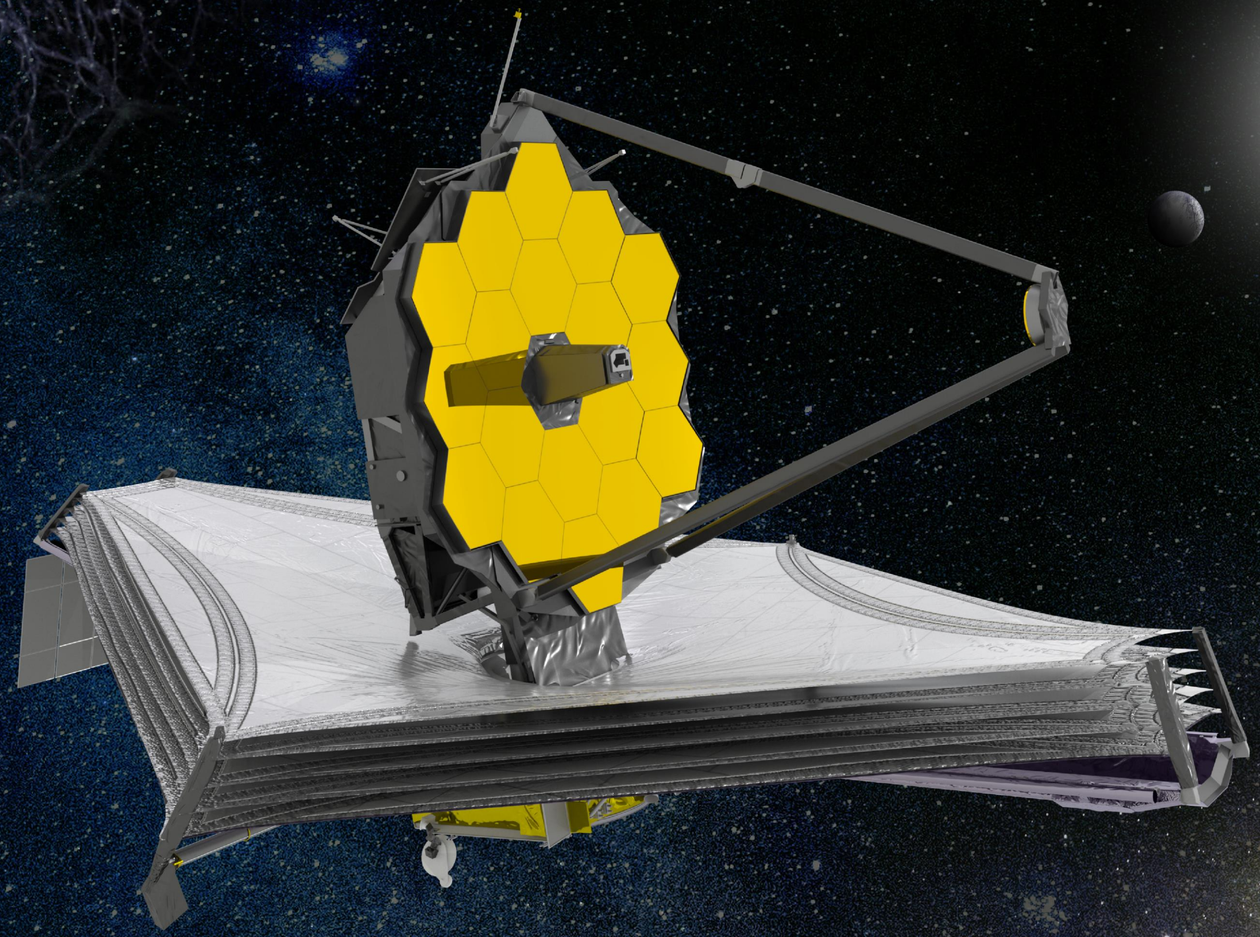
Das James Webb Space Telescope



Austria esero

Bild: ESA

Eine lange Geschichte

- Erste Überlegungen gehen über 30 Jahre zurück
- Start der Entwicklung war 1996 unter dem Namen „Next Generation Space Telescope“ mit geplanten Kosten von 3,3 Milliarden Dollar
- Ursprünglicher Start war für 2007 geplant, es folgten viele Verschiebungen und Probleme bei der Entwicklung
- 2011 wurde das Projekt fast gestoppt, 2014 war die immense Budgetüberschreitung bewilligt
- 2003 wird das Gemeinschaftsprojekt zwischen NASA und ESA bestätigt
- Kosten bisher: 10 Milliarden Dollar, Anteil der ESA sind 300 Millionen Euro
- Start mit Ariane 5 Rakete von Kourou aus am 25.12.2021
- Orbit: Um Lagrangepunkt L2
- Benannt nach James Webb, NASA Administrator in den 60-er Jahren während des Apollo Programms

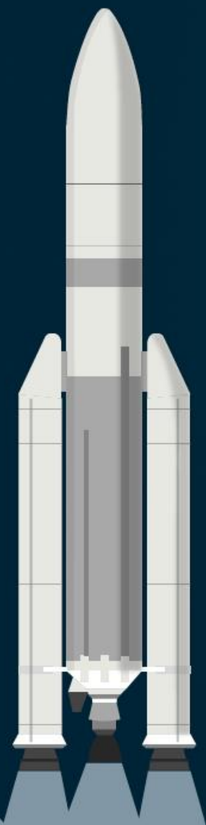
DIE WICHTIGSTEN WEBB-FAKTEN

Übersicht über Webb und die Missionsbeiträge der ESA.

ESA hat **zwei** der vier **wissenschaftlichen Instrumente** von Webb beigetragen: **NIRSpec** und 50 % von **MIRI**.

Webb-Partner

ESA stellt ein Team aus **Astronom*innen** und Ingenieur*innen bereit, um die **wissenschaftlichen Aktivitäten** zu unterstützen.



Das Weltraumteleskop Webb wird mit einer **Ariane-5-Trägerrakte** vom **europäischen Raumfahrtzentrum** in Französisch-Guayana aus ins All gestartet. Der Start ist ein Beitrag der ESA.

Webb ist das **größte** und **leistungsfähigste** Weltraumteleskop, das jemals ins All gestartet worden ist.

Webb beobachtet Licht im Bereich **nahes Infrarot** bis **mittleres Infrarot**.

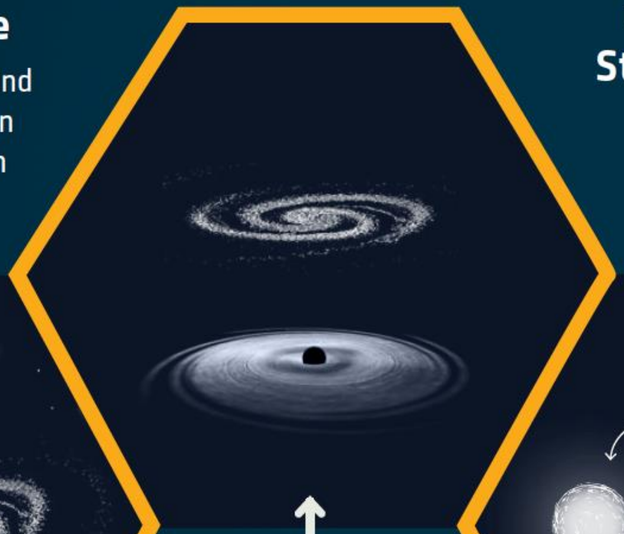
Webb erkundet unser **Sonnensystem** und **Exoplaneten**, die andere Sterne umkreisen.

Webb erforscht die Geburt **erster Sterne** und **Galaxien**.

WEBBS WISSENSCHAFTLICHE MISSION

Das Weltraumteleskop Webb wurde entwickelt, um offene Fragen zum Universum zu beantworten und bahnbrechende Entdeckungen in sämtlichen Bereichen der Astronomie zu machen.

Wie sah das **frühe Universum** aus und wann sind die ersten Sterne und Galaxien entstanden?

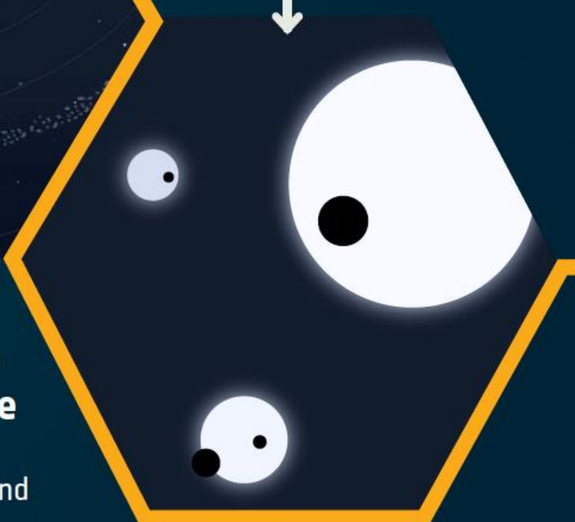


Verstehen, wie sich **Galaxien und schwarze Löcher** bilden und weiterentwickeln

Der Lebenszyklus der **Sterne**: von der Geburt bis zum Tod

Untersuchen, wie sich **Planetensysteme** (auch unser eigenes Sonnensystem) bilden und weiterentwickeln

Erforschung von **Exoplaneten, ihrer Atmosphäre** sowie der Bausteine etwaigen Lebens, die sie möglicherweise enthalten



Wissenschaft mit Webb

Das James Webb-Weltraumteleskop wird Antworten auf fundamentale Fragen über das Universum liefern. Mit einer 100-fach höheren Empfindlichkeit als das Hubble Weltraumteleskop kann es Infrarotlicht aufspüren, das von Galaxien erzeugt wurde, als sie vor mehr als 13,5 Milliarden Jahren entstanden, nicht lange nach dem Urknall.

Wissenschaftliche Hauptaufgaben:

1. Die Suche nach den ersten leuchtenden Objekten und Galaxien, die nach dem Urknall entstanden sind
2. Verbesserung des Verständnisses der Strukturbildungsprozesse im Universum
3. Die Untersuchung der Entstehung und Weiterentwicklung von Galaxien, Schwarzen Löchern, Sternen und Planetensystemen
4. Untersuchung von Exoplaneten, ihrer Atmosphäre und etwaigen Eignung für Leben

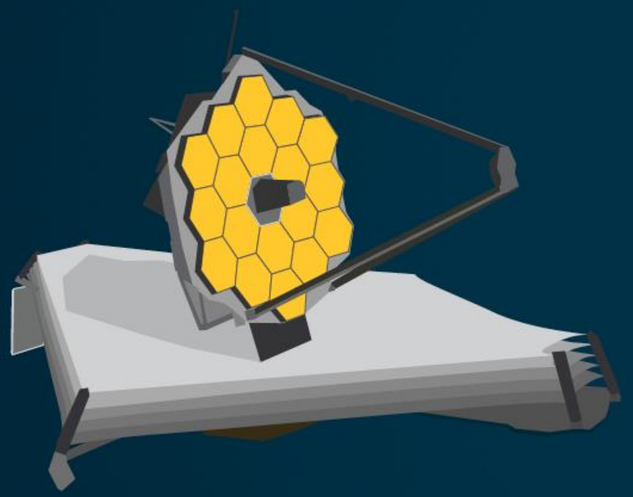
WEBB UND ARIANE 5: DAS PERFEKTE PAAR

ESA wird Webb mit einer Ariane-5-Trägerrakete ins All fliegen.
Diese wurde speziell an das außergewöhnliche Teleskop angepasst.

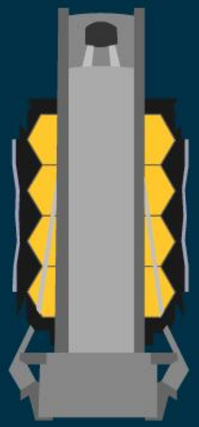
Webb

Höhe
8 m

5-lagiger Sonnenschild
21,2 x 14,2 m



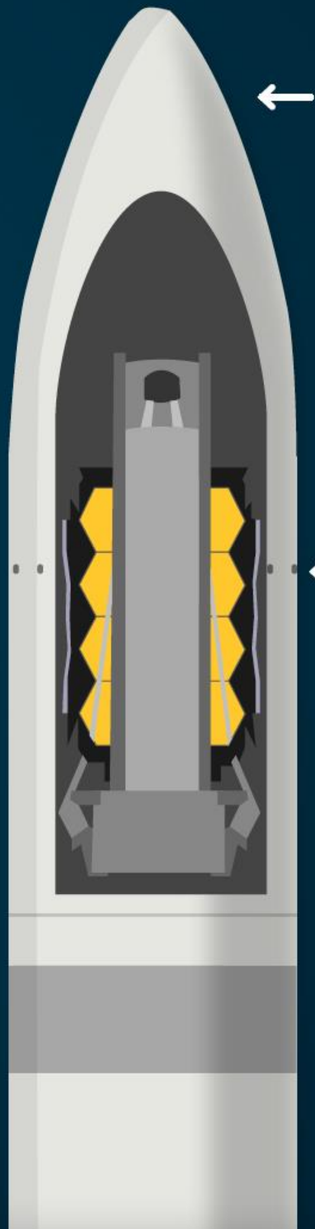
so groß wie ein Tennisplatz



Eingefaltetes Webb

Höhe
10,66 m

Breite
4,5 m



Verkleidung

Höhe
17 m

Durchmesser
5.4 m

28 Entlüftungsöffnungen

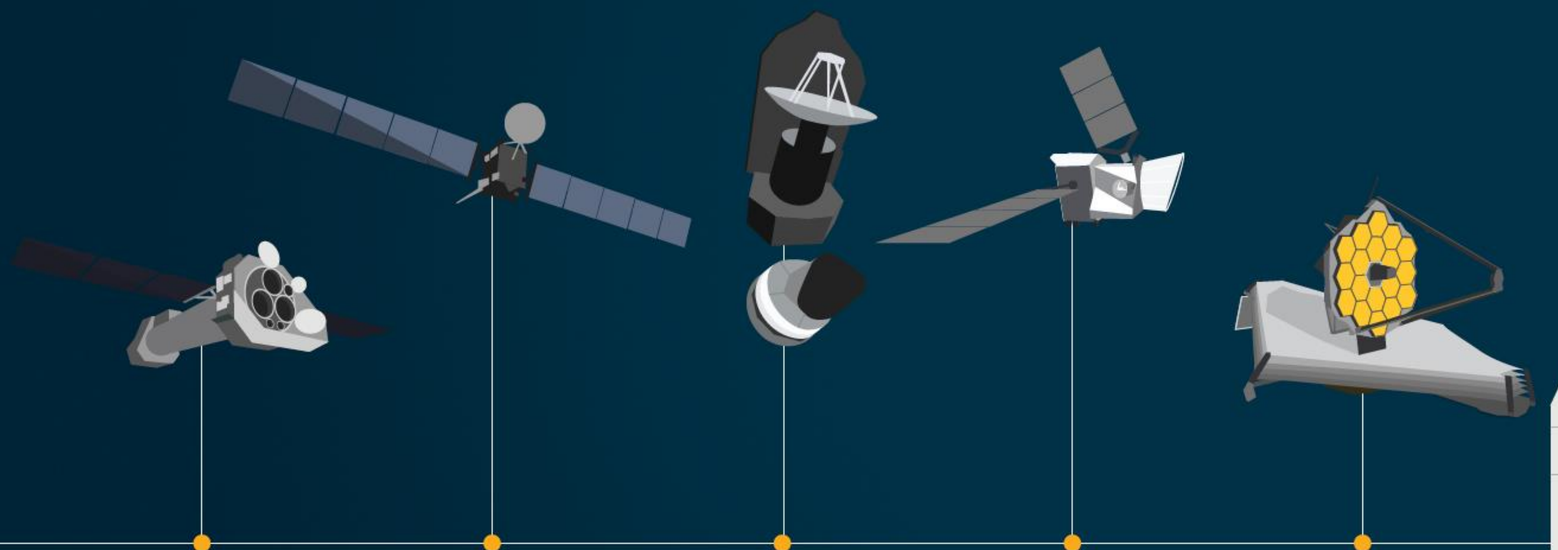
erlauben den Druckausgleich während der Startsequenz

Oszillierendes

Rollmanöver, um Webb nach dem Abstoßen der Verkleidung vor Sonnenstrahlung zu schützen

ARIANE 5 UND IHRE BEDEUTUNG FÜR WISSENSCHAFTLICHE MISSIONEN

Die Ariane 5 ist seit 1996 in Betrieb und hat zahlreiche ESA-Wissenschaftsmissionen ins All gebracht.



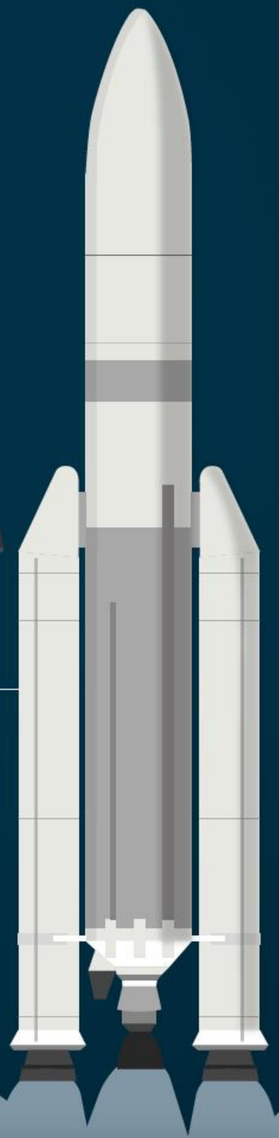
1999
XMM Newton

2004
Rosetta

2009
Herschel
Planck

2018
BepiColombo

2021
Webb



Ariane 5

Höhe
53 m

Durchmesser
5,40 m

Gewicht beim Start
780 Tonnen

Seit 25 Jahren
in Betrieb

über 100 Starts
vom europäischen Raumfahrtzentrum
in Französisch-Guayana

Weltraumbahnhof Kourou

1964: Creation of the spaceport
1968: First launch (Veronique)
1970: First Diamant launch
1979: First Ariane launch
1988: First Ariane 4 launch
1996: First Ariane 5 launch
2011: First Soyuz launch
2012: First Vega launch
2020: Start of Core Launch Range Renewal

EUROPAS RAUMFAHRTZENTRUM: DER IDEALE STARTPLATZ

Über 250 Starts mit Ariane-Trägerraketen von Französisch-Guayana

Hohe Effizienz, Sicherheit und Zuverlässigkeit dank europäischer Teamarbeit

Kunden **aus der ganzen Welt**

In Betrieb seit 1968, mit mehreren Startkomplexen

Die höhere Geschwindigkeit der Erdrotation in Äquatornähe gibt Ariane 5 zusätzlichen Anschub während des Starts.

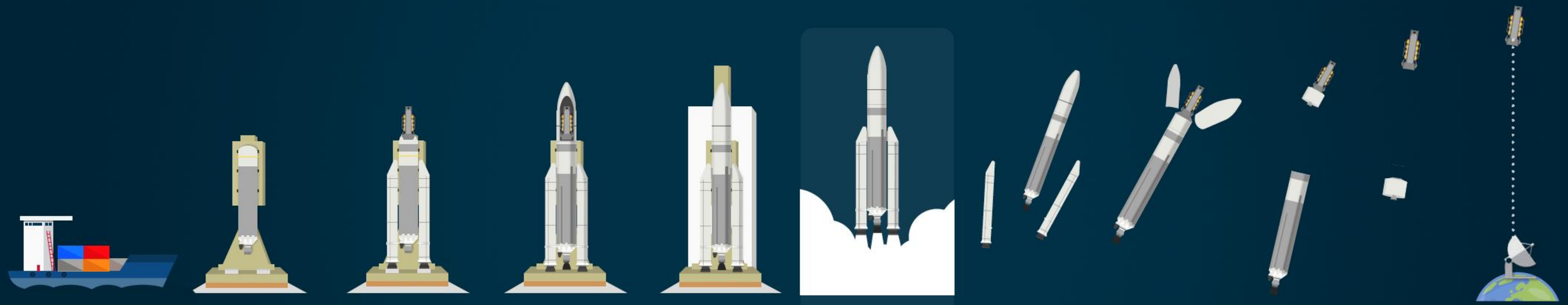
Kein Risiko durch Zyklone oder Erdbeben

Bis Ende 2025 sollen **90 % der Energiequellen erneuerbar** sein.

Der Raumfahrtzentrum umfasst **690 km²** Dschungel und ist damit ein großes Naturschutzgebiet für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten.

START-ZEITPLAN AM EUROPÄISCHEN RAUMFAHRTZENTRUM

ZUSAMMENBAU UND INTEGRATION — **START** — **REISE ZUM LAGRANGE-PUNKT L2**



-55 Tage
Webb kommt im Hafen von Pariacabo an.

-29 Tage
Hauptstufe wird auf Startrampe positioniert.

-7 Tage
Webb wird auf der Ariane 5 platziert.

-6 Tage
Webb wird in Verkleidung eingeschlossen.

-1 Tage
Ariane 5 rollt zur Startrampe.

Start
vom europäischen Raumfahrtzentrum in Französisch-Guayana

+2 Minuten
Booster-Raketen werden abgetrennt.

+3 Minuten
Verkleidung wird abgestoßen.

+9 Minuten
Hauptstufe wird abgetrennt.

+27 Minuten
Raumfahrzeug wird abgetrennt.

+30 Minuten
ESA überwacht Webb in der frühen Orbitphase.

Europas Raumfahrtzentrum in Französisch-Guayana

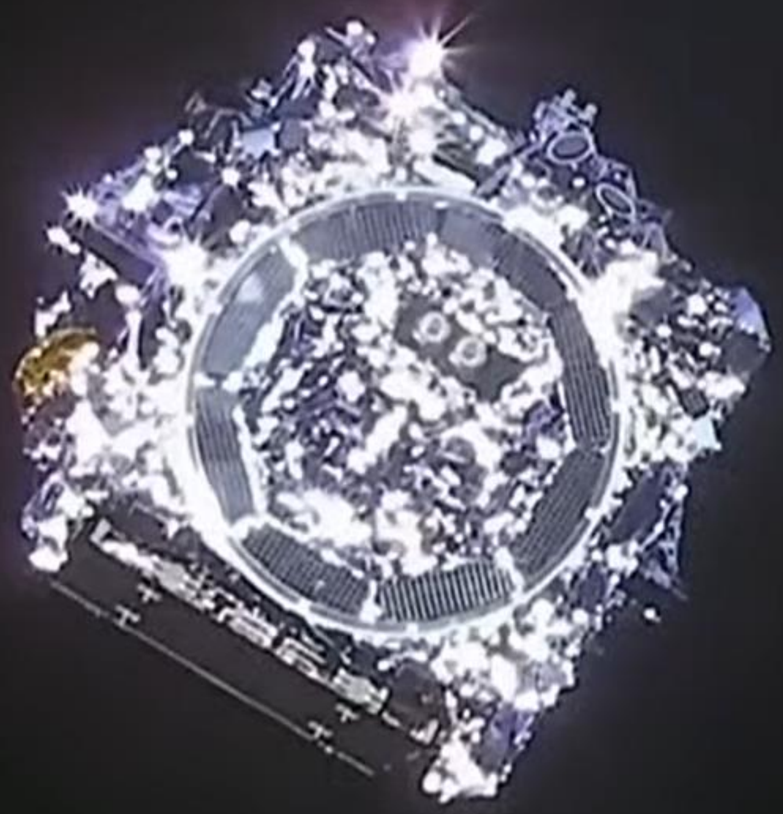
Ariane 5 mit JWST auf der Startrampe

©2021 ESA-CNES-ARIANESPACE / Optique Vidéo du CSG - P BAUDON

Start am 25.12.2021

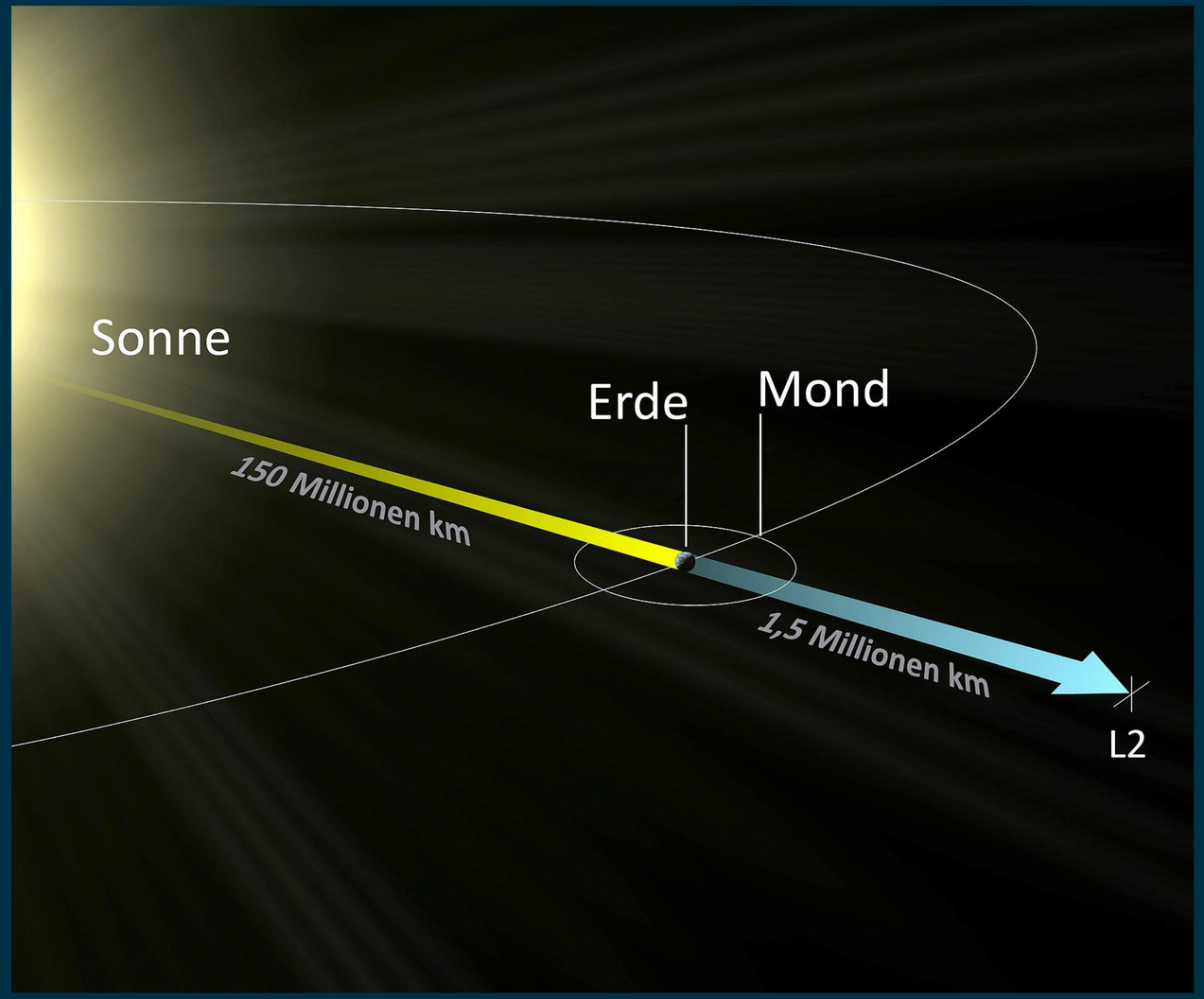
©2021 ESA-CNES-ARIANESPACE / Optique Vidéo du CSG - JM GUILLON

Abtrennung des Teleskops

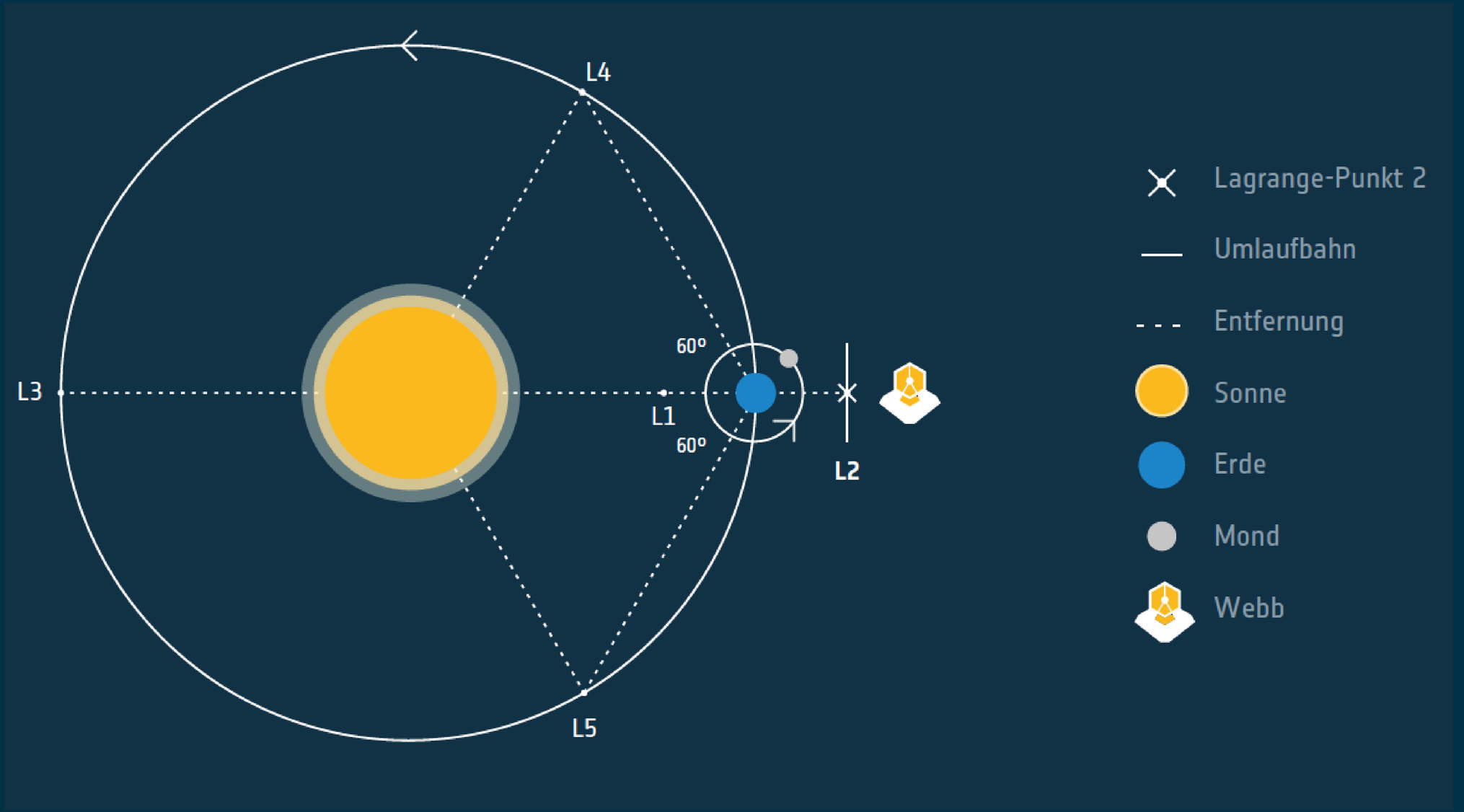


Missionsverlauf und Zielorbit

25. Dezember 2021	Start
24. Januar 2022	Ankunft im Zielorbit, Beginn Kommissionierung
Start + 4 Monate	Beginn der Instrumententestungen
Start + 6 Monate	Beginn der wissenschaftlichen Beobachtungen
Start + 5,5 Jahre	Mögliche Verlängerung
Start + 10,5 Jahre	Ende Verlängerung
Start + >10,5 Jahre	Ende durch Treibstoffmangel

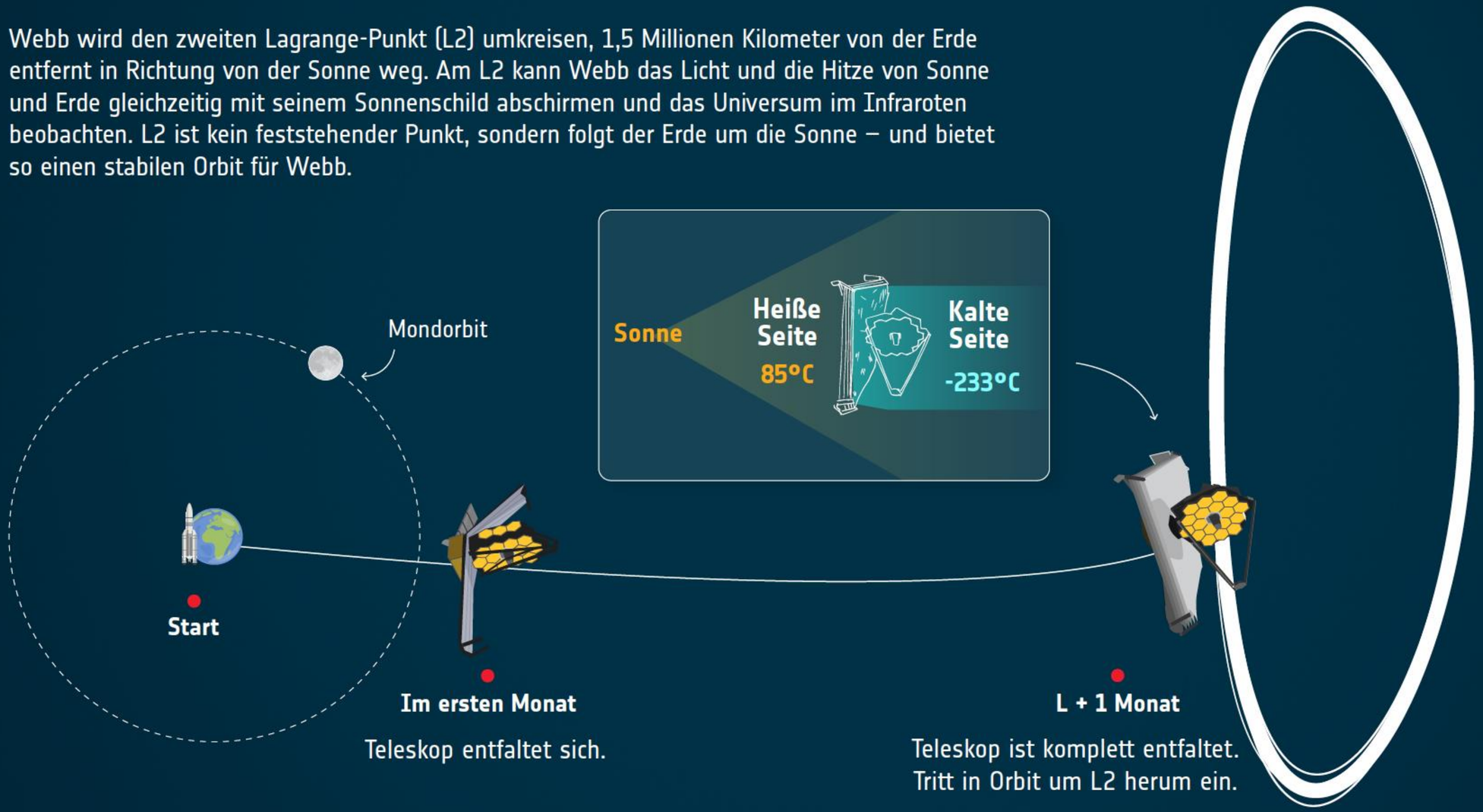


Lagrange Punkt L2



WEBBS REISE ZUM LAGRANGE-PUNKT L2

Webb wird den zweiten Lagrange-Punkt (L2) umkreisen, 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt in Richtung von der Sonne weg. Am L2 kann Webb das Licht und die Hitze von Sonne und Erde gleichzeitig mit seinem Sonnenschild abschirmen und das Universum im Infraroten beobachten. L2 ist kein feststehender Punkt, sondern folgt der Erde um die Sonne – und bietet so einen stabilen Orbit für Webb.



L + 2 bis 3 Monate

Instrument werden eingeschaltet.

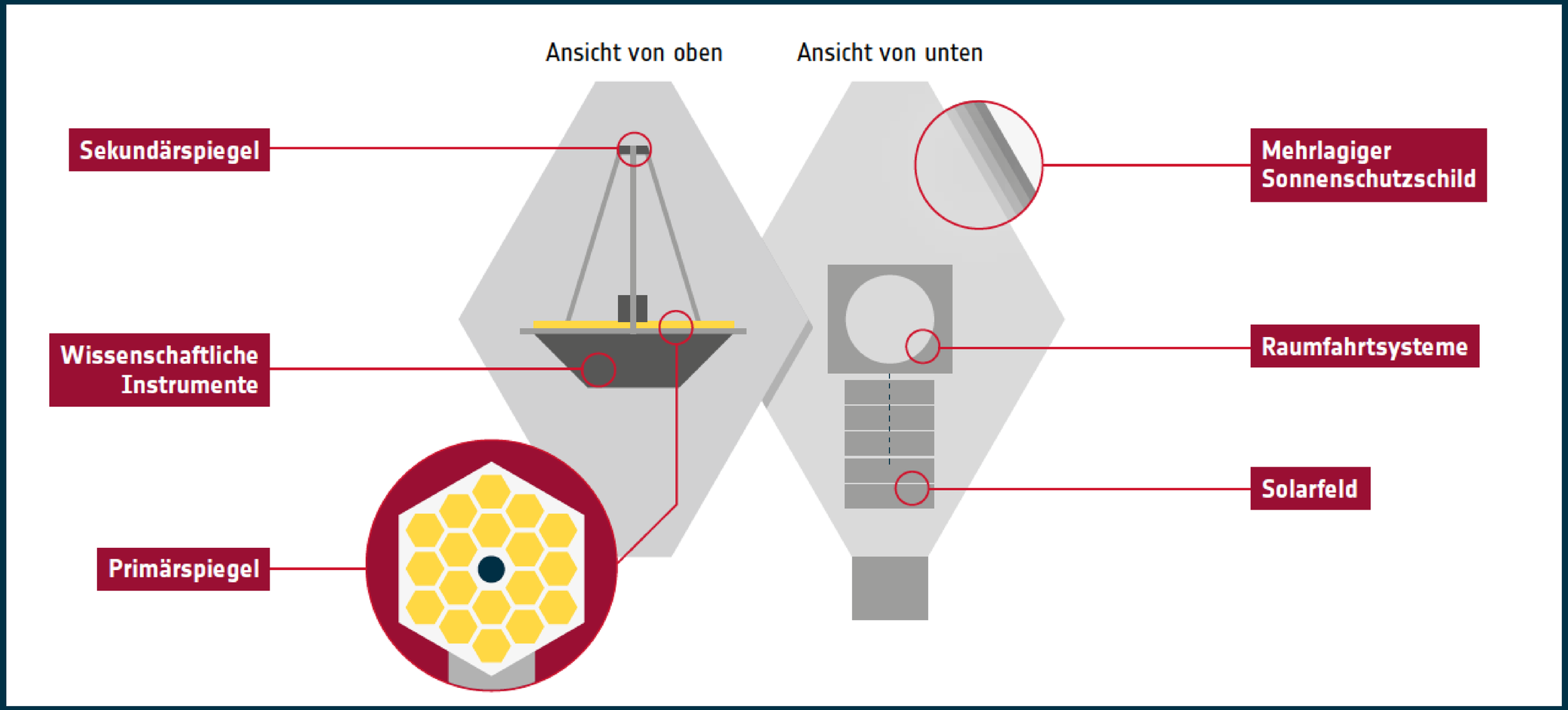
L + 4 bis 6 Monate

Instrumente werden getestet.

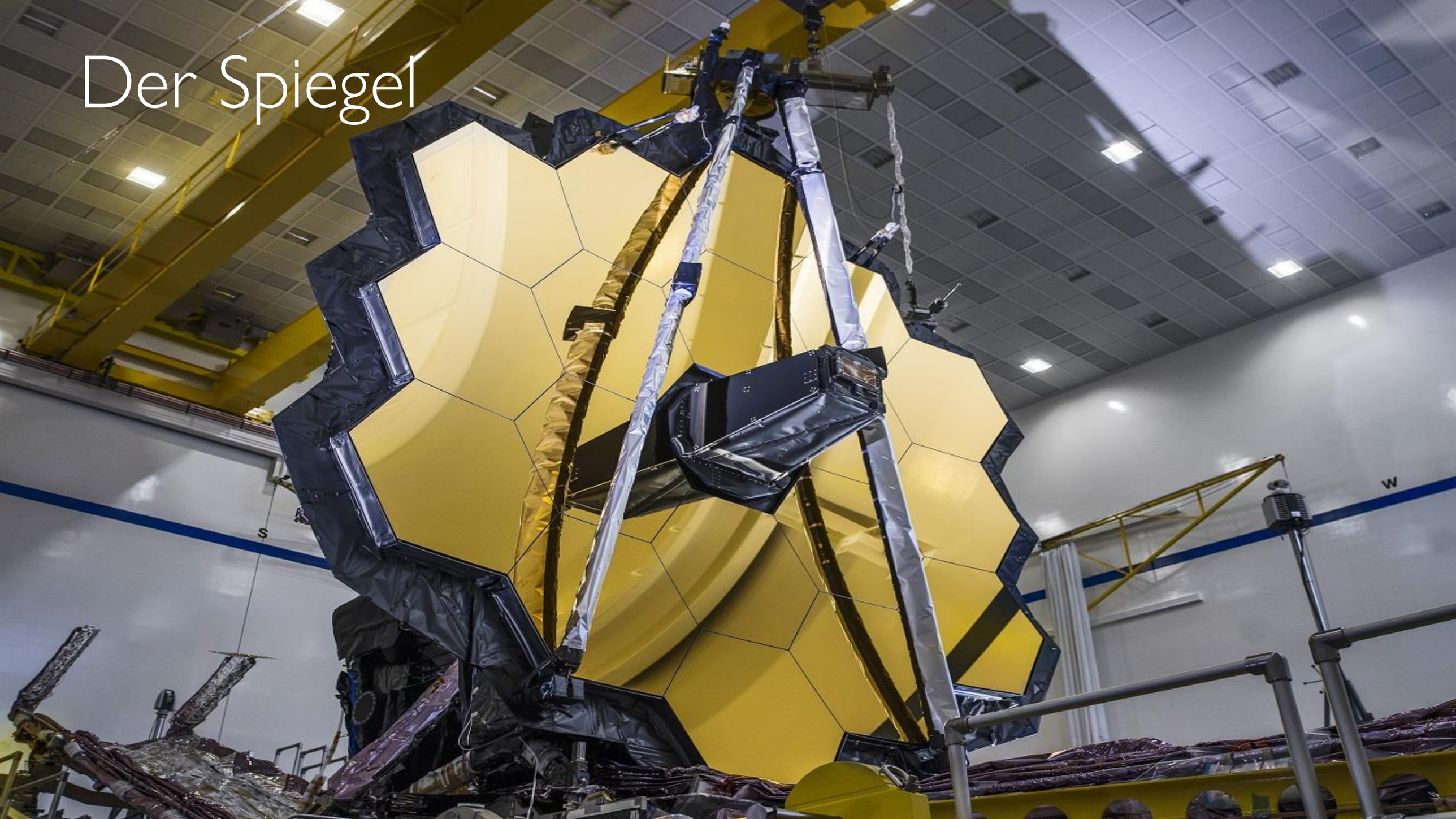
L + 6 Monate

Reguläre wissenschaftliche Beobachtungen beginnen.

Schematischer Aufbau des Teleskops



Der Spiegel

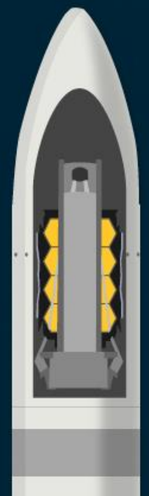


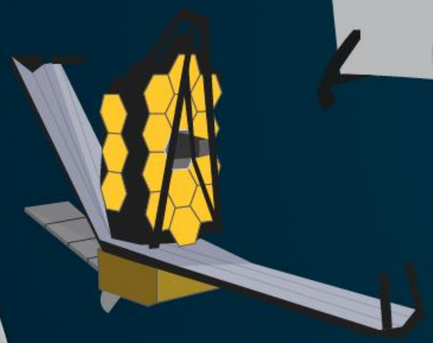
Kontrolle der Spiegelsegmente

Der Sonnenschutzschild

REIHENFOLGE DER ENTFALTUNGEN

Webb ist so groß, dass es in Origamitechnik gefaltet werden muss, um in die Ariane-5-Trägerrakete zu passen. Im Weltraum wird sich das Teleskop dann wie ein „Transformer“ nach und nach entfalten. Diese Abbildung zeigt einige der wichtigsten Entfaltungsschritte.
Webb wird diesen komplizierten Prozess auf seiner einmonatigen Reise zum Lagrange-Punkt L2 durchlaufen.

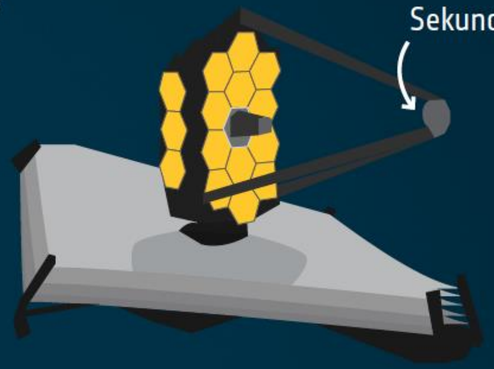




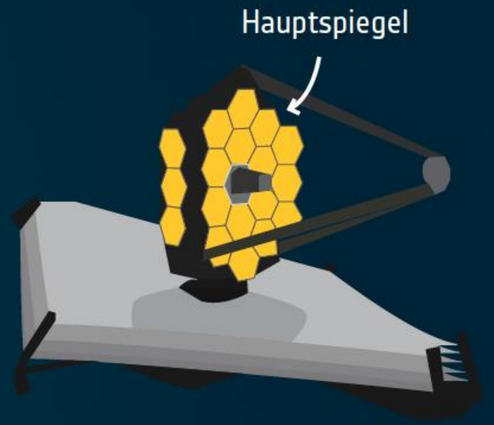
Entfaltung der Komponenten, die den eingefalteten Sonnenschild schützen

Seitliche Entfaltung des Sonnenschilds

Spannung und Trennung der fünf Isolationsschichten des Sonnenschilds



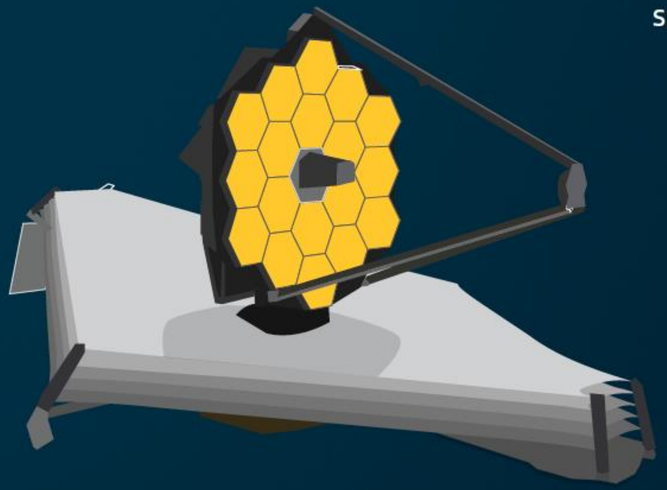
Entfaltung der Stützstruktur des Sekundärspiegels



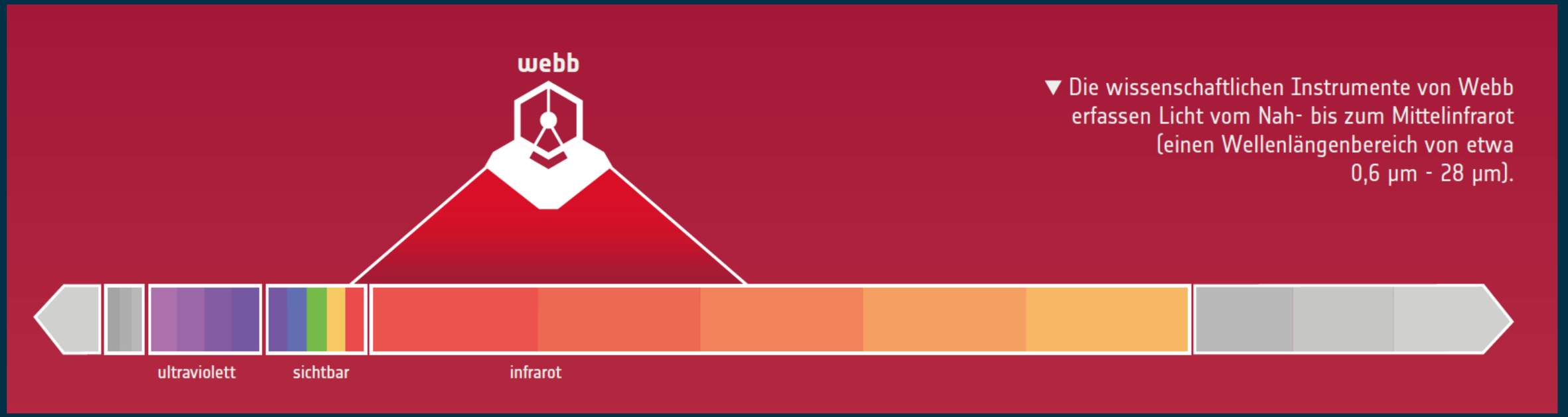
Entfaltung der zwei seitlichen Flügel des Hauptspiegels

L+1 Monat

Webb-Teleskop ist entfaltet.



Der Spektralbereich von Webb



Das James Webb-Weltraumteleskop wurde speziell für das nahe und mittlere Infrarot entwickelt, da in diesem Wellenlängenbereich besonders interessante wissenschaftliche Fragestellungen untersucht werden können. Unter anderem kann das Infrarotlicht von Galaxien beobachtet werden, die vor mehr als 13,5 Milliarden Jahren entstanden, nicht lange nach dem Urknall.

WEBBS WISSENSCHAFTLICHE INSTRUMENTE

Mittelinfrarot-Instrument (MIRI)

−266°C

Zusätzliches Kühlgerät: **Kryokühler**

Beobachtet **kalte, weit entferne Objekte** im mittleren Infraroten

Spektroskopisches Mapping

Nahinfrarot-Spektrograf (NIRSpec)

Temperatur, Masse, chemische Zusammensetzung von Objekten

Spektroskopisches Mapping

Kann Spektren von 200 Objekten gleichzeitig aufnehmen

Nahinfrarotkamera (NIRCam)

Bislang entfernteste Objekte im **Nahinfraroten**

Licht von ersten **Sternen und Galaxien**

Wichtige Rolle für Ausrichtung des Teleskops

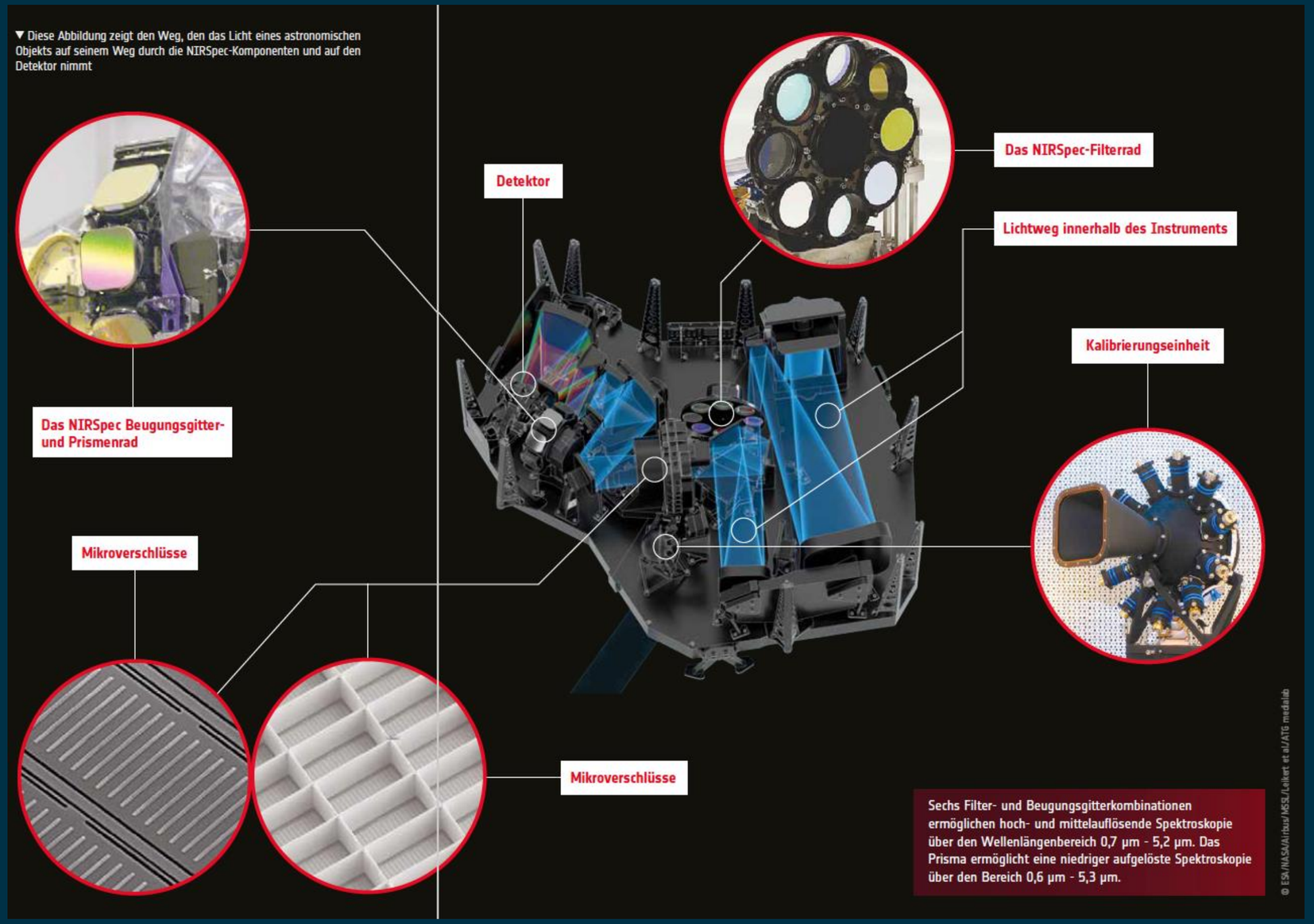
Nahinfrarotkamera und Spaltloser Spektrograf (NIRISS)

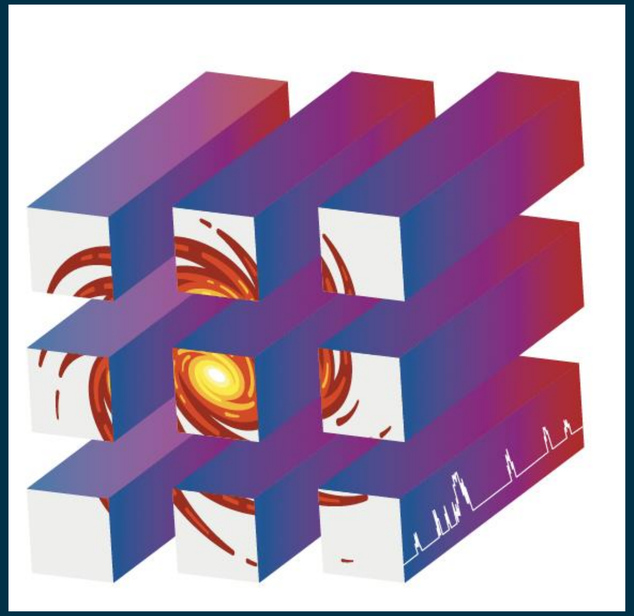
Temperatur, Masse, chemische Zusammensetzung von Objekten

Moleküle in Atmosphären von Exoplaneten

Hochpräzises Pointing

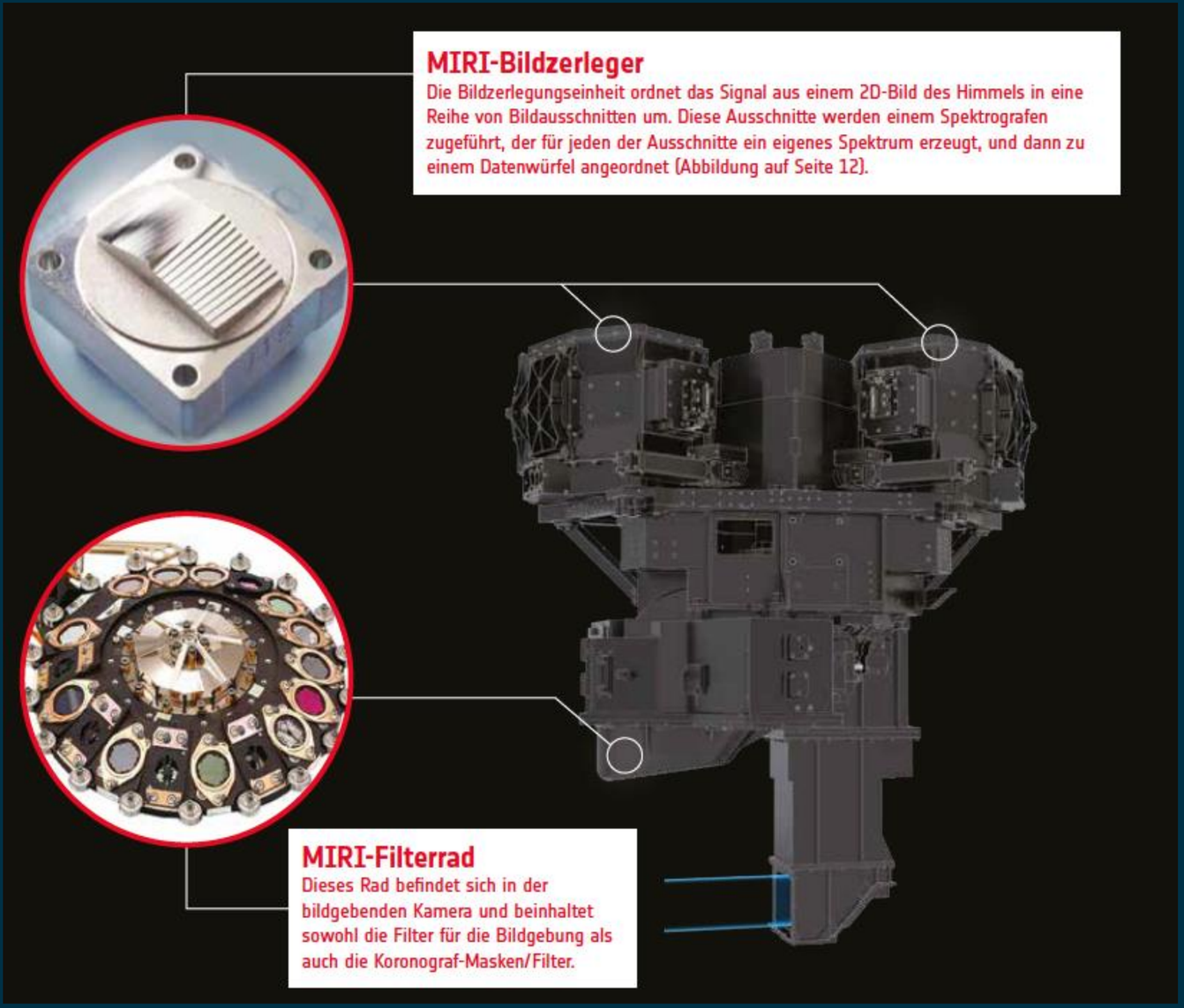
NIRSpec - der Nahinfrarot Spektrograph





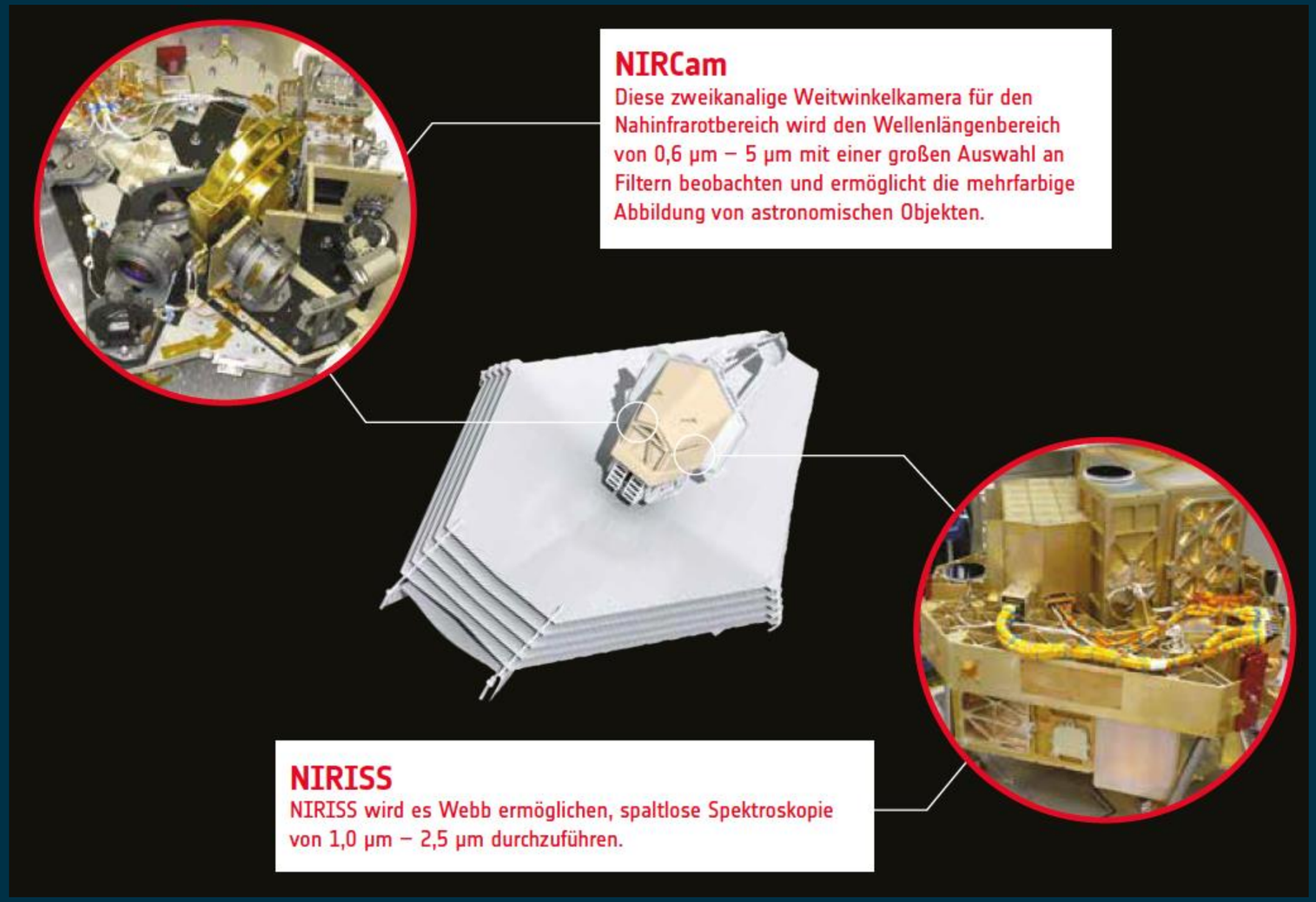
NIRSpec ermöglicht spektroskopische Beobachtungen von ausgedehnten und komplexen Zielen

MIRI - das Mittelinfrarot Instrument



MIRI ist ein vielseitiges Instrument: Bildgebung, Koronagraphie und verschiedene Arten der Spektroskopie

NIRCam und NIRISS



NIRCam ist die Hauptbildkamera des Observatoriums und auch verantwortlich für die Ausrichtung des Teleskops

NIRISS ist ein innovatives Instrument und besitzt eine Kamera, einen Spektrographen und wurde für die Charakterisierung von Exoplaneten entwickelt

SPEKTROSKOPIE MIT WEBB

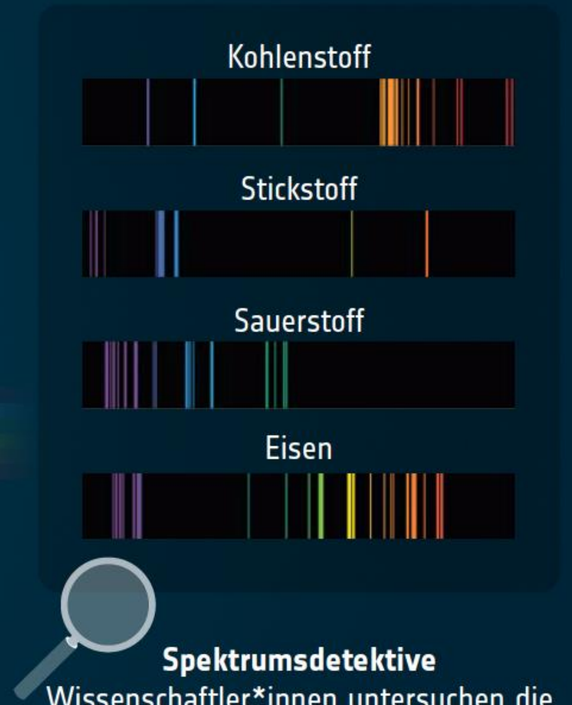
Astronom*innen nutzen die Spektroskopie, um die Physik von Objekten im Weltraum besser zu verstehen. So wie ein Prisma das weiße Licht der Sonne in seine farblichen Komponenten zerlegt (ähnlich einem Regenbogen), unterteilt der Webb-Spektograph das Infrarotlicht in seine zahlreichen Wellenlängen. Dies liefert detaillierte Informationen zu den unterschiedlichen Objekten, zum Beispiel wie sich eine Galaxie bewegt oder welche Moleküle in der Atmosphäre eines Exoplaneten zu finden sind.

Licht
überträgt Informationen von Himmelsobjekten

Himmelsobjekte
Sterne, Nebel, Exoplaneten-Atmosphären, Galaxien ...

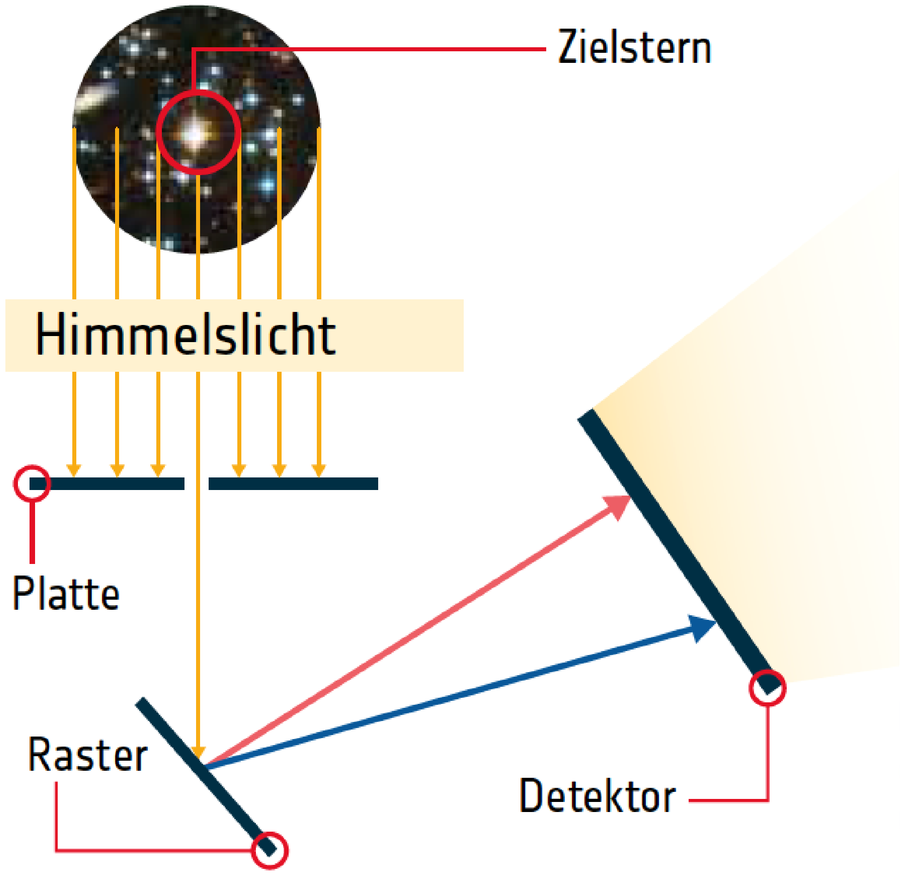
Webbs Instrumente
Das Licht wird in seine unterschiedlichen Wellenlängen zerlegt und auf einem Detektor fokussiert, wodurch ein Spektrum entsteht.

Spektrum
Atome und Moleküle hinterlassen ihre einzigartigen Eigenschaften als Fingerabdrücke im Spektrum.

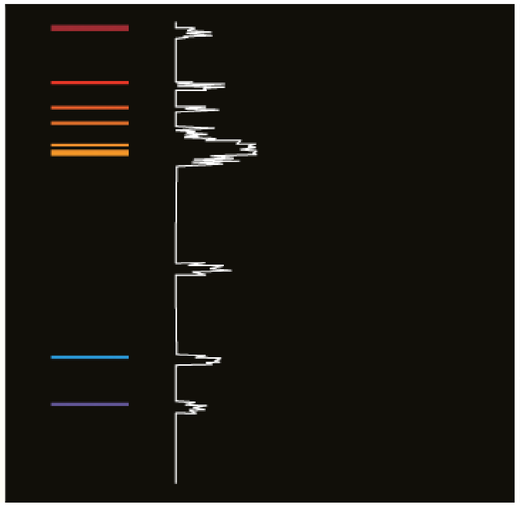


Spektrumsdetektive
Wissenschaftler*innen untersuchen die Spektren, um herauszufinden, welche Atome und Moleküle die Quelle enthält. Spektren verraten außerdem, welche Temperatur die jeweiligen Objekte haben, wie dicht sie sind und wie sie sich bewegen.

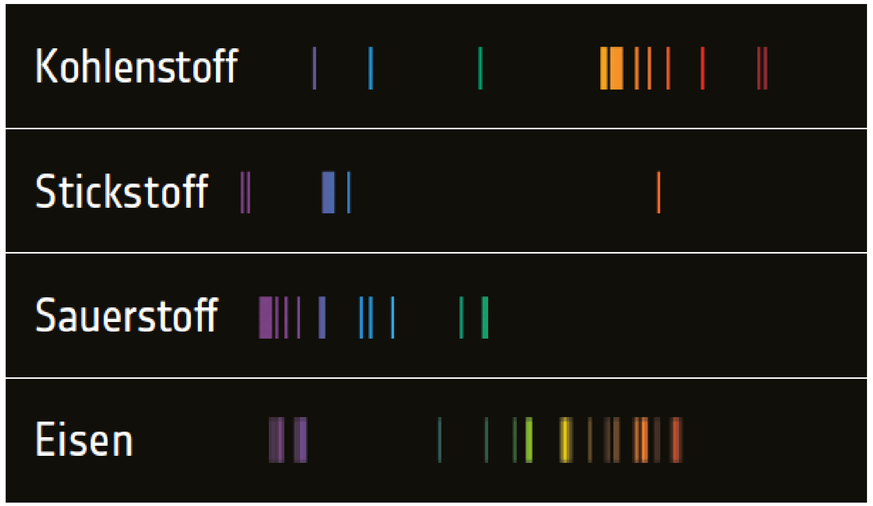
Spektroskopie, das wichtigste Werkzeug



Spektrum



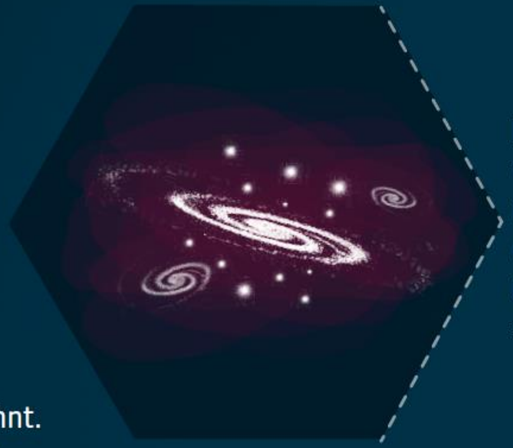
Spektren mit verschiedenen Elementen



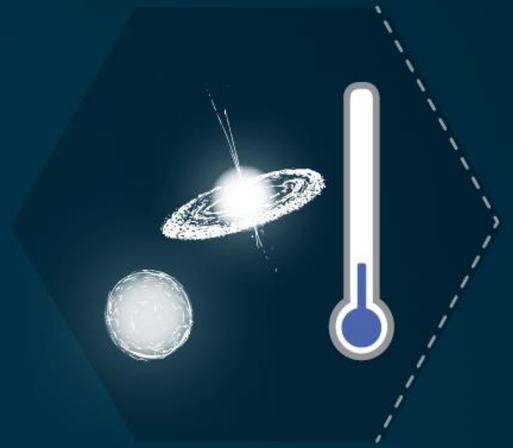
Das geteilte Licht wird auf einen Detektor fokussiert und bildet ein Spektrum.

WELCHE VORTEILE HAT DIE INFRAROTASTRONOMIE?

Das Licht von Galaxien, die Milliarden von Lichtjahren entfernt sind, reist zu uns durch den sich ausdehnenden Weltraum. Die Wellenlänge des Lichts wird dadurch in den Infrarotbereich gedehnt. Daher kann Webb weit zurück in die Vergangenheit schauen.



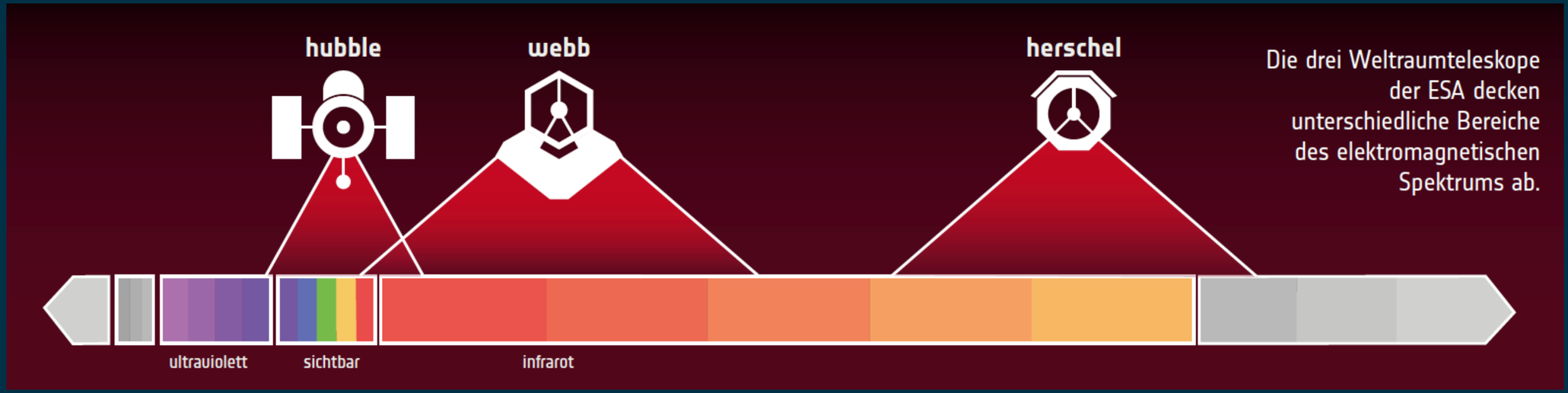
Nahinfrarotlicht enthüllt, wie Galaxien entstehen und erlaubt es uns, durch die Staubschichten, die neugeborene Sterne umhüllen, zu blicken.



Mittleres Infrarotlicht durchdringt die kalten, staubigen Regionen, in denen Sterne entstehen, und offenbart, wie massereiche Sterne und schwarze Löcher ihre Umgebungen prägen.

Hubbel, Herschel, Webb im Vergleich

HUBBLE-WELTRAUMTELESKOP	JAMES WEBB-WELTRAUMTELESKOP	HERSCHEL SPACE OBSERVATORY
1990–	2021–	2009–13
NASA und ESA	NASA, ESA und CSA	ESA
Umkreist die Erde in einer Höhe von ungefähr 570 km (niedrige Erdumlaufbahn)	Umkreist den zweiten Lagrange-Punkt (L2), etwa 1,5 Millionen km von der Erde entfernt	Umkreiste den zweiten Lagrange-Punkt (L2), etwa 1,5 Millionen km von der Erde entfernt
Erreichbar mit dem NASA Space Shuttle; fünf Wartungsmissionen wurden durchgeführt	Nicht wartungsfähig	Nicht wartungsfähig
Beobachtungen bei Ultraviolett-, sichtbaren, und Nahinfrarot-Wellenlängen	Beobachtungen im Nah- und Mittelinfrarot	Beobachtungen im Ferninfrarot
Primärspiegeldurchmesser 2,4 Meter	Primärspiegeldurchmesser 6,5 Meter	Primärspiegeldurchmesser 3,5 Meter



Die drei Weltraumteleskope der ESA decken unterschiedliche Bereiche des elektromagnetischen Spektrums ab.

Beteiligung der ESA an Webb

Die vier wichtigsten ESA Beiträge:

1. Das NIRSpec-Instrument
2. Das optische System des MIRI-Instruments
3. Die Ariane 5-Trägerrakete und alle Startdienste
4. Wissenschaftler*innen zur Unterstützung der Aktivitäten der Mission

ESA Anteil an Beobachtungszeit: mind. 15%

Mehr über Webb:
esa.int/webb

Mehr über Ariane:
esa.int/ariane

EUROPÄISCHE PARTNER

Diese Karte veranschaulicht die wichtigsten Beiträge von ESA und ihren europäischen Partnern zur Entwicklung von NIRSpec, MIRI und Ariane 5. Sämtliche ESA-Mitgliedsstaaten leisten Beiträge über das obligatorische Wissenschaftsprogramm.

Österreich

RUAG

Belgien

Centre Spatial de Liège
KU Leuven

Dänemark

DTU Space
TERMA

Frankreich (inkl. Französisch-Guayana)

Arianespace
ArianeGroup
CNES
Airbus Defence and Space
Safran Reosc
CRAL
Mersen Boostec
CEA
LESIA/LAM
IAS

Deutschland

Airbus Defence and Space
Hensoldt Optronics
IABG
Max-Planck-Institut für Astronomie
Universität zu Köln
ArianeGroup

Italien

Leonardo
Avio

Irland

Dublin Institute for Advanced Studies
Réaltra Space Systems Engineering

Niederlande

NOVA-OIR Group
Leiden University
TNO

Spanien

Airbus Defence and Space
Crisa
IberEspacio
INTA
CSIC

Schweden

RUAG
Stockholm University

Schweiz

RUAG
ETH Zurich
APCO

UK

UK Astronomy Technology Centre
RAL Space
Airbus Defence and Space
University of Leicester
Cardiff University
Mullard Space Science Laboratory
Surrey Satellite Technology Ltd

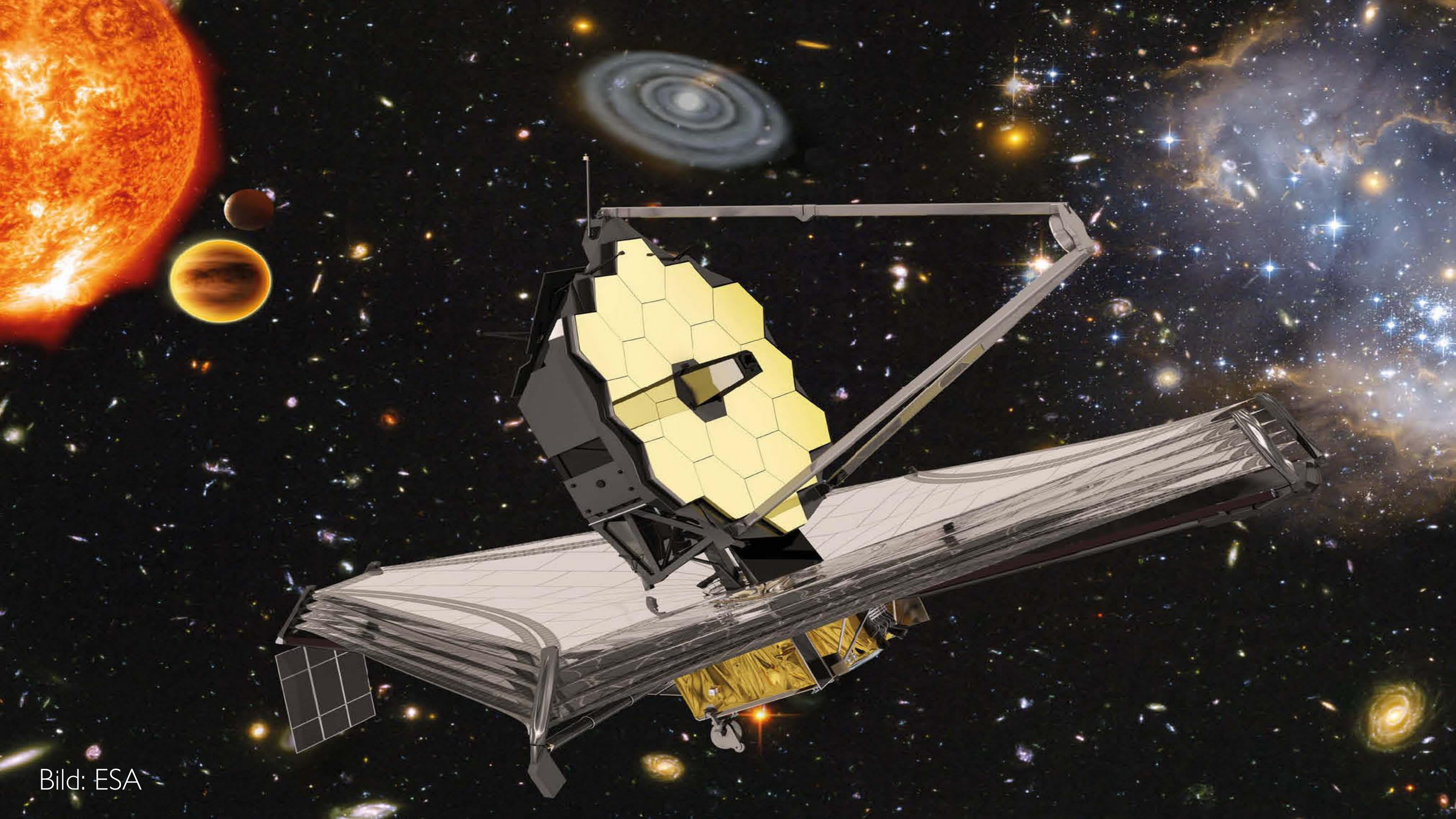


Bild: ESA

THE EUROPEAN SPACE AGENCY

Die ESA wurde 1975 gegründet, zählt heute 22 Mitgliedsstaaten und kooperiert mit zahlreichen weiteren Staaten. In diesen Staaten leben über 500 Millionen europäische Bürger*innen. Sind Sie einer von ihnen, dann arbeiten wir auch für Sie.

Unsere Mission ist die friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraums zum Nutzen aller. Wir wachen über die Erde, entwickeln und starten inspirierende und einzigartige Weltraumprojekte, fliegen Astronaut*innen ins All und verschieben die Grenzen von Wissenschaft und Technologie, um Antworten auf die großen wissenschaftlichen Fragen über das Universum zu finden.

Wir sind eine Familie aus Wissenschaftler*innen, Ingenieur*innen sowie Business Professionals aus ganz Europa. Unsere Mitarbeiter*innen arbeiten zusammen in einer diversen, multinationalen Umgebung.

An ESA Production

Copyright © 2021 European Space Agency