

Bright Spots with LAMOST

Lichtblicke mit LAMOST

The world's largest Schmidt Telescope is based in China and sets new standards for spectroscopic scanning operations on the sky – thanks to a primary mirror made of Zerodur® segments.

Das größte Schmidt-Teleskop der Welt steht in China und ermöglicht spektroskopische Himmelsdurchmusterungen neuen Stils – mit einem Hauptspiegel aus Zerodur® Segmenten.

Photos | Fotos : LAMOST



An impressive view: The Chinese Xinglong Observatory is located about two hours by car to the northeast of Beijing, near the city of Nanshuangdong.

Imposanter Anblick: Die chinesische Sternwarte Xinglong befindet sich etwa zwei Autostunden nordöstlich von Beijing nahe der Stadt Nanshuangdong.

DR. JAKOB STAUDE

In October of 2008, the Chinese Academy of Sciences put a highly efficient instrument into operation at the Xinglong Observatory northeast of Beijing: the Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope or LAMOST for short. As a Schmidt Telescope, it is not used for visual imaging, but for spectroscopic scanning of the sky at night. Questions on observational cosmology, the galactic structure and stellar astrophysics are now to be explored based on the light spectra that are captured. With the development of this device, new ground was broken that has resulted in a unique combination of light sensitivity, field size and optical quality. The design is extremely unusual: the corrective optics (= corrector) that corrects the spherical aberration (= image distortion) of the primary mirror, is not a lens, as in conventional Schmidt Telescopes, but rather a movable mirror. This tracks the apparent

Am Xinglong-Observatorium nordöstlich von Beijing hat die Chinesische Akademie der Wissenschaften im Oktober 2008 ein hoch effizientes Instrument in Betrieb genommen: das Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope, kurz LAMOST. Als Schmidt-Teleskop dient es nicht der visuellen Beobachtung, sondern der spektroskopischen Durchmusterung des Nachthimmels. Mit den aufgenommenen Lichtspektren sollen Fragen der beobachtenden Kosmologie, der galaktischen Struktur und der stellaren Astrophysik unter-

sucht werden. Mit der Entwicklung dieses Geräts wurden neue Wege beschritten, die zu einer einzigartigen Kombination aus Lichtstärke, Feldgröße und optischer Qualität führten. Der Aufbau ist gänzlich ungewöhnlich: Die Korrekturoptik (= Korrektor), welche die sphärische Aberration (= Abbildungsfehler) des Hauptspiegels korrigiert, ist keine Linse wie bei herkömmlichen Schmidt-Teleskopen, sondern ein beweglicher Spiegel. Dieser wird der scheinbaren Bewegung des beobachteten Himmelsareals nachgeführt. Möglich sind dabei

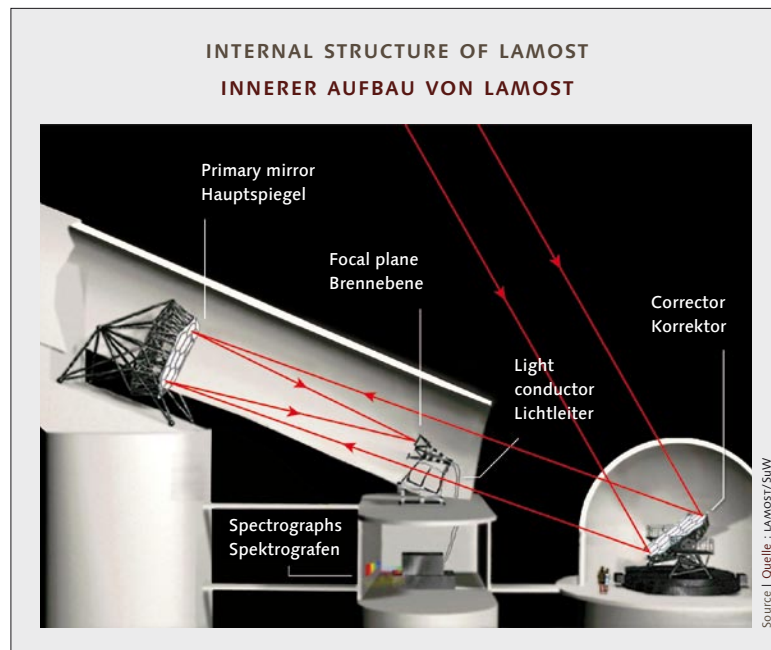
movement of the area of the sky that is observed. Here, exposure times of up to one and a half hours are possible. The corrector directs the light that has been collected inside a huge field of view (five degrees) onto a fixed primary mirror with a usable aperture of four meters. From here, the light is reflected to a focal plane 20 meters away, where it is bundled, fed into 4,000 glass fibers and simultaneously guided to 16 spectrographs. These are capable of measuring light wavelengths in the region of 370 to 900 nanometers – slightly more than the visible light spectrum – and offer spectral resolution of 0.25 to one nanometer. This results in a level of efficiency for spectroscopic scanning operations that has never been achieved in the past.

The corrector consists of 24 hexagonal 1.1 meter mirror segments, whose shape constantly changes as they trace in order to compensate for deviations from the required shape. Active optics are just as involved in this as they are in the focusing of the 37 hexagonal, spherical shaped segments of the 6.7 by 6.0 meter primary mirror onto the focal plane. The positions of the glass fibers inside the focal plane are also adjusted using active optics. This complex optical system is essentially what is new about LAMOST. The Zerodur® material used for the primary mirror segments, on the other hand, is truly a classic. SCHOTT developed this glass ceramic with thermal expansion of nearly zero more than 40 years ago and already used it to build the telescopes at the Calar Alto Observatory back in the 1970s. Since then, the manufacturing process has constantly been improved. The excellent material properties of Zerodur® continue to set the standard for mirror substrates in astronomical telescopes.

One thing is for sure: LAMOST will extend and strengthen the success story of major scanning operations on the sky, such as the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). The many millions of optical spectra that will be acquired with LAMOST will create a new foundation for observational cosmology, researching the origin and development of galaxies, and the structure of the Milky Way system, but also for stellar astrophysics. <|
thorsten.doehring@schott.com

Belichtungszeiten von bis zu eineinhalb Stunden. Der Korrektor wirft das in einem gewaltigen Gesichtsfeld (fünf Grad) gesammelte Licht zu einem raumfesten Hauptspiegel mit einer effektiven Öffnung von vier Metern. Von dort gelangt das Licht auf eine 20 Meter entfernte Brennebene, wo es gebündelt, in 4.000 Glasfasern

Brennebene werden über eine aktive Optik geregelt. Dieses komplexe optische System ist das wesentliche Neue an LAMOST. Klassisch daran ist allein das Zerodur® Material der primären Spiegelsegmente: Die Glaskeramik mit einer thermischen Ausdehnung von nahezu Null wurde von SCHOTT vor mehr als 40 Jahren entwickelt und



eingespeist und simultan in 16 Spektrografen geleitet wird. Diese messen Lichtwellenlängen im Bereich von 370 bis 900 Nanometer – etwas mehr als das Spektrum des sichtbaren Lichts – und bieten eine spektrale Auflösung von 0,25 bis einem Nanometer. Damit wird eine noch nie da gewesene Effizienz für spektroskopische Durchmusterungen erreicht.

Der Korrektor besteht aus 24 sechseckigen, 1,1 Meter großen Spiegelsegmenten, deren Form während der Nachführung ständig verändert wird, um Abweichungen von der Sollform auszugleichen. Daran ist ebenso eine aktive Optik beteiligt wie bei der Fokussierung der 37 sechseckigen, sphärisch geformten Segmente des 6,7 mal 6,0 Meter großen Hauptspiegels auf die Brennebene. Auch die Positionen der Glasfasern in der

bereits in den 1970er Jahren für den Bau der Teleskope des Calar Alto Observatoriums eingesetzt. Seither wurde der Herstellprozess stetig verbessert. Die hervorragenden Materialeigenschaften von Zerodur® setzen weiterhin den Standard für Spiegelsubstrate in astronomischen Teleskopen.

Eines scheint sicher: LAMOST wird die Erfolgsgeschichte der großen Himmeldurchmusterungen wie etwa des Sloan Digital Sky Survey (SDSS) erweitern und vertiefen. Die mit LAMOST aufgenommenen, vielen Millionen optischer Spektren werden für die beobachtende Kosmologie, für die Erforschung der Entstehung und Entwicklung von Galaxien und der Struktur des Milchstraßensystems sowie für die stellare Astrophysik eine neue Grundlage schaffen. <|
thorsten.doehring@schott.com



The primary mirror of the telescope consists of 37 hexagonal 1.1 meter Zerodur® mirror segments.

Der Primärspiegel des Teleskops besteht aus 37 sechseckigen, 1,1 Meter großen Zerodur® Spiegelsegmenten.