Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 79 (2021)
Heft: 1

Artikel: Das neue europäische Riesenteleskop
Autor: Walder, Claudia
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1049406

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

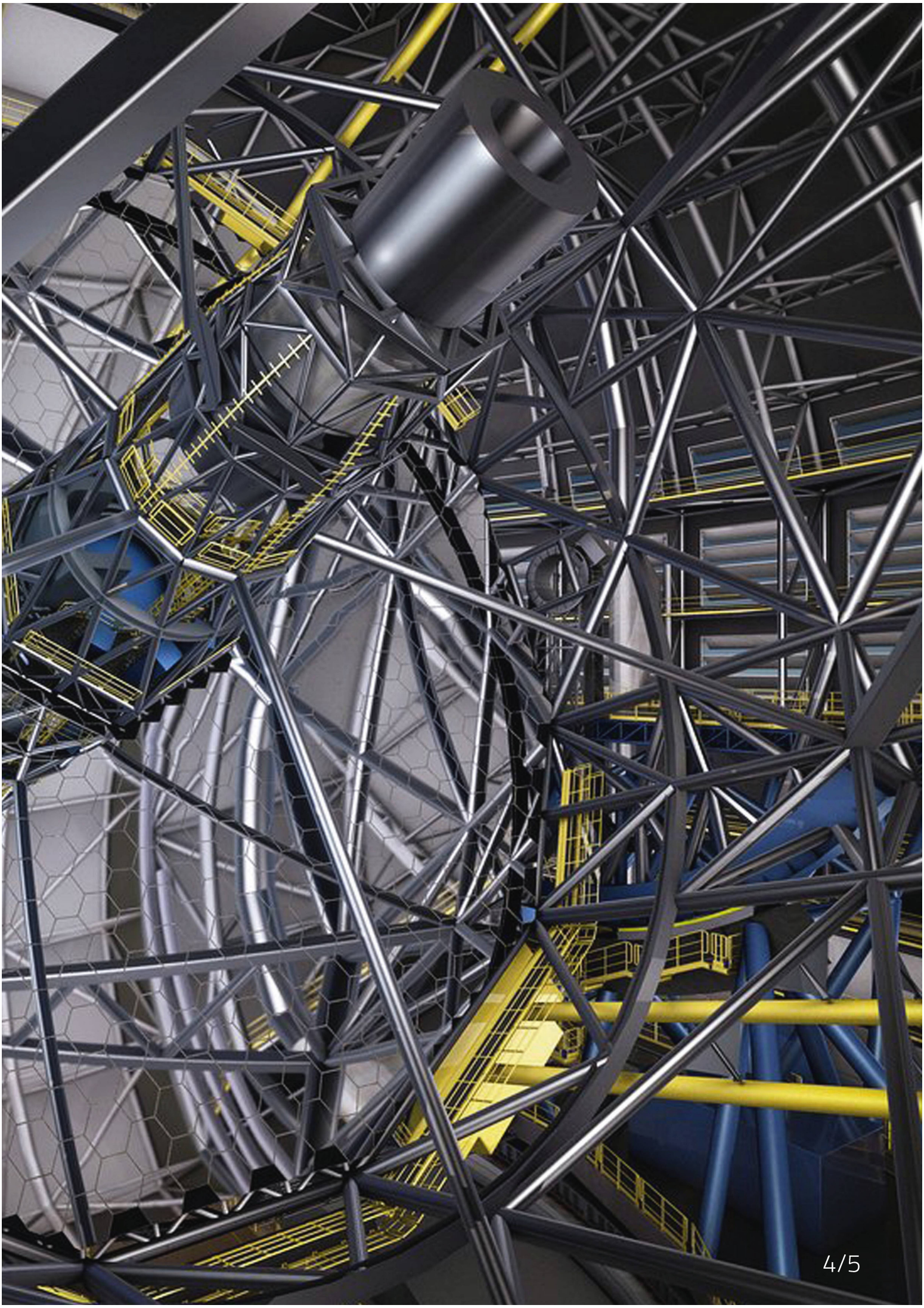
Download PDF: 15.07.2025

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

In der chilenischen Atacama-Wüste entsteht das «Extremely Large Telescope» mit einer Lichtsammelfläche von 978 m^2. Die ESO hofft, dass es ab 2025 neue, bahnbrechende Erkenntnisse bringt, zum Beispiel über Exoplaneten.

Bild: Rendering der geplanten Struktur im Innern der ELT-Kuppel mit der Halterung für die Spiegel.

DAS NEUE EUROPÄISCHE RIESEN-TELESKOP



MITTEN IN DER ABGELEGENEN CHILENISCHEN **DAS BISHER GRÖSSTE SPIEGELTELESKOP.**

1608/1609

Das Fernrohr erfunden hat wohl der niederländische Brillenmacher Hans Lippershey, aber als Teleskop gen Himmel gerichtet hat es Galileo Galilei.

1616

Der italienische Jesuitenpater und Astronom Nicolaus Zucchius entwickelt das erste Spiegelteleskop, welches jedoch erst einen Spiegel verwendet.

1668/1672

Isaac Newton und Laurent Cassegrain verbessern, jeder mit einer eigenen Zwei-Spiegel-Lösung, das Spiegelteleskop.

1845

Lord Rosse erkennt mit seinem 16 Meter langen Teleskop «Leviathan» (Spiegeldurchmesser 1.83 Meter) die Spiralstruktur von Galaxien. Es glaubt ihm allerdings niemand.

1917

Das Mount Wilson Observatory in Kalifornien übertrifft mit seinem 2.5-Meter-Spiegel den «Leviathan» und dient in den 1920ern als Arbeitsort von Edwin Hubble.

EIN EHRGEIZIGES PROJEKT

Das neue Riesen-Teleskop der Europäischen Südsternwarte (ESO) ist ein Projekt der Superlative. Mitten in der chilenischen Atacama-Wüste entsteht im Niemandsland, wo keine Siedlungen den Nachthimmel durch ihre Lichtverschmutzung trüben, ein fast 80 Meter hoher Bau, der ein Teleskop mit einem Hauptspiegel von 39.3 Metern Durchmesser beherbergt. Damit ist das ELT, das «Extremely Large Telescope», wie es offiziell heisst, das grösste optische Teleskop, das je geplant wurde – «und das bei Weitem», sagt Professor *Willy Benz* von der Universität Bern, Exoplanetenforscher und ESO-Ratspräsident von 2018 bis 2020. Die Herausforderungen, die Bau und Konstruktion des Teleskops stellen, sind gross. So besteht die adaptive Optik aus einem innovativen 5-Spiegel-System und der riesige Hauptspiegel setzt sich aus 798 sechseckigen Elementen zusammen. Um die atmosphärischen Störungen auszugleichen, ist einer der Spiegel, M4, mit über 5'000 Aktuatoren ausgerüstet, welche die Spiegeloberfläche leicht deformieren und so den Verzerrungen entgegenwirken, die durch atmosphärische Turbulenzen entstehen – und das mit bis zu 1'000 Aktionen pro Sekunde.

«Damit ist das ELT (...) das grösste optische Teleskop, das je geplant wurde ...»

DAS VIRUS ALS HERAUSFORDERUNG

Dennoch, die technischen Herausforderungen, sei dies bei der Konstruktion der Halterung, welche auch einem Erdbeben standhalten können muss, oder beim Giessen des weltgrössten konkaven Spiegelträgers für den Sekundärspiegel sind lösbar, meint Professor *Willy Benz*. Anspruchsvoller dagegen ist der Umgang mit der Corona-Pandemie, welche das Projekt vor ganz neue Schwierigkeiten stellt. So sind zum Beispiel Europa und Südamerika zum Teil in verschiedenen Phasen der Pandemie: Als in Europa im Frühling 2020 eine erste Welle von Covid-19 alles stilllegte, machte man auf der Baustelle in Chile gute Fortschritte. Als in Europa die Zahlen sanken, stiegen sie jedoch in Südamerika, und während in Europa das Leben langsam wieder Fahrt aufnahm, musste in Chile die Baustelle geschlossen werden. Auch die Quarantäne-Bestimmungen erschweren das Projekt, weil sie zum Beispiel Onsite-Inspektionen bei den Zulieferern verunmöglichen. Ob diese neuen Herausforderungen auch das «Erste Licht», die Inbetriebnahme des Teleskops, welche im Moment für 2025 vorgesehen ist, verzögern werden, muss sich noch weisen.

BAUSTELLE IN DER WÜSTE

Der Weg von der Idee bis zum Ersten Licht ist bei einem solchen Projekt erwartungsgemäss lange – nicht zuletzt, weil sich in der ESO 16 Mitgliedstaaten einigen und für den Bau verpflichten mussten. Während der Planungsphase, die sich von 2006 bis 2010 über vier Jahre hinzog, wurden mehrere andere Projekte wie das OWL, das «Overwhelmingly Large Telescope», zugunsten des ELT verworfen. Am 11. Juni 2012 beschlossen die ESO-Mitgliedstaaten am Hauptsitz der Organisation im deutschen Garching mit der nötigen Zwei-Drittel-Mehrheit den Bau des ELT, welches damals allerdings noch E-ELT, «European Extremely Large Telescope», hiess. Als Standort wurde der Gipfel des Cerro Armazones gewählt, eines knapp über 3'000 Meter hohen Berges, der nur 23 Kilometer vom Cerro Paranal und damit vom ELT-Vorgänger, dem «Very Large Telescope» (VLT) entfernt liegt. Dies birgt viele Vorteile, erklärt Professor *Willy Benz*, denn auch mit mo-

ATACAMA-**WÜSTE** BAUT DIE ESO

1948/1949

Bis 1975 ist das Hale-Teleskop des Palomar-Observatoriums mit einem Spiegeldurchmesser von 5.08 m das grösste Fernrohr der Welt.

1990

Das Hubble-Teleskop ist nicht das erste Weltraumteleskop, aber vielleicht das bekannteste. Weil der 2.4-Meter-Spiegel fehlerhaft war, musste es 1993 nachgebessert werden.

1989/1993

Die ESO testet mit COME-ON den ersten Prototypen einer adaptiven Optik.

1993/1996

Auf dem über 4'000 Meter hohen Berg Mauna Kea in Hawaii werden die beiden Keck-Teleskope mit je 10 Metern Spiegeldurchmesser aus hexagonalen Elementen in Betrieb genommen.

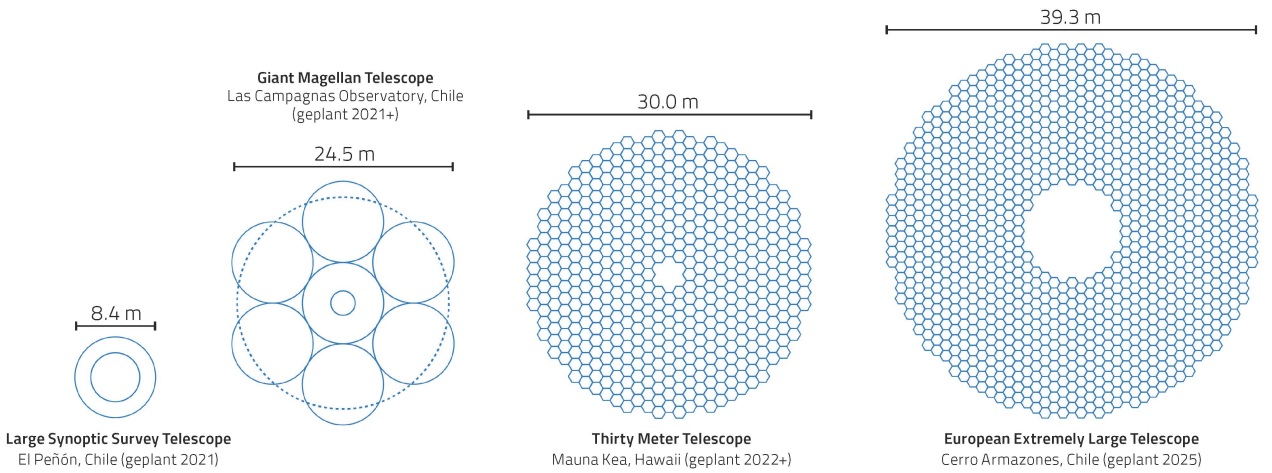
2021

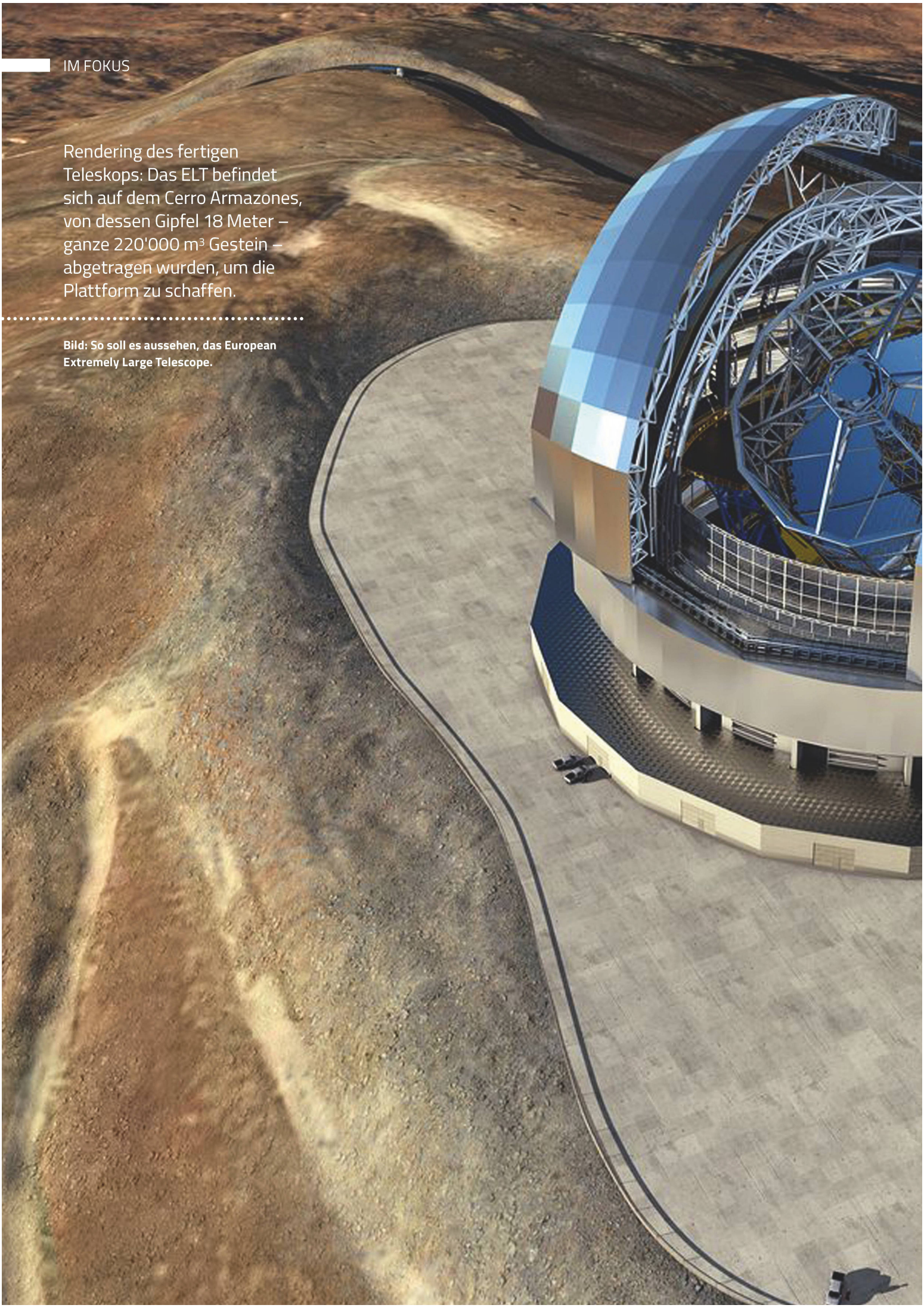
Der Hauptspiegel des aus 18 Elementen bestehenden James-Webb-Weltraumteleskops wird aufgrund seiner Grösse von 6.5 Metern für den Transport wie Origami in die Rakete gefaltet.

2025

Das ELT wird mit seinem segmentierten Hauptspiegel von 39.3 Metern Durchmesser das grösste optische Teleskop der Welt.

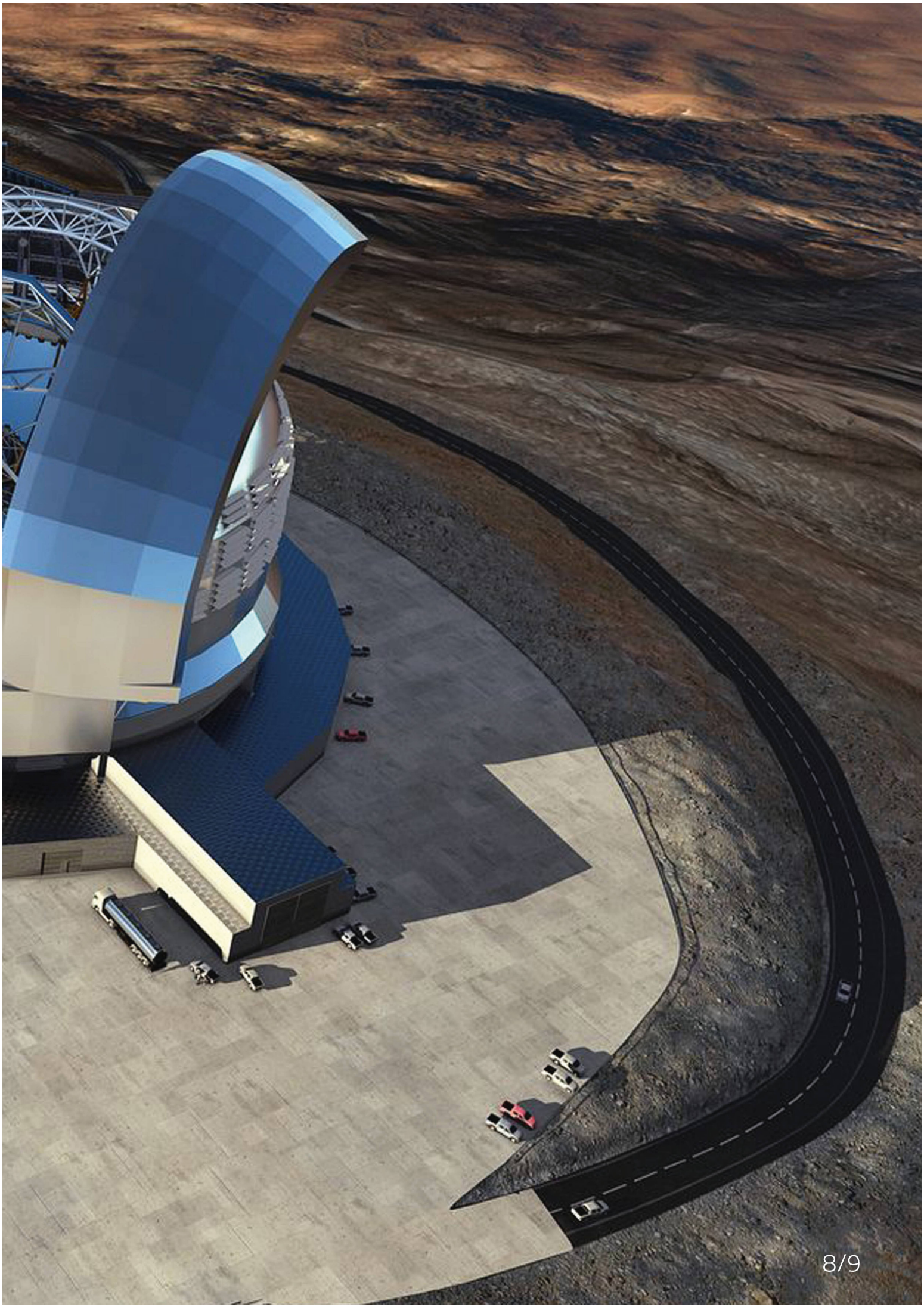
Grössenvergleich der Hauptspiegel riesiger, optischer Teleskope im Bau





Rendering des fertigen Teleskops: Das ELT befindet sich auf dem Cerro Armazones, von dessen Gipfel 18 Meter – ganze 220'000 m³ Gestein – abgetragen wurden, um die Plattform zu schaffen.

Bild: So soll es aussehen, das European Extremely Large Telescope.



DIE INSTRUMENTE DES ELT

HARMONI *(High Angular Resolution Monolithic Optical and Near-infrared Integral field spectrograph) ist ein integraler Feldspektrograf für Wellenlängen im Bereich 0.47 – 2.45 µm. Es ist eines der drei «First Light Instruments» und soll z. B. in der Erforschung von Galaxien mit hoher Rotverschiebung oder Quasaren zum Einsatz kommen.*

MAORY *(Multi-conjugate Adaptive Optics RelaY for the ELT) ist ein Modul für die adaptive Optik des ELT. Es soll Verzerrungen ausgleichen, die durch Turbulenzen in der Erdatmosphäre entstehen. Um diese genau zu definieren und zu kompensieren, verwendet es sechs Sodium-Laser, welche «künstliche Sterne» in den Himmel projizieren. Es soll in Kombination mit* **MICADO** *(Multi-Adaptive Optics Imaging CameraA for Deep Observations) zum Einsatz kommen, einer Kamera im nahen Infrarot-Bereich, welche in ihrer Lichtempfindlichkeit mit dem James-Webb-Weltraumteleskop vergleichbar ist – gleichzeitig aber eine sechsmal bessere Auflösung bietet.*

METIS *(Mid-infrared ELT Imager and Spectrograph) ist eine Kombination aus Kamera und Spektrograf im mittleren Infrarot-Bereich. Der Fokus des Instruments liegt auf der Erforschung von Exoplaneten, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften und der Zusammensetzung ihrer Atmosphären. METIS ist eines der «First Light Instruments», und unter diesen das einzige mit Schweizer Beteiligung.*

HIRES *(High Resolution Spectrograph) soll zur zweiten Generation von ELT-Instrumenten gehören und als Spektrograf mit hoher Auflösung u. a. der Charakterisierung der Atmosphären von neptun- bis erdähnlichen Planeten sowie der Suche nach Bio-Signaturen dienen. An der Entwicklung beteiligt sich auch die Universität Genf.*

MOSAIC *(Multi-Object Spectrograph) ist ein Spektrograf für den sichtbaren und nahen Infrarot-Bereich und soll das grösstmögliche Blickfeld abbilden. Damit soll es Erkenntnisse zur Entwicklung von dunkler Materie sowie von grossräumigen Strukturen und Galaxien-Haufen liefern.*

dernster Technik wird das Riesen-Teleskop eine gewisse Logistik brauchen, wird gewartet und eventuell auch einmal repariert werden müssen. Dafür braucht es eine Infrastruktur, eine kleine Siedlung schon fast, mit Unterkünften, mit Verpflegungsmöglichkeiten, Wasser, Strom. Durch seine Nähe zum VLT kann das ELT aber von dessen bereits bestehender Infrastruktur profitieren. Was wiederum nicht nur Ressourcen spart, sondern auch dazu beiträgt, dass diese Infrastruktur, die auch Licht und Wärme produziert, dank der etwas weiteren Entfernung weniger stört. Um die Störung der empfindlichen Instrumente durch menschliche Aktivitäten so weit als möglich zu reduzieren, richtete Chile um den Cerro Paranal und später auch um den Cerro Armazones ein Schutzgebiet ein, das zusammen ganze 1'270 km² umfasst. «Ein wichtiger Beitrag Chiles», kommentiert Professor *Willy Benz*. 2014 schliesslich erfolgte der offizielle Baustart.

GROSSE ERWARTUNGEN

Nicht nur die Dimensionen des ELT sind gross, sondern auch die Erwartungen und Hoffnungen, die Forschende für das neue Riesen-Teleskop hegen. «Der Unterschied zwischen dem heutigen Stand und dem, den wir mit dem ELT haben werden», erklärt Professor *Willy Benz*, «entspricht etwa dem Unterschied zwischen der Beobachtung des Nachthimmels mit blossem Auge und derjenigen, die *Galileo Galilei* mit dem ersten Teleskop vornehmen konnte.» Erwartet – oder erhofft – werden deshalb eine ganze Reihe neuer wissenschaftlicher Entdeckungen und Erkenntnisse, in allen Bereichen, von der Exoplanetenforschung über die Kosmologie zur Galaxienforschung. «Bahnbrechend», nennt es Professor *Benz*. Dabei ist das Teleskop selbst aber nur ein Teil der Anlage. Um die erwarteten Daten und Erkenntnisse zu gewinnen, braucht es hochspezialisierte Instrumente, mit denen das Teleskop ausgerüstet wird. Diese sollen sich auf zwei Plattformen an der Seite des Teleskops befinden, wobei nur jeweils ein Instrument aktiv für Beobachtungen «am Teleskop» sein kann. Für 2025 sind als «First Light Instruments» drei solche Instrumente geplant: HARMONI, MICADO (in Kombination mit MAORY) und METIS. Später sollen die beiden Instrumente MOSAIC und HIRES dazukommen. Aus Schweizer Sicht interessant: METIS und HIRES werden von Konsortien mit signifikanter Schweizer Beteiligung gebaut.

FRUCHTBARE ZUSAMMENARBEIT

Für Schweizer Forschende ist die ESO eine essentielle Organisation. Da es in der Schweiz wenige Standorte gibt, welche gute Bedingungen für Himmelsobservationen bieten, beziehungs-

AUTORIN Claudia Walder
Sie hat Internationale Beziehungen in Genf und Übersetzungswissenschaften in Edinburgh studiert, hat in China Englisch unterrichtet und arbeitet nun als Autorin, Korrektorin und Redakteurin, zum Beispiel fürs Transhelvetica, das Magazin des Schweizerischen Nationalmuseums – oder auch fürs Orion (das zufällig nach einem ihrer Lieblingssternbilder benannt ist). 2019, pünktlich zum 50. Jubiläum der Mondlandung, ist ihr Sach-Kinderbuch «Wie gehts denn nun zum Mond» im Baeschlin Verlag erschienen.

weise weil der Himmel an Standorten wie dem Jungfraujoch oder dem Gornergrat zu oft von Wolken verdeckt wird, dienen die ESO-Teleskope seit dem Schweizer Beitritt 1982 sozusagen als «Schweizer Sternwarten». Dabei generieren nicht nur die Daten, welche die Teleskope liefern, einen Wissensgewinn, auch die Zusammenarbeit beim Bau von Instrumenten wie METIS birgt das Potenzial, sich neues Knowhow anzueignen und neue Technologien zu entwickeln. Ausserdem *«ist es eine einmalige Gelegenheit, beim Bau eines Instruments für das grösste bodengestützte optische Teleskop dabei zu sein»*, sagt Professor *Sascha Quanz* von der ETH Zürich. Der Exoplanetenforscher am Institut für Teilchen- und Astrophysik ist «Project Scientist» in einem internationalen Konsortium, in welchem 12 Mitglieder, darunter auch zum Beispiel das Max-Planck-Institut für Astronomie, an der Entwicklung von METIS arbeiten. «Das Modell der Zusammenarbeit in der ESO ist einzigartig und hat viel zu ihrem Erfolg beigetragen», erklärt Professor *Willy Benz*. Denn die ESO lebt nicht nur von der Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten, sondern auch verschiedener Institutionen aus diesen Staaten: So werden die Instrumente, welche das ELT dereinst nutzen sollen, nicht von der ESO entwickelt und gebaut, sondern von Konsortien dieser Institute und Universitäten, in Zusammenarbeit mit der ESO. Diese übergeben nach Abschluss das jeweilige Instrument der ESO und werden dafür mit «Guaranteed Time Observing» (GTO), also mit garantierter Beobachtungszeit am Teleskop, «bezahlt». So greift die ESO auf den Wissenspool und die spezialisierten Fachgebiete einer ganzen wissenschaftlichen Community zurück, statt «nur» einer einzelnen Institution.

«Bahnbrechend», nennt es Professor Benz.

Bild: Der Hauptspiegel des ELT besteht aus 798 Elementen: Die Spiegelträger aus Glaskeramik werden von der deutschen Firma SCHOTT in Mainz gegossen.

GESUCHT: PLANETEN-PORTRÄT

Rund 75 Nächte Beobachtungszeit mit dem ELT soll das Konsortium von METIS dereinst für seine Mühe erhalten. Professor *Quanz'* grosse Hoffnung: Dass dabei auch das erste Bild eines kleinen, terrestrischen Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems gelingt. Kein einfaches Unterfangen, denn bisher waren sowohl die Auflösung als auch die Lichtempfindlichkeit ungenügend. Das ELT jedoch sollte mit einer Winkelauflösung von bis zu 0.005 Bogensekunden die notwendige Bildauflösung liefern, um Exoplaneten und ihre Sterne zumindest in der Umgebung unseres Sonnensystems als getrennte Objekte aufzuzeichnen. Und es sollte genügend lichtempfindlich sein, um «bei einer effektiven Belichtungsdauer von vermutlich fünf bis sechs Stunden», schätzt Professor *Sascha Quanz*, einen terrestrischen Planeten bei einem sonnennahen Stern abzubilden, auch wenn dieser im sichtbaren Bereich von seinem Stern um einen Faktor von circa einer Milliarde überstrahlt wird – «noch schlimmer als ein Glühwürmchen neben einem Autoscheinwerfer», veranschaulicht Professor *Willy Benz*. Ein solches Bild von einem Planeten könnte über spektroskopische Analysen viel über ihn aussagen, zum Beispiel ob er eine Atmosphäre hat oder nicht, und woraus diese gegebenenfalls besteht. *«Wir wissen sehr genau, in welcher Wellenlänge welche Moleküle Strahlung absorbieren»*, erklärt Professor *Sascha Quanz* das Verfahren. Neben der physikalischen und chemischen Charakterisierung von Exoplaneten erhofft sich der Wissenschaftler auch eine systematischere Erfassung von solchen Gesteinsplaneten im sonnennahen Bereich. Und, ultimativ, einen weiteren Schritt in der Suche nach Bio-Signaturen – und damit nach biologischem Leben. Dies erfordert langfristig jedoch nicht nur die Charakterisierung von terrestrischen Exoplaneten im habitablen Bereich, sondern auch ein besseres Verständnis von möglichen Bio-Signaturen. <