

Hunters of the Galaxies

Jäger der Galaxien

The world's largest telescope is located on the Canary Island of La Palma. Astronomers are hoping it will help them find a second earth.

Das weltgrößte Teleskop steht auf der Kanareninsel La Palma. Astronomen wollen damit eine zweite Erde finden.

JÜRGEN BREIER

They say the future is written in the stars. But, this also applies to the past. For thousands of years, celestial bodies could only be viewed with the naked eye, until Galileo Galilei became the first person to use a telescope to make astronomical observations in 1609. Today, his successors are using more and more powerful eyes on the sky to explore the depths of the universe. They hope to solve the riddle of where stars and planets come from and, thus, be able to understand our own cosmic past.

Paradise for stellar researchers

The Gran Telescopio Canarias (GTC) is considered to be the new star among the world's spies on the sky. It is located on top of La Palma's highest peak, the 2,426 meter high Roque de los Muchachos. Thanks to the clear nights, both this Canary Isle and its sister Tenerife are considered to be ideal locations for observing the universe. In fact, some 20 large telescopes are already in operation on these islands. "The viewing quality here is incredible, thanks to the transparent atmosphere above the clouds and the trade winds that result in an even laminar air flow, without turbulences," explains Pedro Alvarez, Director of the GTC.

With a height of 41 meters and a weight of 500 tons, the GTC has a primary mirror with a 10.4 meter diameter and is, thus, the largest optical telescope in the world. Following seven years of construction, it saw its so-called "first light" in July of 2007. The hatch opened for the first time ever and starlight fell

Die Zukunft steht bekanntlich in den Sternen. Die Vergangenheit allerdings auch. Jahrtausendlang konnte man die Himmelskörper nur mit bloßem Auge betrachten, bis 1609 Galileo Galilei als erster ein Fernrohr für astronomische Beobachtungen einsetzte. Seine Nachfolger dringen inzwischen mit immer leistungsfähigeren Himmelsaugen tiefer und tiefer in das Universum vor. Sie wollen das Rätsel lösen, wie Sterne und Planeten entstehen – und damit unsere eigene kosmische Vergangenheit verstehen.

Paradies für Sternenforscher

Der neue Star unter den weltweiten Himmelsspähern ist das Gran Telescopio Canarias (GTC). Es steht auf dem 2.426 Meter hohen Roque de los Muchachos, der höchsten Erhebung auf La Palma. Die kanarische Insel gilt

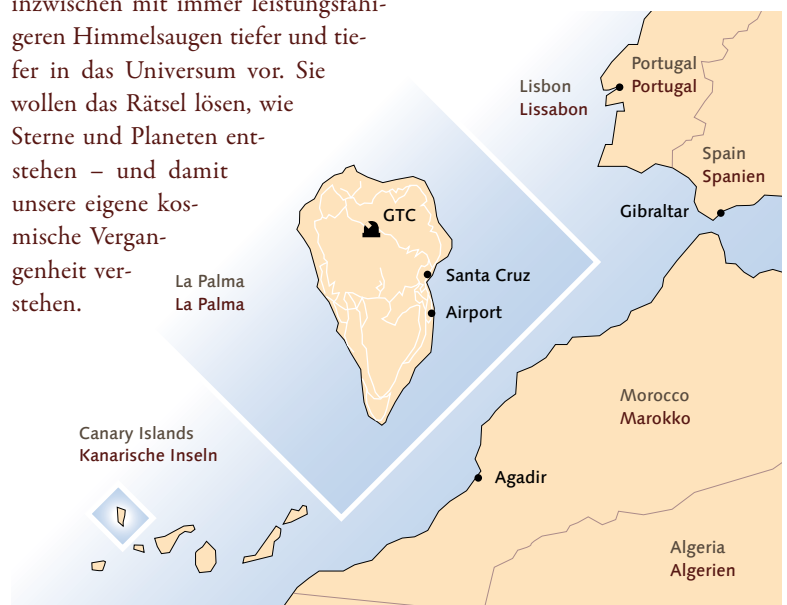


Photo | Foto: Nik Szymank



The clear nights on top of the 2,426 meter high Roque de los Muchachos, the highest peak on La Palma, are ideal for viewing the galaxy with the Gran Telescopio Canarias.

Die klaren Nächte auf dem 2.426 Meter hohen Roque de los Muchachos, der höchsten Erhebung La Palmas, sind ideal für den Blick des Gran Telescopio Canarias ins All.

onto the mirror that had not even been completely mounted at the time. Astronomers from all over the world and guests of honor, headed by the Spanish Crown Prince Felipe, witnessed this exciting moment. The nearly 130 million euro galactic hunting station is operated by the Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). In addition, the large telescope located on La Palma also reinforces the importance of the Canary Islands as an European northern observatory antipole to the European southern observatory. If everything continues to run as planned, researchers will be able to begin their work at the end of 2008.

Primary mirror weighs 18 tons

As a modern large telescope, the Gran Telescopio Canarias is equipped with both active and adaptive optics. With the active optics, the mirror is supported from behind by alignment elements at hundreds of positions. When the mirror is tilted, their lengths are readjusted to ensure that they retain their perfect hyperbolic shape. This allows for even the slightest of geometric irregularities in the entire system to be corrected. After all, perfect alignment is needed to achieve high imaging quality. The technology used in adaptive optics helps ensure that the images produced by the large telescope are not blurred. The air above the telescope never stops moving and the striae this causes result in haziness. The larger the telescope, the more apparent this becomes. The primary mirror of the large telescope on La Palma comprises 36 hexagonal segments. Each of these has a diagonal

wie ihre Schwester Teneriffa wegen der klaren Nächte als idealer Standort, um das Universum zu beobachten. Rund 20 Großteleskope sind auf diesen Inseln schon im Einsatz. „Die Qualität der Beobachtung ist hier phantastisch, dank der transparenten Luft über den Wolken und der Passatwinde, die für eine gleichmäßige und laminare Luftströmung ohne Turbulenzen sorgen“, erklärt Pedro Alvarez, Direktor des GTC.

Das 41 Meter hohe und 500 Tonnen schwere GTC hat einen Hauptspiegel mit 10,4 Metern Durchmesser und ist damit das größte optische Teleskop der Welt. Nach siebenjähriger Bauzeit gab es Mitte Juli 2007 das sogenannte „First Light“. Zum ersten Mal öffnete sich die Luke und Sternenlicht fiel auf den noch nicht komplett montierten Spiegel. Augenzeugen dieses spannenden Moments waren sowohl internationale Astronomen als auch Ehrengäste, an der Spitze der spanische Kronprinz Felipe. Betreiber des fast 130 Millionen Euro teuren Ga-

laxienjägers ist das Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Das Großteleskop auf La Palma soll nicht zuletzt den Standort auf den Kanarischen Inseln als Europäische Nordsternwarte – Gegenpol zur Europäischen Südsternwarte – festigen. Wenn weiterhin alles planmäßig verläuft, können die Forscher ab Ende 2008 ihre Arbeit aufnehmen.

Hauptspiegel wiegt 18 Tonnen

Als modernes Großteleskop ist das Gran Telescopio Canarias sowohl mit einer aktiven als auch einer adaptiven Optik ausgestattet. Bei der aktiven Optik wird der Spiegel an Hunderten von Positionen hinten durch Verstell-elemente gestützt, deren Längen bei einem Kippen der Spiegel nachreguliert werden, so dass diese auf jeden Fall die perfekte hyperbolische Form behalten. So werden kleinste geometrische Unregelmäßigkeiten des Gesamtsystems korrigiert, denn nur eine optimale Ausrichtung sichert eine >



Photo | Foto: Miguel Brigganti, iAC

length of 1.9 meters, is 8.5 centimeters thick and weighs 500 kilograms. Together, they form a surface of 75 square meters and have a weight of around 18 tons.

SCHOTT in Mainz received the order to produce these mirror substrate segments, following initial contacts that took place back in 1994. The substrates are made of the Zerodur® glass ceramic. The coefficient of thermal expansion of this material developed by SCHOTT is practically zero. This means that hardly any change in the dimensions can be observed, even when temperatures shift considerably. Therefore, this material is ideal for use as a substrate for telescopes and satellite optics. The high demands of astronomers, not only with respect to the internal quality of the material, but also the accuracy of the geometry that results from processing, required the use of modern measurement technology. Here, SCHOTT relied on a mobile 3D laser tracker system that precisely measures the segments even down to hundredth of millimeters. "Projected onto a surface the size of Manhattan, the maximum deviation would only be a couple of centimeters," notes Volker Wittmer, the project manager at SCHOTT, in referring to this high precision work. It took about eight months for the glass specialists to produce each substrate. From January 2000 on, up to three segments left the plant each month, safely packaged in special containers, for further polishing by a French company based near

hohe Abbildungsqualität. Die Technik der adaptiven Optik trägt dazu bei, dass die Bilder der Großteleskope nicht verschwimmen. Die Luft über den Himmelsaugen ist ständig in Bewegung, und die dadurch verursachten Schlieren sorgen für eine Unschärfe. Diese macht sich umso stärker bemerkbar, je größer das Fernrohr ist.

Der Hauptspiegel des Großteleskops auf La Palma setzt sich aus 36 leicht nach innen gewölbten sechseckigen Segmenten zusammen. Jedes misst 1,9 Meter in der Diagonalen, ist 8,5 Zentimeter dick und 500 Kilogramm schwer. Zusammen bilden sie eine Fläche von 75 Quadratmeter und wiegen rund 18 Tonnen. Den Auftrag zur Herstellung der Spiegelträger-Segmente hatte SCHOTT in Mainz erhalten. Die ersten Kontakte dazu gab es bereits 1994. Die Rohlinge bestehen aus Zerodur® Glaskeramik. Dieses von SCHOTT entwickelte Ma-

terial hat einen Wärmeausdehnungskoeffizient von praktisch gleich Null. Das heißt, eine Veränderung der Abmessungen ist selbst bei starken Temperaturschwankungen kaum feststellbar und damit ist das Material ideal als Substrat für Teleskop- und Satelliten Spiegel. Die hohen Anforderungen der Astronomen – nicht nur an die innere Qualität des Materials, sondern auch an die Genauigkeit der Geometrie durch die Bearbeitung – erforderten den Einsatz modernster Messtechnik. Dazu setzte der Technologiekonzern ein mobiles 3D-Laser-Tracker-System ein, das die Segmente auf hunderstel Millimeter genau misst. „Hochgerechnet auf eine Fläche, die etwa so groß ist wie Manhattan, betrüge die maximale Abweichung nur wenige Zentimeter“, macht SCHOTT Projektmanager Volker Wittmer die Präzisionsarbeit deutlich. Etwa acht Monate waren die Glasspezialisten

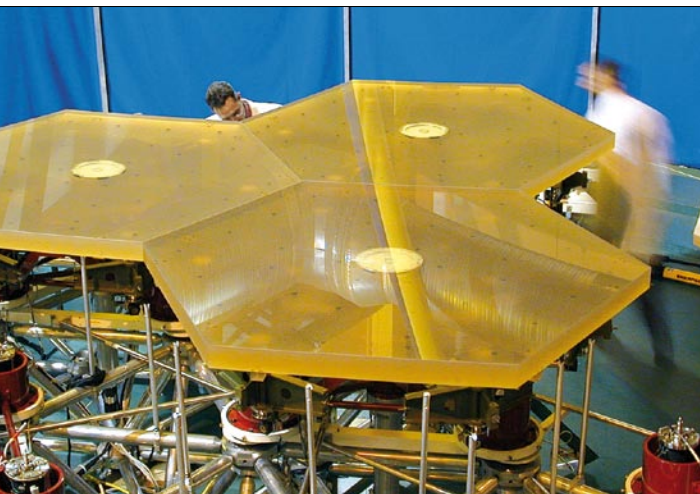
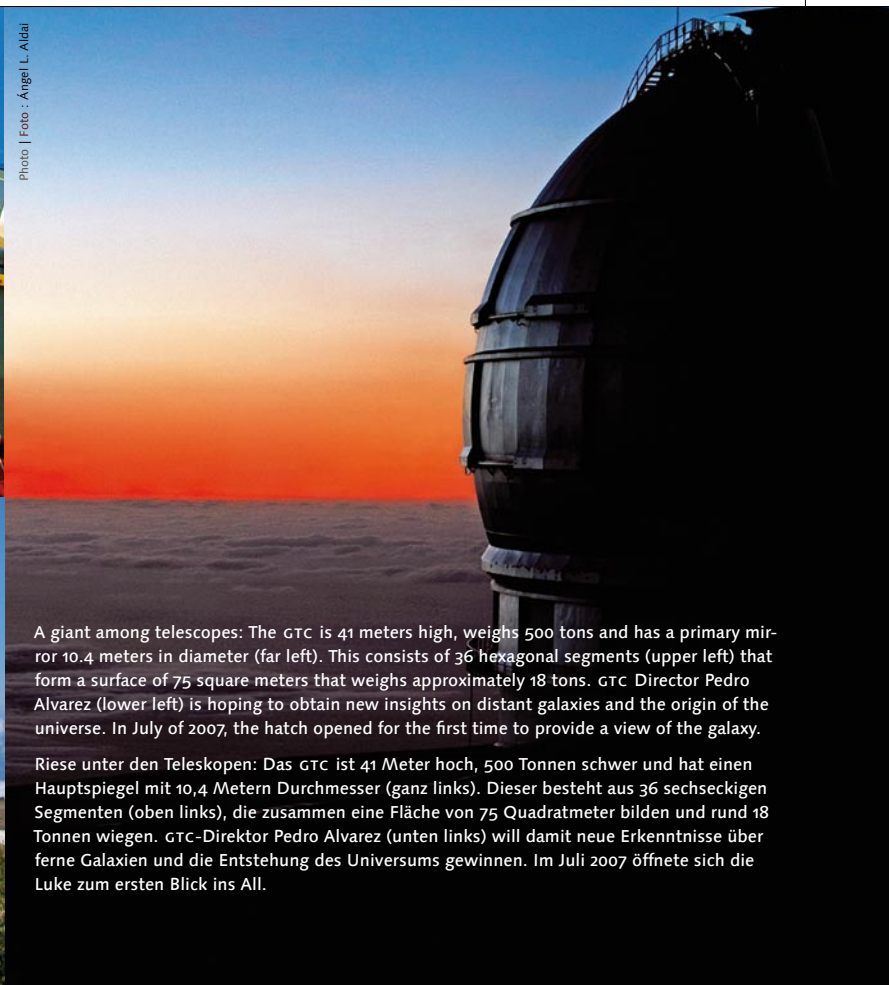


Photo | Foto : Ángel L. Aldai



Photo | Foto : GTC



A giant among telescopes: The GTC is 41 meters high, weighs 500 tons and has a primary mirror 10.4 meters in diameter (far left). This consists of 36 hexagonal segments (upper left) that form a surface of 75 square meters that weighs approximately 18 tons. GTC Director Pedro Alvarez (lower left) is hoping to obtain new insights on distant galaxies and the origin of the universe. In July of 2007, the hatch opened for the first time to provide a view of the galaxy.

Riese unter den Teleskopen: Das GTC ist 41 Meter hoch, 500 Tonnen schwer und hat einen Hauptspiegel mit 10,4 Metern Durchmesser (ganz links). Dieser besteht aus 36 sechseckigen Segmenten (oben links), die zusammen eine Fläche von 75 Quadratmeter bilden und rund 18 Tonnen wiegen. GTC-Direktor Pedro Alvarez (unten links) will damit neue Erkenntnisse über ferne Galaxien und die Entstehung des Universums gewinnen. Im Juli 2007 öffnete sich die Luke zum ersten Blick ins All.

Paris. Afterwards, an extremely thin reflective aluminum coating was vapor-deposited onto the segments. Due to the effects of the climate, this coating has to be replaced at regular intervals. For this reason, the customer ordered six additional modules that ensure quick replacement and, thus, minimize telescope downtime.

The GTC is currently considered to be the best instrument available for researching the sky over the northern hemisphere. Its performance is comparable to the Keck Telescope on Hawaii and the Very Large Telescope operated by the European Southern Observatory on top of the Cerro Paranal in Chile. The new Spanish observatory will not only increase the number of eight to ten-meter telescopes found in the world today, it will also combine a large collector surface with excellent image quality. On the one hand, observations will focus on distant objects. Here, the objective is to obtain new information on where galaxies come from and how they developed, but also to learn more about the origin of the universe. On the other hand, it will be possible to examine faint objects, such as planets near distant suns, more closely.

“It would be fantastic if this telescope could help us to discover a planet that resembles our own,” concludes the Director of the GTC, Pedro Alvarez.

info.optics@us.schott.com

mit der Produktion eines jeden Rohlings beschäftigt. Von Januar 2000 an verließen bis zu drei Segmente pro Monat, sicher verpackt in Spezialbehältern, die Werkshallen, um anschließend bei einem französischen Unternehmen nahe Paris die notwendige Feinpolitur zu erhalten. Danach wurden die Teilstücke mit einer reflektierenden Aluminiumschicht hauchdünn bedampft. Aufgrund klimatischer Einflüsse muss diese Beschichtung in regelmäßigen Zeitabständen erneuert werden. Daher hat der Auftraggeber sechs zusätzliche Module bestellt, die einen raschen Austausch ermöglichen und so Ausfallzeiten des Teleskops minimieren.

Mit dem GTC steht das bisher beste Instrument zur Erforschung des Himmels der Nordhalbkugel zur Verfügung. Die Leistungsfähigkeit ist vergleichbar mit dem Keck-Teleskop auf Hawaii und dem Very Large Tele-

scope der Europäischen Südsternwarte auf dem Cerro Paranal in Chile. Das neue spanische Observatorium erhöht nicht nur die Zahl der Teleskope der Acht- bis Zehn-Meter-Klasse weltweit, es wird auch eine große Kollektoroberfläche mit einer ausgezeichneten Bildqualität vereinen. Die Beobachtungen werden sich zum einen auf weit entfernt liegende Objekte konzentrieren. Hiermit will man neue Erkenntnisse über Herkunft und Entwicklung von Galaxien sowie die Entstehung des Universums gewinnen. Zum anderen wird man Objekte ins Visier nehmen, die sehr lichtschwach sind, wie beispielsweise Planeten bei fernen Sonnen.

„Es wäre wunderbar, wenn dieses Teleskop uns dabei helfen könnte, einen Planeten zu finden, der unserem ähnlich ist“, hofft GTC-Direktor Pedro Alvarez.

info.optics@us.schott.com