

In this H-Alpha image from the Big Bear Solar Observatory of New Jersey Institute of Technology, details of the surface of the sun, such as turbulences, currents and spots, can be seen.

In dieser H-Alpha Aufnahme des Big Bear Solar Observatory des New Jersey Institute of Technology werden Details der Sonnenoberfläche wie Wirbel, Strömungen und Flecken sichtbar.



Photo | Foto : Big Bear Solar Observatory / M. Vincent

The ideal location for the high-tech observatory: Big Bear Lake in the San Bernardino Mountains.

Idyllischer Platz für das High-Tech Observatorium: der Big Bear Lake in den San-Bernardino-Bergen.

# Watchful Eye on the Sun

## Waches Auge auf die Sonne

Researchers at the »Big Bear Solar Observatory« (BBSO) in California are looking to obtain new insights on the activities of our most important heavenly body.

Mit dem »Big Bear Solar Observatory« (BBSO) im US-Bundesstaat Kalifornien wollen Sonnenforscher neue Erkenntnisse über die Aktivitäten unseres Zentralgestirns erhalten.

GERHARD SAMULAT

The sun means light, warmth and life. It dictates our rhythm each day and night, during summer and winter. For as long as mankind can remember, scholars have been following the path of the fireball in the firmament. Using more and more sophisticated instruments, researchers all over the world are trying to unravel the sun's remaining secrets, both with satellites and using telescopes here on earth. Big Bear Solar Observatory (BBSO) not only owns the newest solar observation device, with a 1.7 meter Zerodur® mirror substrate from SCHOTT, this is also the world's largest. The observatory is located on a man-made tongue of land in California that stretches into a lake 2,000 meters high in the San Bernardino Mountains, east of Los Angeles.

From here, astronomers enjoy a view of the seething mass in outer space, located roughly 150 million kilometers away from the earth, with all of its swirls, currents and spots. Some are so large that they would take up our entire planet. And they often cause magnetic storms that can even reach earth. This is when they make the sky glow over the poles. But, severe attacks can also cause damage to satellites, for example,

Die Sonne. Licht. Wärme. Leben. Sie bestimmt unseren Lebensrhythmus. Tag und Nacht. Sommer wie Winter. Seit Menschengedenken verfolgen Gelehrte den Lauf des Feuerballs am Firmament. Mit immer ausgefeilteren Instrumenten versuchen Forscher auf der ganzen Welt nun die letzten Geheimnisse des Glutballs zu enträtseln – mit Satelliten und mit Teleskopen von der Erde aus.

Das Big Bear Solar Observatory (BBSO) verfügt über das neueste, weltweit größte Sonnen-Beobachtungsgerät, dessen Spiegelträger mit einem Durchmesser von 1,7 Metern aus Zerodur® Glaskeramik von SCHOTT gefertigt wurde. Das Observatorium liegt in Kalifornien, auf ei-

ner künstlichen Landzunge, die in einen gut 2000 Meter hoch gelegenen See in den San-Bernardino-Bergen östlich von Los Angeles hineinreicht.

Von hier aus werfen die Astronomen einen Blick auf die rund 150 Millionen Kilometer von der Erde entfernt liegende brodelnde Masse im All, auf ihre Oberfläche mit den Wirbeln, Strömungen und Flecken. Manche sind so groß, dass die Erde darin Platz fände. Von ihnen gehen oft Magnetstürme aus, deren Auswirkungen sogar die Erde treffen können. Hier bringen sie dann den Himmel über den Polen zum Leuchten. Heftige Attacken können aber auch Schäden anrichten, an Satelliten beispielsweise. Oder sie können >



Photo | Foto : Big Bear Solar Observatory/M. Vincent

interrupt communication links or take down power lines. To avoid being surprised by unforeseen occurrences like these, astronomers at the BBSO are now keeping a close eye on the sun with their reflector telescope. Technologically speaking, this is a difficult task. Whereas observing the sky at night usually means having to capture every slight beam of light, solar telescopes block out most of the light or focus mainly on select wavelengths within the visible to infrared spectral range, which reduces the heat load on the downstream instrumentation. However, the primary mirror must take the brunt of the sunlight. There is a heat stop at the focus of the primary mirror, which passes light from a small part of the sun and rejects the rest. This makes the heat load tolerable on the next few small mirrors. The rejected heat at the focal point of the primary mirror can get even hotter than an electric iron. This is why powerful ventilators constantly cool off the instruments inside the observatory. Despite the enormous thermal stress, the primary mirror is not permitted to move even a thousandth of a millimeter on its own. Any unevenness would detract from the clarity of the images. This is why the operators decided to rely on Zerodur® glass ceramic from SCHOTT. Its coefficient of thermal expansion is nearly zero, even at strong variations in temperature. The observatory is able to recognize structures on the glistening surface of the sun that are only 50 kilometers in size. This is like trying to judge a

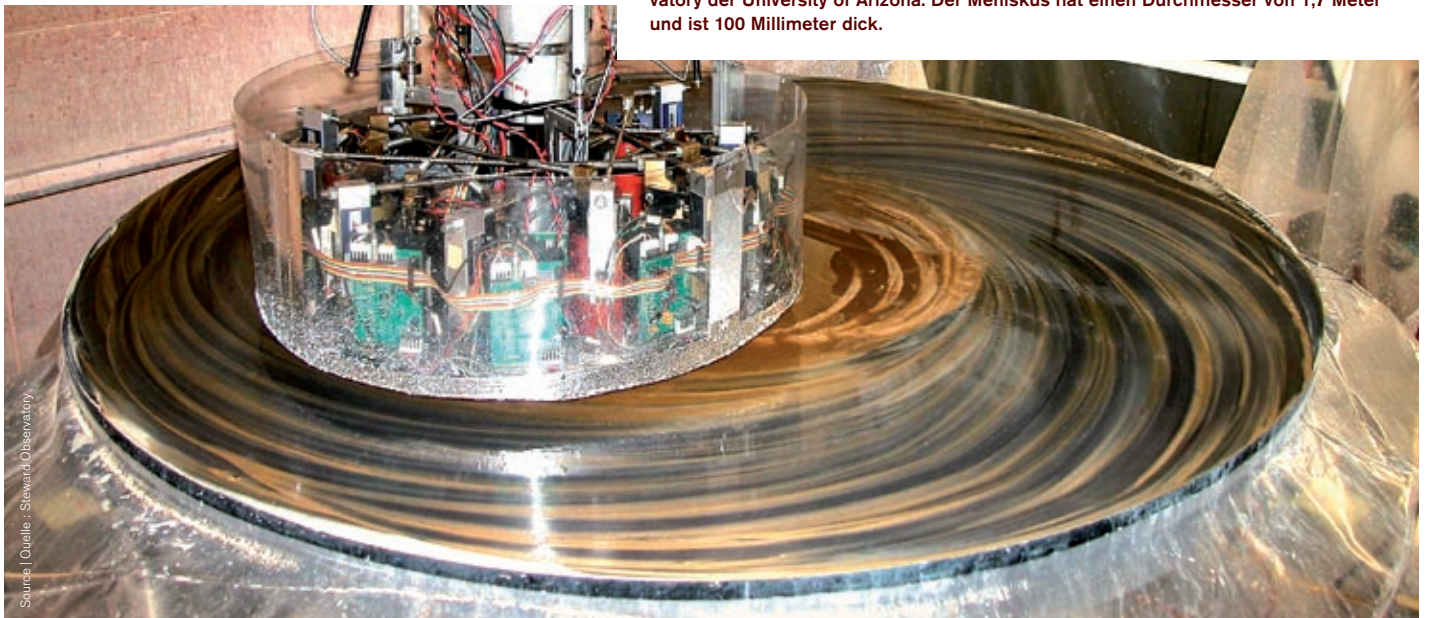
Nachrichtenverbindungen unterbrechen und Stromnetze lahm legen. Um sich von derartigen Zwischenfällen nicht überraschen zu lassen, halten die Astronomen vom BBSO mit ihrem neuen Spiegelteleskop nun stets ein waches Auge auf die Sonne. Das ist eine technisch hoch anspruchsvolle Aufgabe. Während es bei der Beobachtung des Nachthimmels oft darum geht, jeden kleinsten Lichtstrahl einzufangen, filtern Sonnentelkope das meiste Licht weg, um die nachfolgenden Messinstrumente vor Überhitzung zu schützen. Zwar trifft zunächst der grelle Glanz der Sonne ungeschützt den Primärspiegel. Doch befindet sich in dessen Brennpunkt eine Art Hitzeschild, der nur kleine Teile des Spiegelbilds der Sonne im sichtbaren oder infraroten

Spektralbereich durchlässt. Die gebündelten Strahlen würden das Teleskop sonst zu stark aufheizen. Schließlich erlangt das reflektierte Licht im Brennpunkt der Primäroptik die Temperatur eines Bügeleisens. Leistungsstarke Ventilatoren kühlen daher kontinuierlich die Instrumente.

Trotz dieser enormen thermischen Belastung, darf sich der Primärspiegel nicht einmal einen tausendstel Millimeter unkontrolliert verbiegen. Jede Unebenheit würde die Bilder unscharf machen. Deswegen setzen die Betreiber auf Zerodur® Glaskeramik von SCHOTT, deren Ausdehnung selbst bei starken Temperaturschwankungen nahezu Null beträgt. Das Observatorium kann Objekte auf der gleißenden Oberflä-

The primary mirror for the new solar telescope was polished at the University of Arizona's Steward Observatory. The meniscus has a diameter of 1.7 meters and is 100 millimeters thick.

Die Politur des Primärspiegels für das neue Solarteleskop erfolgte im Steward Observatory der University of Arizona. Der Meniskus hat einen Durchmesser von 1,7 Meter und ist 100 Millimeter dick.



Source | Quelle : Steward Observatory



cherry pit at a distance of thirty kilometers. The astronomers are now hoping to be able to use their new instrument to arrive at a better type of weather forecast for the solar system, in order to make sure that solar storms no longer cause any more damage here on earth. < |  
**david.fritz@us.schott.com**

che des Zentralgestirns erkennen, die gerade einmal 50 Kilometer groß sind. Das wäre so, als wollte man einen Kirschkern auf dreißig Kilometer Entfernung begutachten. Die Astronomen hoffen jetzt, mit dem

neuen Instrument eine bessere Wettervorhersage fürs All machen zu können, auch damit Sonnenstürme künftig keine Schäden mehr auf der Erde anrichten können. < |  
**david.fritz@us.schott.com**

## THE SOURCE OF ALL LIFE

The sun is our nearest star. Its distance to earth is some 150 million kilometers. Although it is considered the source of all terrestrial life, our sun is just average in size compared with the billions of other stars in the universe. Stars like the sun are giant balls of gas in a hydrostatic equilibrium, which means that their inward-directed gravitational forces are balanced by the outward-directed gas and radiation pressure. The temperature and pressure are so high at the center that nuclear fusion occurs, in which hydrogen atoms are fused to helium. The energy released in the process is transported to the sun's surface and radiated into space. Sunspots can hinder this energy transmission because of their strong magnetic fields. This is why they are cooler and darker than their surroundings. The frequency of sunspots and thus also the sun's activity fluctuate over about an 11-year cycle.

### FACTS ON THE SUN

Age: 4.6 billion years ▪ Diameter: 1,392,000 km ▪ Mass:  $2 \times 10^{30}$  kg

**Temperature** at the surface: 5,750 K ▪ in sunspots: 4,000 K ▪ at the center: 15 million K

**Chemical composition** of the surface: 73 % hydrogen, 25 % helium, 2 % other elements ▪ at the center: 35 % hydrogen, 63 % helium, 2 % other elements

**Time until the hydrogen steps burning at the core:** approximately 4.5 - 5 billion years

## DIE QUELLE ALLEN LEBENS

Die Sonne ist unser nächster Stern. Ihre Entfernung zur Erde beträgt rund 150 Millionen Kilometer. Obwohl sie als Quelle allen Lebens gilt, ist sie nur ein durchschnittlich großer Stern unter Milliarden anderer Sterne. Die Sonne ist eine Gaskugel im hydrostatischen Gleichgewicht, das heißt ihre Gravitation und der nach innen zunehmende Druck halten sich die Waage. Im Zentrum sind Temperatur und Dichte so hoch, dass es zur Kernfusion kommt. Bei diesem Prozess werden Wasserstoffatome zu Helium verschmolzen. Die dabei frei werdende Energie dringt langsam an die Sonnenoberfläche und wird von dort in den Weltraum abgestrahlt. Stellenweise behindern Sonnenflecken diesen Energietransport aufgrund ihres starken Magnetfelds. Deshalb sind sie kühler und dunkler als ihre Umgebung. Die Häufigkeit der Sonnenflecken und damit auch die Sonnenaktivität schwanken in einem etwa 11-jährigen Zyklus.

### DIE SONNE IN ZAHLEN

Alter: 4,6 Mrd. Jahre ▪ Durchmesser: 1.392.000 km ▪ Masse:  $2 \times 10^{30}$  kg

**Temperatur** an der Oberfläche: 5.750 K ▪ in Sonnenflecken: 4.000 K ▪ im Zentrum: 15 Mio K

**Chemische Zusammensetzung** an der Oberfläche: 73 % Wasserstoff, 25 % Helium, 2 % andere Elemente ▪ im Zentrum: 35 % Wasserstoff, 63 % Helium, 2 % andere Elemente

**Zeit bis zum Ende des Wasserstoffbrennens im Zentrum:** etwa 4,5 - 5 Mrd. Jahre

