ESA

Herschel besitzt einen 3,5-Meter-Spiegel, der sich durch Abschirmung gegen Sonne und Erde passiv auf eine Temperatur von –190 Grad Celsius abkühlen wird. Bereits eine Woche nach dem Start waren –90 °C erreicht. Das superflüssige Helium im Kryostaten unterhalb des Hauptspiegels reicht für mindestens 3,5 Jahre.

Herschel und Planck – Gipfeltreffen im All

Eine große Woche für die Astronomie: Mitte Mai startete die Europäische Weltraumbehörde ESA die beiden Weltraumteleskope Herschel und Planck. Astronauten der NASA vollendeten die letzte Modernisierung von Hubble in der Umlaufbahn. Und Spitzer kann weiter beobachten, jetzt auch mit leerem Heliumtank.

Es gibt Ereignisse, die man zu kennen glaubt, weil man sie schon erlebt hat. Und dennoch ist jedes Mal eine hohe Anspannung zu spüren, denn das Geschehen kann glücklich oder jammervoll enden. Der Start eines Weltraumobservatoriums mit einer feurigen Rakete gehört in diese Kategorie. Zehn Jahre Arbeit und Lebensinhalt könnten in Sekunden ruiniert werden – wie beim Fehlstart der Ariane-5-Rakete mit den vier Cluster-Satelliten im Jahr 1996.

Solche Anspannung erfasste im Mai dieses Jahres Hunderte von Wissenschaftlern und Technikern, die seit mehr als zwölf Jahren die beiden Weltraumteleskope Herschel und Planck mit ihren sehr komplizierten Instrumenten entwickelt und gebaut hatten. Der gemeinsame Start beider ESA-Teleskope mit einer Ariane-5-Rakete war auf den 14. Mai 2009, 15:12 Uhr Mitteleuropäischer Sommerzeit angesetzt. Im Europäischen Weltraumkontrollzentrum ESOC in Darmstadt wohnte eine Auswahl der am Bau Beteiligten und die Presse der Startübertragung aus Kourou bei. Die Spannung war diesmal besonders groß, da der ursprünglich für April geplante Start wegen einer Überprüfung der Kaltgasdüsen an der Raketenoberstufe kurzfristig auf den 14. Mai verschoben worden war. Gab es doch ein Risiko?

Die Verantwortlichen der ESA strahlten große Zuversicht aus, als sie vier Stunden vor dem Start die Presse über die wissenschaftlichen Ziele beider Missionen unterrichteten. Auch die Namensgeber der Observatorien wurden vorgestellt (siehe Kasten auf Seite 26).

Starten oder Warten?

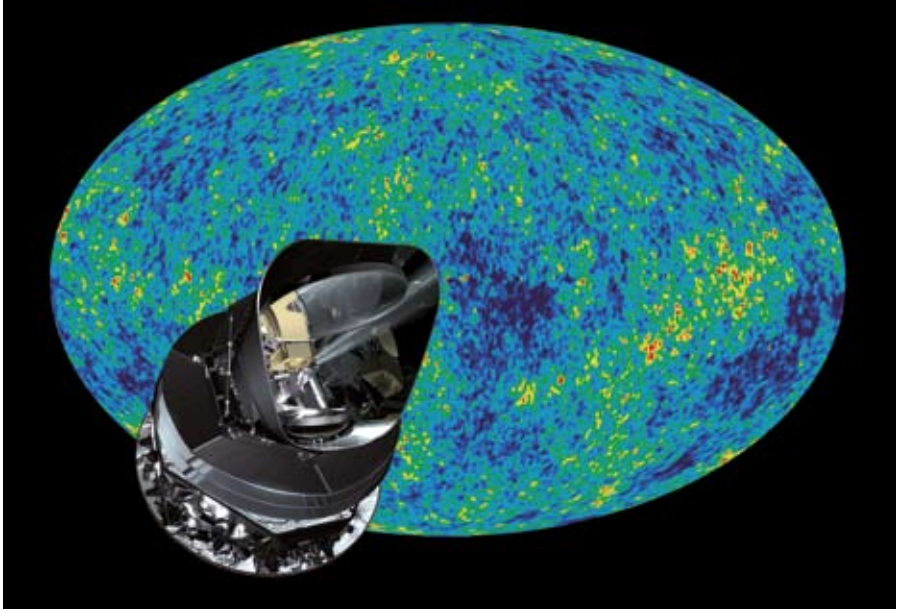
Zu jenem Zeitpunkt verfinsterte sich der Himmel über Kourou, und es begann zu regnen. Würde das schlechte Wetter länger anhalten? Dann würden die Instrumente langsam warm werden, was unter Umständen ein Nachtanken von Helium und somit eine Startverschiebung erfordert hätte. Doch es klarte rechtzeitig auf, und pünktlich um 10:12 Uhr Ortszeit hob die 780 Tonnen schwere und 50 Meter hohe Rakete ab. Auf dem riesigen Bildschirm bei ESOC ließen sich die vorausberechneten Flugdaten wie Höhe und Geschwindigkeit mit den in Echtzeit gemessenen Werten vergleichen: keine sichtbare Abweichung.

Über der afrikanischen Ostküste, in einer Höhe von 1150 Kilometern und bei einer Geschwindigkeit von mehr als neun Kilometern pro Sekunde, wurde 26 Minuten nach dem Start der oberste Mitfahrer Herschel ausgesetzt. Nur anderthalb Minuten später wurde die Trägerstruktur Sylda, die den unteren Mitfahrer Planck umschloss, abgeworfen. Und 28 Minuten nach dem Start, in einer Höhe von 1700 Kilometern über dem Indischen Ozean, wurde Planck freigelassen. Weitere zwölf Minuten später meldeten sich beide Observatorien per Funk über die 35-Meter-Antenne der ESA in New Norcia, Australien.

Beide Observatorien sind nun auf dem Weg zum Lagrange-Punkt L_2, der sich 1,5 Millionen Kilometer »hinter« der Erde in antisolarer Richtung befindet. Ein Körper, der sich in diesem Punkt befindet, läuft mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit um die Sonne wie unser Heimatplanet: Er ist zwar ein Prozent weiter vom Zentralgestirn entfernt als die Erde, aber auf ihn wirkt die kombinierte Anziehungskraft der beiden Himmelskörper.

Herschel und Planck werden in Bahnen um L_2 einschwenken: Herschel in eine geschlossene Quasi-Halobahn mit Amplituden von ±30 Grad von der Erde aus gesehen, Planck in eine Lissajous-Bahn mit Amplituden von ±15 Grad. L_2 wird dabei in einem halben Jahr umkreist.

Für ein gekühltes Infrarot- oder Submillimeter-Observatorium bietet eine Bahn um den L_2-Punkt den Vorteil einer großen thermischen Stabilität: Die Er-



ESA

Der 1,5-Meter-Spiegel von Planck wird sich passiv auf eine Temperatur von –240 Grad Celsius abkühlen. Der Satellit rotiert einmal in der Minute um seine Hochachse und kartiert dabei während der mindestens 15-monatigen Mission Streifen für Streifen den gesamten Himmel im Mikrowellenbereich.

de ist weit entfernt und lässt sich zusammen mit der in gleicher Richtung stehenden Sonne abschirmen. Dafür muss in Kauf genommen werden, dass wegen der großen Entfernung die Telekommunikation aufwändiger wird und große Antennen erfordert. Beiden Satelliten wurde am Tag nach dem Start erfolgreich eine kleine Bahnkorrektur befohlen, bei Planck wird das wegen der engeren Bahn um L_2 noch mehrmals wiederholt.

Ein neuer Kosmos

Beide Observatorien haben neue wissenschaftliche Fähigkeiten und werden Einblicke in ein bisher unbekanntes Universum geben. Herschel wird im fernen Infraroten und im Submillimeterbereich vor allem die Anfänge der Sternentstehung in dichten Molekülwolken untersuchen. Dazu gehört auch die Bildung von Planetensystemen in den Staub- und Gasscheiben um junge Sterne. Herschels Beobachtungsprogramme reichen von kannibalischen Galaxien mit hohen Sternentstehungsraten im noch jungen Universum bis zu den fossilen kalten Gesteinsbrocken, die unsere alte Sonne seit ihrer Entstehung in großer Entfernung umrunden.

Planck wird den hochrotverschobenen Überrest des Urknalls kartieren. Dieser stellt heute eine den ganzen Himmel überziehende Schwarzkörperstrahlung mit einer Temperatur von 2,7 Kelvin dar. Die Karten von Planck werden uns ein Bild des Universums etwa 380 000 Jahre nach dem Urknall zeigen. Aus winzigen Temperaturabweichungen, die wie ein Flickenteppich aussehen, können die Anfangsbedingungen für die Entstehung von Strukturen und Galaxien im ganz jungen Universum abgeleitet werden. Und es werden neue Informationen zu wichtigen kosmologischen Fragen wie Dunkle Energie, Inflationsphase und Stringtheorie erwartet. Mit seinem hohen räumlichen Auflösungsvermögen wird Planck auch einen Galaxienkatalog für den Submillimeterbereich liefern.

Wegbereiter

Herschel und Planck haben Vorgänger, die ihnen wissenschaftlich und technologisch den Weg gewiesen haben. Die 2,7-Kelvin-Hintergrundstrahlung wurde von den Satelliten RELIC und COBE vermessen, dann verfeinert von WMAP. Der erste wurde von der Sowjetunion gestartet, die beiden letztgenannten sind NASA-Satelliten. Plancks 1,5-Meter-Teleskop ist als Schiefspiegler aus kohlefaserverstärktem Kunststoff gefertigt, Glas wäre bei diesen Abmessungen zu schwer geworden.

Planck soll mit höherer Empfindlichkeit und über einen großen Wellenlängenbereich wesentlich detailliertere Karten liefern als seine Vorgänger und erstmals auch die Polarisation der 2,7-Kelvin-Strahlung bestimmen. Eines seiner beiden Instrumente betreibt eine einzigartige Kühlkette für die hochempfindlichen Strahlungsempfänger: hintereinandergeschaltet sind Strahlungskühler, Wasserstoffsorptionskühler, Joule-Thomson-Kühler und Helium-Mischkühler. In der Endstufe wird so eine Temperatur von –273 Grad Celsius erreicht – ein Wert, der nur 0,1 Grad über dem absoluten Nullpunkt der Temperaturskala liegt. Für die nächsten Jahre wird dies der kälteste Punkt im Weltall sein.

Wegbereiter für Herschel waren IRAS (Start im Jahr 1983, NASA), ISO (1995, ESA), Spitzer (NASA) und Akari (Japan). Diese Observatorien hatten Spiegeldurchmesser von 0,6 bis 0,8 Meter. Herschel übertrifft das mit 3,5 Meter bei Weitem und kann ein ungefähr fünfmal besseres Auflösungsvermögen und für Punktquellen höhere Empfindlichkeit liefern. Sein Hauptspiegel ist der größte monolithische, der je gestartet wurde, und er wird diesen Rekord möglicherweise für immer behalten. Noch größere, wie der 6,5 Meter messende Spiegel des James Webb Space Telescope (JWST) werden erst im Weltraum entfaltet. Obwohl Herschels Spiegel die doppelte Fläche wie der des Weltraumteleskops Hubble aufweist, hat er mit 300 Kilogramm nur ein Drittel von dessen Masse. Das ist dem neuen keramikartigen Material Siliziumkarbid (SiC) zu verdanken.

Die Vielzahl der neuen Technologien auf beiden Satelliten hat einen Preis. An ihrer Entwicklung haben fast einhundert Firmen und Institute mit bis zu achthundert Mitarbeitern über ein Jahrzehnt gearbeitet. Die Kosten für Herschel betragen 1,1 Milliarden Euro, für Planck 700 Millionen Euro, das schließt die Startkosten bereits ein. Aber es ist nicht nur die Spitzenstellung in Technik und Wissenschaft, die Europa hier erreicht und die erfahrungsgemäß langfristig zu neuen Erzeugnissen führen wird. Wir dürfen auch dankbar sein, dass sich ein zivilisiertes Europa um die großen Fragen der Menschheit kümmert: den Rückblick zum Anfang der Zeit, unsere Stellung im Universum und die Zukunft des Kosmos.

Mit 3,5 Meter Durchmesser ist der Spiegel von Herschel der größte, der jemals ins All gebracht wurde.

Auf dem gut zwei Monate dauernden Flug zur L_2-Bahn werden alle Untersys-

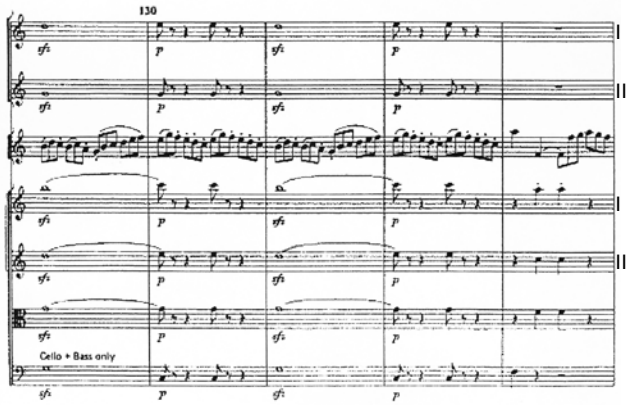
Die Namensgeber

Wilhelm Herschel (1738 – 1822) gilt als Entdecker der Infrarotstrahlung. Er bemerkte sie im Jahr 1800, als er mit einem Prisma das Sonnenlicht spektral zerlegte: Jenseits des roten Endes des Spektrums stieg die Temperatur durch eine nicht sichtbare, Wärme vermittelnde Strahlung an.

Herschel stammt aus Hannover, das damals mit dem englischen Königshaus verbunden war. Er wurde als Oboist Militärmusiker und ging mit der Garde nach England. Nach einem Zwischenspiel als Organist widmete er sich schließlich ganz dem Fernrohrbau und der Astronomie. Mit großem Erfolg: Er entdeckte die Struktur der Milchstraße, den Planeten Uranus sowie zwei Saturnmonde und wurde schließlich als »Royal Astronomer« geehrt.

Dietrich Lemke

In Anwesenheit von Herschels Ururenkelin Charlotte Herschel-Farquharson wurde das von Herschel komponierte Oboenkonzert Nr. 2 in C-Dur im Kontrollzentrum ESOC aufgeführt.



Hörner in C

Solo für Oboe

Violinen

Viola

Cello (Bass) und Fagott

Max Planck (1858 – 1947) ist einer der größten deutschen Physiker. Wie er selbst in einem 1942 gedrehten Dokumentarfilm erzählte, wurde er der einzige Naturwissenschaftler unter vielen Theologen und Philologen seiner Familie, die sich – aus Schwaben stammend – über ganz Deutschland verteilte. Im Jahr 1900 beschrieb Planck die elektromagnetische Abstrahlung eines (schwarzen) Körpers in Abhängigkeit von seiner Temperatur. Dazu musste er das nach ihm benannte elementare Wirkungsquantum *h* einführen und die klassische Vorstellung von der stetigen Veränderung der Energie aufgeben. Damit schuf er die Grundlagen für die Quantentheorie.

Obwohl damals ein rein akademisches Feld ohne praktischen Nutzen, wird heute ein Drittel unseres Bruttosozialprodukts durch Anwendungen der Quantentheorie in elektronischen und optischen Erzeugnissen geschaffen.

Archiv der Max Planck Gesellschaft, Berlin-Dahlem

Max Planck berechnete als Erster die spektrale Energieverteilung für die thermische Strahlung eines Schwarzen Körpers. Nach seiner Formel beträgt die Temperatur des Überrests des Urknalls heute 2,7 Kelvin.

teme der beiden Satelliten genau untersucht und kalibriert. Eine Woche nach dem Start wurden die ersten Instrumente in den noch geschlossenen Kryostaten eingeschaltet und getestet: Alles läuft so gut wie zuvor im irdischen Labor.

»Erstes Licht« für die Instrumente von Herschel wird es nach Öffnen des Kryostaten-Deckels etwa 30 Tage nach dem Start geben. Erste Himmelsbilder im fernen Infraroten werden im Juli folgen. Ab Oktober beginnt der Observatoriumsbetrieb mit Hunderten von Nutzern.

Anders Planck: Die vollständigen Himmelskarten erfordern eine Messzeit von 15 Monaten. Auf die kosmologischen Erkenntnisse dieser Mission müssen wir also wohl ungefähr zwei Jahre warten.

Gipfelwoche

In dieser aufregenden Maiwoche ist noch mehr für die Astronomie im Weltraum geschehen. Hubble ist von NASA-Astronauten letztmalig in Stand gesetzt worden. Damit soll die berühmteste Wissenschaftsmaschine weitere fünf Jahre Bilder und Spektren liefern. Am 15. Mai verdampfte nach 5,5 Jahren erfolgreicher Mission der letzte Tropfen Helium im Infrarotobservatorium Spitzer. Es ist damit zwar blind bei langen Wellenlängen, aber es kann, nur noch passiv gekühlt, im nahen Infraroten weiter messen. Jetzt wird es neu kalibriert, und dann geht der Beobachtungsbetrieb weiter – voraussichtlich bis zum Jahre 2014.

Wünschen wir den vier »Herren« im All wissenschaftlich ergiebige Jahre. Denn auf die nächsten Starts astronomischer Satelliten – LISA-Pathfinder und GAIA – müssen wir Europäer noch mindestens drei Jahre warten. DIETRICH LEMKE

Literaturhinweise

Lemke, D.: Das Weltraumteleskop Herschel vor dem Start. In: Sterne und Weltraum 1/2008, S. 36–46.

Hechler, M.: Die Bahnen der Weltraumteleskope Herschel und Planck. In: Sterne und Weltraum 1/2008, S. 48–55.

Tauber, J., Bersanelli, M., Lamarre, J.-M.: Die Planck-Mission. In: Sterne und Weltraum 2/2008, S. 38–55.

Weblinks zum Thema:

www.astronomie-heute.de/artikel/997119

www.astronomie-heute.de/hup

Als Abonnent haben Sie viele Vorteile!

Präsent zur Wahl!

Abonnieren

>>> Sie zahlen im Inland nur € 85,20 für das Jahresabonnement von **Sterne und Weltraum** (12 Ausgaben). Als Schüler, Student, Azubi, Wehr- oder Zivildienstleistender zahlen Sie auf Nachweis sogar nur € 64,–.

>>> Unter *www.astronomie-heute.de/archiv* haben Sie freien Zugriff auf alle Heftartikel seit 2005.

>>> Für Ihre Bestellung bedanken wir uns mit einem Präsent Ihrer Wahl.

Weitere Prämien finden Sie im Internet

Empfehlen

Sie haben uns einen neuen Abonnenten vermittelt? Dann haben Sie sich eine Dankesprämie verdient und können zwischen mehreren Geschenken wählen.

Das Buch »Himmelsgloben und Sternkarten« beschreibt die Entwicklung der Astronomie und Astrologie von der Vorgeschichte bis ins Mittelalter.

Präsent zur Wahl!

Der Regenschirm »Sonnenfraktale« begleitet Sie durch trübe Regentage und bietet unter seinem großen Dach zwei Personen Schutz (ø 1,30 Meter).

Verschenken

Verschenken Sie ein Jahr Lesevergnügen! Das erste Heft des Abonnements verschicken wir mit einer Grußkarte in Ihrem Namen.

>> Abonnieren können Sie unter: www.astronomie-heute.de/abo

Spektrum der Wissenschaft
Wissenschaft aus erster Hand

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße 3–5 | 69126 Heidelberg | Tel 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751
service@spektrum.com