

James Webb Space Telescope (JWST)

Silvia Pauli (Januar 2025)

Inhaltsverzeichnis:

- Das Teleskop
- Die Idee
- Die Aufgaben
- Der Bau
- Der Aufbau
- Der Start
- Die Bilder
- Der Namensgeber
- Aktuelles

Das Teleskop:

- Das JWST ist ein Hightech-Observatorium im Weltraum
- Ende 2021 erreichte es seine Umlaufbahn: den Lagrange-Punkt 2 in 1,5 Millionen Kilometer Entfernung von der Erde
- Von dort aus beobachtet es das Universum in nahen und mittleren Infrarotbereich des Spektrums

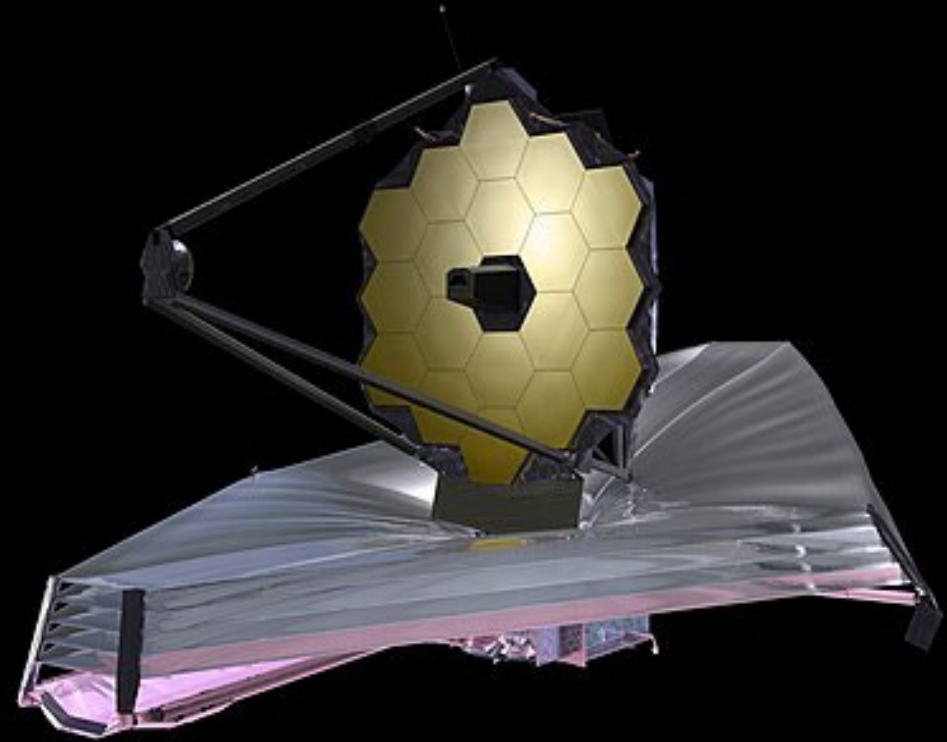


Bild: JWST

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Die Idee:

- Die Idee war es, dass das Teleskop die Frühzeit des Universums erforschen soll
- Dabei hat das Teleskop vier konkrete Aufgaben (siehe folgende Seite)

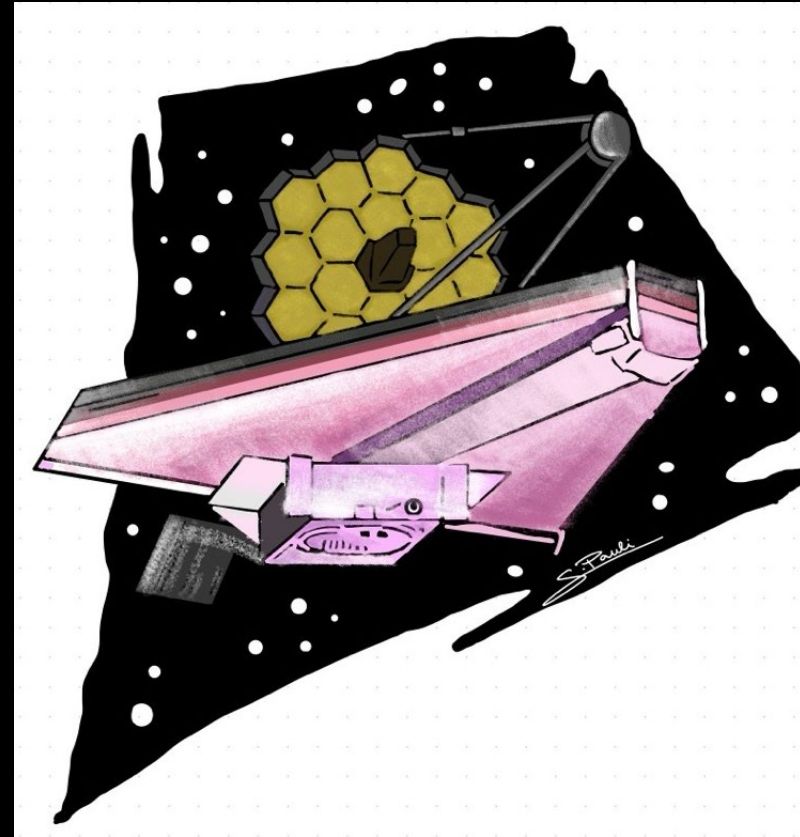


Bild: Silvia Pauli

Die Aufgaben:

- Die Suche nach den ersten leuchtenden Objekten und Galaxien im Universum, die bereits vor ca. 13,5 Milliarden Jahren entstanden sind
- **Das Verständnis der Strukturbildungsprozesse im Universum verbessern**

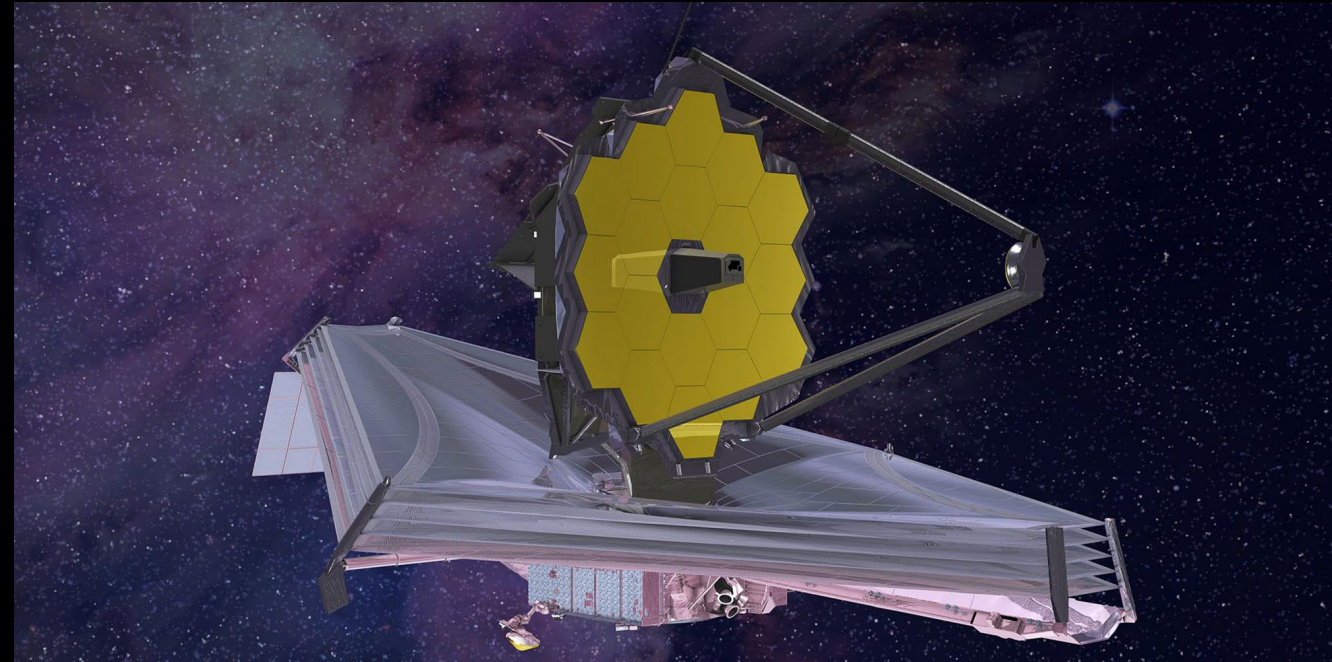


Bild: Deutschland.de

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Die Aufgaben 2:

- Die Entstehung und Weiterentwicklung von Galaxien, Schwarzen Löchern, Sternen und Planetensystemen untersuchen
- Die Atmosphäre und die Eignung auf Leben bei Exoplaneten erforschen



Bild: Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA)
Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Der Bau:

- Das Projekt JWST, zunächst NGST (Next Generation Space Telescope) genannt, zog sich insgesamt über 30 Jahre
- Die Überlegungen für ein neues Teleskop begannen 1986, noch vor dem Start des Hubble-Weltraumteleskops, welches 1990 startete und den Vorgänger für das JWST darstellt

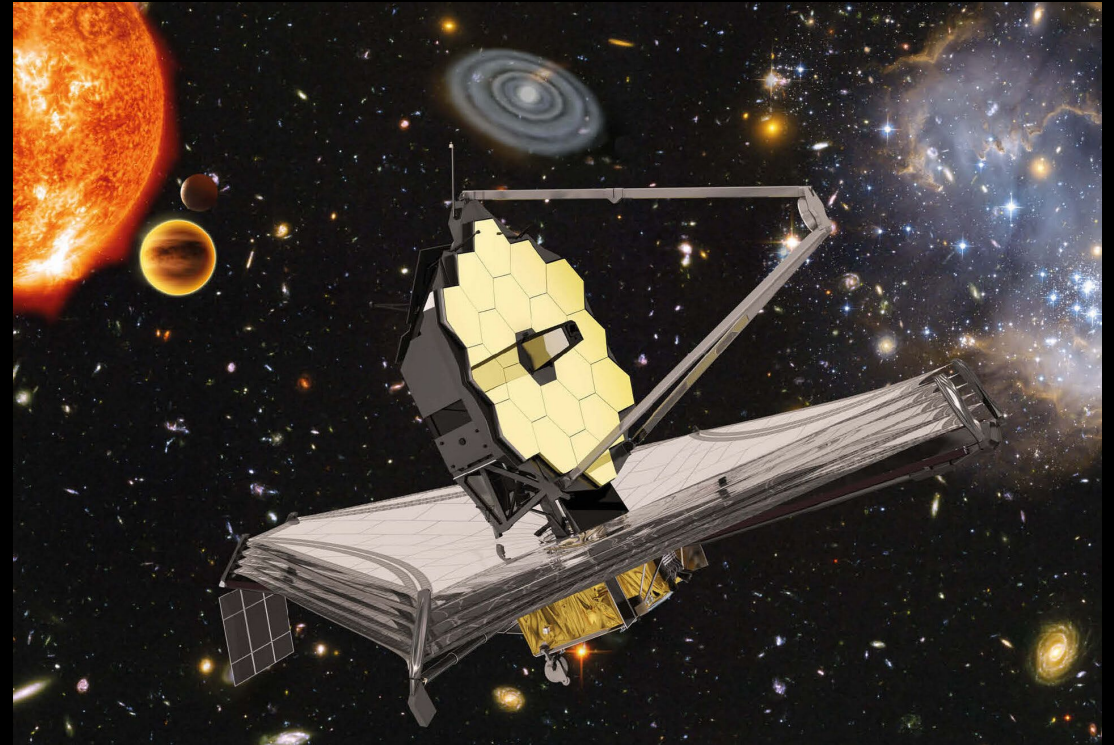
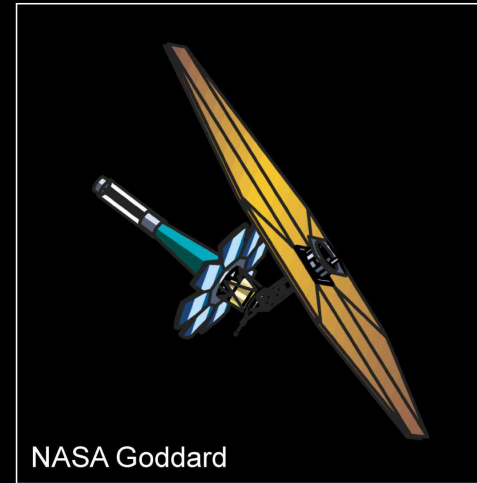


Bild: ESA

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Der Bau 2:

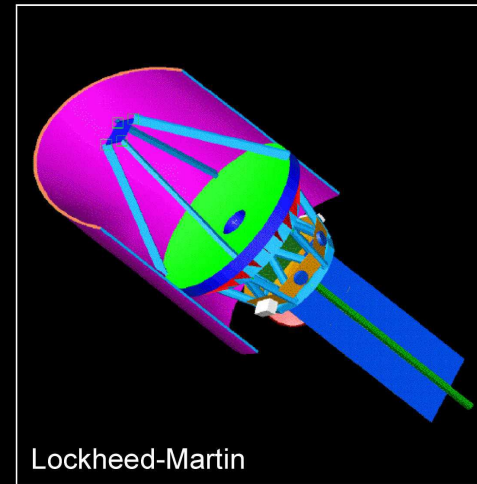
- Zunächst gab es vier Vorschläge, wie das JWST aussehen sollte: von TRW, Lockheed-Martin, Ball Aerospace und vom Goddard Space Flight Center
- **Letztendlich hat man sich für eine Mischung zwischen den Vorschlägen von Goddard und TRW entschieden**



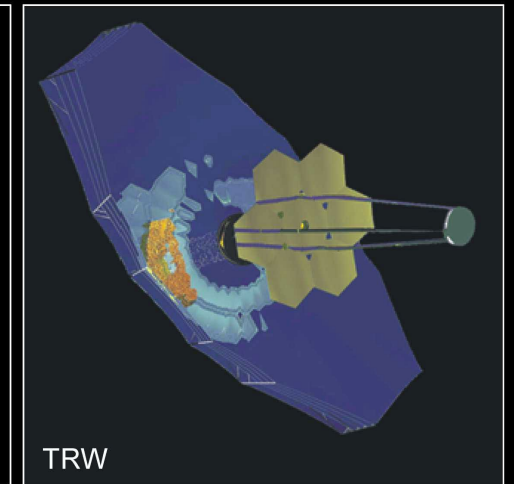
NASA Goddard



Ball Aerospace



Lockheed-Martin



TRW

Proposed Designs for
Next Generation Space Telescope

PRC98-20 • ST Sci OPO • June 8, 1998 • NASA

Bild: JWST

Copyright: NASA, ESA, CSA and STScI

Der Aufbau: Hauptspiegel

- Für den Spiegel wurden superleichte Beryllium-Platten verwendet, welche im nachhinein noch vergoldet wurden
- Im Vergleich zum Hubble-Teleskop mit einem Durchmesser von 2,4 Metern hat das JWST 18 hexagonale Spiegel, welche insgesamt einen Durchmesser von 6,5 Metern haben

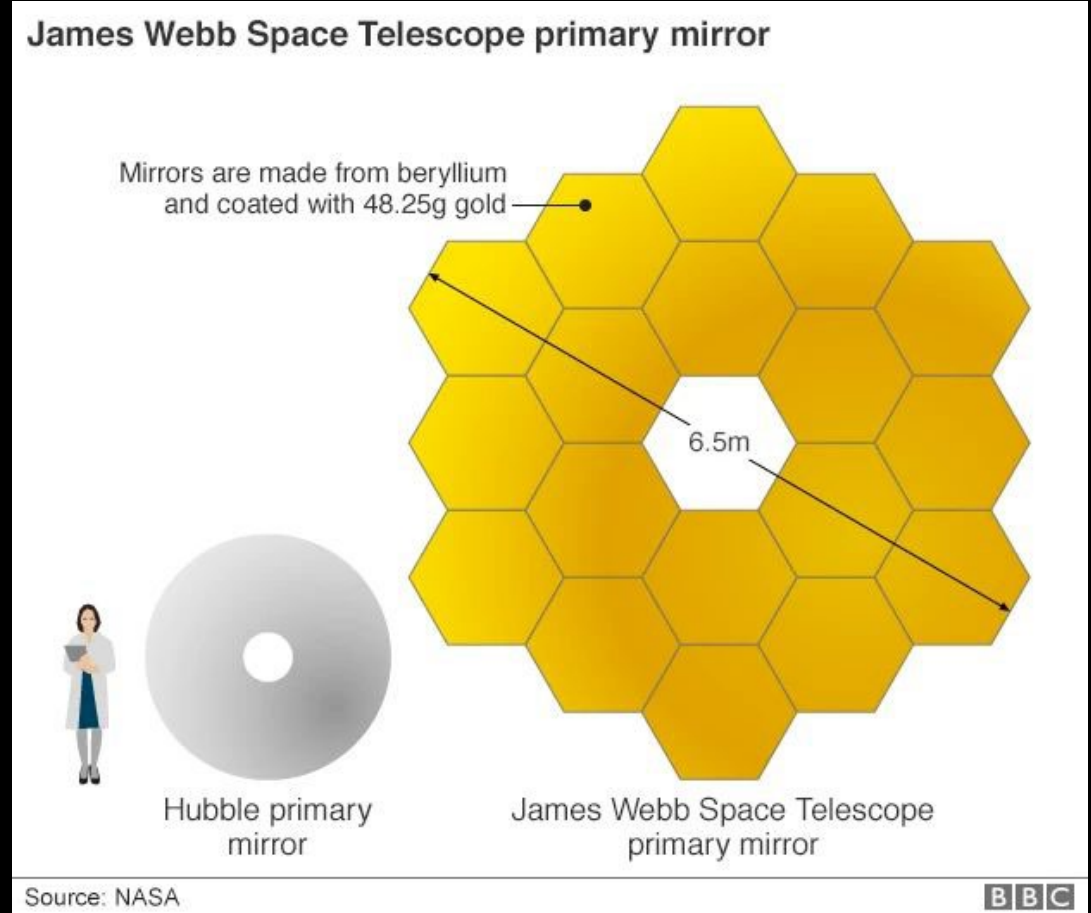


Bild: BBC
Copyright: NASA

Der Aufbau: Kryokühler

- Dieser Kryokühler wurde im JWST untergebracht, um das Instrument MIRI auf 18 Kelvin herunterzukühlen (-255°C) und Vibrationen des Kompressors fernzuhalten
- Über 10 Meter lange Leitungen wird Heliumgas zum Instrument gepumpt



Bild: Wikipedia

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Der Aufbau: MIRI

- MIRI (Mid-InfraRed Instrument) ist eines von 4 Instrumenten auf dem JWST (neben NIRCam, NIRSpec und NIRISS/FGS) und war dabei das erste, welches an die NASA geliefert worden ist
- MIRI deckt als einziges Instrument den Mittelinfrarotwellenlängenbereich von 5 bis 28,3 Mikrometern ab
- Das Bild zeigt das am Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg gebaute Filterrad für MIRI



Bild: MPIA Heidelberg

Der Aufbau: Sonnenschutz

- Um Signale empfangen zu können, müssen die Empfänger und Instrumente extrem kalt gehalten werden
- Die fünfblättrige Struktur reflektiert das Sonnenlicht so gut, dass die Temperatur auf der sonnenabgewandten Seite -230°C beträgt (dagegen um die 110°C auf der sonnenbeschienenen Seite).

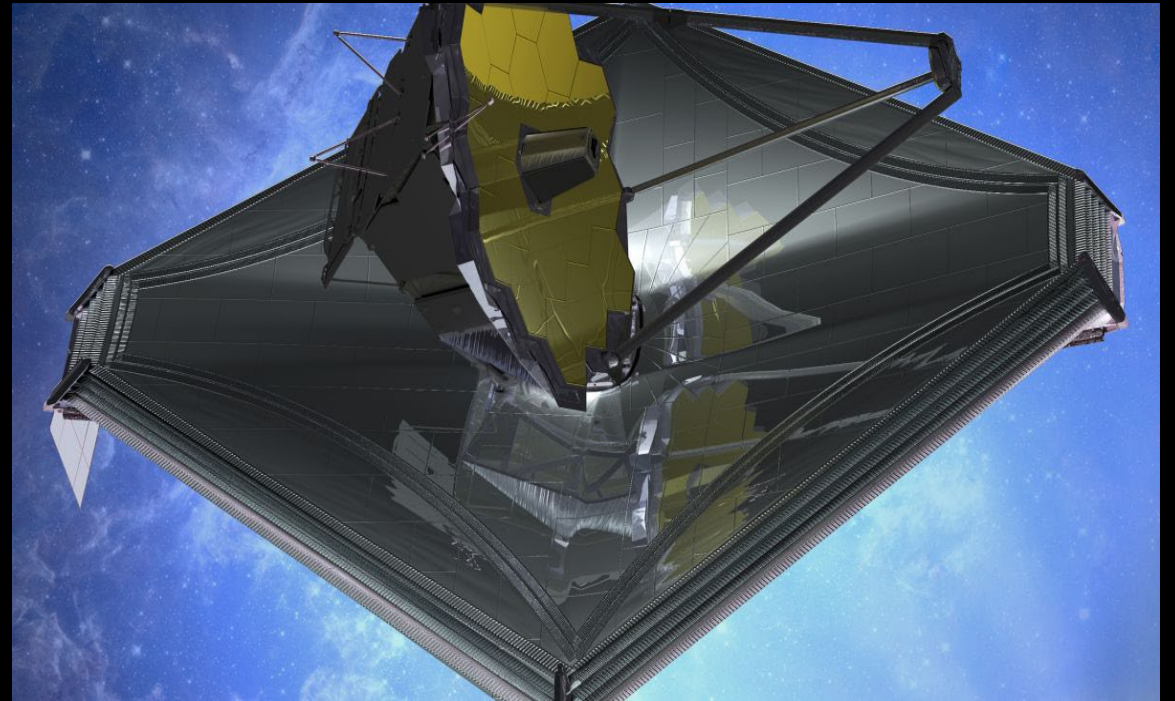


Bild: Austria in Space
Copyright: Northrop Grumman

Der Start:

- Das JWST startete am 25.01.2021 um 13:20 Uhr MEZ mit einer Ariane 5 ECA Rakete
- Das JWST erreichte dann nach einer Flugdauer von 29,5 Tagen seinen Zielort den Lagrange-Punkt 2 (L2)



Bild: James Webb.de

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder: Die Säulen der Schöpfung

- Sie sind eine kleine Region innerhalb des Adlernebels (6500 Lichtjahre entfernt)
- Die roten Punkte sind Sterne, die gerade neu entstehen
- Durch die Bestimmung der Sternpopulation sowie der Gas- und Staubmenge wird ein besseres Verständnis entwickelt, wie Sterne entstehen



Bild: James Webb.de

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder: Die Staubschalen

- Es sind Staubschalen in einem etwa 6000 Lichtjahre entfernten Doppelsystem im Sternbild Schwan
- Die beiden Sterne bewegen sich in einer länglichen Umlaufbahn und kommen sich etwa alle acht Jahre extrem nahe. Dabei kommt es zu einer Kollision der Sternwinde, Gas wird komprimiert und eine neue Staubschale entsteht



Bild: James Webb.de

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder: Neptuns Ringe

- Am 21.09.2021 lieferte das James Webb Teleskop ein Bild vom Neptun, auf dem seine Ringe deutlich zu sehen sind
- **Der Planet sieht auf dem Bild nicht blau aus wie im sichtbaren Licht, da Methangas rotes und infrarotes Licht stark absorbiert**
- Die hellen Streifen und Flecken sind Methaneiswolken, die das Licht reflektieren, bevor das Gas es absorbiert



Bild: James Webb.de

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder: Der Orion-Nebel

- Die Struktur dieses Bereichs im Orion-Nebel erinnert an ein geflügeltes Wesen mit einem Stern im Zentrum
- Der Nebel ist 1350 Lichtjahre entfernt und hier scheint sich eine ähnliche Umgebung wie in unserem Sonnensystem zu bilden



Bild: James Webb.de
Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder: Tarantulanebel

- Der Tarantulanebel ist ein „stellares Kinderzimmer“, in dem aktuell neue Sterne entstehen
- Trotz einer Entfernung von 160.000 Lichtjahren erkennt man deutlich detaillierte Strukturen von Staub und Nebel

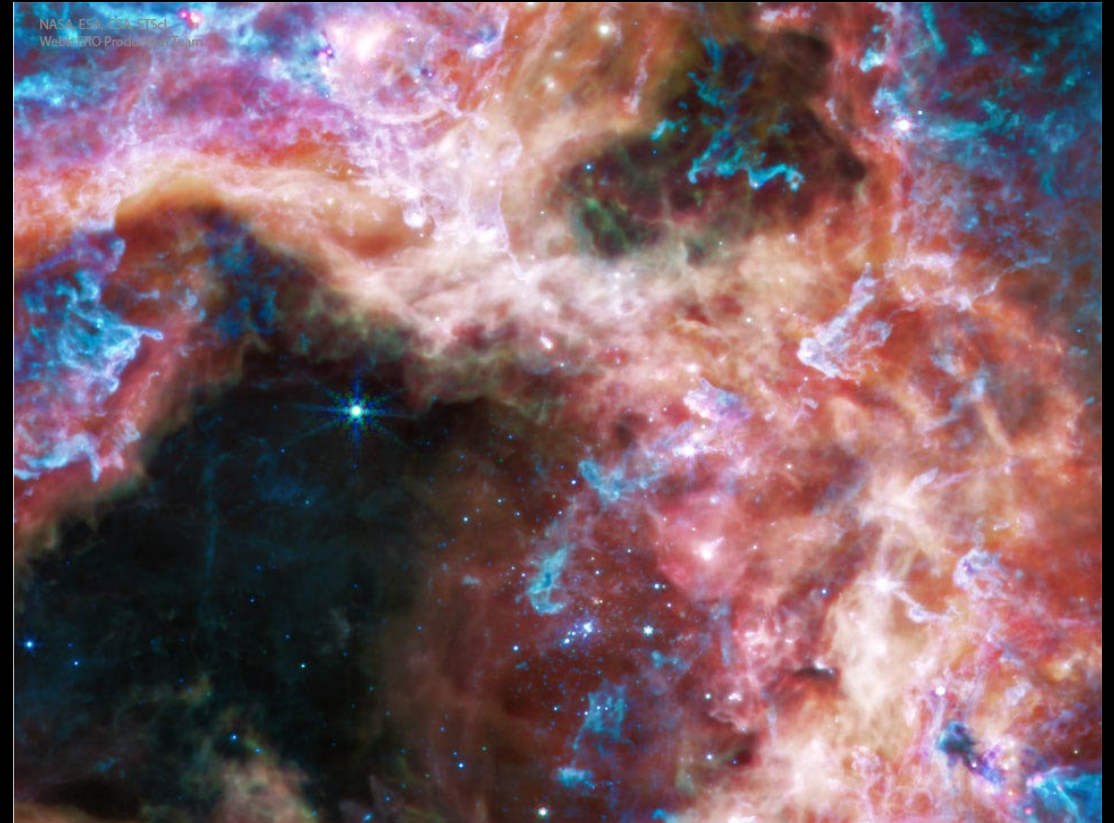


Bild: James Webb.de

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder: Deep Field

- Bei dieser Aufnahme, als „First Light Bild“ präsentiert vom ehemaligen US Präsidenten Joe Biden, sieht man eine Vielzahl von Galaxien und nur wenige Sterne
- Die roten Galaxien haben eine sehr hohe Rotverschiebung, was auf sehr alte Galaxien deutet. Sie dürften bereits kurz nach dem Urknall entstanden sein

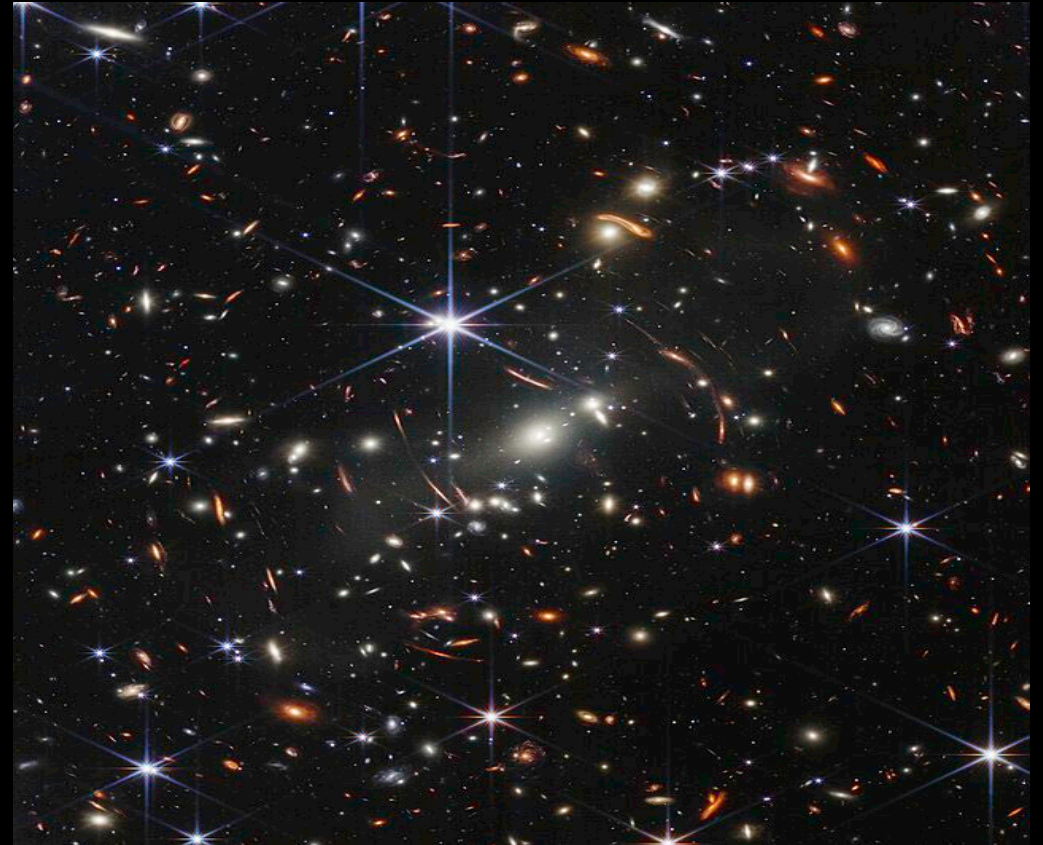


Bild: webbtelescope.org

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Bilder:



NGC 2566: Lokale Galaxie



Carina-Nebel NGC 3372: Jets



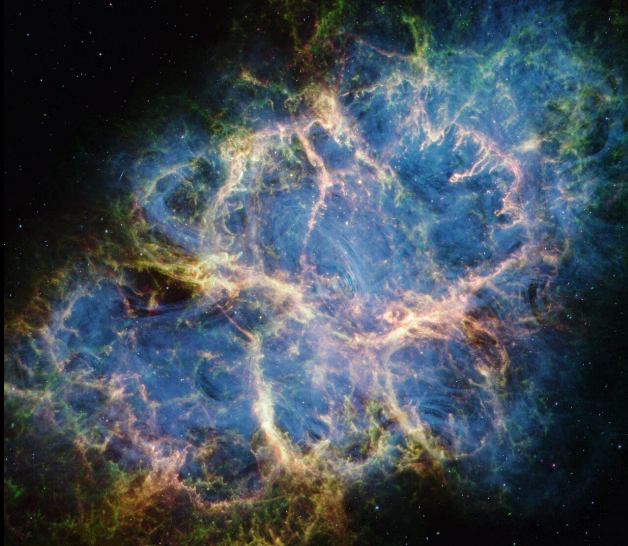
Wechselwirkende Galaxien
Arp 142



Wechselwirkende Galaxien IC 2163 und NGC 2207

Bilder: JWST
Copyright: NASA, ESA,
CSA, STScI

Bilder:



Krabbennebel M1



„Serpens Nebula“ im Sternbild „Schlange“



NGC 602 in der Kleinen Magellanischen Wolke



NGC 604 in der Galaxie M33

Bild: JWST

Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI

Der Namensgeber:

- James Edward Webb, geboren am 07.10.1906 und verstorben am 27.03.1992, war von 1961 bis 1968 Leiter der NASA
- Zuerst hieß das Teleskop NGST, wurde jedoch kurz vor dem Start in JWST umbenannt, da er sich in seiner Amtszeit sehr für die Wissenschaft eingesetzt hatte



Bild: Wikipedia

Copyright: NASA Johnson Space
Center Media Archive

Der Namensgeber 2:

- Bevor das Teleskop nach James Webb benannt wurde, gab es Anzeichen für die Diskriminierung sexueller Minderheiten während seiner Amtszeit, jedoch sei er damit nicht aktiv hervorgetreten
- Die NASA beauftragte Historiker, den Fall zu überprüfen, bevor das Teleskop umbenannt wurde



Bild: Wikipedia
Copyright: NASA Johnson
Space Center Media Archive

Aktuelles:

- Ein Strahlungsausbruch des supermassereichen schwarzen Lochs im Zentrum unserer Milchstraße, Sagittarius A*, wurde zum ersten Mal mit dem MIRI-Instrument an Bord vom JWST im mittleren Infrarot-Bereich nachgewiesen (MPIfR Pressemitteilung vom 14.01.25).

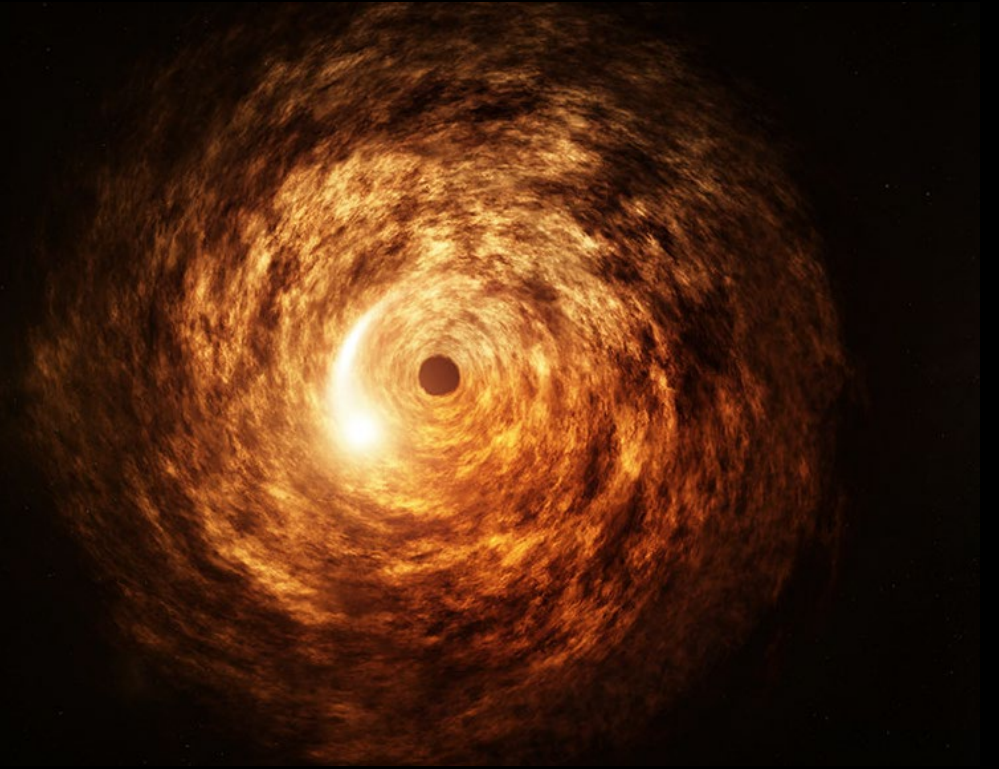


Bild: Künstlerische Darstellung
Copyright: CfA/ Mel Weiss

Aktuelles 2:

- Die Galaxie JADES-GS-z14 (JWST Advanced Extragalactic Survey) ist aktueller Rekordhalter mit der höchsten Rotverschiebung von $z=14,3$
- Die Rotverschiebung von Spektrallinien (z.B. des Wasserstoffs) ist ein Maß für die Entfernung und gleichzeitig auch des Alters der beobachteten Galaxie.
- Mit $z=14,3$ beobachten wir ein Objekt, das nur 260 Millionen Jahre nach dem Urknall entstanden ist.



Bild: Webb Space Telescope
Copyright: NASA, ESA, CSA, STScI, Brant Robertson (UC Santa Cruz), Ben Johnson (CfA), Sandro Tacchella (Cambridge), Phill Cargile (CfA)

Textquellenangaben:

- <https://www.mdr.de/wissen/naturwissenschaften-technik/james-webb-weltraumteleskop-veroeffentlicht-erste-bilder-108.html>
- <https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/teleskope-und-satelliten/james-webb-teleskop/>
- <https://deutschland.de>
- <https://jwst-docs.stsci.edu/jwst-mid-infrared-instrument#gsc.tab=0>
- <https://james-webb.de>
- <https://www.nasa.gov/people/james-e-webb/>
- Magazin: Sterne und Weltraum 2/2022 Seite 26 bis 34
- <https://www.mpifr-bonn.mpg.de/8940865/SgrA-JWST-Jan2025?c=8727>
- <https://www.scinexx.de/news/kosmos/neue-rekordgalaxie-des-fruehen-kosmos/>

Bildquellenangaben:

- <https://de.wikipedia.org/wiki/James-Webb-Weltraumteleskop>
- <https://www.deutschland.de/de/topic/wissen/james-webb-teleskop-mit-deutscher-technik-im-all-unterwegs>
- <https://www.mpia.de/aktuelles/wissenschaft/2023-03-phangs-jwst>
- https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Webb/Webb_factsheet
- <https://hubblesite.org/page-not-found>
- <https://www.bbc.com/news/science-environment-36144300>
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James_Webb_Space_Telescope_-_The_Cryocooler_Compressor_Assembly.jpg
- <https://nachrichten.idw-online.de/2024/01/12/miri-team-des-jwst-erhaelt-prestigetraechtige-auszeichnung-der-royal-astronomical-society>
- <https://austria-in-space.at/de/news/2022/webb-sonnenschild-entfaltet.php>
- <https://james-webb.de/das-james-webb-weltraumteleskop-ist-am-25-12-2021-erfolgreich-ins-all-gestartet/>
- <https://james-webb.de/neue-details-zu-den-saeulen-der-schoepfung/>
- <https://james-webb.de/staubschalen-um-wr-140/>
- <https://james-webb.de/webb-zeigt-klarste-ansicht-von-neptuns-ringen-seit-jahrzehnten/>
- <https://james-webb.de/der-orionnebel/>
- <https://james-webb.de/tarantulanebel/>
- <https://webbtelescope.org/contents/media/images/2022/035/01G7DCWB7137MYJ05CSH1Q5Z1Z>
- <https://esawebb.org/images/>
- https://de.wikipedia.org/wiki/James_Edwin_Webb
- <https://www.mpifr-bonn.mpg.de/8940865/SgrA-JWST-Jan2025?c=8727>
- <https://webbtelescope.org/contents/media/images/01HZ083EXXCJNE64ERAH2ER2FM>