeV – 30 GeV
Energy Resolution	0.1	0.1
Effective Area	8000 cm ²	1500 cm ²
Field of View	2 sr.	0.5 sr.
Angular Resolution	3.5 @ 100 MeV 0.1 @ 10 GeV	5.8 @ 100 MeV 0.5 @ 10 GeV
Sensitivity	3x10 ⁻⁹ cm ⁻² s ⁻¹	~10 ⁻⁷ cm ⁻² s ⁻¹
Deadtime	<100 μ s	100ms

CRATES Source Distribution

- Flat-spectrum sources, CLASS + VLA + ATCA (Healey et al. 2007)

11,000 flat-spectrum sources, $|b| > 10$ deg., $S > 65$ mJy

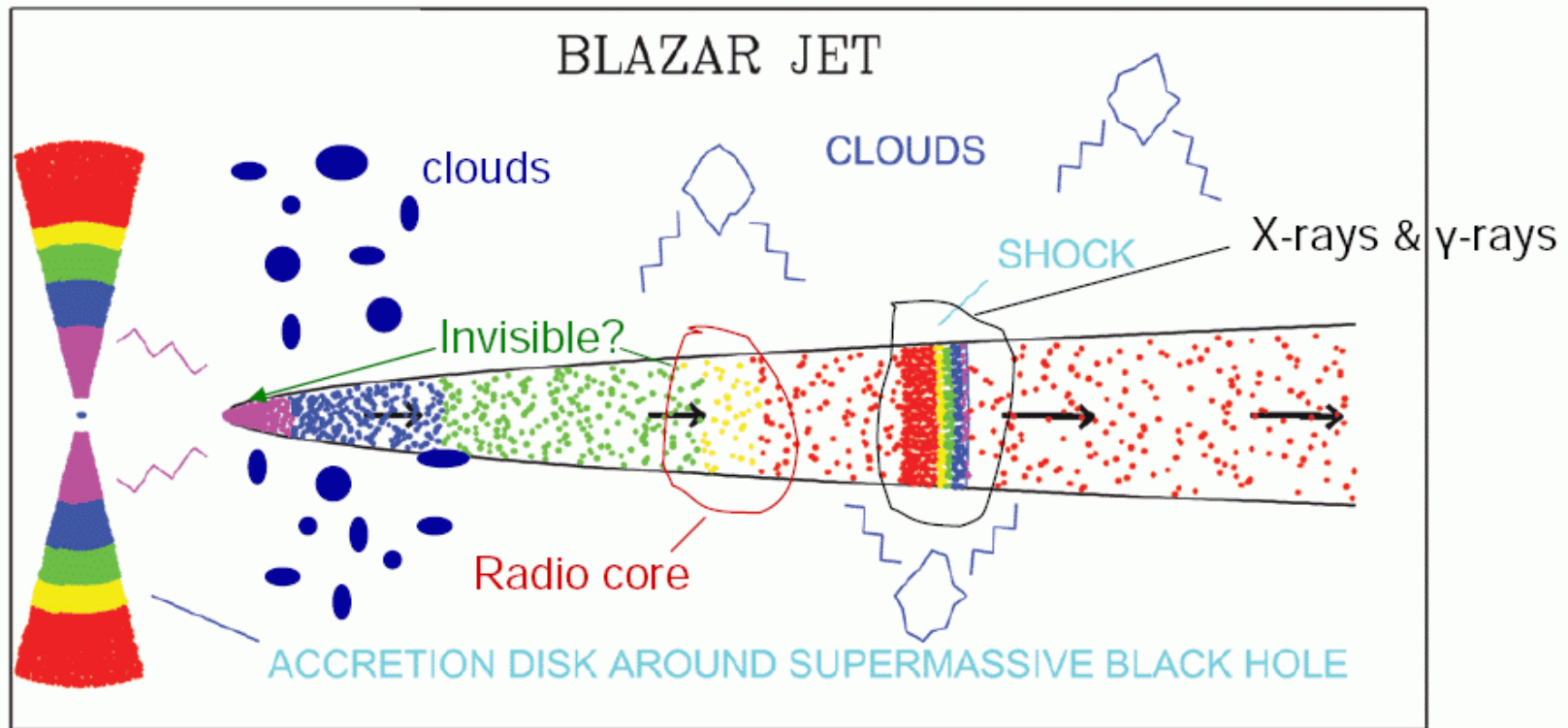


Gamma-Ray Emission Mechanisms for Blazars

GLAST will detect thousands of gamma-ray blazars that can only be resolved by VLBI techniques

BU Blazar Group

Alan Marscher, Svetlana Jorstad, Andrei Sokolov





Nächste Vorlesung:

e-mail: sbritzen@mpifr-bonn.mpg.de

<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/sbritzen/>

Tel.: 0228 525 280

- 11.04.: Aktuelles/Übersicht
- **25.04.: Mikrowellenhintergrund & Reionisation (WMAP)**
- 09.05.: LOFAR – erste Ergebnisse
- 23.05.: Schwarze Löcher - NEUES
- 06.06.: MOND – Dunkle Materie Alternative
- 20.06.: Neue Groß-Teleskope
- 04.07.: GLAST, Planck, Herschel