

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 80 (2022)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Das neue Weltraumteleskop übertrifft sämtliche Erwartungen  
**Autor:** Vonarburg, Barbara  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1049468>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

IM FOKUS

# DAS NEUE WELTRAUMTELESKOP ÜBERTRIFFT SÄMTLICHE ERWARTUNGEN

von Barbara Vonarburg

JAMES  
WEBB



Zusammengesetztes Webb NIRCcam-Bild des Jupiter-Systems aus zwei Filtern – F212N (Orange) und F335M (Cyan).

Bild: NASA, ESA, CSA, Jupiter ERS-Team; Bildbearbeitung von Ricardo Hueso (UPV/EHU) und Judy Schmidt.

Das James-Webb-Teleskop begeistert die Fachwelt mit überraschenden Resultaten. Acht Beobachtungsprogramme im ersten Betriebsjahr des JWST wurden von Forschenden in der Schweiz erfolgreich beantragt. Zudem sind Schweizer Astrophysiker und Astrophysikerinnen an vielen weiteren Projekten beteiligt. Die Beobachtungsziele reichen vom jüngsten Planeten bis zu fernsten Galaxien.

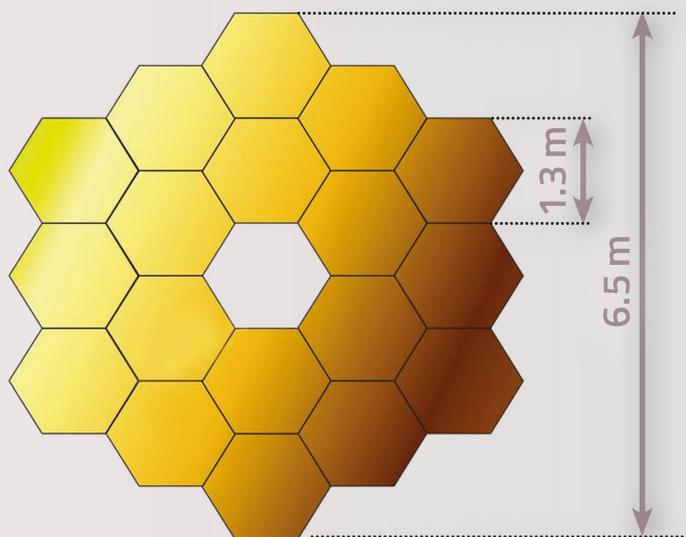


«JWST ist das Ergebnis der Zusammenarbeit von rund 20'000 Menschen in einem internationalen Team», hiess es im Bericht zur Inbetriebnahme des Teleskops im Juli 2022, der zum Schluss kam: «Das Observatorium übertrifft die hohen Leistungserwartungen vor seinem Start.» Eine Aussage, die von der Fachwelt geteilt wird. Die ersten Bilder von Galaxien und Nebeln in ihrer Schärfe und Detailgenauigkeit machten den Schweizer Astrophysiker *Adrian Glauser* beinahe sprachlos. «Ich habe jedenfalls Gänsehaut bekommen», zitierte ihn die ETH Zürich. *Glauser* war am Bau eines der Messinstrumente des Teleskops beteiligt. «Wir haben ehrlich gesagt nicht erwartet, dass es so gut ist», so der Kommentar der renommierten Astrophysikerin *Imke de Pater* in einem NASA-Blog. Sie leitete zusammen mit einem französischen Kollegen die ersten Beobachtungen von Jupiter mit dem JWST.

Inzwischen hat der erste Beobachtungszyklus begonnen, für den Astrophysiker und Astrophysikerinnen aus aller Welt Anträge für Beobachtungszeit gestellt hatten. Von den eingegangenen insgesamt 1'172 Vorschlägen akzeptierte das Auswahl-Komitee 266. Einer der erfolgreichen Anträge stammt von *Jorryt Matthee*, der als Postdoktorand mit einer Zwicky-Fellowship an der ETH Zürich arbeitet. «Ich bin vor Freude im Wartezimmer meines Arztes umhergehüpft», erzählt der Astrophysiker. Er hatte auf seine Covid-Impfspritze gewartet, als er die E-mail erhielt, die bestätigte, dass er bereits dieses Jahr Beobachtungszeit mit dem James-Webb-Weltraumteleskop erhalten wird. Das war im April 2021.

«Meine Beobachtungen sind derzeit zwischen dem 15. November und dem 15. Dezember 2022 geplant», sagt der Forscher: «Ziel meines Programms ist, zu verstehen, wie die Reionisierung im frühen Universum ablief.» Bevor die ersten Sterne und Galaxien entstanden, enthielt das Universum neutrales Wasserstoffgas – «so etwas wie eine Art Nebel», sagt der Astrophysiker: «Die ersten Sterne und Galaxien erhitzen das Gas, so dass sich der Nebel auflöst.» Während dieses Übergangs gab es bereits einige Blasen im Nebel, während andere Regionen noch neutral waren. «Ich werde eine solche Blase beobachten und die Galaxien darin und deren Umgebung untersuchen», sagt *Matthee*: «Wir werden eine komplexe Kombination aus Bildgebung und Spektroskopie verwenden. Dadurch können wir die Galaxien nicht nur sehen, sondern auch ihre Entfernung sehr genau messen.»

# ZAHLEN



Start	25. Dezember 2021
Leistung	2'000 Watt
Masse	20.197 m x 14.162 m
Startgewicht	6'161.4 kg
Brennweite	131.4 m
Hersteller	Northrop Grumman, Ball Aerospace & Technologies
Position	L <sub>2</sub> -Orbit
Kosten	ca. 10 Mrd. US\$
Betreiber	NASA, ESA, CSA

## SPITZENREITER UNIVERSITÄT GENF

Das frühe Universum ist auch das Spezialgebiet von Forschenden an der Universität Genf, die bereits für den Zyklus 1 des JWST Beobachtungszeit erhalten haben. *Daniel Schaerer*, Professor an der Universität Genf, verfolgt ähnliche wissenschaftliche Ziele wie *Matthee* und will mit seinem Projekt tiefe spektroskopische Einblicke in sternbildende Galaxien 2.2 Milliarden nach dem Urknall erzielen, während sein Kollege *Pascal Oesch* ein Programm leitet, das eine vergleichbare Beobachtungsstrategie hat



Das James-Webb-Weltraumteleskop der NASA hat das bisher tiefste und schärfste Infrarotbild des fernen Universums erstellt. Dieses Bild des Galaxienhaufens SMACS 0723, bekannt als Webbs erstes Deep Field, ist voller Details. Tausende von Galaxien – einschliesslich der schwächsten Objekte, die jemals im Infraroten beobachtet wurden – sind zum ersten Mal in Webbs Blickfeld erschienen. Dieses Tiefenfeld, das von Webbs Nahinfrarotkamera (NIRCam) aufgenommen wurde, ist ein Komposit aus Bildern bei verschiedenen Wellenlängen. Das Bild wurde 12.5 Stunden belichtet – wodurch Tiefen bei Infrarotwellenlängen jenseits der tiefsten Felder des Hubble-Weltraumteleskops erreicht wurden.

Bild: NASA, ESA, CSA, STScI

wie *Mathees* Projekt (siehe Interview). *Miroslava Dessauges-Zavadsky*, Mitglied von *Schaerers* Gruppe, beobachtet die Sternentstehung in einer fernen Galaxie namens kosmische Schlange, deren Bild von einer Gravitationslinse verzerrt und vergrössert wird. *Laia Barrufet*, Postdoktorandin in *Oesch's* Forschungsgruppe, erhielt Beobachtungszeit für ihr Projekt mit dem Titel *«Ruhig oder staubig? Enthüllung der Natur extrem roter Galaxien bei einer Rotverschiebung grösser als 3»*.

Die Universität Genf hat damit bereits im ersten Betriebsjahr des JWST besonders viel Beobachtungszeit ergattert und zählt zu den europäischen Spitzenreitern. Von den insgesamt acht Programmen, die im Zyklus 1 von Forschenden in der Schweiz geleitet werden, sind fünf an der Universität Genf angesiedelt, zwei an der ETH Zürich und eines an der Universität Bern. *«Obwohl sich ein Grossteil der JWST-Projekte mit einigen der am weitesten entfernten Objekte befassen wird, die jemals entdeckt wurden, werde ich einen Stern beobachten, der sich praktisch in unserem Hinterhof befindet, in nur zwölf Lichtjahren Entfernung»*, sagt *Elisabeth Matthews*, Postdoktorandin an der Universität Genf. Der Stern wird von einem Planeten umkreist, wie man aufgrund der Wackelbewegung des Sterns weiss.

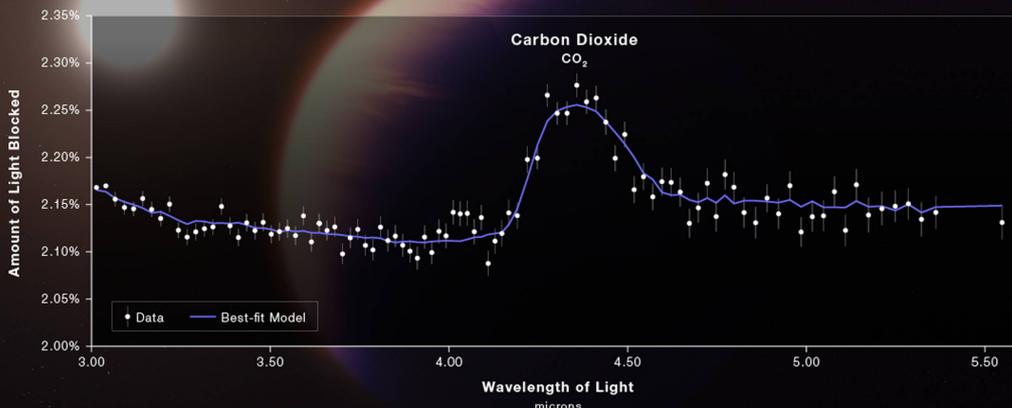
*«Der Planet Eps Indi A b bietet wegen seiner geringen Entfernung und seiner Eigenschaften eine relativ einzigartige Gelegenheit»*, erklärt *Matthews*: *«Wir denken, dass wir in der Lage sein werden, ein Bild des Planeten und nicht nur des wackelnden Sterns zu machen.»* Zwar wurden bereits eine Handvoll Exoplaneten abgebildet, aber bei allen handelte es sich um sehr junge Objekte, die sich völlig von den Planeten in unserem Sonnensystem unterscheiden. Auch das erste Bild eines Exoplaneten, aufgenommen mit dem JWST, zeigt ein Objekt, das grösser und zudem viel jünger und heisser ist als Eps Indi A b. *Matthews* ist Mitglied des Teams von rund 100 Forschenden, welche die Daten dieses Superjupiters analysieren. *«Unser Ziel ist unter anderem, verschiedene Beobachtungs-Verfahren und -Strategien zu testen, um die Grundlage für künftige Programme zu schaffen»*, sagt die Astrophysikerin.

Sie freut sich, dass die gesammelten Daten zeigen, dass das JWST wirklich gut funktioniert und die Erwartungen sogar übertrifft. *«Das verheisst sehr viel Gutes für mein Projekt und die anderen Programme, die in Zyklus 1 geplant sind»*, sagt *Matthews*: *«Mit Eps Indi A b werden wir zum ersten Mal die Chance haben, einen echten, jupiterähnlichen Planeten zu sehen, der einen anderen Stern umkreist, und etwa so alt ist wie unser Sonnensystem.»*

## HOT GAS GIANT EXOPLANET WASP-39 b

## ATMOSPHERE COMPOSITION

NIRSpec | Bright Object Time-Series Spectroscopy



Hier sehen wir das erste Transmissionspektrum im Wellenlängenbereich zwischen 3 und 5.5 Mikrometern des heissen Gasriesen-Exoplaneten WASP-39 b, das am 10. Juli 2022 von Webbs Near-Infrared Spectrograph (NIRSpec) aufgenommen wurde. Es liefert den ersten eindeutigen Beweis für Kohlendioxid auf einem Planeten ausserhalb des Sonnensystems.

Bild: NASA, ESA, CSA, Leah Hustak (STScI), Joseph Olmsted (STScI)

# «WIR DENKEN, DASS WIR IN DER LAGE SEIN WERDEN, EIN **BILD DES PLANETEN UND NICHT NUR DES WACKELNDEN STERNS** ZU MACHEN.»

ELISABETH MATTHEWS

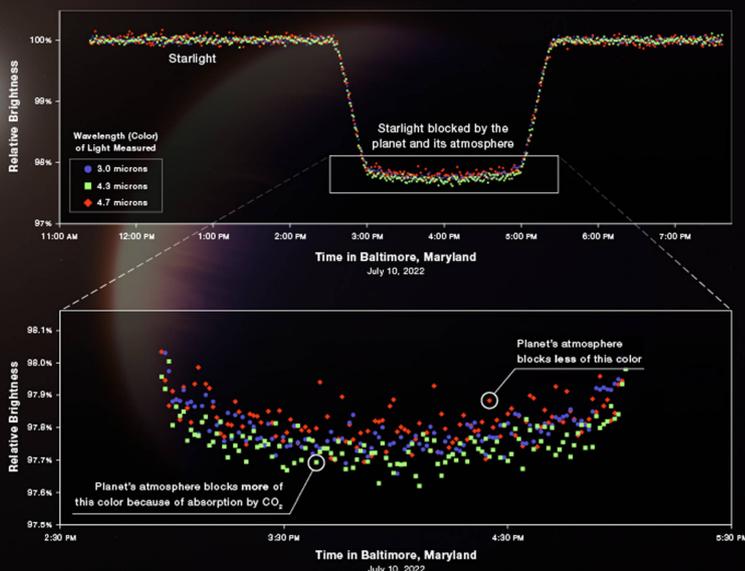
## EINGEBETTET IN STAUB UND GAS

Noch am Entstehen ist hingegen jener Planet, für den sich *Gabriele Cugno* besonders interessiert. Der Astrophysiker hat kürzlich an der ETH doktriert und arbeitet nun unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds an der University of Michigan in den USA. «Ziel unseres Programms ist es, den jungen Protoplaneten HD163296b direkt aufzuspüren, das heisst, das von ihm ausgesandte Licht zu messen», erklärt der Astrophysiker: «Damit wäre HD163296b der jüngste jemals entdeckte Planet.» Wenn Sterne entstehen, bildet sich um sie herum eine Scheibe aus Staub und Gas, welche die Bausteine für die Entstehung von Planeten liefert. Mit dem Radioteleskop ALMA beobachteten die Forschenden eine solche Scheibe und registrierten Störungen in der Bewegung des Gases. Diese Spuren stammen wahrscheinlich von einem Planeten mit der Masse von etwa zwei Jupitern. Doch dieser Planet leuchtet zu schwach, um mit Teleskopen von der Erde aus entdeckt zu werden. Mit JWST soll das Unterfangen gelingen.

*Cugno* hoffte, dass sein Projekt bereits im Zyklus 1 Beobachtungsdaten erhalten würde, obwohl er wusste, dass die Hürden für die Annahme des Antrags hoch waren. «Vor anderthalb Jahren erfuhr ich, dass ich zu den Glücklichen gehöre, die diese einmalige Gelegenheit erhalten und jetzt, da das JWST fliegt und so hervorragend funktioniert, fühle ich mich noch privilegierter», sagt der Astrophysiker. Gleichzeitig ist er besorgt, dass etwas schiefgehen könnte: «Was ist, wenn wir in unseren Modellen und Simulationen einige Parameter über- oder unterschätzt haben? Ich hoffe, dass ich viel entspannter sein werde, wenn die Daten zeigen, dass der Planet dort ist, wo wir ihn erwarten.»

## HOT GAS GIANT EXOPLANET WASP-39 b TRANSIT LIGHT CURVE

NIRSpec | Bright Object Time-Series Spectroscopy



Eine Reihe von Lichtkurven von Webbs Nahinfrarot-Spektrograph (NIRSpec) zeigt die Helligkeitsänderung von drei verschiedenen Wellenlängen (Farben) des Lichts des WASP-39-Sternensystems im Laufe der Zeit, als der Planet am 10. Juli 2022 den Stern passierte. Ein Transit tritt auf, wenn sich ein umlaufender Planet zwischen dem Stern und dem Teleskop bewegt und einen Teil des Lichts vom Stern blockiert.

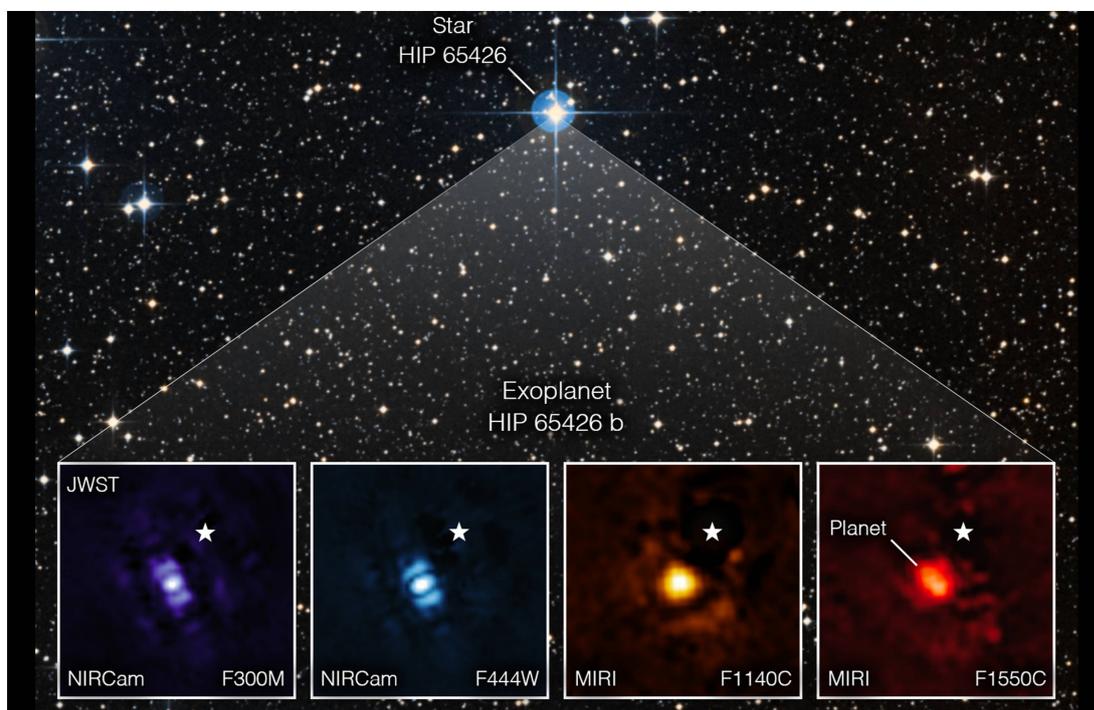
Bild: NASA, ESA, CSA, Leah Hustak (STScI), Joseph Olmsted (STScI)

## WIE PLANETEN ENTSTEHEN

Insgesamt 76 Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems soll das JWST in seinem ersten Betriebsjahr beobachten. Dazu gehören drei Planeten, die um den Stern TOI-178 kreisen. Dieses System mit insgesamt sechs Planeten wurde vom Weltraumteleskop CHEOPS beobachtet, das unter der Leitung der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der Universität Bern gebaut wurde. «Mit unseren JWST-Beobachtungen hoffen wir, einen Beitrag zur Beantwortung der grossen Frage zu leisten, wie sich Planetensysteme bilden», sagt Matthew Hooton, der nach zweieinhalb Jahren an der Universität Bern nun an der University of Cambridge forscht, aber weiterhin mit seinen Kollegen und Kolleginnen in Bern und Genf zusammenarbeitet.

Das JWST wird die drei Planeten beobachten, wenn sie vor ihrem Stern TOI-178 vorbeiziehen. Dazu braucht es drei separate Beobachtungen, die derzeit für nächstes Jahr zwischen Oktober und November geplant sind. Dabei wird das Licht gemessen, das durch die Atmosphäre jedes einzelnen Planeten dringt. «Das Teleskop spaltet das empfangene Licht in verschiedene Farben auf, was es uns ermöglicht, nach den Fingerabdrücken einer Reihe von Molekülen zu suchen, die wir in der Atmosphäre erwarten», erklärt Hooton. «Wir haben ausgeklügelte Modelle entwickelt, um aus diesen Spektren detaillierte Informationen über die Zusammensetzung der Atmosphären zu gewinnen.» Danach wollen die Forschenden die Resultate für die drei Planeten miteinander vergleichen, um herauszufinden, ob sie im jetzigen Abstand zum Stern entstanden sind, oder ob sie seither gewandert sind.

Wie erfolgreich das JWST bei solchen Beobachtung von Exoplaneten ist, hat es bereits bewiesen. Zum ersten Mal konnte damit in der Atmosphäre eines Planeten ausserhalb des Sonnensystems Kohlendioxid eindeutig nachgewiesen werden, wie Ende August bekannt wurde. Die Beobachtungen wurden im Rahmen des «Early Release Science»-Programms durchgeführt, das der Forschungsgemeinschaft so schnell wie möglich erste JWST-Daten zur Verfügung stellen soll. An der internationalen Studie waren auch Forschende der Universitäten Genf und Bern sowie des Nationalen Forschungsschwerpunkts PlanetS beteiligt. Beobachtet wurde der Planet WASP-39 b, ein heisser Gasplanet mit ungefähr der Masse von Saturn und einem etwas grösseren Durchmesser als Jupiter, der seinen Stern in nur vier Tagen umkreist. «Das Teleskop hat von Anfang an spektakuläre Ergebnisse versprochen, und die hat es nun auch geliefert», zitiert die deutsche Max-Planck-Gesellschaft die Astrophysikerin Laura Kreidberg. Und die Fachwelt ist sich einig, dass viele weitere, revolutionäre Erkenntnisse folgen werden. <



Diese vier Lichtflecke zeigen den 385 Lichtjahre entfernten extrasolaren Planeten HIP 65426b in unterschiedlichen Bereichen des infraroten Lichts. Aufgenommen wurden sie vom James-Webb-Weltraumteleskop.

Bild: NASA/ESA/CSA, A Carter (UCSC), ERS 1386 team und A. Pagan (STScI)

30 Doradus oder NGC 2070, wie der Tarantel-Nebel in der Grossen Magellanschen Wolke im Sternbild Schwertfisch auch genannt wird, ist 170'000 Lichtjahre von uns entfernt. Der hier gezeigte Ausschnitt ist nur etwa 2.64 Bogenminuten im Durchmesser, was etwa 130 Lichtjahre entspricht.

Bei den längeren Wellenlängen des Lichts, das von seinem Mittelinfrarot-Instrument (MIRI) eingefangen wird, konzentriert sich Webb auf die Umgebung des zentralen Sternhaufens und enthüllt eine ganz andere Ansicht des Tarantel-Nebels. In diesem Licht verblassen die jungen, heissen Sterne des Haufens in ihrer Brillanz, und glühendes Gas und Staub treten hervor. Reichlich Kohlenwasserstoffe beleuchten die Oberflächen der Staubwolken, die in Blau und Violett dargestellt sind. Ein Großteil des Nebels nimmt ein gespenstischeres, diffuseres Aussehen an, da Licht im mittleren Infrarotbereich mehr von dem zeigen kann, was tiefer in den Wolken vor sich geht. Immer noch eingebettete Protosterne tauchen in ihren staubigen Kokons auf, darunter eine helle Gruppe ganz oben im Bild, links von der Mitte.

Andere Bereiche erscheinen dunkel, wie in der unteren rechten Ecke des Bildes. Dies weist auf die dichtesten Staubbereiche im Nebel hin, die selbst Wellenlängen im mittleren Infrarot nicht durchdringen können. Dies könnten die Orte zukünftiger oder aktueller Sternentstehung sein.

Bild: NASA, ESA, CSA, STScI, Webb ERO Production Team



Der helle Stern im Zentrum von NGC 3132 ist zwar auffällig, wenn er vom Webb-Teleskop der NASA im Nahinfrarotlicht betrachtet wird, spielt aber eine Nebenrolle bei der Gestaltung des umgebenden Nebels. Ein zweiter Stern, kaum sichtbar unten links entlang einer der Beugungsspitzen des hellen Sterns, ist die eigentliche Quelle des Nebels. Er hat über Tausende von Jahren mindestens acht Gas- und Staubschichten ausgestossen.

Bild: NASA, ESA, CSA, STScI



Dieses Bild des Cartwheel und seiner Begleitgalaxien ist ein Komposit aus Webbs Near-Infrared Camera (NIRCam) und Mid-Infrared Instrument (MIRI), das Details enthüllt, die in den einzelnen Bildern allein schwer zu erkennen sind.

Diese Galaxie entstand als Ergebnis einer Hochgeschwindigkeitskollision vor etwa 400 Millionen Jahren. Das Wagenrad besteht aus zwei Ringen, einem hellen Innenring und einem bunten Aussenring. Beide Ringe dehnen sich wie Stosswellen vom Kollisionszentrum nach aussen aus.

Bild: NASA, ESA, CSA, STScI, Webb ERO Production Team

# MISSIONSZIELE

- Die Suche nach den ersten leuchtenden Objekten und Galaxien, die nach dem Urknall und dem darauf folgenden dunklen Zeitalter vor 13.5 Milliarden Jahren entstanden sind.
- Verbesserung des Verständnisses der Strukturbildungsprozesse im Universum.
- Die Untersuchung der Entstehung – und Weiterentwicklung – von Galaxien, Schwarzen Löchern, Sternen und Planetensystemen, insbesondere die Erforschung von protoplanetarischen Scheiben.
- Untersuchung von Exoplaneten, ihrer Atmosphäre und etwaiger Eignung für Leben.



Ein riesiges Mosaik von Stephans Quintett ist das bisher grösste Bild des James-Webb-Weltraumteleskops der NASA und bedeckt etwa ein Fünftel des Monddurchmessers. Es enthält über 150 Millionen Pixel und besteht aus fast 1'000 separaten Bilddateien. Die visuelle Gruppierung von fünf Galaxien wurde von Webbs Near-Infrared Camera (NIRCam) und Mid-Infrared Instrument (MIRI) erfasst.

Mit seiner starken Infrarotsicht und extrem hohen räumlichen Auflösung zeigt Webb nie zuvor gesehene Details in dieser Galaxiengruppe.

Bild: NASA, ESA, CSA, STScI