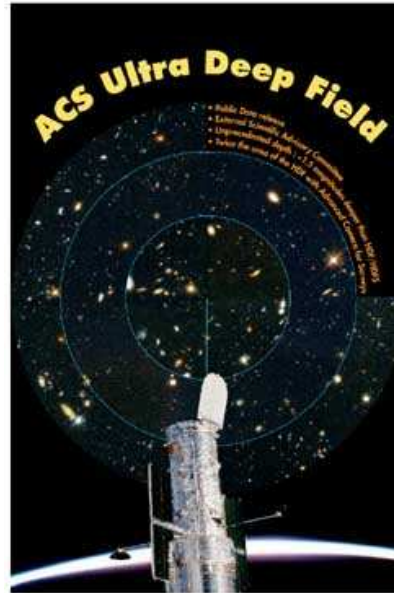


5. Ausblick



Aus aktuellem Anlass: NASA entscheidet am 16.1.2004, keine weiteren Service Missionen zum HST mehr durchzuführen → in 3-5 Jahren Verlust des derzeit wichtigsten (optischen) Teleskops

Das Hubble Ultra Deep Field (UDF)

Nach Service Mission 4 (SM3) und der damit verbundenen Installation der Advanced Camera for Surveys (ACS) wurde beschlossen, ein UDF zu erstellen. Wird ca. 1-1.5 mag tiefer als das HDF sein, und damit für mindestens 10 Jahre das tiefste optische Feld!

Beobachtungen: Zwischen 24.9.2003 und 16.1.2004

Daten werden sofort public (Mitte Februar 2004)

Strategie wie bisher (FDF, HDF, etc...)

Im Gegensatz zu HDF: z-Filter statt U-Filter (UBRI -> BRIZ) da Zielrichtung höhere Rotverschiebung, d.h. um bessere photometrische Rotverschiebungen zu erhalten.

Feld überlappt mit anderen Surveys (Chandra Deep Field South etc.)

$\delta = -27^\circ$, d.h. beobachtbar von Hawaii (Keck) + Chile (VLT)

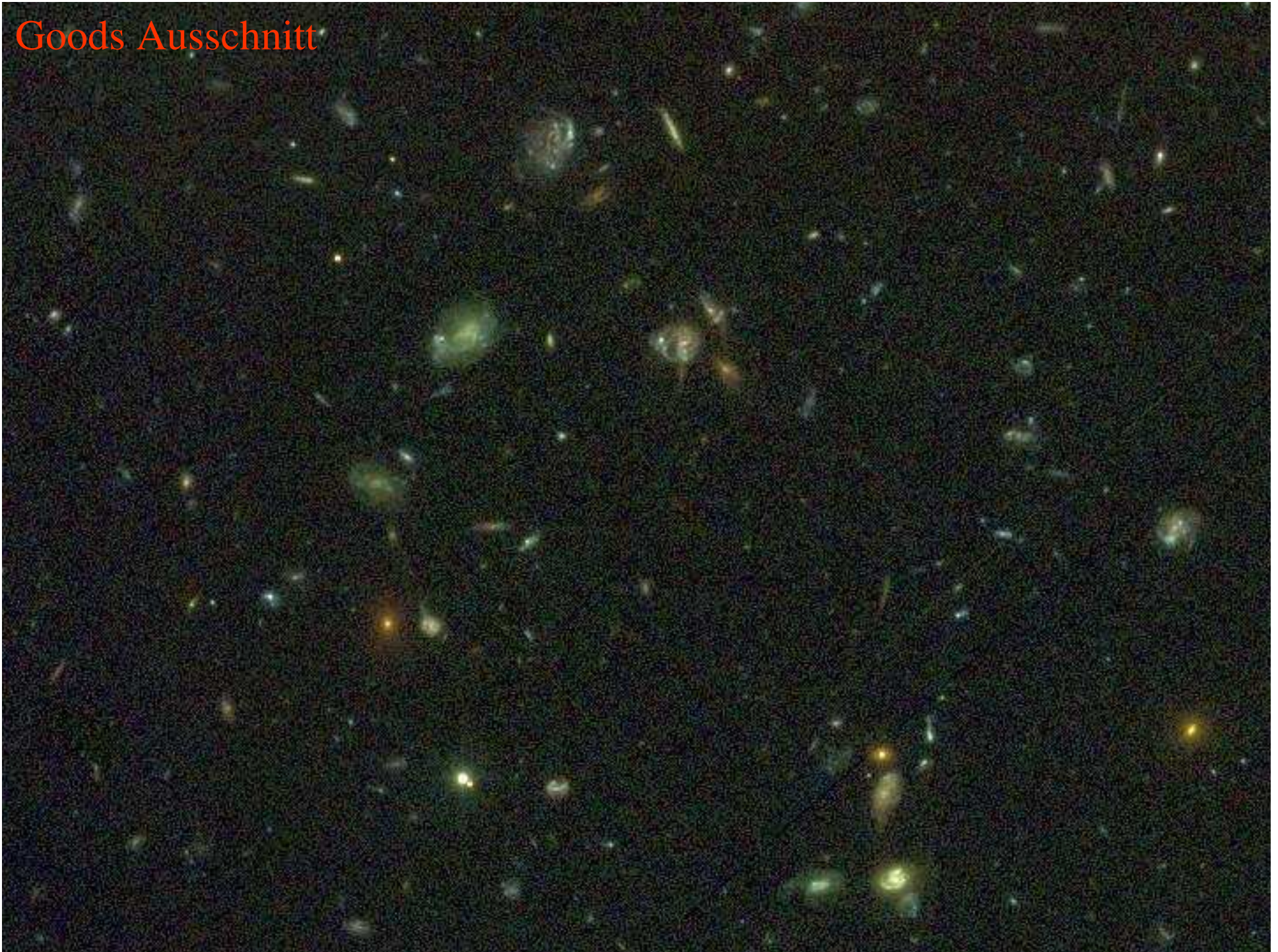
Feldgröße 11.3 sq.arcmin (2 • HDF)

Relative Depth of UDF w.r.t other HST surveys

Survey (1)	Camera + Filter (2)	Pivot Lambda (3)	No. of Orbits (4)	Lim AB Mag (5)	Depth increase w.r.t the HDF (6)
UDF	ACS, F435W (B)	4311.80	56	28.7	1.0
UDF	ACS, F606W (V)	5915.38	56	29.0	0.9
UDF	ACS, F775W (I)	7697.34	150	29.0	1.4
UDF	ACS, F850LP (Z)	9103.29	150	28.4	N/A
GOODS	ACS, F435W (B)	4311.80	3.0	27.2	-0.7
GOODS	ACS, F606W (V)	5915.38	2.5	27.5	-0.8
GOODS	ACS, F775W (I)	7697.34	2.5	26.8	-0.8
GOODS	ACS, F850LP (Z)	9103.29	5.0	26.7	N/A
HDF	WFPC2, F300W (U)	2992.0	-	26.98	-
HDF	WFPC2, F450W (B)	4556.47	-	27.86	-
HDF	WFPC2, F606W (V)	6001.06	-	28.21	-
HDF	WFPC2, F814W (I)	8001.61	-	27.60	-

Vergleich: HDF (150 Orbits) – UDF (412 Orbits)– GOODS (3-5 Orbits, ebenfalls mit ACF, Überlapp mit UDF)

Goods Ausschnitt



Spitzer Space Telescope

(früher: SIRTf = Space InfraRed Telescope Facility)

Launch: 25. August 2003

Beobachtungen seit: Dezember 2003

Gast.Beob.: ab Juli 2004

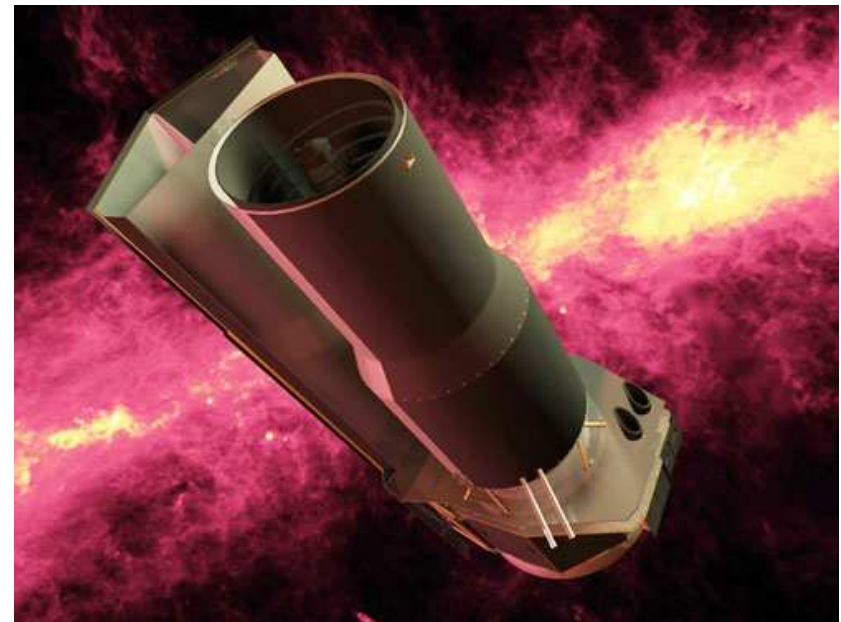
Teleskop: 85 cm

λ -Bereich: 3-180 μm (ähnlich ISO)

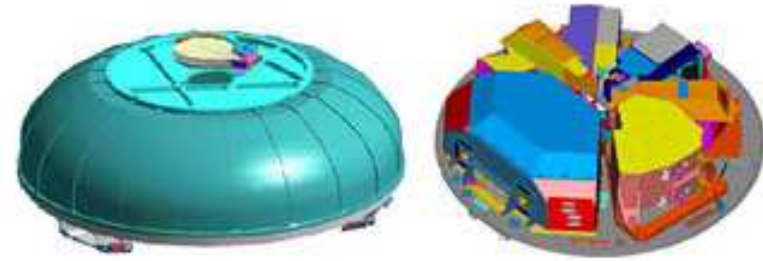
Erwartete Lebenszeit: 5+ Jahre

Spezielles innovatives Feature: Orbit ist KEIN klassischer Orbit um Erde, sondern heliozentrisch! Spitzer läuft der Erde auf Bahn um Sonne hinterher, entfernt sich mit 0.1 AE/Jahr (1AE = 150 Mill. Km).

Vorteil: Weniger Wärmestrahlung als in Erdnähe (sparsamer mit Helium) + größeres, jederzeit beobachtbares Feld.



3 Messgeräte:

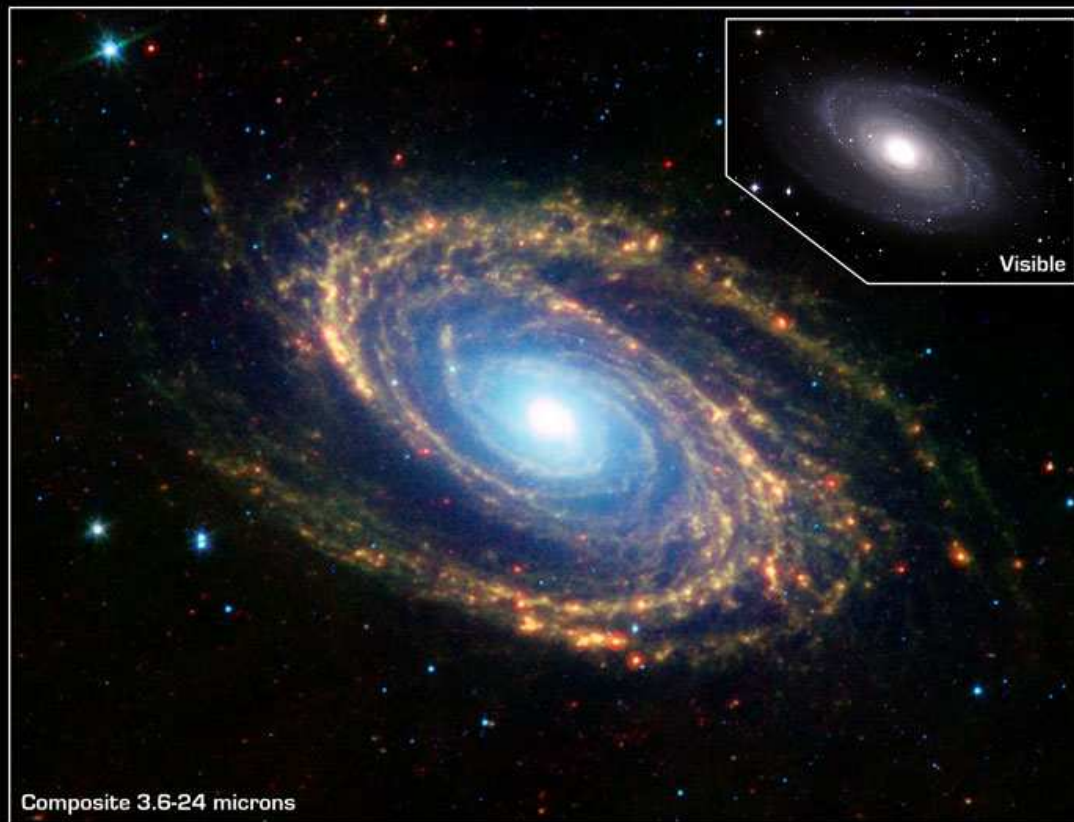


Infrared Array Camera (IRAC): 4-Kanal Kamera, die simultan Direktbilder bei 3.6, 4.5, 5.8 und 8 μm liefert. FOV = 5.1' \cdot 5.1'.

Infrared Spectrograph (IRS): Hochaufl./Niedrigaufl. Spektrograph bei 5-15 bzw. 15-40 μm .

Multiband Imaging Photometer (MIPS): 3 Kameras, die Direktaufnahmen bei 24, 70 und 160 μm erlaubt. Feldgröße variiert nach Wellenlänge 5' \cdot 5' \Rightarrow 0.5' \cdot 0.5' (24 \Rightarrow 160 μm).

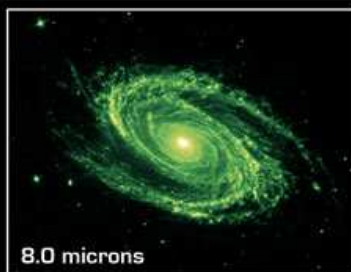
Wichtigstes Ziel: Erforschung von proto-Sternen (Entstehung von Planetensystemen), Galaxien bei hoher Rotverschiebung via tiefer Felder bzw. "Staubige Galaxien"



Composite 3.6-24 microns



24 microns



8.0 microns



3.6 microns

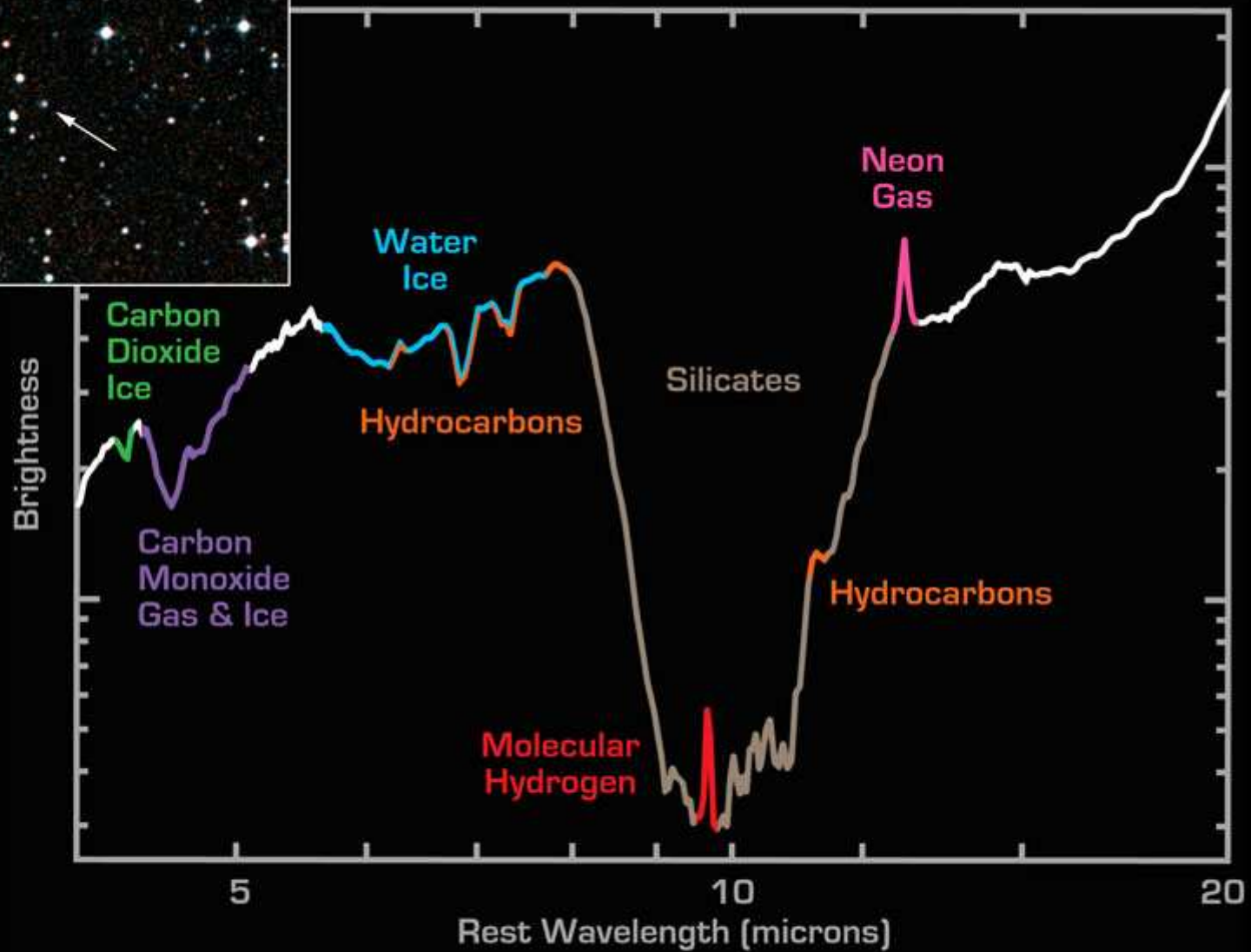
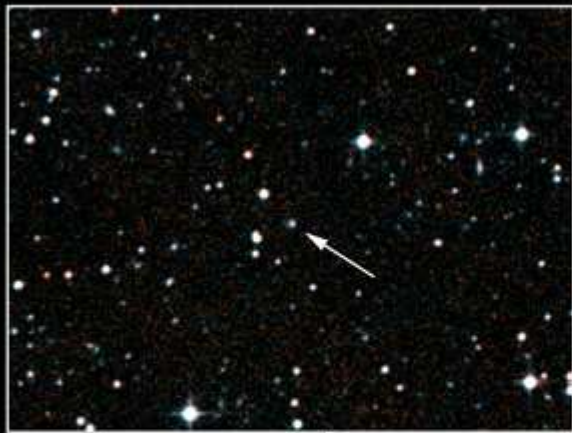
Spiral Galaxy M81

Spitzer Space Telescope • MIPS • IRAC

Inset: visible light (NOAO)

NASA / JPL-Caltech / K. Gordon (University of Arizona), S. Willner (Harvard-Smithsonian CfA)

ssc2003-06d



Galaxy IRAS F00183-7111

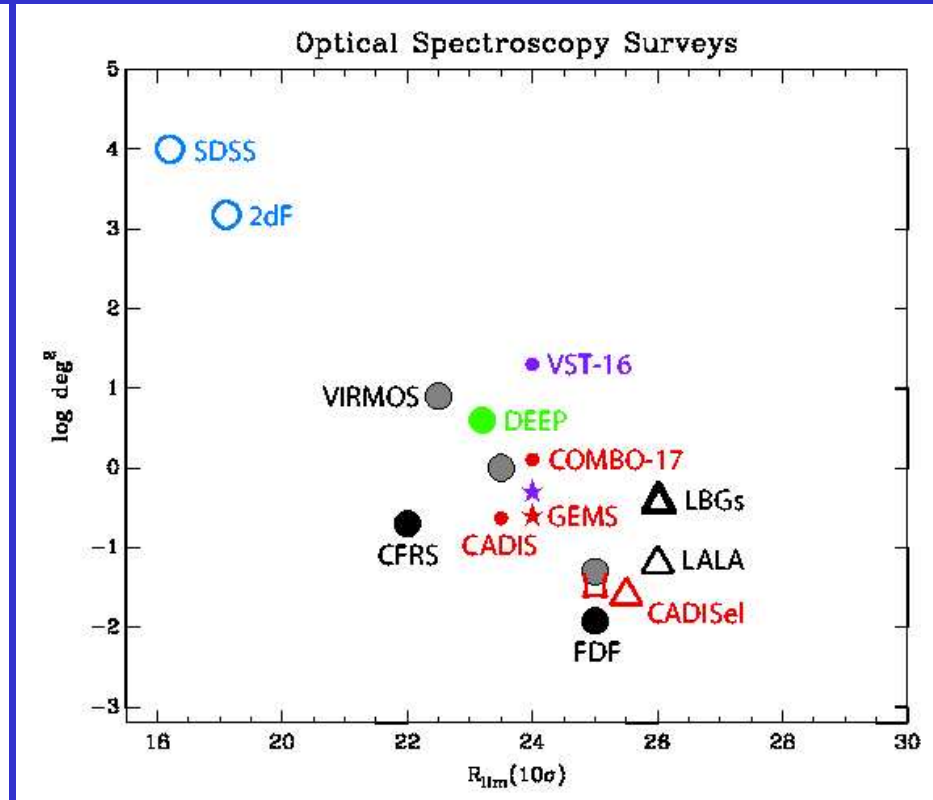
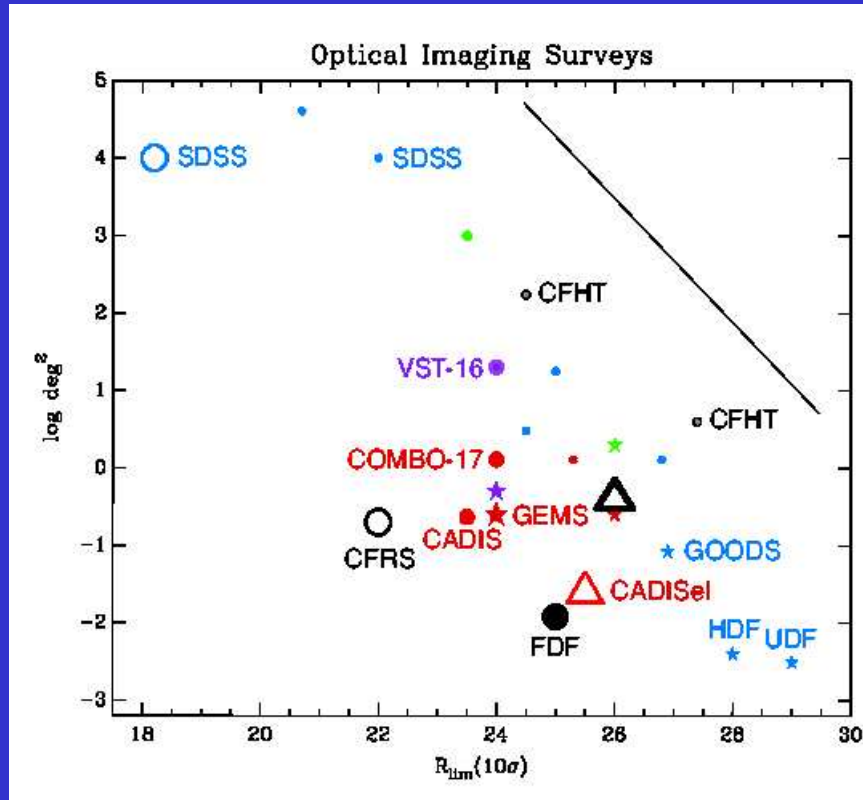
Spitzer Space Telescope • IRS

Inset: visible (DSS)

NASA / JPL-Caltech / L. Armus (SSC/Caltech)

ssc2003-06h

Derzeitiger Stand:



Mehr ist mit derzeitigen Teleskopen/Instrumenten nicht machbar:

→ Teleskope der nächsten Generation erforderlich ←

James Webb Space Telescope - JWST

(früher: Next Generation Space Telescope – NGST)

Nachfolger des HST:

Launch geplant für August 2011,
Lebensdauer mindestens 10 Jahre

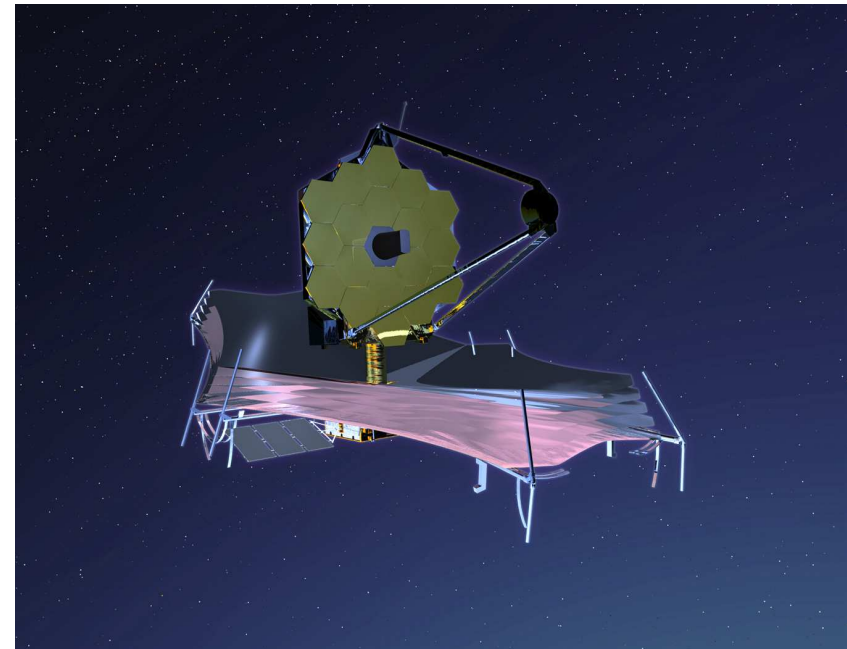
Geplanter λ -Bereich: 0.6-28 μm

Opt/Nir Kamera/Spektrograph
(Diffraktionslimitiert)

Spiegelgröße: 6.5 m (13 hexagonale Spiegel a 1.3m)

Kosten für das Teleskop: ca. 850 Mio. US\$

Besonderheit: Um möglichst effektiv im NIR beobachten zu können
(Wärmestrahlung Erde/Sonne), wird das JWST nahe Lagrange-Punkt L2
in 150 Mio. Km Entfernung plaziert!!!



Die Lagrange-Punkte

Benannt nach dem französischen Mathematiker Joseph-Lois de Lagrange (1736-1813). Sind stationäre Lösungen des eingeschränkten 3-Körperproblems!

Annahme: Körper vernachlässigbarer Masse bewegt sich im Kraftfeld eines rotierenden Systems 2er deutlich schwererer Körper (Sonne/Erde), welche sich auf Keplerbahnen um gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. JWST (10^3 kg), Sonne/Erde ($2 \cdot 10^{30}$ bzw. $6 \cdot 10^{24}$ kg).

Lagrange-Punkte L1-L5 sind Punkte an denen sich im Kraftfeld Gravitations- und Zentrifugalkräfte gerade kompensieren. L1-L3 sind Sattelpunkte im Kraftfeld, L4/L5 Maxima, d.h. nicht stabil (bei kleinen Ablenkungen fällt Körper sofort herunter). Allerdings sind unter dem Einfluss der Corioliskraft alle Punkte auf kurzen Zeitskalen quasi-stabil, die Punkte L4 und L5 stabil.

Positionen der Lagrange-Punkte

L1-L3 befinden sich auf einer Verbindungslinie Sonne-Erde:

L1: Zwischen Sonne und Erde, ca. 1.5 Mio. Km von Erde

L2: In Opposition zur Sonne, ca. 1.5 Mio Km von Erde

L3: In Opposition zur Erde, 2 AE von Erde entfernt (300 Mio. Km)

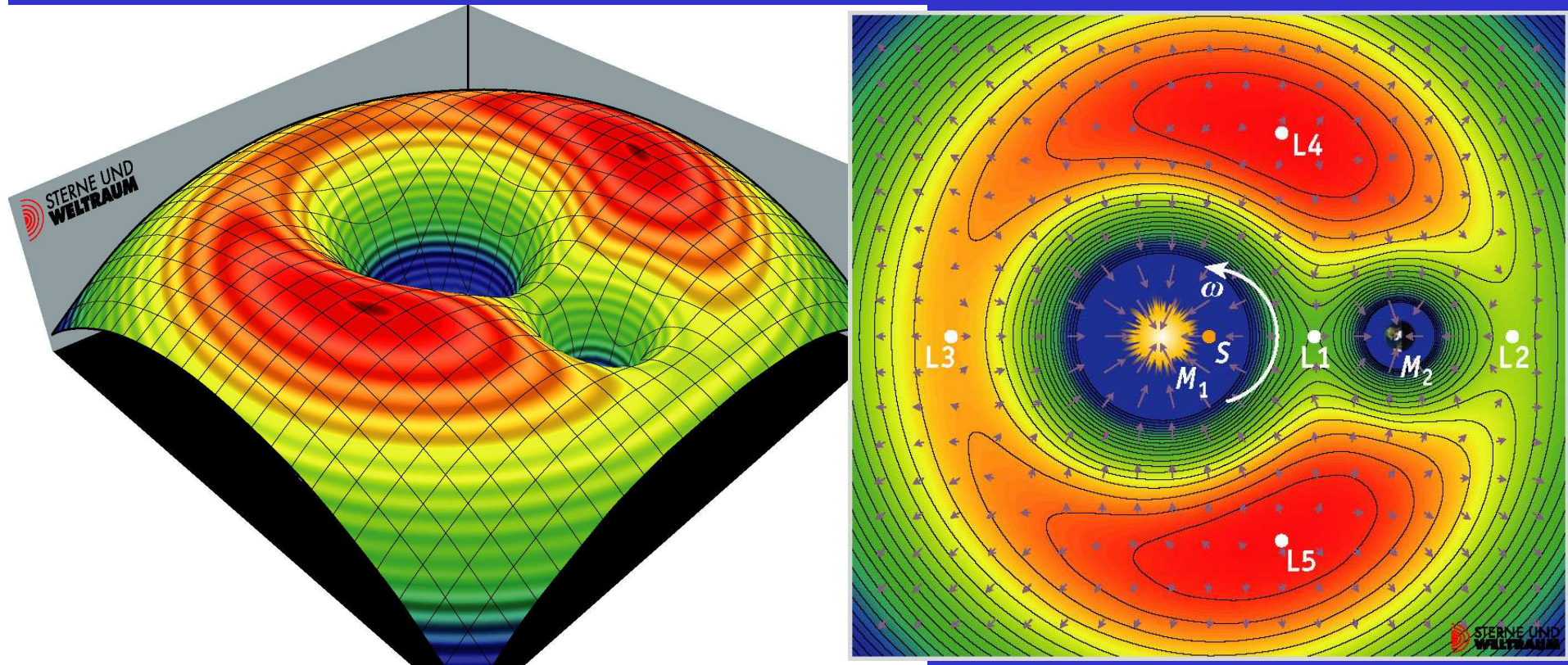
L4/L5 bilden mit den Positionen von Sonne und Erde ein gleichschenkliges Dreieck (60°), d.h. deren Abstand von Erde beträgt genau 1 AE (150 Mio. Km).

L4: In Drehrichtung Erde um Sonne voraus

L5: In Drehrichtung Erde um Sonne hinterher

Bekanntestes Beispiel sind die Trojaner an den Lagrange-Punkten L4/L5 im System Sonne-Jupiter

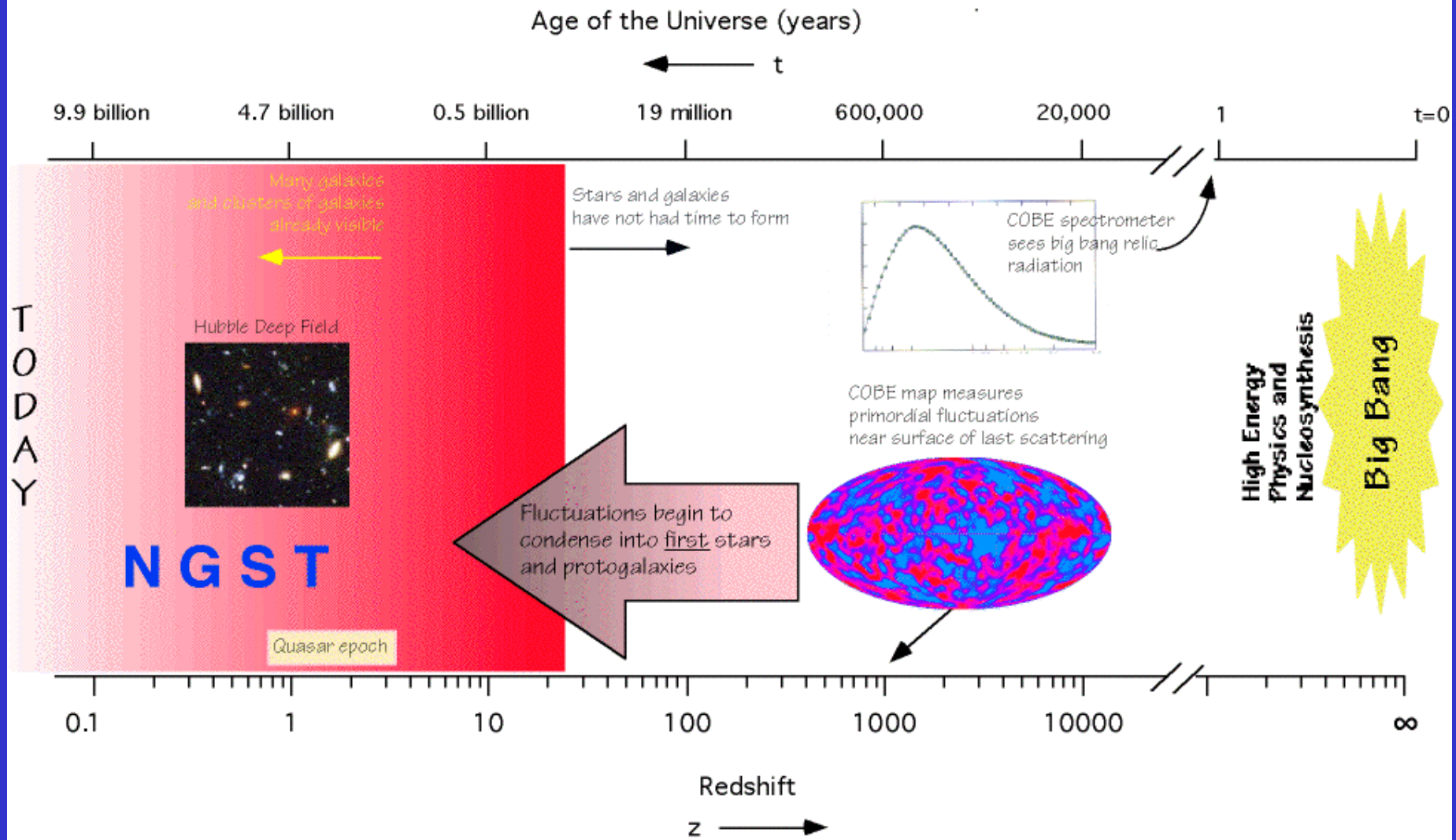
Grafische Darstellung der Lagrange-Punkte



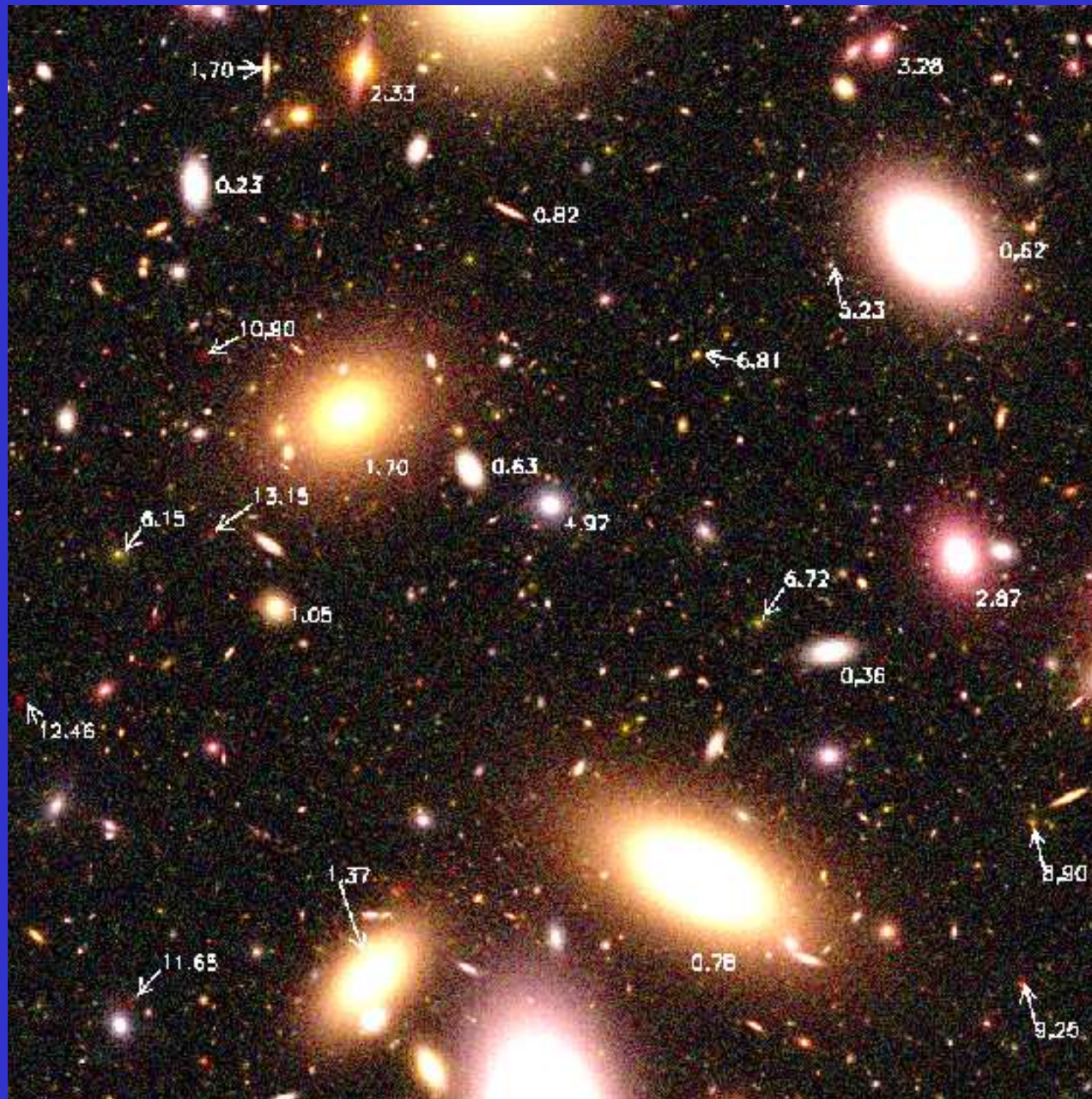
Links: Reliefmodell des Potentialverlaufs in der Ekliptik. Rechts: Das Gravitations- und Fliehkraftfeld in der Ekliptik

Science mit dem JWST

NGST Observations in Context



Wird erste Sterne im Universum entdecken können...



Simulation der erwarteten Bilder vom JWST

Das Overwhelming Large Telescope (OWL)

DAS bodengebundene optische Teleskop der nächsten Generation.

Hauptspiegeldurchmesser: 100m, d.h. ca. 2 Fussballfelder!!!!

Sekundärspiegel 34m + einige weitere 8m Spiegel

Grenzhelligkeit: $m_V \sim 38$ mag

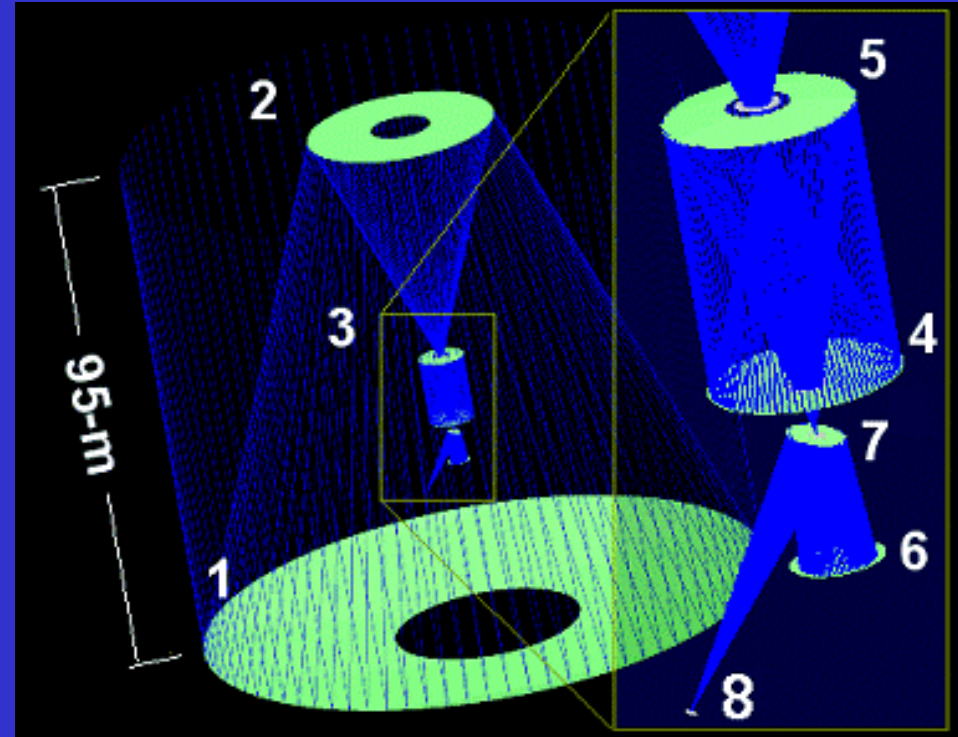
Besteht aus ca. 150 Einzel-VLTs, offen wie SDSS (in Dome mit Spaltöffnung von 100m wäre wenig Schutz gegen Wind)

Bau soll in ca. 10 Jahren begonnen werden

Kosten ca. 1 Milliarde €

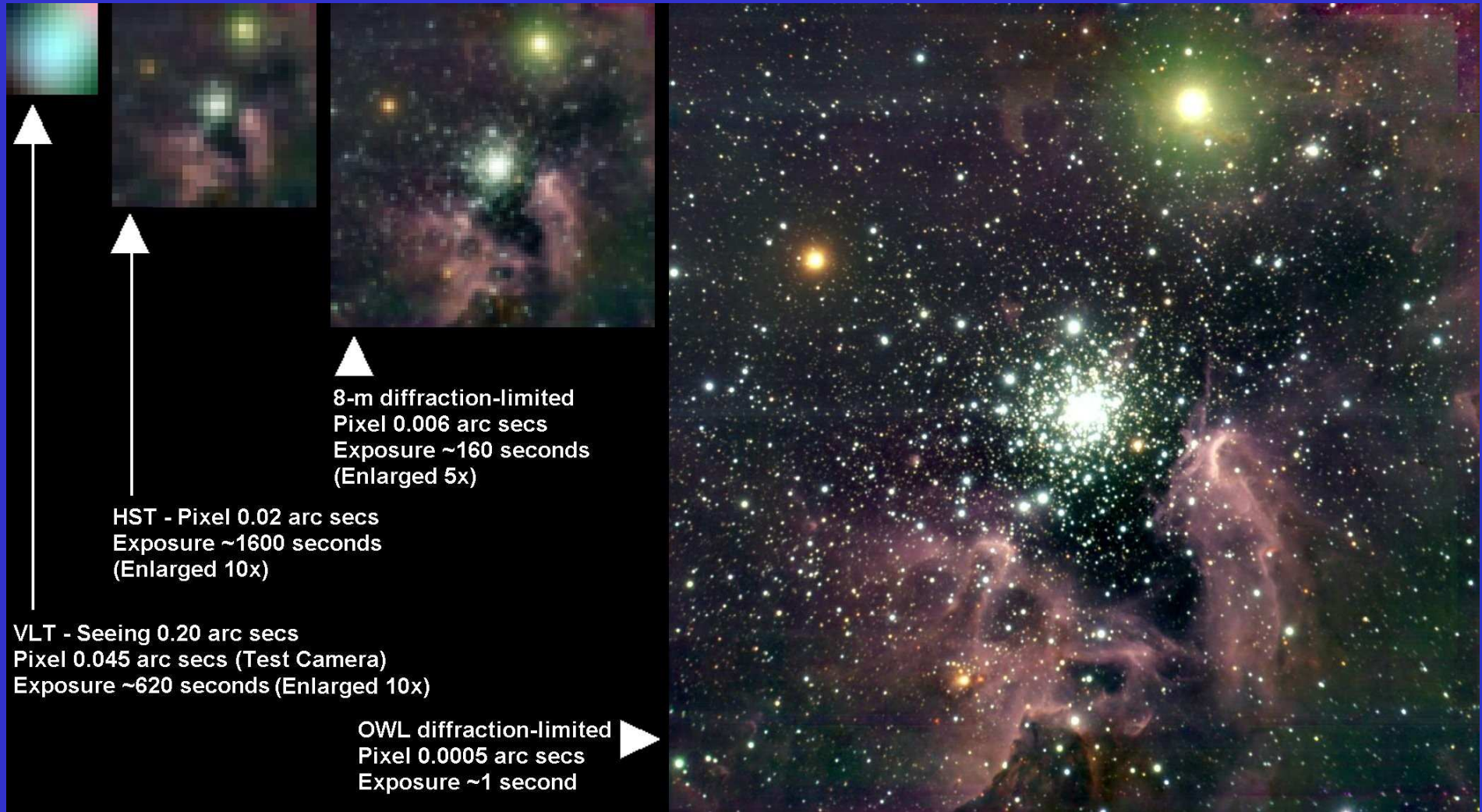
Befindet sich derzeit noch in Designstudie, i.e. Realisierung, Finanzierung (ALMA) sowie Standort noch nicht beschlossen

Design



Da Teleskop zu groß und komplex, muss von dem klassischen 2-Spiegelsystem abgegangen werden. Nun insgesamt 6 Spiegel in System + eine optische Korrekturereinheit (Nr. 3), Fokus in 8.

Anforderungen Bildqualität





The Sombrero Galaxy — M104  HUBBLESITE.org

Referenzen

Lagrange-Punkte: Sterne & Weltraum, 7/2003, S. 30

Hubble Ultra Deep Field: www.stsci.edu/hst/udf

Spitzer Teleskop: sirtf.caltech.edu

JWST: www.stsci.edu/jwst

OWL: www.eso.org/projects/owl