Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 49 (1991)

Heft: 242

Artikel: Trotz Fehler in der Optik kann das Beobachtungs-Programm des HST fast vollständig durchgeführt werden : "Wie eine beschlagene Brille"

Autor: Schmidt, Men J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898912

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

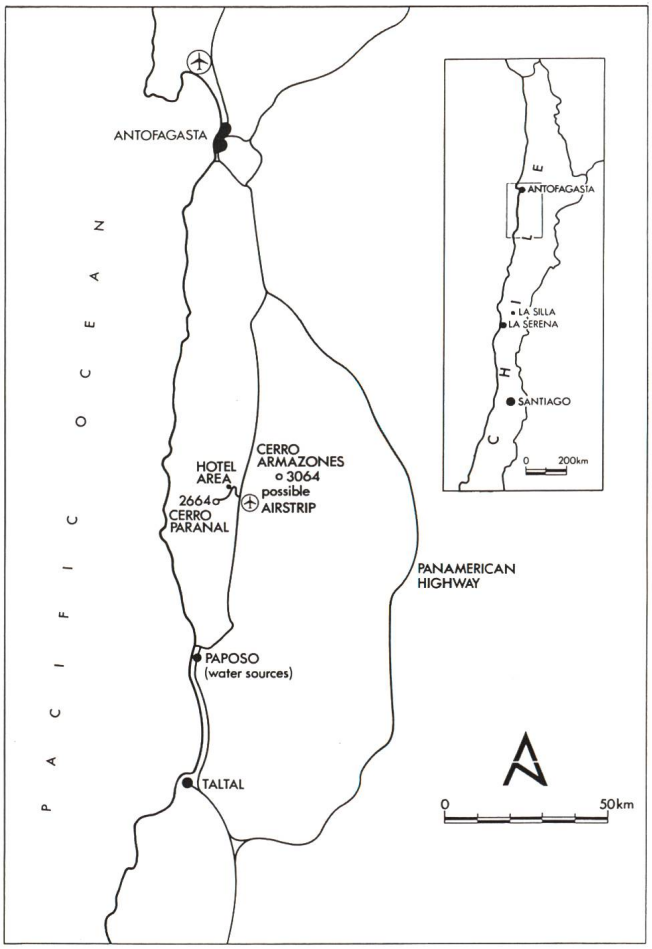
Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

à l'aide d'éléments hexagonaux n'est pas nouvelle: Arthur C. Clarke, dans son roman de science fiction «Earthlight» publié en 1955, décrit avec beaucoup de détails un télescope géant installé sur la Lune et composé d'une centaine d'éléments hexagonaux. Son diamètre ?... 10 m!

La décision de développer le site de Paranal aura à long terme des conséquences importantes sur les installations de La Silla. De futurs télescopes (par exemple le nouveau télescope suisse de 1.2m qui est en cours de construction) seront de toute vraisemblance mis en place de préférence à Paranal. Il est même probable que les instruments actuellement à La Silla et facilement transportables (le NTT par exemple) iront un jour à Paranal. Les renards gris, les vizcachas et l'occasionnel condor de passage fréquenteront à nouveau en toute quiétude la montagne de La Silla.... Et les vinchucas ? Elles nous suivront à Paranal!

NOËL CRAMER
Observatoire de Genève



ASTROPHOTO

Petit laboratoire spécialisé dans la photo astronomique noir et blanc, et couleur. Pour la documentation et liste de prix, écrire ou téléphoner à:
Kleines Speziallabor für Astrofotografie schwarzweiss und farbig. Unterlagen und Preisliste bei:

Craig Youmans, ASTROPHOTO,
1837 Château-d'Oex. Tél. 021/905 40 94

Trotz Fehler in der Optik kann das Beobachtungs-Programm des HST fast vollständig durchgeführt werden:

«Wie eine beschlagene Brille»

MEN J. SCHMIDT

Als revolutionären Schritt in der Astronomie wurde das Hubble Weltraum Teleskop (HST) bezeichnet, als es endlich nach jahrelanger Verspätung mit der US-Raumfähre in die 600 Kilometer hohe Erdumlaufbahn transportiert wurde. Wenige Wochen später war die Euphorie der Fachleute verblasst, da ein falsch geschliffener Hauptspiegel das vorgesehene Beobachtungsprogramm ernsthaft in Frage stellte. Nach monatelangen Tests können die Wissenschaftler aufatmen; fast alle Beobachtungen können in der ursprünglich vorgesehenen Qualität realisiert werden. Die europäische Weltraumorganisation ESA hat am 6. November über den aktuellen Stand des HST orientiert.

Mit der Durchführung von zahlreichen Beobachtungen mit den beiden an Bord des HST befindlichen Kameras aus den USA und Europa konnte der Fehler im optischen System des Teleskops genau ergründet werden. Nach den nun vorliegenden Ergebnissen werden nur 17 % des auf den Hauptspiegel einfallenden Lichtes am richtigen Ort gebündelt (fokussiert). Die restlichen 83 % bilden einen Saum um das Bild-Zentrum. Es ist nun möglich geworden, mit Hilfe von Computerprogrammen diesen Fehler zum Teil zu eliminieren. Rechnerisch kann nämlich der Computer das um das Zentrum des Bildes plazierte Licht auf den Zentralpunkt zusammenziehen. In den meisten Fällen ist dies aber gar nicht notwendig, da die optischen Instrumente an Bord des Teleskops über den Erwartungen arbeiten und somit höchstens längere Belichtungszeiten erfordern um zum gewünschten Ergebnis zu kommen. Der HST-Projektwissenschaftler bei der ESA, Dr. Peter Jakobson, hat eine eindrückliche Erklärung über die Bildqualität des Teleskops vorgelegt: «Früher hat man gesagt, dass das Teleskop kurzsichtig ist, das ist aber nicht ganz korrekt. Ich würde eher meinen, das Teleskop sieht die Objekte zwar in voller Auflösung, aber wie durch eine leicht beschlagene Brille.

Das beweisen zum Beispiel auch die Bilder von Kugelsternhaufen; deutlich kann die immens gesteigerte Zahl von Einzelsternen mühelos erkannt werden. Dies trotz des feinen «Nebels» drumherum.»

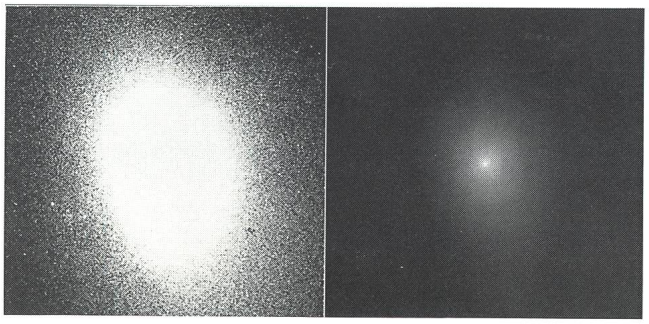
Vibrationen verursachen verwackelte Bilder

Ein weiteres Problem, mit dem sich die Wissenschafter herumschlagen müssen, ist das periodische Auftreten von Schwingungen am Teleskop, wenn dieses jeweils aus dem Erdschatten heraustritt. Als mögliche Ursache glauben die Astronomen Spannungen im Solarzellengenerator gefunden zu haben. Durch die Erwärmung, vor allem der seitlichen Metallführungen am Solargenerator, entsteht wegen der Materialausdehnung eine Deformation des Solarpanels. Die damit auftretenden Spannungen im Material führen dann zwangsläufig zu Schwingungen, die auf das Teleskop übertragen werden. Bekanntlich ist die punktuelle Ausrichtung beim HST so genau, dass ein vom Teleskop ausgehender Laserstrahl das Zentrum eines Zehnrappenstücks in 300 Kilometern Distanz treffen würde. Die nun auftretenden Vibrationen führen dazu, dass «verwackelte» Bilder empfangen werden. Oder anders gesagt, man muss abwarten, bis die Schwingungen nachgelassen haben, um mit dem Instrument zu arbeiten. Auf die Frage wie gross nun die Einschränkung der gesamten Beobachtungszeit am Hubble Teleskop sei, meinte der ESA Projekt-Manager, Dr. Robin Laurence: «Während 50 % der Zeit kann überhaupt nicht mit dem HST beobachtet werden, dies war von Anfang an klar. Während dieser Zeit wird das Teleskop durch die Erde verdeckt. Von den anderen 50 % sind wir gegenwärtig bei einer wirksamen Beobachtungszeit von 20 % angelangt. Wir rechnen aber damit, auf etwa 35 % Beobachtungszeit zu kommen.»

Reparaturmission vorgesehen

Aufgrund der vorhandenen Mängel beabsichtigt die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA, im Jahre 1993 eine Reparaturmission zum Hubble Teleskop zu starten. Ursprünglich war zu diesem Termin lediglich eine Wartungsmission vorgesehen. Dr. Brian Taylor, Bereichsleiter Astrophysik in der Abteilung Weltraumwissenschaft, hat die möglichen Reparaturmissionen kurz vorgestellt und folgende Bemerkung gemacht: «Da das Hubble Teleskop fast 2 Milliarden $ gekostet hat, ist eine Lösung der vorhandenen Probleme unbedingt nötig. Es muss ein Weg gefunden werden um wieder die volle Einsatzbereitschaft des Instruments zu ermöglichen, damit die Wissenschaftler ihre Programme durchführen können.» Ein Reparaturscenario sieht vor, die NASA-Planetenweitwinkelkamera und die ESA-Kamera für lichtschwache Objekte FOC 1993 zur Erde zurückzubringen und mit zusätzlichen Linsen so zu modifizieren, dass der Fehler des Hauptspiegels auskorrigiert wird und das Licht vollständig am richtigen Ort gebündelt wird.

Bild 1: Die Galaxie mit der Bezeichnung NGC 7457 wurde am 17. August mit der Planeten Weitwinkel Kamera an Bor des Weltraumteleskops beobachtet. Links im Bild ist die als "normale Galaxie" bezeichnete Sternansammlung zu erkennen. Das rechte Bild zeigt den inneren Teil derselben Galaxie, dabei wurde eine gewaltige Sternenkonzentration im Zentrum dieser Galaxie festgestellt. Daraus wird auf gewaltige Schwerkraftsenergie im Zentrum dieses Objekts geschlossen, möglicherweise gibt es dort ein Schwarzes Loch. Bild NASA



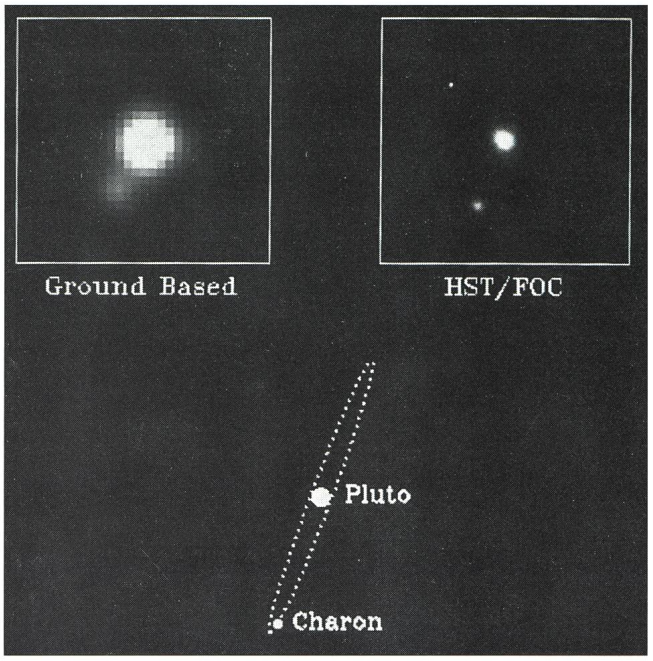


Bild 2: Die Qualitätssteigerung zwischen erdgebundenen und Aufnahmen mit dem Weltraumteleskop wird an diesem Beispiel deutlich. Der Planet Pluto und sein Mond Charon können auf den besten irdischen Aufnahmen nur unvollständig getrennt erfasst werden. Die Fotos mit dem Hubble Teleskop sind um den Faktor 10 besser. Sogar die Grössen der beiden Körper lassen sich aufgrund der neuen Aufnahmen bestimmen.

Bild: ESA

Der Nachteil dieser Mission ist eine relativ lange Zeit, in der das Teleskop nicht genutzt werden kann (bis zu drei Jahren, wegen der fehlenden Transportkapazität und Entwicklungszeit für die Kamerabauteile). Teilweise werden schon Instrumente der zweiten Generation gebaut, so dass diese wie vorgesehen 1993 gegen die «alten» ausgetauscht werden können. Eine favorisierte Alternative zum ersten Vorschlag heisst «smart star» (hübscher Stern) und sieht vor, dass eine Astronauten-Crew 1993 im Lichtsammelpunkt der fünf wissenschaftlichen Instrumente ein Linsensystem einbaut, welches den Fokussierungsfehler ausgleicht. Damit könnten wiederum alle Instrumente an Bord mit ihrer ursprünglich vorgesehen Leistung arbeiten. Schliesslich könnte auch die ESA aus zum Teil vorhandenen Ersatzteilen eine zweite modifizierte FOC bauen, was aber im Moment wenig sinnvoll erscheint.

Programm geändert

Trotz der Schwierigkeiten können fast alle geplanten Beobachtungen durchgeführt werden. Dies umsomehr, weil die Reparaturmission 1993 fast sicher ist. Der Solarzellengenerator soll bereits zu diesem Zeitpunkt ersetzt werden und nicht erst 1996 wie eigentlich vorgesehen. Am Ersatzgenerator auf der Erde werden nun die entsprechenden Modifikationen angebracht, so dass die Schwingungen reduziert oder sogar ganz eliminiert werden können.

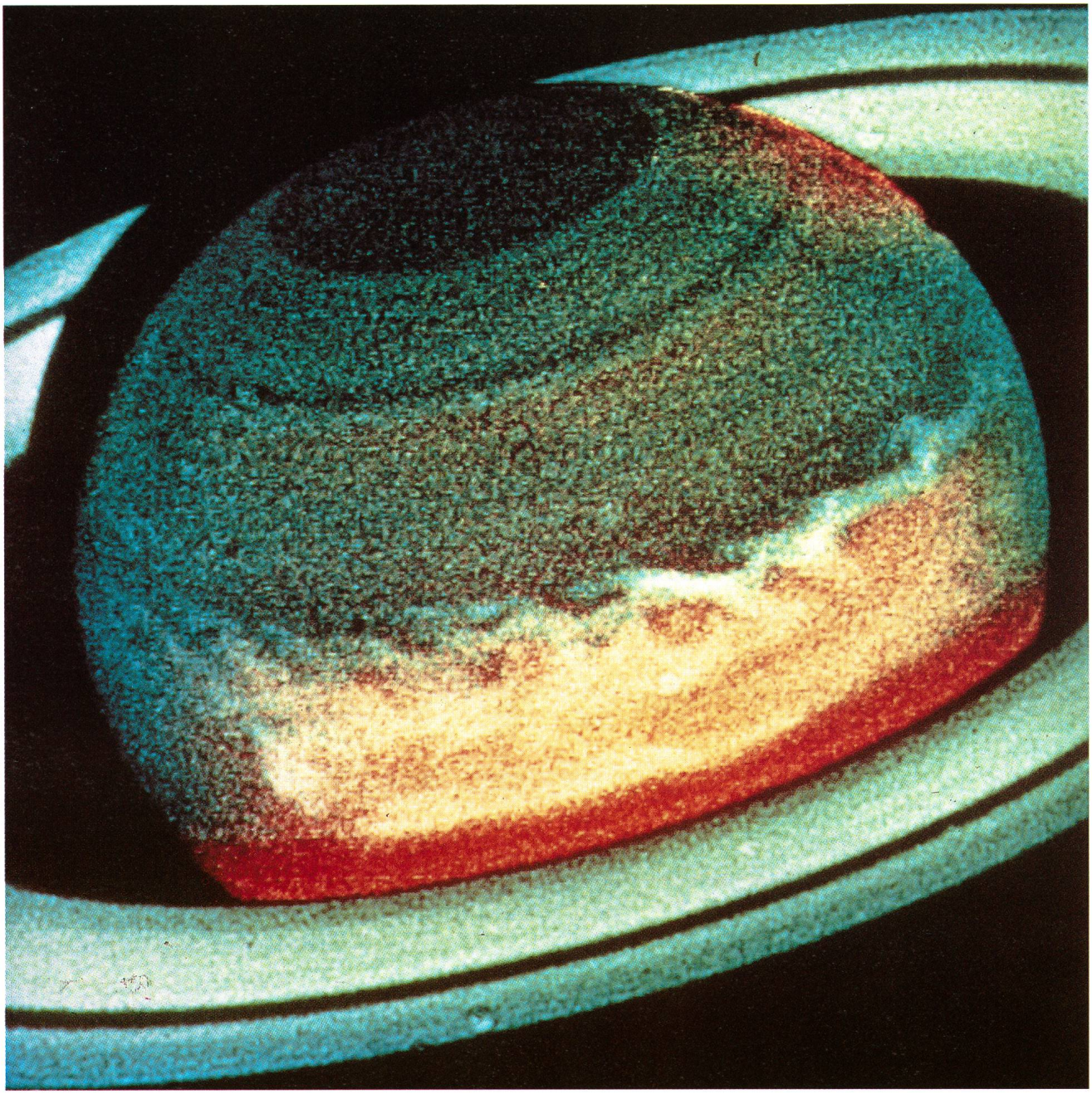


Bild 3: Nachdem Ende September Amateurastronomen auf dem Ringplaneten Saturn einen "Weissen Fleck", identifiziert als riesigen Wirbelsturm, entdeckt hatten, wurden auch mit dem Weltraumteleskop Hubble Beobachtungen des seltenen Ereignisses vorgenommen. Am 9. November 1990 wurden die ersten Bilder mit der Weitwinkel Planetenkamera gewonnen. Die gewonnenen Bilder sind von unglaublicher Schärfe (trotz des Spiegelfehlers im Teleskop) und zeigten deutlich Turbulenzen im "Grossen weissen Fleck". Auf dem Saturn treten nur alle paar Jahrzenhnte Wirbelstürme mit Ausmassen auf, dass sie von der Erde aus beobachtet werden können. *Bild: NASA*

Der genaue Zeitpunkt der geplanten Reparatur hängt natürlich auch von der Verfügbarkeit des amerikanischen Space Shuttle Systems ab. Bekanntlich wurden in Folge technischer Probleme nur ein Teil der geplanten Flüge durchgeführt.

Die Fachleute befürchten auch, dass falls Instrumente des Teleskops zur Modifikation auf die Erde zurückgebracht werden, zu grosse Beobachtungsunterbrüche die Folge sein könnten, da die Instrumente durch Startverschiebungen, möglicherweise viele zusätzliche Monate ungenutzt am Boden bleiben müssen.

Die Hubble Space Telescope Beobachtungs-Koordinationsstelle hat aber ein neues Beobachtungsprogramm ausgearbeitet, das auf eine Reparaturmission im Jahre 1993 abgestimmt ist. Es werden in den nächsten Jahren vor allem Beobachtungsprogramme vorgezogen, die mit dem jetzigen System im Einklang stehen. Vor allem die Beobachtungen im UV-Bereich können praktisch ohne Einschränkungen durchgeführt werden. Auch die für Wissenschaftler speziell ausgearbeitete Computersoftware zur Korrektur der Unschärfen hilft mit, dass fast das gesamte geplante Programm ohne Verlust bewerkstelligt werden kann.

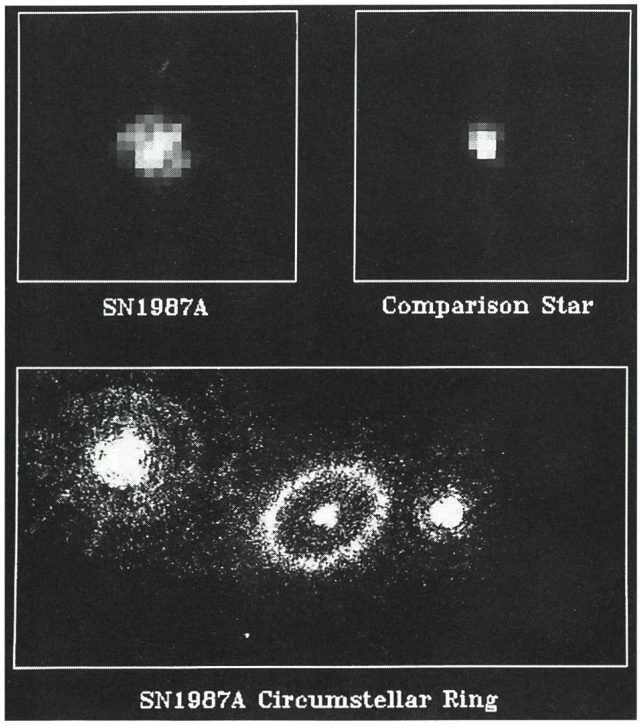
Wie gut die moderne Computertechnologie ist, beweisen die Aufnahmen, die mit der Planeten-Weitwinkel-Kamera vom Ringplaneten Saturn gewonnen wurden. Anfänglich war

besonders die Enttäuschung der Astronomen gross, die mit der Planetenkamera arbeiten wollten. Die nun vorliegenden Bilder haben aber die Fachleute überrascht. Die Auflösung ist mindesten 8-10 Mal besser als die von erdgebundenen Teleskopen. Saturn erscheint auf den Hubble Bildern so deutlich wie im Anflug von den amerikanischen Raumsonden Voyager 1 & 2. Auch mit der europäischen Kamera für lichtschwache Objekte konnten Bilder aus unserem Sonnensystem gewonnen werden, die bislang nicht denkbar gewesen sind. Als Testobjekt wurde der äusserste Planet Pluto und sein Mond Charon fotographiert.

Von der Erde aus erscheint dieser Doppelplanet meistens nur als kleines Scheibchen mit einer seitlichen Ausbuchtung. Nur modernste Hilfsmittel haben es ermöglicht, die beiden Körper einigermassen getrennt zu fotografieren. Die ersten gewonnenen Bilder mit der FOC dagegen zeigen die beiden Himmelskörper eindeutig voneinander getrennt. Sogar der Durchmesser der beiden Objekte kann optisch einigermassen bestimmt werden. Allerdings, alle Programme können nicht schon vor einer Reparatur ausgeführt werden. Dazu gehört die Suche nach Planeten bei anderen nahe gelegenen Sternen und die Beobachtung von äusserst lichtschwachen Objekten am Rande des Universums.

Bild 4: Der bekannte Sternenüberrest, die Supernova 1987A – am 23. Februar 1987 explodierte der Stern – wurde mit dem Hubble Teleskop eingehend beobachtet. Zwei Überraschungen kamen dabei zutage. Der Sternüberrest hat sich schon recht stark ausgedehnt, wie das Bild oben links zeigt. Ein Stern von vergleichbarer Lichtstärke ist deutlich kleiner abgebildet (Bild oben rechts). Die zweite Sensation war die Entdeckung eines Staubringes um den Explosionsherd (Bild unten). Offenbar wurde einige tausend Jahre vor der eigentlichen Sternexplosion ein Teil der Sternhülle in den Raum abgesprengt. Links und rechts vom Supernovaüberrest sind noch je ein Stern zu erkennen, die aber nichts mit dem Ereignis zu tun haben.

Bild ESA



Erste Beobachtungsergebnisse

Seit dem Start des Hubble Teleskops im vergangenen April wurden mit den verschiedenen Instrumenten an Bord die unterschiedlichsten Objekte beobachtet.

Dabei ging es in erster Linie darum, die Leistungsfähigkeit des havarierten Teleskops herauszufinden und im weiteren festzustellen, ob die wissenschaftlichen Instrumente, Kameras und Spektrographen den Erwartungen entsprechen. Somit sind bei den zahlreichen Tests bereits eine ganze Anzahl von interessanten wissenschaftlichen Ergebnissen gewonnen worden. Das eigentliche Beobachtungsprogramm wird erst jetzt anlaufen.

Als das herausragendste wissenschaftliche Ergebnis kann die Entdeckung eines Materieringes um den Supernova-Überrest 1987A bezeichnet werden. Der besagte Materiering muss offenbar schon einige tausend Jahre vor der eigentlichen Sternexplosion in den Raum abgestossen worden sein. Dies wird aus seinem Durchmesser geschlossen. Im weiteren wurde festgestellt, dass die Restmaterie des explodierten Sterns sich ausdehnt; vergleichbare helle Objekte wie die Supernova 1987A erscheinen auf den Teleskopaufnahmen wesentlich kleiner. Auch im Sternhaufen mit der Bezeichnung R136 im Nebel Doradus 30 der Grossen Magellanschen Wolke (GMW) konnten zusätzliche unbekannte Sterne beobachtet werden. Da in dieser Region vor allem ganz junge Sterne zu finden sind, ist deren Untersuchung von grosser Bedeutung. Erdgebundene Beobachtungen scheitern am beschränkten Auflösungsvermögen.

Eindrückliche Beobachtungen gelangen mit der europäischen Kamera für Lichtschwache Objekte auch beim Sternsystem R-Aquarii. Es handelt sich hier um ein Sternpaar, das aus einem Roten Riesenstern und einem Weissen Zwerg besteht. Die beiden Sterne tauschen Materie aus, was auf den Bildern als langgezogener Nebel mit zahlreichen Filamenten zu erkennen ist. Das Sternsystem R-Aquarii befindet sich nur 700 Lichtjahre von uns entfernt, was sich günstig auf die Beobachtungen auswirkt. Die Astronomen sind der Ansicht, dass der Riesenstern in Kürze explodieren wird. Bereits mehrere Male konnten Materie-Ausbrüche beobachtet werden; es handelt sich hier um eine sehr junge Nova.

Eine spektakuläre Beobachtung anderer Art war die Untersuchung einer sogenannten Gravitationslinse. Dabei wurde ein Quasar beobachtet, der sich in 8 Milliarden Lichtjahre Entfernung befindet, und durch eine rund 20 Mal näher liegende Galaxie verdeckt wird. Die massive Galaxie lenkt das Licht des Quasars durch ihre gewaltige Gravitation stark ab, deshalb erscheint uns der weit entfernte Quasar auf den Aufnahmen gleich vierfach, er bildet ein sogenanntes «Einstein-Kreuz». Der Physiker Albert Einstein hatte die Ablenkung des Lichtes eines weit entfernten Objekts durch einen sehr massenreichen Körper bereits zum Beginn dieses Jahrhunderts vorausgesagt. 1916 konnte anlässlich einer Sonnenfinsternis die Ablenkung des Lichtes von Sternen in der Nähe der Sonnenscheibe erstmals direkt beobachtet und nachgewiesen werden. Für Untersuchungen über den Aufbau des Universums ist die Beobachtung der «Gravitationslinsen» von grosser Bedeutung.

MEN J. SCHMIDT