

# Teleskope der Superlative

## Telescopes of the superlatives

### James Webb Space Telescope – Neustes Weltraumteleskop im All

Das James Webb Space Telescope (JWST) ist das grösste und leistungsfähigste Weltraumteleskop, das je gebaut wurde. Die revolutionäre Technologie des JWST wird es den Wissenschaftlern ermöglichen, jede Phase der kosmischen Geschichte zu erforschen. Das Teleskop wird nach den ersten Galaxien suchen, die im frühen Universum entstanden sind. Zudem wird es junge stellare Kinderstuben und im Entstehen begriffene Planetensystemen untersuchen. Und schliesslich werden die Wissenschaftler die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Planetensystemen messen – einschliesslich unseres eigenen Sonnensystems – und das Potenzial für Leben in diesen Systemen erforschen.

Das JWST ist der wissenschaftliche Nachfolger der legendären Weltraumteleskope Hubble und Spitzer. Der Hauptspiegel hat einen Durchmesser von über 6,5 Metern und einer Fläche von etwa 25 Quadratmetern und besteht aus 18 sechseckigen Teilen.

Ein Sonnenschutz – bestehend aus 5 hauchdünnen Folien – hält Wärme und Licht der Sonne davon ab, die wärmeempfindliche Optik des Teleskops zu erreichen. Die Betriebstemperatur des JWST liegt nämlich bei etwa -230°C. Das Mid-Infrared-Instrument (MIRI), das von der ETH Zürich mitentwickelt worden ist, hat gar eine deutlich niedrigere Betriebstemperatur von -266°C (7° über dem absoluten Nullpunkt).

Das JWST wird das Universum im infraroten Licht mit viel grösserer Klarheit und Empfindlichkeit als je zuvor untersuchen. Im Gegensatz zu dem kurzen Wellenlängen des sichtbaren Lichts können die längeren Wellenlängen des infraroten Lichts leichter durch Staub hindurchgehen. Daher wird die Welt der Stern- und Planetenbildung, das hinter Staubwolken «versteckt» ist, für die Infrarotinstrumente des JWST deutlich sichtbar.

#### James Webb Space Telescope – Latest space telescope in use

The James Webb Space Telescope is the largest and most powerful space science telescope ever built. The revolutionary technology of the JWST will allow scientists to explore every phase of cosmic history. The telescope will search for the first galaxies formed in the early universe. It will also observe the formation of stars, from young stellar nurseries to the formation of planetary systems. And finally, scientists will measure the physical and chemical properties of planetary systems – including our own solar system – and investigate the potential for life in those systems.

The JWST is the scientific successor to the iconic Hubble and Spitzer space telescopes. The primary mirror has a diameter of over 6.5 metres and about 25 square metres in area. It consists of 18 hexagonal segments.

A sunshield – consisting of 5 thin foils – blocks the Sun's heat and light from reaching the telescope's heat-sensitive optics. The operating temperature of the JWST is about -230°C. The Mid-Infrared-Instrument (MIRI), which was co-developed by ETH Zurich, has a much lower operating temperature of -266°C (7° above absolute zero).

The JWST will study infrared light from celestial objects with much greater clarity and sensitivity than ever before. Unlike the short wavelengths of visible light, longer wavelengths of infrared light slip past dust more easily. Therefore, the universe of star and planet formation "hidden" behind clouds of dust comes into clear view for Webb's infrared instruments.

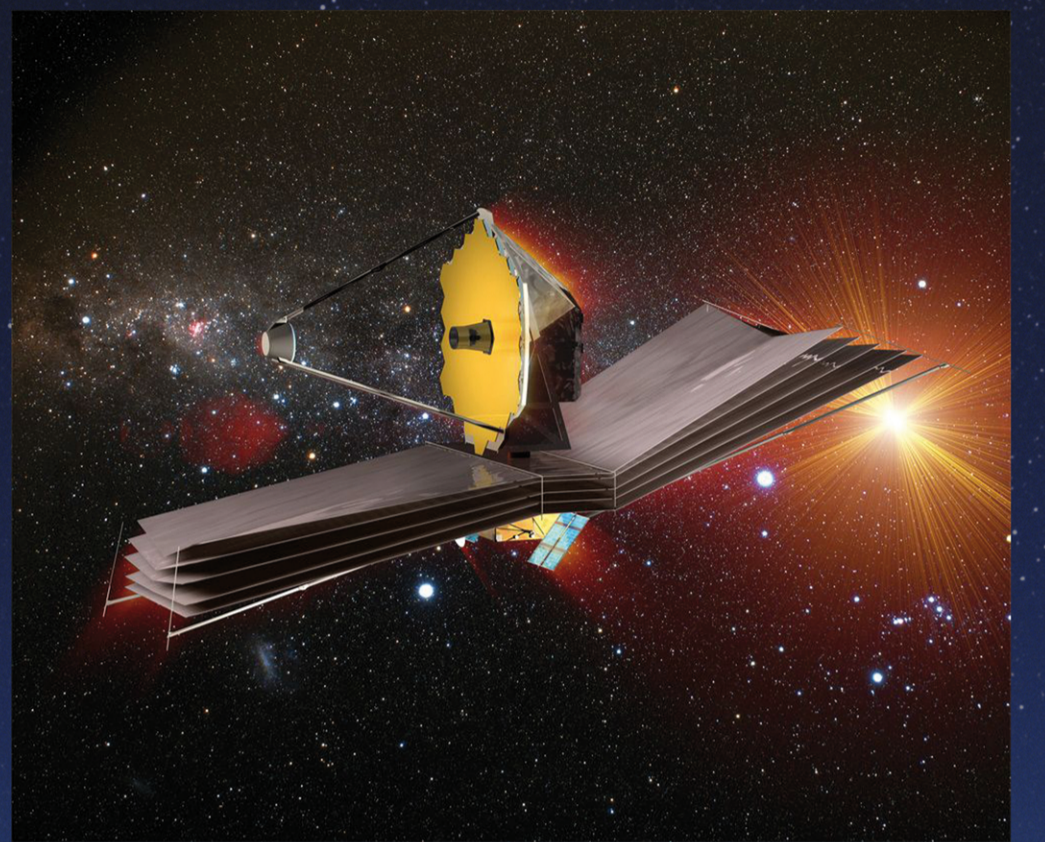


Image Credit: NASA

### Radioteleskop der nächsten Generation

Die Radioastronomie hat wesentlich zum Fortschritt der Astronomie beigetragen. So liess sich mit ihr erstmals die Verteilung des Wasserstoffs in der Milchstrasse und damit deren Spiralstruktur nachweisen. Auch die detaillierte Untersuchung des galaktischen Zentrums wäre ohne die Radioastronomie nicht möglich gewesen. Von grosser Bedeutung waren äusserdem die Entdeckungen der kosmischen Hintergrundstrahlung, der Radiogalaxien sowie der Pulsare und Quasare. Zudem liess sich mit radioastronomischen Beobachtungen Moleküle im interstellaren Medium nachweisen und daraus physikalische Grössen wie Dichte und Temperatur ableiten.

Auf der Welt gibt es mehrere bekannte Radioteleskope. So etwa das Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), das aus 66 Antennen in den nordchilenischen Anden besteht. Dank des Kinofilms «Contact» erlangte das Very Large Array (VLA) in New Mexico, USA, grosse Bekanntheit. Es besteht aus 27 Teleskopen mit je 25 m Durchmesser. Bis Dezember 2020 gehörte zudem das Arecibo-Observatorium in Puerto Rico zu den bekanntesten Teleskopen. Dieses stürzte jedoch infolge von Materialermüdung ein. Mit 100 m Durchmesser ist das Radioteleskop Effelsberg in Deutschland eines der grössten beweglichen Radioteleskope.

Seit 2021 läuft das Projekt Square Kilometer Array Observatory (SKAO). Dieses hat zum Ziel, das grösste Radioteleskop der Welt zu realisieren mit einer Teleskopfläche von über einem Quadratkilometer (1 Million Quadratmeter). Das SKAO wird Hunderttausende von Radioteleskopen in drei einzigartigen Konfigurationen nutzen, die es den Astronomen ermöglichen, den Himmel in noch nie dagewesener Detailtiefe zu beobachten und den gesamten Himmel tausendmal schneller zu erfassen als jedes derzeit existierende System. Die SKAO-Teleskope werden in Afrika und in Australien aufgestellt. Die Fertigstellung des SKAO ist für das Jahr 2029 vorgesehen.

#### Next generation radio telescope

Radio astronomy has contributed significantly to the progress of astronomy. For example, it made it possible for the first time to determine the distribution of hydrogen in the Milky Way and thus its spiral structure. The detailed investigation of the galactic centre would also not have been possible without radio astronomy. The discoveries of cosmic background-radiation, radio galaxies, pulsars and quasars were also of great importance. In addition, radio astronomical observations can be used to detect molecules in the interstellar medium and to derive physical quantities such as density and temperature.

There are several well-known radio telescopes in the world. For example, the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), which consists of 66 antennas in the northern Chilean Andes. Thanks to the movie «Contact», the Very Large Array (VLA) in New Mexico, USA, became very well known. It consists of 27 telescopes, each 25 m in diameter. Until December 2020, the Arecibo Observatory in Puerto Rico was also among the well-known telescopes. However, this collapsed due to material fatigue. With a diameter of 100 m, the Effelsberg radio telescope in Germany has one of the largest movable dishes.

The Square Kilometer Array Observatory (SKAO) project has been running since 2021. This aims to realise the largest radio telescope in the world with a telescope area of over one square kilometre (1 million square metres). The SKAO will use hundreds of thousands of radio telescopes in three unique configurations, which will enable astronomers to monitor the sky in unprecedented detail and survey the entire sky thousands of times faster than any system currently in existence. The SKAO telescopes will be co-located in Africa and in Australia. The SKAO is scheduled for completion in 2029.

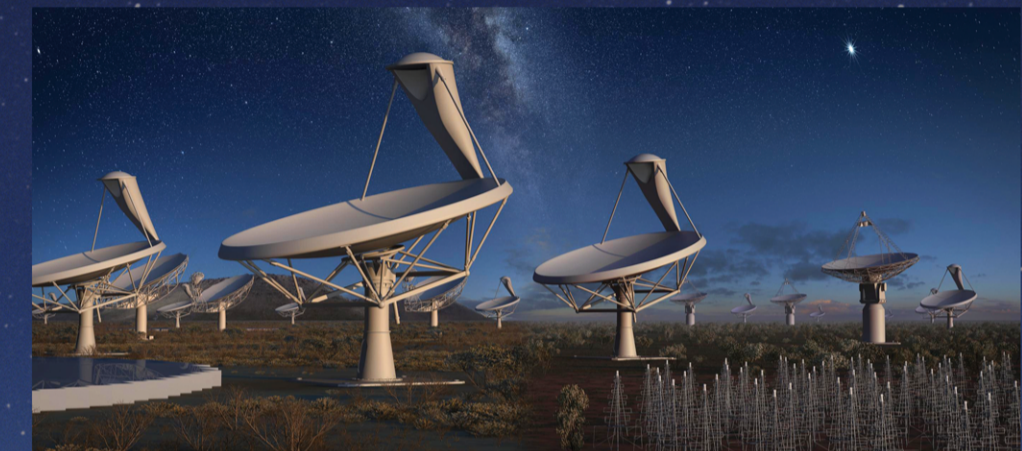


Image Credit: SKAO Organisation

QR-Code scannen und die modernen Teleskope genauer kennen lernen. Scan the QR code and explore the modern telescopes in more detail.



### Extremely Large Telescope (ELT)

Das Extremely Large Telescope (ELT) wird mit seinem Hauptspiegel von 39 Metern Durchmesser das grösste Auge der Welt in Richtung Himmel sein (grosstes Hintergrundbild), wenn es 2027 in Betrieb genommen wird. Das ELT wird sich den grössten wissenschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit stellen. Zum Beispiel wird es erdähnliche Planeten in der habitablen Zone um andere Sterne verfolgen, auf denen Leben existieren könnte – eines der heiligen Grale der modernen, beobachtenden Astronomie.

Das Teleskopdesign selbst ist revolutionär und basiert auf einem neuen Schema aus fünf Spiegeln, woraus eine aussergewöhnliche Bildqualität resultiert (kleines Bild rechts). Der erste Spiegel besteht aus fast 800 Segmenten, jeder mit einer Breite von 1,4 Metern bei einer Dicke von lediglich 80 Millimetern. Das optische Design erfordert einen sehr grossen zweiten Spiegel mit einem Durchmesser von 4,2 Metern.

Adaptive Spiegel werden in den Optiken des Teleskops eingesetzt, um die Unschärfe in den Bildern zu kompensieren, die durch atmosphärische Turbulenzen hervorgerufen werden. Einer dieser Spiegel wird von mehr als 6000 Stelltrieben gesteuert, wodurch er seine Form tausend Mal pro Sekunde verändern kann.

Das Teleskop wird mit mehreren wissenschaftlichen Instrumenten bestückt werden. Es wird dabei möglich sein, innerhalb weniger Minuten von einem Instrument auf ein anderes zu wechseln.

#### Extremely Large Telescope (ELT)

The Extremely Large Telescope (ELT), with a main mirror 39 metres in diameter, will be the world's biggest eye on the sky (large background image) when it becomes operational in 2027. The ELT will tackle the biggest scientific challenges of our time, and aim for a number of notable firsts, including tracking down Earth-like planets around other stars in the "habitable zones" where life could exist – one of the Holy Grails of modern observational astronomy.

The telescope design itself is revolutionary and is based on a novel five-mirror scheme that results in exceptional image quality (illustration on the right). The primary mirror consists of almost 800 segments, each 1.4 metres wide, but only 50 mm thick. The optical design calls for an immense secondary mirror 4.2 metres in diameter.

Adaptive mirrors are incorporated into the optics of the telescope to compensate for the fuzziness in the stellar images introduced by atmospheric turbulence. One of these mirrors is supported by more than 6000 actuators that can distort its shape a thousand times per second.

The telescope will have several science instruments. It will be possible to switch from one instrument to another within minutes.

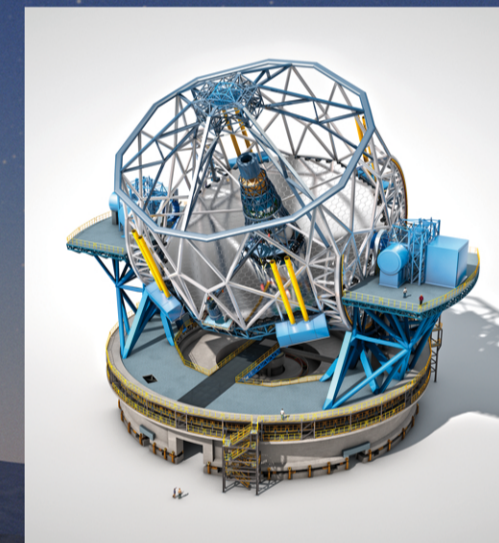
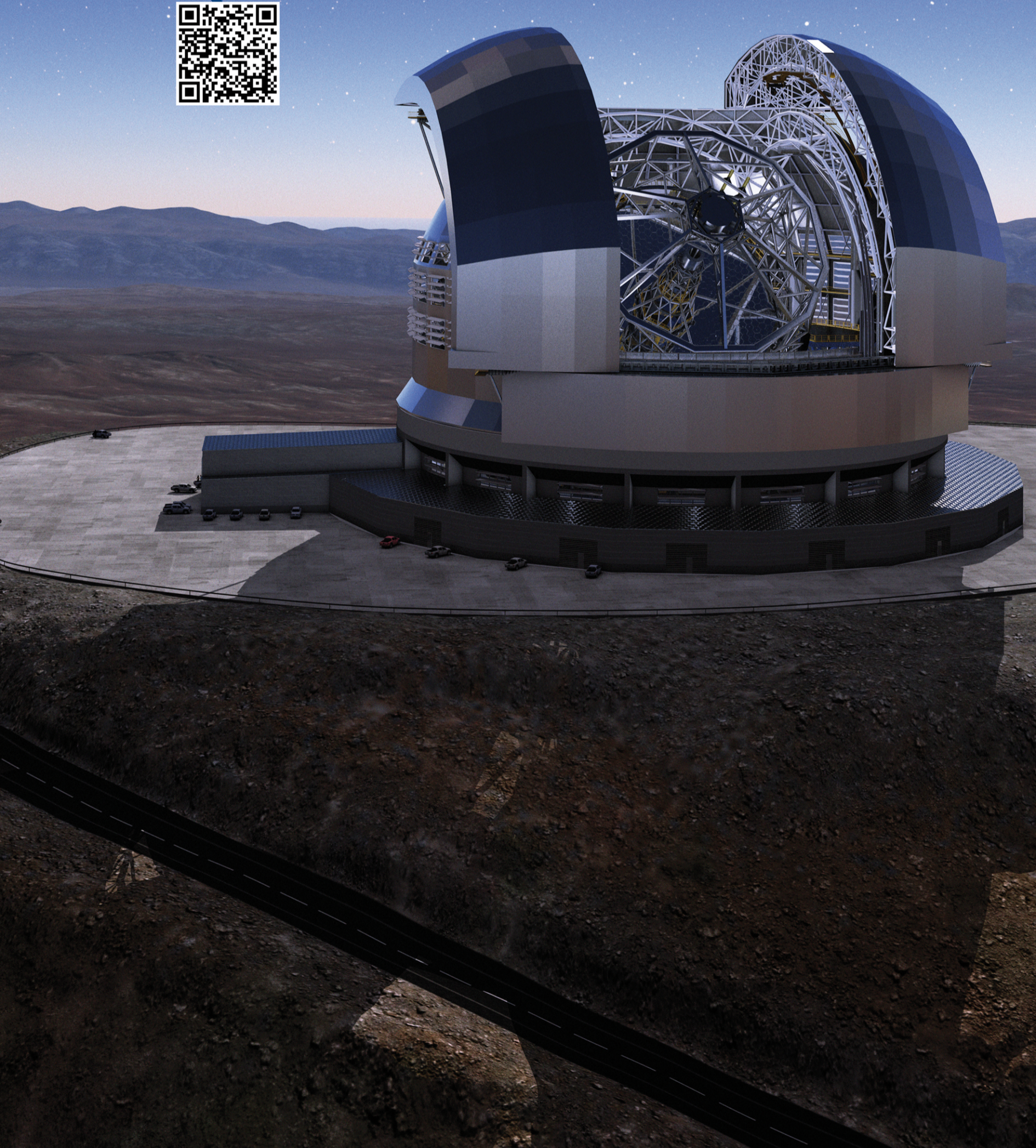


Image Credit: ESO



COSMIC  
SWISS SPACE MUSEUM  
VOYAGE