

# Observatory Inside a Jumbo Jet

## Sternwarte im Jumbo-Jet

A flying telescope will be forging ahead to the limits of the Earth's atmosphere. From here, astronomers hope to gain a clear view of the universe.

Ein fliegendes Teleskop stößt bis an die Grenzen der irdischen Lufthülle vor. Astronomen erwarten von dort aus einen klaren Blick ins All.



Photo | Foto: schott/N. O'Sullivan

Inspecting the quality of the mirror substrate blank made from Zerodur® glass ceramic on the processing machine.

Qualitätsprüfung des Spiegelträger-Rohlings aus Zerodur® Glaskeramik auf der Bearbeitungsmaschine.

GERHARD SAMULAT

Beyond the clouds...”, the view must be boundless – Astrophysicists perhaps had this popular German chanson in mind when they came up with the idea of building a large telescope that weighs tons into a jumbo jet. The joint project of NASA and the German Aerospace Center (DLR) has been named SOFIA, which stands for Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy. The objective is to obtain an unclouded view of the stars and galaxies in aerial heights.

Many of the device's components have already been installed and are now being tested. This also applies to the “heart” of the flying observatory, a large, round mirror sub-

Über den Wolken...“ muss die Aussicht wohl grenzenlos sein – die Astrophysiker hatten vielleicht das bekannte deutsche Chanson im Kopf, als sie auf die Idee kamen, ein tonnenschweres Großteleskop in einen Jumbo-Jet einzubauen. Das Gemeinschaftsprojekt der NASA und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) trägt den Namen SOFIA, was für Stratospheric

Observatory For Infrared Astronomy steht. In luftiger Höhe soll es einen ungetrübten Blick auf Sterne und Galaxien werfen.

Viele Teile des Instruments sind bereits eingebaut und werden nun geprüft. Das gilt auch für das „Herzstück“ des fliegenden Observatoriums, den großen, runden Spiegelträger aus Zerodur® Glaskeramik von SCHOTT. Er hat einen Durchmesser



Photo | Foto: NASA

Erik Lindbergh, the grandson of aviation pioneer Charles Lindbergh, christened the research aircraft »Clipper Lindbergh« during a festive celebration held at Edwards Air Force Base in California.

**Erik Lindbergh, Enkel des Flugpioniers Charles Lindbergh, taufte das Forschungsflugzeug im Rahmen einer Festveranstaltung auf der Edwards Air Force Base (Kalifornien/USA) auf den Namen »Clipper Lindbergh«.**

strate made of Zerodur® glass ceramic from SCHOTT. With its 2.7 meter diameter, it is even larger than the Hubble Space Telescope. However, with a weight of 850 kilograms, the mirror brings only a fraction of the weight of the passengers that the former commercial aircraft used to hold onto the scale.

### Lightweight mirror

The reconstructed 747 SP (Special Performance) is a truncated version of the jumbo jet that had been flying for various airlines. To make sure it would not drop down at the stern, due to its unusual load, a delicate, honeycomb-shaped lightweight only 35 centimeters in thickness was ground out of the glass ceramic substrate that weighed tons. This reduction measure saves kerosene during flights and is easy on costs and the environment.

The decision to use Zerodur® glass ceramic as the mirror substrate material was hardly a difficult one for the engineers and technicians. After all, this precise polished glass ceramic retains its shape, even under extreme conditions at altitudes of up to 13,000 meters. "Here in the stratosphere, several kilometers above the flight routes of commercial airlines, there

von 2,7 Metern und ist damit größer als der vom Hubble-Weltraumteleskop. Mit 850 Kilogramm wiegt der Spiegel aber nur einen Bruchteil des Gewichts der Passagiere, die das ehemalige Verkehrsflugzeug früher durch die Lüfte trug.

### Leichtgewichtiger Spiegel

Damit die umgebaute 747 SP (Special Performance) – eine verkürzte Version eines Jumbo-Jets, der vorher bei verschiedenen Fluggesellschaften seinen Dienst tat – trotz dieser ungewöhnlichen Ladung nicht hecklastig wird, wurde aus dem zunächst tonnenschweren Glaskeramik-Rohling ein filigranes, wabenförmiges Leichtgewicht von nur 35 Zentimetern Dicke geschliffen. Diese Abspeckkur spart auf den Flügen Kerosin und schont Kosten wie Umwelt.

Die Entscheidung für Zerodur® Glaskeramik als Spiegelträgermaterial fiel den Ingenieuren und Technikern nicht schwer. „Die präzisionspo-

lierte Glaskeramik verzieht sich selbst unter den extremen Bedingungen der geplanten Flughöhe von bis zu 13.000 Metern – das sind einige Kilometer über den Flugrouten von Linienmaschinen – kaum merklich; obgleich hier eisige Temperaturen von minus 60 Grad Celsius herrschen“, erläutert Dr. Thorsten Döhning, Projekt Manager Astro/Space von SCHOTT. Wegen dieser Formstabilität bleiben die Aufnahmen der astronomischen Objekte stets gestochen scharf.

### Erfolgreicher Erstflug

Am 26. April 2007 fand in Texas (USA) der Jungfernflug der umgebauten Maschine statt. „Die Integration des Teleskops war eine Herausforderung für alle Beteiligten“, erläutert SOFIA-Projektleiter Dr. Dietmar Lilienthal von der DLR, den mit seinem berühmten Namensvetter, dem Flugpionier Otto Lilienthal aber ausschließlich die gleiche Geisteshaltung verbindet. „SOFIA >

are icy temperatures of minus 60 degrees Celsius”, says Dr. Thorsten Doehring, Project Manager Astro/Space from SCHOTT. Due to the stability of shape, the images of objects in space always remain pin sharp.

### Successful maiden flight

On April 26, 2007, the very first flight took place for the modified aircraft in Texas. “The integration of the telescope represented a major challenge for all those involved,” explains SOFIA project manager, Dr. Dietmar Lilienthal from the DLR, who has nothing in common with his famous namesake, Otto Lilienthal, an aviation pioneer, except the same mentality. “SOFIA and the telescope that was developed in Germany survived their maiden flight very well,” adds Professor Hans-Peter Röser from the SOFIA Institute in Stuttgart (Germany). This was also good news for MT-Mechatronics GmbH, based in Mainz, and Kayser-Threde GmbH from Munich, the companies that built the observation device on behalf of the DLR. Besides the turbine vibrations of the aircraft, turbulences are mainly what shake up the telescope. For this reason, it is stored inside an air cushion. To ensure that the object of interest always remains in focus, the mirror substrate is guided precisely by an automatic device.

Many more tests and installations still lie ahead, before the flying eye on the sky can take off from its base airport, NASA Dryden Flight Research Center at Edwards Air Force Base, near Los Angeles (California/U.S.A.), to embark on its first scientific missions. Up to 15 experts from Germany will be accompanying the experiments. At a working altitude of over 12,000 meters, they'll be opening an approximately four by six meter bulkhead door at the tail of the plane to observe space for several hours on three or four evenings each week.

### More flexible research into new phenomena

SOFIA offers even more invaluable advantages. Unlike observation satellites, this aircraft is not restricted to specific orbits. It can fly to any large airport on earth. While there, new components can be installed, instruments can be replaced or sensors can be added in order to study temporary phenomena that are only visible from certain locations, solar eclipses or partially covered stars, for example.

With the help of the flying observatory, scientists are hoping to capture light with wavelengths of between 0,3 and 1,600 micrometers, especially invisible heat radiation. This makes up a considerable share of the radiant power of our universe. Some cosmic structures in this spectral region, for instance, shine some thousand times brighter than optical structures. This often remains hidden to grounded telescopes, because this part of the spectrum is usually swallowed up by clouds and water vapor. This is also why it hasn't been researched

und das in Deutschland entwickelte Teleskop haben den ersten Flug gut überstanden,“ ergänzt Professor Hans-Peter Röser vom Deutschen SOFIA Institut in Stuttgart. Das freut auch die Mainzer MT-Mechatronics GmbH und die Münchener Kayser-Threde GmbH, die das Beobachtungsgerät im Auftrag der DLR gebaut haben. Neben den Triebwerksvibrationen des Flugzeugs sind es vor allen Dingen Turbulenzen, die an dem Teleskop rütteln. Aus diesem Grund ist das Fernrohr auf Luftpolstern gelagert. Damit ein angepeiltes Objekt zudem stets im Brennpunkt bleibt, führt eine Automatik den Spiegelträger präzise nach.

Noch sind viele Tests und Montagearbeiten nötig, bis das fliegende Himmelsauge von seinem Heimatflughafen, dem NASA Dryden Flight Research Center in der Edwards Air Force Base bei Los Angeles (Kalifornien/USA), zu seinen ersten wissenschaftlichen Missionen starten kann. Bis zu 15 Experten aus Deutschland werden die Experimente begleiten.

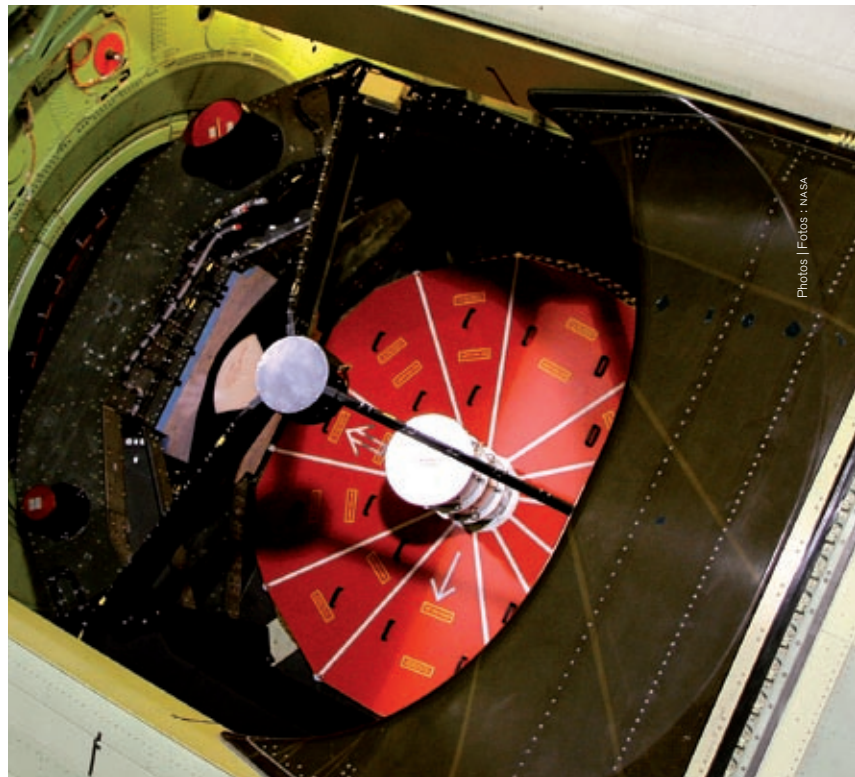
In einer Höhe von über 12.000 Metern öffnen sie ein etwa vier mal sechs Meter großes Rolltor, das im Heck der Maschine liegt, und spähen dann an drei bis vier Nächten pro Woche jeweils mehrere Stunden ins All.

### Flexibler neue Phänomene erforschen

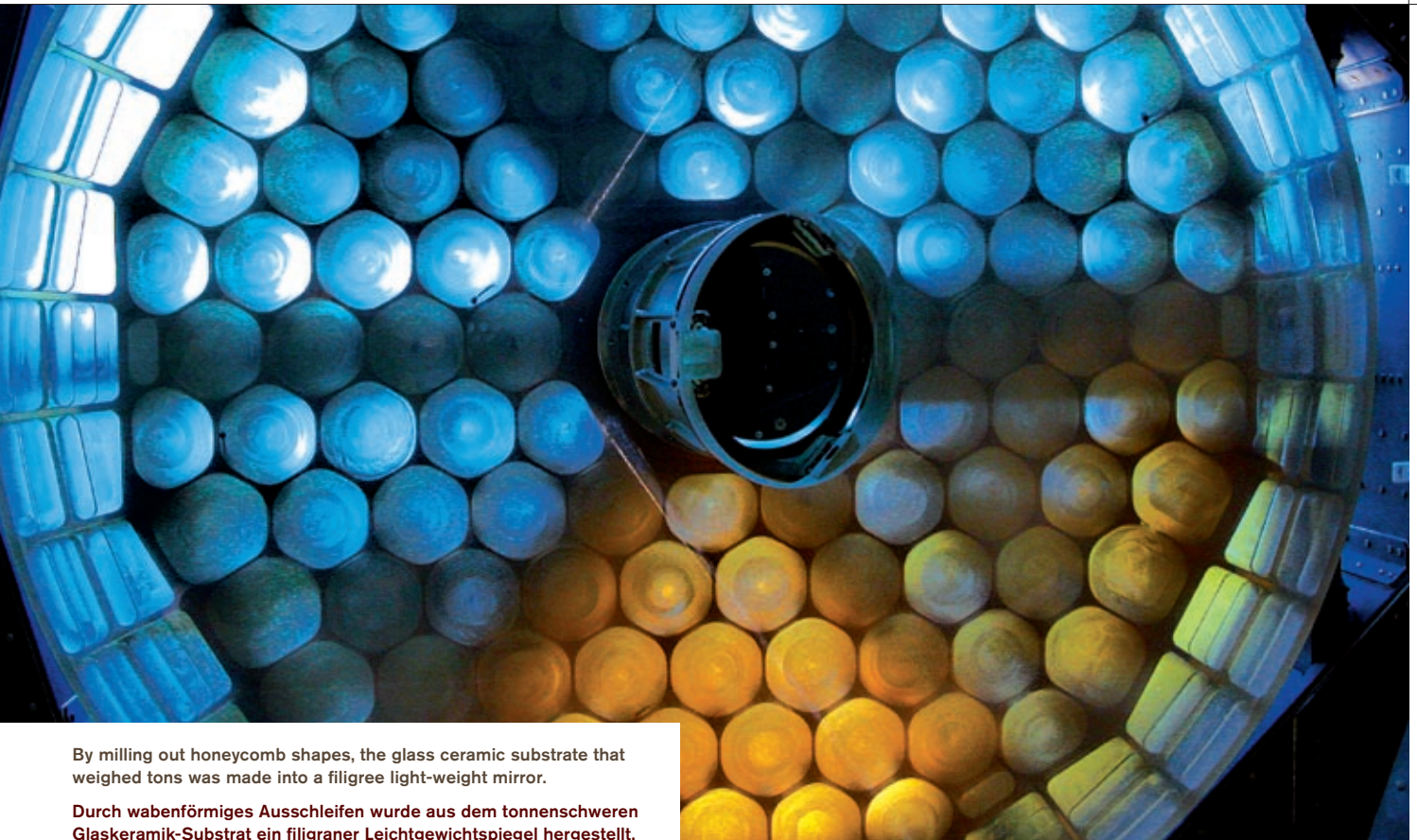
SOFIA hat zudem weitere unschätzbare Vorteile: Im Gegensatz zu Beobachtungssatelliten ist die Maschine nicht an feste Umlaufbahnen gebunden. Auch kann Sie jeden größeren Flughafen der Erde anfliegen. Dort lassen sich neue Komponenten einbauen, Instrumente austauschen oder Sensoren ergänzen, beispielsweise um kurzzeitige Phänomene zu studieren, die nur von bestimmten Orten aus sichtbar sind, Sonnenfinsternisse zum Beispiel oder partielle Sternabdeckungen. Mit der fliegenden Sternwarte wollen die Wissenschaftler Licht mit Wellenlängen zwischen 0,3 und 1600 Mikrometern einfangen, insbesondere die unsicht-

The compact telescope with its 2.7 meter mirror, still covered in this photograph, is located inside the hatch at the rear of the aircraft.

Das kompakte Teleskop mit dem hier noch abgedeckten 2,7-Meter-Spiegel befindet sich in einer Luke im Heck des Flugzeugs.



Photos: Fotos: NASA



By milling out honeycomb shapes, the glass ceramic substrate that weighed tons was made into a filigree light-weight mirror.

Durch wabenförmiges Ausschleifen wurde aus dem tonnenschweren Glaskeramik-Substrat ein filigraner Leichtgewichtspiegel hergestellt.

more thoroughly. But, this should change with SOFIA, because it leaves around 99 percent of the atmospheric humidity behind it. Because the infrared radiation can even penetrate through interstellar clouds of dust, SOFIA offers views of previously undiscovered interstellar structures, including galaxies, groups of stars or the birthplaces of young stars. "This data will broaden our conception of the composition of the interstellar medium and the processes that lead to the creation of stars inside our cosmos," promises Prof. Jürgen Stutzki from the University of Cologne (Germany) and currently speaker for the SOFIA researchers. Everyone is optimistic that SOFIA will be a complete success. Initial tests give cause for optimism. Furthermore, analyses have shown that the flying observatory achieves approximately ten times the sensitivity and three times higher resolution than its predecessor, the Kuiper Airborne Observatory that enabled the rings around the planet Uranus to be discovered.

However, before SOFIA was able to take off for the skies for the good of science, yet another symbolic act had to take place. Erik Lindbergh, a grandson of the legendary aviation pioneer Charles Lindbergh, who became the first person to ever fly over the Atlantic in 1927, christened the research aircraft »Clipper Lindbergh«. This is actually the same name that Lindbergh's widow, Anne Morrow Lindbergh, had given the aircraft several years earlier, before it had been reconstructed. All those involved consider this a good omen. < |

[david.fritz@us.schott.com](mailto:david.fritz@us.schott.com)

bare Wärmestrahlung. Sie macht einen beachtlichen Teil der Strahlkraft des Universums aus. So leuchten einige kosmische Strukturen in diesem Spektralbereich etwa tausendmal heller als im optischen. Das bleibt erdgebundenen Teleskopen oft verborgen, da dieser Teil des Spektrums meist von Wolken und Wasserdampf verschluckt wird, weswegen er nur wenig erforscht ist. Das soll SOFIA ändern, lässt es doch gut 99 Prozent der Luftfeuchtigkeit der Atmosphäre unter sich. Da die Infrarotstrahlung selbst interstellare Staubwolken durchdringt, eröffnet SOFIA Blicke auf bislang unentdeckte interstellare Strukturen – Galaxien, Sternhaufen oder auf die Geburtsstätten junger Sterne. „Die Daten werden unsere Vorstellungen über die Zusammensetzung des interstellaren Mediums und die Prozesse der Sternentstehung in unserem Kosmos erheblich erweitern“, verspricht Prof. Jürgen Stutzki von der Universität Köln und derzeit Sprecher der SOFIA-Wissen-

schaftler. Alle sind sehr zuversichtlich, dass SOFIA ein voller Erfolg wird. Erste Tests verliefen überaus vielversprechend. Analysen zeigen ferner, dass das fliegende Observatorium eine etwa zehnmal höhere Empfindlichkeit erreicht und eine dreifach bessere Auflösung als sein Vorgängermodell, das Kuiper Airborne Observatory, mit dem beispielsweise die Ringe um den Planeten Uranus entdeckt wurden.

Doch bevor SOFIA für wissenschaftliche Zwecke in die Lüfte stieg, fand noch ein symbolträchtiger Akt statt: Erik Lindbergh, ein Enkel des legendären Flugpioniers Charles Lindbergh, der 1927 als erster Mensch über den Atlantik flog, taufte das Forschungsflugzeug auf den Namen »Clipper Lindbergh«. Ein Name, den die Maschine vor ihrem Umbau bereits vor Jahren von Lindberghs Witwe Anne Morrow Lindbergh erhielt. Alle betrachten das als gutes Omen. < |

[david.fritz@us.schott.com](mailto:david.fritz@us.schott.com)