

Inhalt

- 2 Teleskopspiegelträger**
Tiefer Blick ins All
- 5 High-Tech-Werkstoffe**
für Superlative
- 6 Teleskop-Projekte**
Immer größer und leistungsfähiger
- 8 Bioaktives Glaspuder**
Sanft zur Haut – hart zu Bakterien
- 11 Pharmapackmittel**
Besser, schneller, sicherer
- 14 Hausgeräteindustrie**
Starkes Standbein
- 17 Beamer**
Vorhang auf – das Heimkino kommt
- 20 Endoskope**
Arbeiten durchs Schlüsselloch
- 23 Lichfield Studio Glass**
Jedes Stück ein Unikat
- 24 Barrierebeschichtung**
Mehr Pepp für PET
- 26 Farbeffektglas**
Transparenz als Vision
- 28 Lichtleiter**
Beton wird lichtdurchlässig
- 30 Prisma**
Vorschau
Impressum

Titelbild: „Vitryxx“, das bioaktive Glaspuder von SCHOTT, ist ein neuer wichtiger Grundstoff für kosmetische Produkte. Die gläsernen Minikörner haben eine entzündungshemmende und antimikrobielle Wirkung und sollen zunächst in Farbkosmetika und Deodorants angewendet werden. Auch Lidschatten auf Glaspuder-Basis ist bereits versuchsweise hergestellt worden (siehe Beitrag S. 8)

Foto: Thomas Bauer
The Image Bank (Hintergrund)

Hans Morian
Mainz



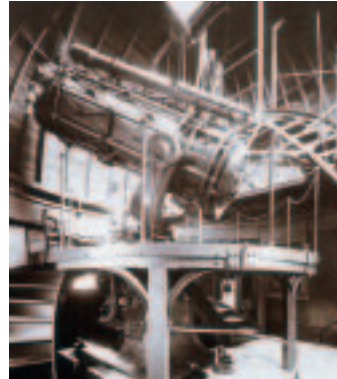
► Gegen Ende des 19. Jahrhunderts gab es einen regelrechten Wettstreit, ob Linsenfernrohre oder Spiegelteleskope die besseren Bilder aus dem All liefern können. Bei beiden Geräteklassen versuchte man, die Objektivdurchmesser immer größer und die Brennweiten immer länger zu konstruieren. Um 1900 herum setzte sich dann aber die Spiegelbauweise durch: Erstens sind damit größere Öffnungsverhältnisse bei relativ kurzer Bauart möglich. Zweitens treten bei Spiegeln im Gegensatz zu Linsen keine Farbfehler auf. Und drittens kann man Spiegel viel einfacher befestigen, nämlich auf ihrer gesamten Rückseite. Dadurch kann vor allem bei großen und schweren Teilen ein Durchbiegen verhindert werden, was bei Linsen – die ja nur am Rand gefasst werden können – nicht möglich ist.

Erstes Spiegelteleskop

Die Landessternwarte der Universität Heidelberg plante bereits um 1900 ein erstes Spiegelteleskop. SCHOTT erhielt den Auftrag für einen Spiegelträger mit 720 Millimeter Durchmesser und lieferte diesen 1903 an Carl Zeiss zur Endbearbeitung. Das fertige Teleskop wurde 1906 auf dem Heidelberger Königsstuhl in Betrieb genommen. Es erhielt den Namen Waltz-Reflektor, da

Tiefer Blick ins All

1903 lieferte SCHOTT den ersten Teleskopspiegelträger mit größeren Abmessungen aus. Seitdem tragen Astrospiegel von SCHOTT entscheidend zur Erforschung des Universums bei. Grund genug, hier einmal die „Highlights“ der letzten 100 Jahre vorzustellen.



1906 ging auf dem Königsstuhl das erste Spiegelteleskop der Heidelberger Universität in Betrieb. Der Spiegelträger von SCHOTT maß 720 Millimeter.

es mit einer großzügigen Spende aus der privaten Stiftung von Frau Käthe Waltz, einer Verwandten des Astronomen Max Wolf, finanziert wurde. Ihm und seinen Mitarbeitern gelangen damit viele epochale Entdeckungen, beispielsweise die Wiederentdeckung des Halleyschen Kometen 1909 und die Entdeckung zahlreicher veränderlicher Sterne. Durch den Einbau eines Spektrografen und moderner CCD-Detektoren konnte der Waltz-Reflektor noch bis vor kurzem für astronomische Beobachtungen eingesetzt werden.

1-Meter-Spiegelteleskope



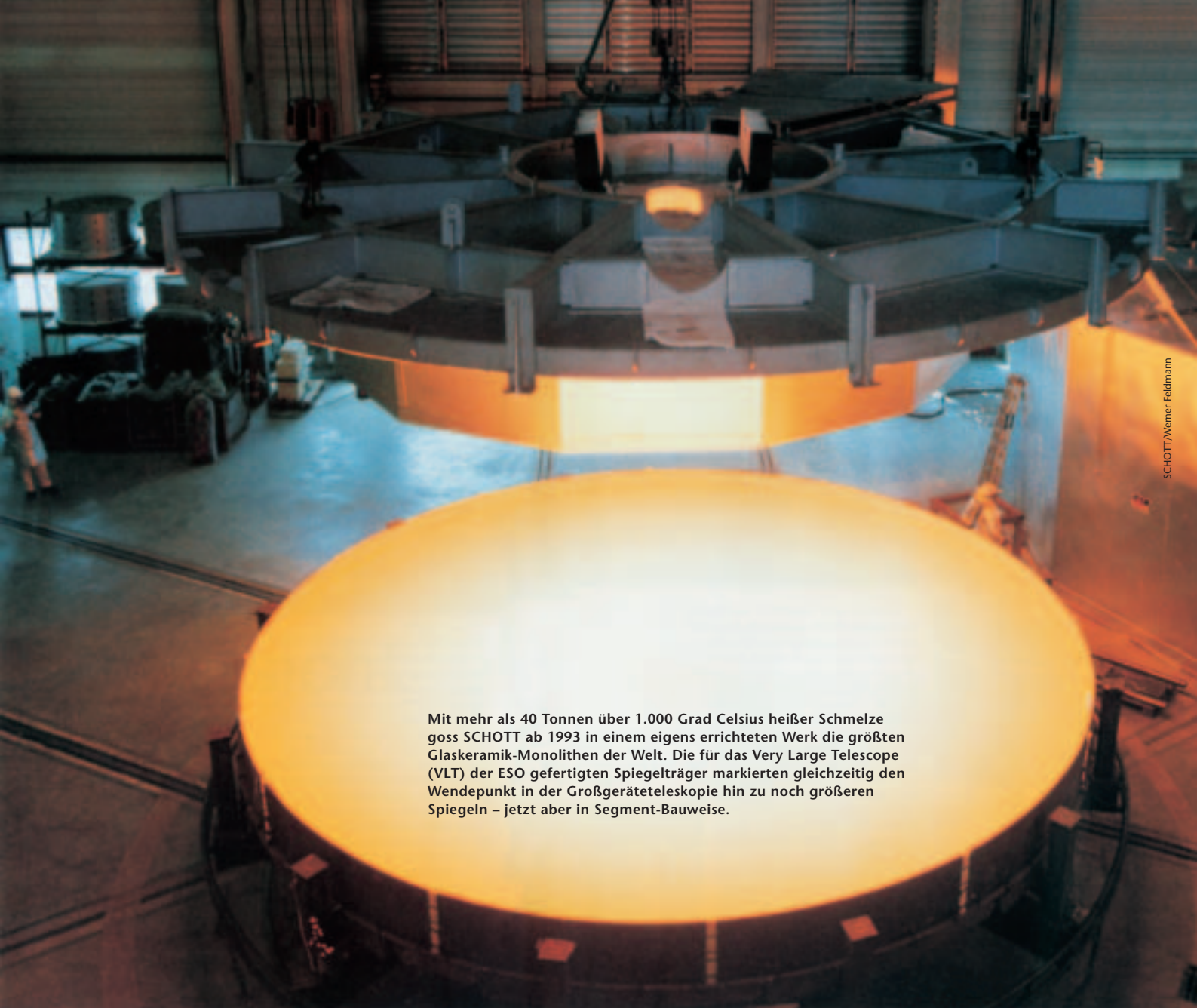
1907 lieferte SCHOTT einen Spiegelträger mit 1.020 Millimeter Durchmesser an die Hamburger Sternwarte Bergedorf.

Etwa 1907 stellte SCHOTT einen Spiegelträger mit 1.020 Millimeter Durchmesser für die Hamburger Sternwarte Bergedorf her, vermutlich aus einem Kronglas. Mit diesem Teleskop wurden zahlreiche fotografische Platten belichtet, die

hauptsächlich zur Suche und Positionsbestimmung von Kometen und Planetoiden dienten. Der berühmte Astronom Walter Baade setzte es später auch zu Beobachtungen von Gasnebeln und Galaxien ein. 1920 wurde mit dem Bau eines großen Spiegelteleskops in Berlin-Babelsberg begonnen, dessen Spiegelträger von SCHOTT einen Durchmesser von 1.250 Millimeter hatte. Nach seiner Fertigstellung 1924 war es der



1900. „Die Himmelskanone“ der Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow, mit 21 Meter das längste Linsenfernrohr der Erde.



SCHOTT/Werner Feldmann

Mit mehr als 40 Tonnen über 1.000 Grad Celsius heißer Schmelze goss SCHOTT ab 1993 in einem eigens errichteten Werk die größten Glaskeramik-Monolithen der Welt. Die für das Very Large Telescope (VLT) der ESO gefertigten Spiegelträger markierten gleichzeitig den Wendepunkt in der Großgeräteelektrotechnik hin zu noch größeren Spiegeln – jetzt aber in Segment-Bauweise.

zweitgrößte Reflektor der Welt (nach Mount Wilson, USA mit 1.520 Millimeter) und die Babelsberger Sternwarte das bestausgerüstete Observatorium Europas.

Der Ausbruch des zweiten Weltkrieges setzte dann der astronomischen Forschung vorerst ein Ende. 1946 wurde das Babelsberger Teleskop von der Sowjetunion abgebaut und als Reparationsleistung zur Krim transportiert. Dort ist es auch heute noch in Betrieb.

2-Meter-Spiegelteleskope

In Deutschland stagnierte die Entwicklung astronomischer Großgeräte bis 1948. Dann stellte der Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, Prof. Dr. Hans Kienle, bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften den Antrag für ein 2-Meter-

Teleskop: „Ein 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop wird von den deutschen Astronomen dringend gefordert, um mit einem solchen leistungsfähigen Instrument an der Front der astronomischen Forschung wieder mitarbeiten zu können ... der Bau dieses Teleskops soll zugleich wirkungsvoll Zeugnis ablegen von der Leistungsfähigkeit der Jenaer Werke von Carl Zeiss und SCHOTT.“

Nach der Auftragserteilung im Juni 1949 stellte SCHOTT einen Spiegelrohling mit einem Durchmesser von 2,15 Meter und einem Gewicht von über 3.000 Kilogramm aus ZK 7-Glas her. Diese Glassorte zeichnet sich durch eine im Vergleich zu den bisher verwendeten Kröngläsern um eine etwa halb so große Wärmeausdehnung aus und ist deshalb viel besser als Material für Astro-



SCHOTT

Drei Tonnen wog der erste Nachkriegs-Spiegelträger, den SCHOTT im Jahre 1949 aus dem optischen Glas ZK 7 herstellte.

spiegel geeignet. 1960 wurde das 2-Meter-Spiegelteleskop bei der Thüringer Landessternwarte in Tautenburg bei Jena in Betrieb genommen.

Spiegelträger aus „Duran“ Borosilicatglas

Ab 1962 begann weltweit die Zeit der Umstellung auf Astrospiegel aus Materialien mit noch niedrigerer Wärmeausdehnung als bei ZK 7, zum Beispiel Quarzglas und Glaskeramik. SCHOTT Glas in Mainz gelang es, Spiegelträger mit Durchmessern von 1 bis 2 Meter aus „Duran“ Borosilicatglas in einem kontinuierlichen Wannprozess zu gießen. Das größte ägyptische Teleskop in Helwan wurde beispielsweise mit einem entsprechenden 1,95-Meter-Spiegel ausgestattet. Auch die Europäische Südsternwarte ESO betreibt heute noch in Chile einen Reflektor mit einem „Duran“ Spiegel. Er hat einen Durchmesser von 1,6 Meter und liefert nach wie vor hervorragende Aufnahmen.

Die größte „Duran“ Scheibe mit 2,7 Meter Durchmesser wurde 1963 gegossen. Die Gießzeit betrug einige Stunden und die sechsmonatige Abkühlung fand in einem extra für diesen Zweck gebauten Kühllofen statt.

Spiegelträger aus „Zerodur“ Glaskeramik

Ein herausragender Meilenstein in der Produktgeschichte von SCHOTT Glas war die Entwicklung von „Zerodur“ Glaskeramik. Deren wichtigste Eigenschaft ist die „Nullausdehnung“, die für Großteleskope von ausschlaggebender Bedeutung für eine verzerrungsfreie Abbildung ist. Als das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg SCHOTT den Auftrag zur Herstellung von 2,3 und 3,6 Meter großen Spiegelträgern für die deutsch-spanische Sternwarte Calar Alto in Südspanien erteilte, begann das erste große „Zerodur“ Projekt für die Astronomie.

Bis etwa 1980 wurden mehrere „Zerodur“ Reflektoren in der herkömmlichen, stabilen und massiven Form gebaut. Bei diesen Spie-



SCHOTT / Heinz Göbert

Qualitätskontrolle einer „Zerodur“ Scheibe. Mit der Einführung von „Zerodur“ Glaskeramik setzte das Mainzer Unternehmen ab 1970 einen neuen Weltmaßstab für astronomische Spiegelträger: Das Material zeichnet sich durch eine thermische Nullausdehnung aus.

geln betrug das Verhältnis von Durchmesser zu Dicke meist 6:1.

Dünne Spiegel für Teleskope mit aktiver Optik

Eine völlig neue Art von Teleskopspiegeln wurde durch die Einführung der aktiven Optik in den 1980er Jahren möglich. Hierfür werden die Spiegel so dünn gebaut, dass sie sich mit Hilfe elektronisch ansteuerbarer Verstellmechanismen gezielt verformen lassen; Abweichungen von der Idealform werden so ständig korrigiert. Dieses Konzept führte zu einer deutlichen Kostenreduktion, da für die Herstellung viel weniger Material und Zeit benötigt werden. Außerdem müssen bei der Teleskopjustierung viel geringere Massen bewegt werden.

Der Prototyp dieser neuen Teleskopgeneration war das NTT (New Technology Telescope) der ESO (European Southern Observatory). Bei seinem meniskusförmigen Hauptspiegel betrug das Verhältnis von Durchmesser zu Dicke 15:1 (Durchmesser 3,6 Meter, Dicke 0,24 Meter). Er wurde 1986 ausgeliefert.

Astrospiegel für Teleskope der 8- bis 10-Meter-Klasse

Mit dieser Revolution im Großteleskopbau war der Weg für noch größere Teleskope mit Spiegeln von 8 bis 10 Meter Durchmesser vorgezeichnet. Für den Bau des VLT (Very Large Telescope) erteilte die ESO 1988 SCHOTT den Auftrag für vier „Zerodur“ Spiegelträger mit 8,2 Meter Durchmesser. SCHOTT entwickelte dafür extra ein neuartiges Schleudergussverfahren, bei dem die

Gussform einen gekrümmten Boden hat und während des Gusses rotiert. Der erste 8,2-Meter-Spiegelträger konnte bereits 1993 ausgeliefert werden, die drei weiteren folgten dann jeweils im Abstand von einem Jahr. Mittlerweile liefern alle vier Großteleskope eine Fülle von Beobachtungsdaten.

Für Astrospiegel mit noch größeren Abmessungen – etwa für die Teleskope KECK I und KECK II auf Hawaii mit 10 Meter Durchmesser oder für das auf La Palma im Bau befindliche 10,4-Meter-Teleskop Grantecan – beschritt man wiederum einen neuen Weg: Diese Spiegel werden nicht mehr aus einem Stück gefertigt, sondern aus vielen sechseckigen Segmenten zusammengesetzt. Besonders hohe Anforderungen werden dabei an die optische Endbearbeitung und die Montage gestellt; alle Segmente müssen ständig so justiert werden, dass sie zusammen eine optimale Bildqualität erzeugen.

Das 100-jährige Jubiläum

SCHOTT hat im April 2003 einen 4,1-Meter-Spiegelträger aus „Zerodur“ Glaskeramik für das weltweit größte Weitwinkel-Teleskop namens VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) ausgeliefert. Es wurde von einem Konsortium aus 18 britischen Universitäten in Auftrag gegeben und ist Teil der „Eintrittskarte“ Großbritanniens zur Europäischen Südsternwarte ESO. VISTAs Aufgabe wird es sein, mit seinem großen Blickfeld den Himmel nach interessanten Objekten abzusuchen, die dann mit dem VLT (Very Large Telescope) genauer untersucht werden sollen, und der astronomischen Wissenschaft die VISTA-Ergebnisse direkt zur Verfügung zu stellen. ◀

Die vier Teleskope des VLT auf dem Cerro Paranal in Chile sind mit jeweils 8,2 Meter „Zerodur“ Spiegelträgern ausgerüstet. Der nutzbare Spiegeldurchmesser aller Teleskope beträgt 16 Meter.



ESO (European Southern Observatory)

High-Tech-Werkstoff für Superlative

„Zerodur“ Glaskeramik ist seit mehr als 30 Jahren Standardmaterial der Astronomen auf der Erde und im All. Spektakuläre Projekte mit Spiegelträgern aus diesem Werkstoff im Überblick:

- 1970 – 1975** Spiegelträger mit 1,3 Meter, 2,3 Meter und 3,6 Meter Durchmesser für drei Teleskope des MPIA (Max-Planck-Instituts für Astronomie) auf dem Calar Alto, Südspanien.
- 1975** 2,5-Meter-Spiegelträger für das größte Teleskop in Indien.
- 1984** Acht „Zerodur“ Zylinder für das deutsche Röntgenteleskop ROSAT (ROentgen SATellit); 1990 bis 1999 im Weltall im Einsatz.
- 1986** Extrem dünner 3,6-Meter-Spiegelträger für das New Technology Telescope (NTT) der ESO, das erste Teleskop mit aktiver Optik.
- 1990** 24 zylindrische Spiegelträger für das Röntgenteleskop „Chandra“; das 1999 mit einem Space Shuttle ins All befördert wurde.
- 1990** 3,6-Meter-Spiegelträger für das Galileo-Teleskop TNG, La Palma.
- 1986 – 1990** 42 sechseckige „Zerodur“ Segmente mit 1,8 Meter Durchmesser für KECK I, ein 10-Meter-Teleskop auf dem Mauna Kea, Hawaii.
- 1991 – 1993** 42 „Zerodur“ Segmente für KECK II.
- 1993 – 1996** Vier 8,2-Meter-Spiegelträger für das VLT (Very Large Telescope) der ESO – die weltweit größten Glaskeramikstücke aus einem Guss.
- 1993 – 1996** 100 Hexagone (1 Meter Durchmesser) für das amerikanisch-deutsche 9-Meter-HET (Hobby-Eberly-Teleskop).
- 1997** Gewichtserleichterter 2,7-Meter-Spiegelträger für SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy), ein Infrarot-Teleskop an Bord eines Jumbo-Jets.
- 1999 – 2002** 42 Spiegelträgersegmente für GRANTECAN (Gran Telescopia Canaria), ein spanisches 10,4-Meter-Teleskop auf La Palma.
- Seit 2001** 40 „Zerodur“ Hexagone mit einem Meter Durchmesser für das chinesische Teleskop LAMOST (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope).
- 1997/2002** Zwei gewichtsreduzierte Sekundärspiegelträger mit 1,7 Meter Durchmesser für das amerikanische 6,5-Meter-„Magellan“-Teleskop.
- 2002** Musterfertigung von „Zerodur“ Präzisions-Abformkörpern zur Herstellung von Spiegelsegmenten für das geplante Röntgenteleskop „Constellation X“ der NASA.
- 2002 – 2003** 4,1-Meter-Spiegelträger mit besonders starker Krümmung für VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy), das weltgrößte Weitwinkelteleskop.



SCHOTT/Heinz Cöttert

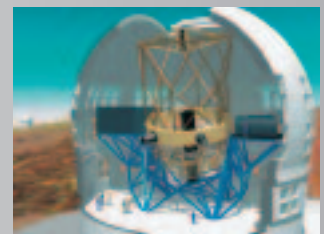
Spiegelschalen aus „Zerodur“ Glaskeramik für das Röntgenteleskop ROSAT und später auch „Chandra“.



Für die KECK-Teleskope – hier ein Modell –

wurden für einen Spiegeldurchmesser von je 10 Meter „Zerodur“ Segmente eingesetzt.

Tom Connell/ Wildlife Art Ltd. © 2000 Weldon Owen Inc.



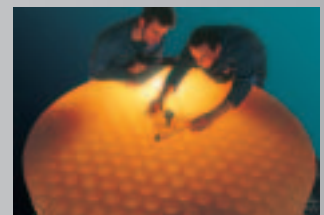
GTC

GRANTECAN (Modell): Das Teleskop mit einem 10,4 Meter-Spiegel aus „Zerodur“ Segmenten wird künftig das größte Teleskop der nördlichen Hemisphäre sein.



LAMOST

Mit LAMOST wird auch den Chinesen in naher Zukunft ein leistungsfähiges Teleskop zur Verfügung stehen. SCHOTT liefert hierfür insgesamt 40 Hexagone.



SCHOTT/Jürgen Hartmann

Bei dem „Magellan“-Teleskop kommen auf der Rückseite gewichtserleichterte, ausgefräste „Zerodur“ Leichtgewichts-Spiegelträger zum Einsatz.



SCHOTT/Thomas Bauer

4,1-Meter-Spiegelträger für VISTA, das weltweit leistungsfähigste Weitwinkelteleskop.