



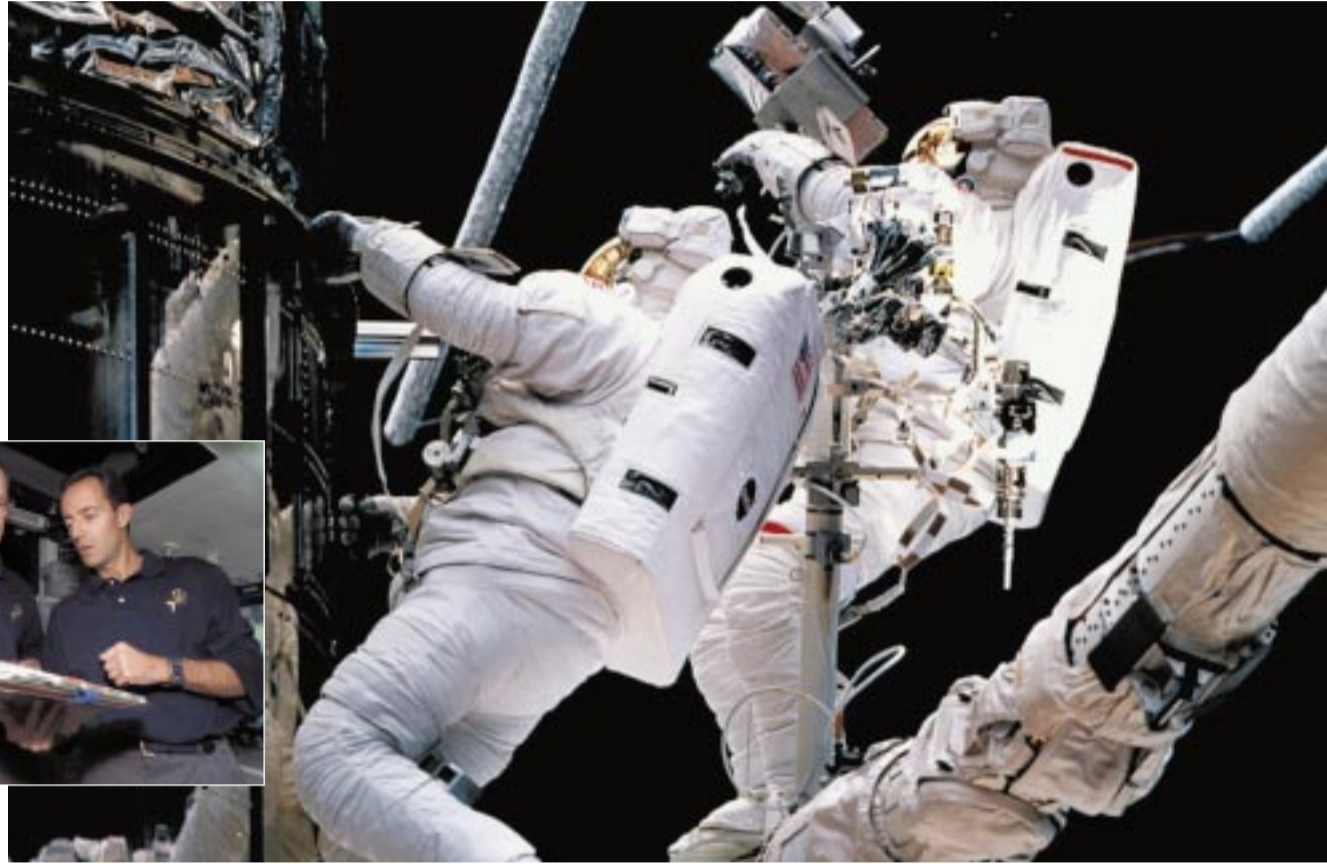
# esa STS-103



Die Rolle der Europäischen Weltraumorganisation bei der neuen Mission zur Wartung des Weltraumteleskops

## Astronauten bereit für schwierigen Hubble-Einsatz

Die ESA-Astronauten Claude Nicollier und Jean-François Clervoy spielen bei der neuen Mission zur Wartung und Instandsetzung des Hubble-Weltraumteleskops eine wichtige Rolle in der Mannschaft der Raumfähre „Discovery“. Hauptziel der Mission ist die Ersetzung des angeschlagenen Hubble-Ausrichtsystems, das es den Astronomen gestatten soll, Sterne, Planeten und andere Himmelskörper mit höchster Präzision ins Visier zu nehmen.



Hubble, ein Gemeinschaftsvorhaben der NASA und der ESA, ist eines der bisher erfolgreichsten Observatorien im Weltraum, das uns eine Flut wissenschaftlicher Daten über Hunderte von astronomischen Objekten beschert hat. Es stellt weiterhin wissenschaftliche Beobachtungen an, doch ist sein Ausrichtsystem pannen anfällig geworden, weshalb die „Discovery“ früher als geplant zu ihrer Reparaturmission starten muß.

Zwei der erfahrensten Astronauten der ESA haben dabei als Mitglieder eines sorgfältig ausgebildeten Astronautenteams kritische Aufgaben wahrzunehmen. Claude Nicollier wird beim Einbau eines neuen Rechners und bei der Montage neuer Isoliermatten in

zwei Außenbordeinsätzen behilflich sein und bei dieser Gelegenheit als erster Europäer einen Ausstieg von der Raumfähre in den freien Weltraum unternehmen.

Jean-François Clervoy wird den Roboterarm der Raumfähre in kritischen Phasen der Mission bedienen, zu denen auch das Einfangen des Satelliten und die Außenbordeinsätze gehören.

Nicollier absolviert seinen vierten Raumflug. Davor war er an der ersten Hubble-Wartungsmission im Jahr 1993 beteiligt, bei der er den Roboterarm der Raumfähre steuerte, während seine Kollegen außenbords Reparaturen am Weltraumteleskop durchführten. Diesmal wird Clervoy (auf seinem dritten Flug) die Hauptrolle beim Betrieb des

## Raumtransportermission soll Hubble für die Astronomen auf Kurs halten

Roboterarms übernehmen.

Das Hubble-Weltraumteleskop wurde 1990 mit einer geplanten Einsatzdauer von 20 Jahren gestartet. Die ESA hat zur Entwicklung des Teleskops einen Beitrag im Wert von 15 % geleistet, wofür europäischen Astronomen ein Anteil von 15 % der verfügbaren Beobachtungszeit garantiert wird. Wegen der hohen Güte der Vorschläge von Wissenschaftlern in Europa betrug ihr bisheriger Anteil in Wirklichkeit durchschnittlich 20 %.

Eine dritte Hubble-Wartungsmission war für Juni 2000 geplant, doch als drei der sechs Lageregelungskreisel des Teleskops ausgefallen waren, hielten die Verantwortlichen der NASA die Aufrechterhaltung dieses Termins für zu riskant, da mindestens drei Kreisel funktionsfähig bleiben müssen, um die äußerst hohen Anforderungen an die Ausrichtgenauigkeit des Teleskops zu erfüllen. Außerdem muß den NASA-Vorschriften zufolge eine Wartungs-

mission eingeplant werden, bevor ein vierter Kreisel ausfällt.

Mit weniger als drei funktionsfähigen Kreiseln könnte Hubble zwar völlig sicher auf der Umlaufbahn gehalten werden, aber keine wissenschaftlichen Beobachtungen mehr anstellen. Deshalb wurde, um eine Betriebsunterbrechung zu vermeiden, die dritte Wartungsmission aufgeteilt – der erste Teil soll sofort, der zweite erst Mitte 2001 stattfinden.

Neben der Ersetzung aller Kreisel wird die Mannschaft auch andere Teile der Ausrüstung des Teleskops auswechseln, entweder weil sie unter den harten Umgebungsbedingungen im Weltraum gelitten haben oder weil nun Ersatzgerät moderner Technologie verfügbar ist.

Der Start der „Discovery“ ist jetzt im Dezember vom Kennedy Space Center aus geplant.

Claude Nicollier (links) und Jean-François Clervoy von der ESA (kleines Bild) erörtern ihren Einsatz

### Missionsdaten

Flug:	STS-103
Raumfähre:	Discovery
Start:	6. Dezember 1999 um 02.37 Uhr Ortszeit (08.37 Uhr MEZ)
Startort:	Komplex 39b im Kennedy Space Center, Florida
Landung:	15. Dez. 1999 23.57 Uhr Ortszeit 16. Dez. 1999 05.57 Uhr MEZ
Landeort:	Kennedy Space Center, Florida
Dauer:	10 Tage
Höhe:	512 km
Bahnneigung:	28°

### Mitglieder der Bordmannschaft

Curtis Brown	Kommandant (NASA)
Scott Kelly	Pilot (NASA)
Steven Smith	Missionsspezialist (NASA)
Michael Foale	Missionsspezialist (NASA)
John Grunsfeld	Missionsspezialist (NASA)
Claude Nicollier	Missionsspezialist (ESA)
Jean-François Clervoy	Missionsspezialist (ESA)

## Europäische Astronomen auf Entdeckungsreise

Das Hubble-Weltraumteleskop, ein Gemeinschaftsvorhaben der NASA und der ESA, hat schon einige der dramatischsten Entdeckungen in der Geschichte der Astronomie gemacht.

In seinem Herzen befinden sich ein Hauptspiegel von 2,4 m Durchmesser und fünf wissenschaftliche Instrumente einschließlich der von der ESA bereitgestellten Kamera für lichtschwache Objekte (FOC), die zusammen das gesamte Lichtspektrum abdecken.

Bemannte Wartungsmissionen zur Ersetzung fehlerhafter oder veralteter Teile sind unerlässlich, damit das Teleskop die Aufgabe, für die es konzipiert wurde, erfüllen kann, nämlich bis zu zwei Jahrzehnte lang Einblick in die entferntesten und für andere Instrumente kaum noch zugänglichen Regionen des Kosmos zu gewähren.

Das im großen und ganzen zylinderröhrige Teleskop hat mit einer

Gesamtlänge von 15,9 m und einem Höchstdurchmesser von 4,3 m die Größe eines Doppeldeckerbusses.

Den europäischen Astronomen und Wissenschaftlern der ganzen Welt beschert es eine reiche kosmische Ernte aufsehenerregender Bilder und neuer Erkenntnisse – von den verhältnismäßig nahen Planeten unseres eigenen Sonnensystems bis zu den fernsten und unbekanntesten Teilen des Universums.

### Web-Seiten zu STS-103:

- <http://www.estec.esa.int/spaceflight>
- <http://spaceflight.nasa.gov/shuttle>
- <http://sci.esa.int/hubble>
- <http://www.stsci.edu>
- <http://hubble.gsfc.nasa.gov>



Das Hubble-Weltraumteleskop auf dem Andockadapter in der Ladebucht der Raumfähre bei der letzten Wartungsmission

# Scharfe Augen über der Atmosphäre

Das Licht ferner astronomischer Objekte bewegt sich über Milliarden Jahre auf uns zu. Bei der Ankunft an der Erde muß es aber erst die Atmosphäre durchqueren, bevor es von bodengestützten Teleskopen empfangen werden kann. Infolgedessen werden feine Einzelheiten der kosmischen Objekte verwischt, weil unsere Atmosphäre für das

ankommende Licht wie eine trübe Linse wirkt.

Die Astronomen haben deshalb stets davon geträumt, dieses Problem zu vermeiden, indem sie ihr Teleskop auf einer Erdumlaufbahn positionieren. Mit Hubble geht dieser Traum in Erfüllung, denn es kann das Licht, bevor es von der Atmosphäre verzerrt wird, mit „Augen“

aufspüren, die zehnmal schärfer als die größten Bodenteleskope sehen.

Dies erklärt auch, warum das von der ESA und der NASA gemeinschaftlich verwirklichte Hubble-Weltraumteleskop bereits einige der dramatischsten Entdeckungen in der Geschichte der Astronomie gemacht hat.

## Künftiges Teleskop im All

Europa könnte bei der Entwicklung eines neuen Weltraumteleskops, das einmal Hubble ablösen soll, eine bedeutende Rolle spielen. Nächstes Jahr dürfte entschieden werden, ob sich Europa über die ESA an dem von der NASA vorgeschlagenen Weltraumteleskop der nächsten Generation (NGST) beteiligen wird.

Die Beobachtungskapazität des NGST wird die der bestehenden boden- und weltraumgestützten Teleskope um ein Vielfaches übersteigen und den Astronomen

erstmals die Möglichkeit geben, zurück in die Urzeit bis zu den allerersten Sternen und Galaxien zu blicken, die im Universum entstanden sind.

Mit einer geplanten Öffnung von 8 m könnte das NGST für die europäischen Astronomen auch ein wichtiges Bindeglied in der Kette der von der ESA geplanten künftigen Weltraumprojekte wie FIRST, ein Teleskop im fernen Infrarot und Submillimeterbereich, und Planck, eine Mission zur Untersuchung

der kosmischen Hintergrundstrahlung, bilden. Die NASA und die ESA führen bereits Studien und technologische Vorarbeiten für das NGST durch, anhand deren der mögliche Beitrag der ESA im Frühjahr 2000 festgelegt werden soll. Die NASA möchte die eigentliche Entwicklung im Jahr 2003 einleiten und visiert einen Start im Jahr 2008 an.

## Was ersetzt bzw. eingebaut werden soll

### Kreisel

Die Kreisel des Hubble-Weltraumteleskops sind die Weltbesten in puncto Genauigkeit, außergewöhnlich stabil und in der Lage, auch noch winzige Bewegungen des Teleskops zu erkennen – nur so kann das HST während der langen Zeiten, die für seine spektakulären Aufnahmen notwendig sind, präzise auf Kurs gehalten werden.

Neben der Erhaltung der Ausrichtstabilität messen die Kreisel den Wechsel der Fluglage, wenn das Teleskop geschwenkt wird und ein neues Himmelsobjekt aufs Korn nimmt. Hubble verfügt insgesamt über sechs Kreisel, wovon drei gleichzeitig betrieben werden müssen, um genügend Informationen für die präzise Lage- und Ausrichtungsregelung des Teleskops zu erhalten.

Die Kreisel haben aber eine begrenzte Lebensdauer. Nur drei der sechs arbeiten noch einwandfrei, und während der Wartungsmission werden die Astronauten alle drei Kreiselpaare austauschen, so daß Hubble wieder über sechs neue Kreisel verfügt.

### Feinsteuerungssensor

Bei dieser Wartungsmission soll der zweite der drei in Hubble eingebauten Feinsteuerungssensoren ausgewechselt werden, die zur genauen Ausrichtung und Stabilisierung des Teleskops beitragen. Die Astronauten werden einen renovierten Feinsteuerungssensor mitbringen, und zwar dieselbe Einheit, die bei der letzten Wartungsmission ausgebaut wurde und inzwischen überholt worden ist. Die bei der jetzigen Mission auszubauende Einheit soll ihrerseits überholt und zur Wiederverwendung bei der vierten Wartungsmission nachgerüstet werden.

### Neuer Rechner

Ein strahlungsbeständiger Rechner wird den nun veralteten Hauptrechner von Hubble ersetzen, was die Einsatzkapazität drastisch erhöhen, den Wartungsaufwand für die Flugssoftware verringern und die Betriebskosten erheblich senken dürfte. Der modernere Rechner läuft zwanzigmal schneller und verfügt über die sechsfache Speicherkapazität.

### Batterienachrüstätze

Die Hubble-Batterien neigen mit zunehmendem Alter zum Überhitzen, wenn sie überlastet werden. Dem soll mit Nachrüstätzen begegnet werden, die die Entladespannung der Batterien senken. Auf jeder der sechs Hubble-Batterien soll ein solcher Nachrüstatz montiert werden.

### Reservesender für Einfachzugriff im S-Band

Dieser wird eine ausgefallene Einheit ersetzen, die ausgebaut, zur Erde zurückgebracht und für einen späteren Flug überholt werden soll.

### Reserve-Aufzeichnungsgerät in Festkörpertechnik

Das zweite von drei Bandaufzeichnungsgeräten soll – wie schon die erste Einheit bei der vorhergegangenen Wartungsmission im Jahr 1997 – durch ein Hochleistungsaufzeichnungsgerät in Festkörpertechnik ersetzt werden. Die moderneren Aufzeichnungsgeräte sind für eine effiziente Speicherung der großen Datenmengen von den neuen Hubble-Instrumenten und zur Aufrechterhaltung einer hohen wissenschaftlichen Ausbeute unerlässlich.

### Neue Isolierverkleidung

Mit einer Thermalschutzbeschichtung versehene Bleche aus rostfreiem Stahl werden auf der Außenseite des Teleskops an verschiedenen Stellen befestigt, um die Innentemperatur regeln zu helfen. Sie werden so angebracht, daß sie beschädigte Flächen der bestehenden Isolierhülle überdecken.

### Ersatzgewebe für Bugstruktur und -blende

Flexible aluminiumbeschichtete Teflonmatten werden auf der Außenseite der Hubble-Bugstruktur und -blende als zusätzlicher Schutz und Isolierhilfe gegen die harten Umgebungsbedingungen im Weltraum angebracht.

### Handlaufhüllen und Türriegel

Als Beta-Tuch bezeichnetes Glasfasergewebe soll als Schutzhülle um die Handläufe über dem Gehäuse der Feinsteuerungssensoren befestigt werden, um eine Kontamination dieses Bereichs zu verhindern, nachdem bei der vorangegangenen Wartungsmission festgestellt worden war, daß der Anstrich auf den Handläufen abblättert. Außerdem werden die Astronauten die Verriegelungen an der Gehäusetür austauschen.

### Kosmische Zusammenstöße

Die von Pieter van Dokkum (Universitäten Groningen und Leiden, Niederlande) und Marijn Franx (Universität Leiden) durchgeführten Beobachtungen brachten die ersten Direktaufnahmen von Zusammenstößen zwischen Galaxien hervor. Die kollidierenden Galaxien befinden sich in einem sogenannten Galaxienhaufen. Obwohl Zusammenstöße schon in anderen Galaxien beobachtet wurden, weist dieser Haufen bei weitem die meisten jemals aufgespürten Zusammenstöße auf. Für die Astronomen läßt der Befund darauf schließen, daß zumindest in manchen Fällen massive Galaxien durch Zusammenstöße zwischen kleineren entstehen. „Es war eine große Überraschung“, sagt Teamleiter Pieter van Dokkum. „Noch nie sind Zusammenstöße dieser Häufigkeit beobachtet worden. Viele finden zwischen massiven Galaxien statt, so daß schließlich noch weit massereichere Galaxien entstehen.“ Bisher lagen für die Theorie der Galaxienbildung durch Zusammenstöße keine unmittelbaren Beweise vor. Dank Hubble konnte nun eine große Zahl von Galaxien auf frischer Tat ertappt werden.

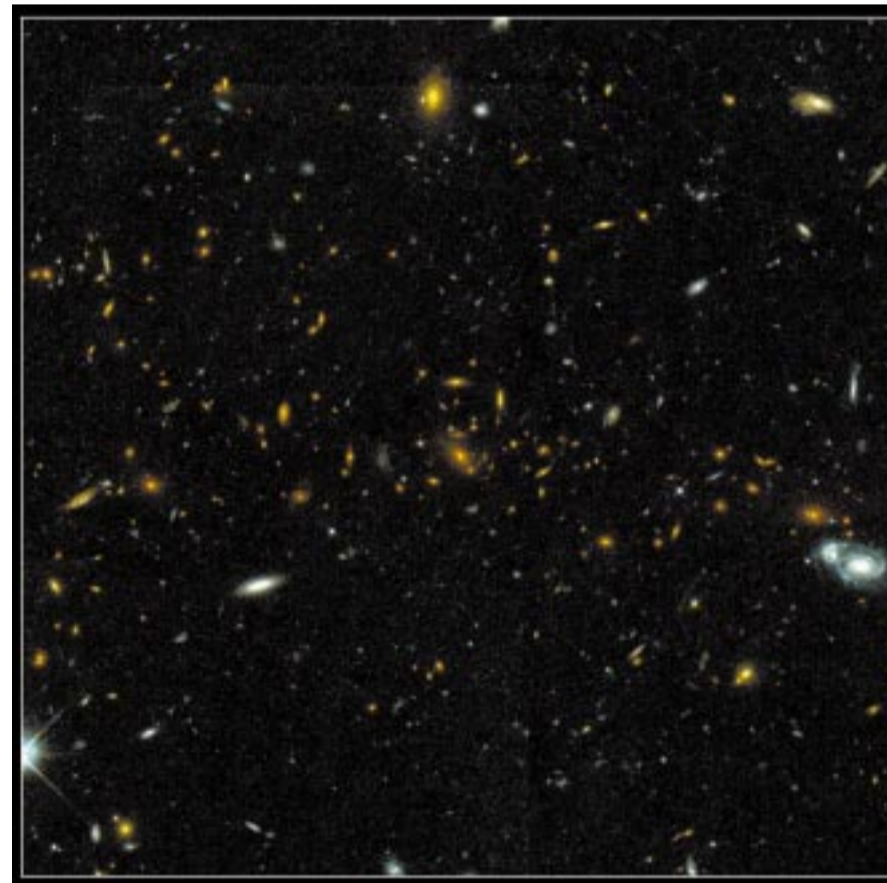
## Einige interessante Zahlen

- Hubble hat rund 259 000 unterschiedliche Bilder von astronomischen Objekten aufgenommen.
- Hubble hat fast 13 000 astronomische Ziele beobachtet.
- Astronomen haben gestützt auf Hubble über 2 400 wissenschaftliche Artikel veröffentlicht.
- Hubble hat auf seiner Umlaufbahn um die Erde, die es alle 97 Minuten durchläuft, bisher rund 2,293 Milliarden km zurückgelegt, was der Entfernung zwischen der Erde und dem Planeten Uranus entspricht.

# Die europäische A



Aufnahme: HST (NASA & ESA), WFPC2. Bruce Balick (Universität Washington), Vincent Icke (Universität Leiden) und Garret Mellema (Universität Stockholm).



Aufnahme: HST (NASA & ESA), WFPC2. Pieter van Dokkum (Universität Groningen/Leiden) und Marijn Franx (Universität Leiden).

### Entdeckung eines „nackten“ Schwarzen Lochs

Im Jahr 1997 entdeckte Philippe Crane von der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Garching bei München ein Schwarzes Loch, das hinter dem Rand einer wirbelnden Staubscheibe hervorlugte. „Es war erstaunlich“, sagt Crane. „Dank der äußerst hohen Auflösung der ESA-Kamera für lichtschwache Objekte sahen wir ein völlig neues Phänomen. Vor dem HST war Forschung dieser Art einfach undenkbar.“ Die Galaxie, in der sich das Schwarze Loch befindet, liegt in dem rund 300 Millionen Lichtjahre entfernten Sternbild Kleiner Bär. Im Zentrum der Galaxie stürzt Materie verschiedenster Form – Staub, Gas und sogar ganze Sterne – ständig in das gewaltsame Schwarze Loch und ruft eine Fackel energiereichen Ultraviolettlichts (im Bild blau gefärbt) hervor.

Aufnahme: HST (NASA & ESA), FOC. P. Crane (Europäische Südsternwarte).

# Astronomie und das Hubble-Weltraumteleskop



Seit dem Start des HST im April 1990 und seiner anfänglichen Instandsetzung in der Umlaufbahn haben die Astronomen Zugang zu einem Observatorium mit bisher unübertroffener Sehschärfe und Aufnahmekapazität, das schon neue Ansichten der meisten wichtigen Objekte im Kosmos geliefert hat. Für die europäischen Astronomen hat sich eine neue Welt eröffnet, seit sie das berühmteste aller Weltraumteleskope benutzen dürfen, das von der ESA und der NASA in enger Zusammenarbeit konzipiert worden ist.

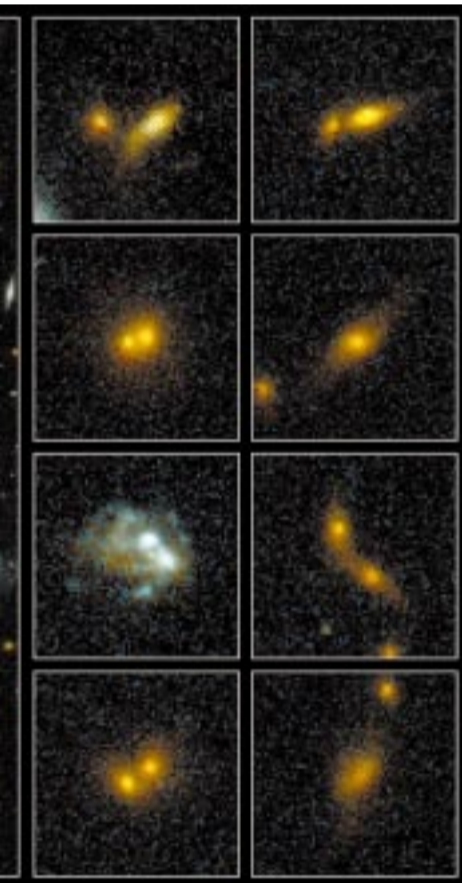
Für Europa wie auch für die Vereinigten Staaten war das HST bisher ein unvergleichlicher Erfolg. Täglich werden mit ihm erstaunliche Beobachtungen angestellt, und gestützt auf seine Daten werden jedes Jahr Hunderte von wissenschaftlichen Arbeiten veröffentlicht.

Die dritte HST-Wartungsmission bietet eine gute Gelegenheit, eine Zwischenbilanz der von europäischen Astronomen mit Hubble erzielten Ergebnisse zu ziehen.

Dank ihrer ausgezeichneten Beobachtungsvorschläge konnten sich europäische Astronomen wesentlich mehr Beobachtungszeit als die ihnen ursprünglich garantierten 15 % sichern. Rund 20 % aller Beobachtungen wurden bisher von Europäern durchgeführt.

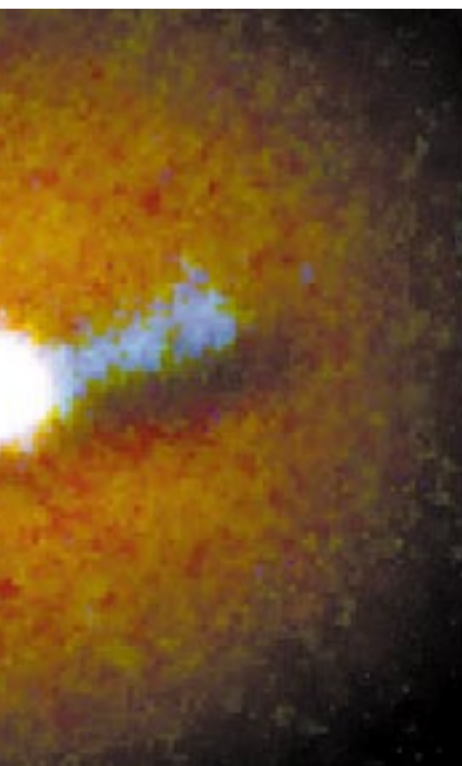
Im dritten HST-Betriebsabschnitt, der von 1997 bis 1999 reicht, gehören zu den interessantesten und zugleich augenfälligsten Ergebnissen der europäischen Astronomen die Entdeckung eines „nackten“ Schwarzen Lochs in einer Galaxie, die erste Direktaufnahme von Polarlichtern auf Jupiter, Beobachtungen stellarer „Feuerwerke“ und die ersten Direktaufnahmen von Zusammenstößen zwischen Galaxien. Diese Beispiele stellen nur einen kleinen Bruchteil der Hunderte von Entdeckungen dar, die das HST der europäischen Wissenschaft beschert hat.

In dem rund 2 100 Lichtjahre entfernten Sternbild Schlangenträger (Ophiucus) verhilft ein planetarischer Nebel mit der Bezeichnung M2-9 den Astronomen zu neuen Erkenntnissen über das Endstadium im Leben unserer Sonne. In etwa fünf Milliarden Jahren wird die Sonne ihren eigenen Nebel ausstoßen und als weißer Zwergstern dahinschwenden.



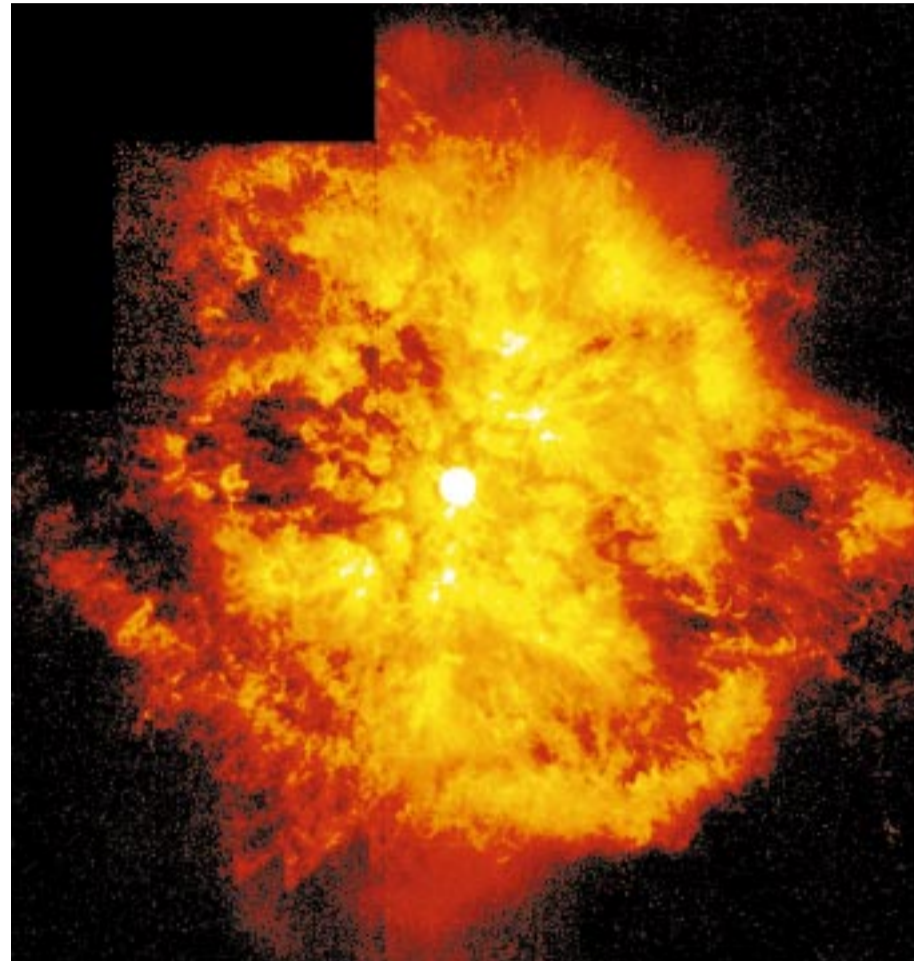
## Polarlichter auf Jupiter

Jean-Claude Gérard vom Laboratorium für Atmosphären- und Planetenphysik in Belgien hat gezeigt, wie auf dem Riesenplaneten Jupiter farbenreiche Aurora-Erscheinungen – auch Nord- oder Polarlichter genannt – aufleuchten. „Unsere Arbeit wäre ohne Hubble wirklich nicht möglich. Seit dem Vorbeiflug der Voyager-Sonden wissen wir, daß auf Jupiter Polarlichter auftreten, aber bisher konnten sie nicht in Bildern festgehalten werden. Dank Hubble ist uns dies nun endlich gelungen.“ Die Aurorae auf Jupiter sind farbige Lichtschleier in der oberen Atmosphäre. Sie ähneln den Polarlichtern auf der Erde, haben aber andere Ursachen: Von den Vulkanen auf dem Jupitermond Io ausgespiene Partikel dringen auf spiralförmigen Bahnen in die Jupiteratmosphäre ein, wo sie mit Atomen und Molekülen zusammenstoßen und sie zum Leuchten bringen.



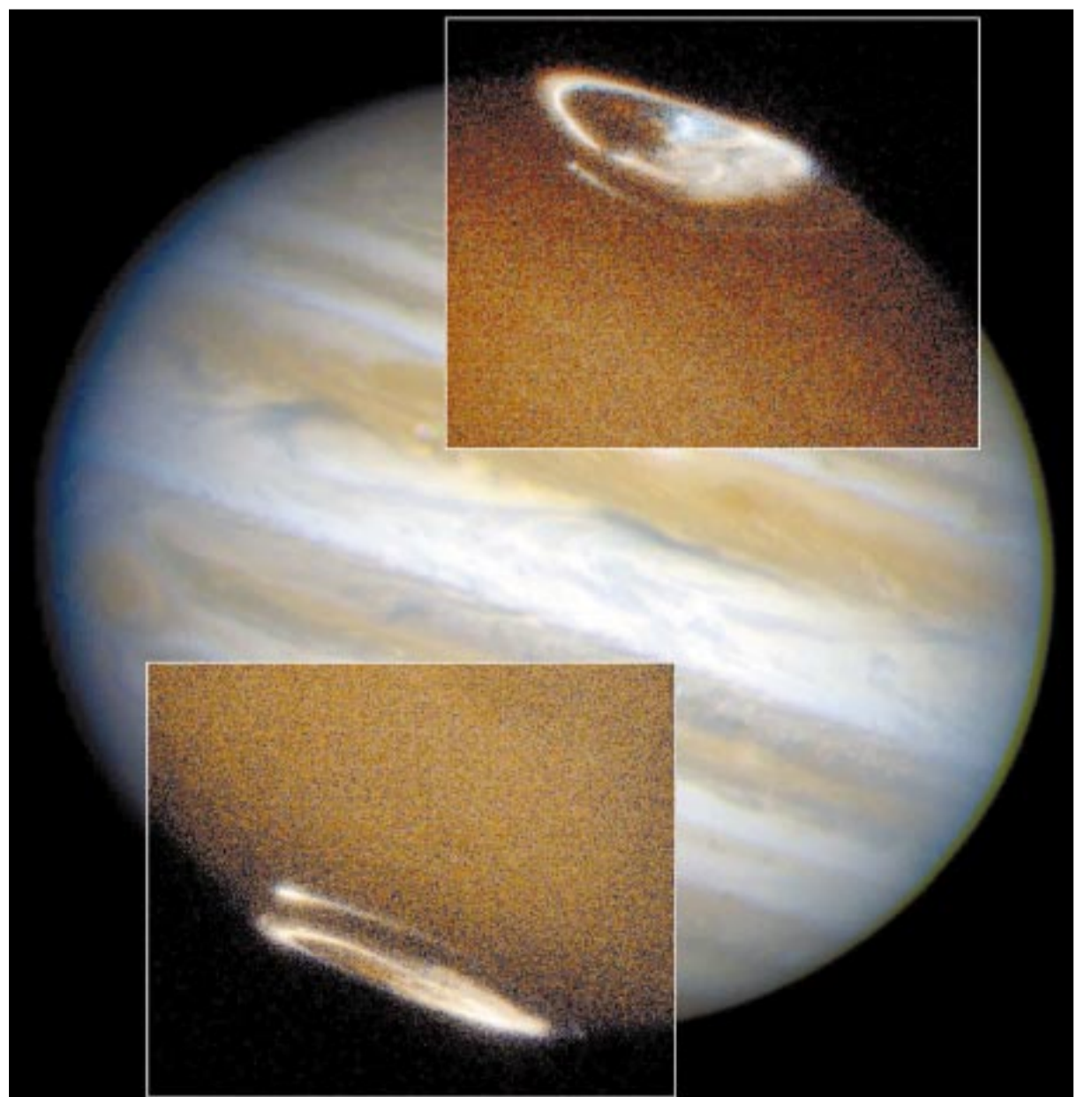
Aufnahme: HST (NASA & ESA), STIS und WFPC2. John Clarke, Joe Ajello, Kent Tobiska, John Trauger, Gilda Ballester, Lofli Ben Jaffel, Jack Connerney, Jean-Claude Gérard, Randy Gladstone, Hunter Waite, Wayne Pryor und Daniel Rego.

Aufnahme: HST (NASA & ESA), WFPC2. Yves Grosdidier (Universität Montreal und Observatorium Straßburg), Anthony Moffat (Universität Montreal), Gilles Joncas (Universität Laval) und Agnes Acker (Observatorium Straßburg).



## Stellare Feuerwerke

Mit der Farbenpracht eines gigantischen Feuerwerks umhüllt der Nebel M1-67 einen warmen, energiereichen Stern. Die Gase wurden von dem Stern in Bildmitte mit Geschwindigkeiten von über 150 000 km/h ausgestoßen. Das Bild dürfte ein unmittelbarer Nachweis dafür sein, daß von dem zentralen Stern ein starker Sternwind ausgeht. Der Nebel erstreckt sich über mehr als 100 Milliarden km. Die Beobachtungen wurden von Yves Grosdidier (Observatorium Straßburg/Universität Montreal, Kanada) angestellt.



# Europäischer Astronaut steuert den Roboterarm

Sobald die „Discovery“ in die Nähe des Hubble-Weltraumteleskops gelangt ist, steht ESA-Astronaut Jean-François Clervoy vor seiner kritischen Aufgabe: Er muß den Roboterarm der Raumfähre so steuern, daß er möglichst sanft an der Kupplungsvorrichtung des Teleskops einrastet und beide Raumfahrzeuge ihren 27 000 km/h schnellen Tandemflug antreten.

Clervoy ist der Flugingenieur dieser Mission. Er flog im November 1994 auf der Raumfähre „Atlantis“ zum ersten Mal in den Weltraum, und die dabei erworbene Erfahrung – schon damals steuerte er den Roboterarm beim Aussetzen eines Atmosphärenforschungssatelliten für die deutsche Raumfahrtagentur DLR – wird ihm nun sehr zustatten kommen.

Das Rendezvous der „Discovery“ mit Hubble ist am zweiten Missionstag rund 600 km über der Erde geplant. Dabei wird die Raumfähre erstmals vertikal zum Teleskop aufsteigen und die Annäherungsgeschwindigkeit allmählich von 1 m/s in 600 m Entfernung auf 0,02 m/s in 36 m Entfernung verringern. Dieses Anflugverfahren

dürfte, wenn alles plangemäß verläuft, Treibstoff sparen helfen.

„Bei der Annäherung an Hubble zeigt mir ein Windows 95-Programm auf einem Laptop-Rechner, der mit Sensordaten der Raumfähre gefüttert wird, graphisch die Relativbewegungen der Raumfähre und des Teleskops an, so daß ich diese kritische Phase besser verfolgen kann“, sagt Clervoy. Sobald sich die beiden Raumfahrzeuge in der richtigen Position zueinander befinden, führt Clervoy den Roboterarm an die vorgesehene Stelle. Wenn er diese Aufgabe, die er stundenlang in Simulationen am Boden geprobt hat, nun in Echtzeit durchführt, darf ihm kein Fehler unterlaufen. Nach Einrasten des Roboterarms bugsiert er das 12 t schwere Teleskop vorsichtig auf den Andockadapter im Heck der Ladebucht.

Am Ende seiner Ausbildung in Houston sagte Clervoy: „Ich glaube, wir sind uns alle unserer großen Verantwortung bewußt. Gegenüber meinen früheren Flügen stellt STS-103 eine Herausforderung ganz anderer Art dar – Hubble steht voll im Mittelpunkt.“

Clervoy vertrat die ESA schon 1997 als

Mannschaftsmitglied der Mission STS-84, die an die russische Raumstation Mir andockte – ein wichtiger Einsatz in den Vorbereitungen Europas für die Arbeit auf der Internationalen Raumstation.

Seine Astronautenlaufbahn begann 1985, als er von der französischen Raumfahrtagentur CNES für das zweite französische Astronautenteam ausgewählt wurde. Während seiner Tätigkeit im Mannschaftsbüro für das Raumflugzeug Hermes in Toulouse arbeitete er bereits für die bemannte europäische Raumfahrt, bevor er 1992 in das Astronautenkorps der ESA eintrat.

„Bei Raumtransportermisionen wird die Mannschaft ausschließlich nach der Erfahrung und Eignung für den jeweiligen Einsatz ausgesucht. Es ist daher erfreulich, daß die NASA gleich zwei europäische Astronauten dieser anspruchsvollen Mission zugeteilt hat“, sagt Clervoy, der vor seiner Ausbildung im Johnson Space Center der NASA in Houston auch ein ähnliches Training in der Sternstadt bei Moskau absolviert hat.

„Alle Mannschaftsmitglieder sehen



Jean-François Clervoy

diesem Einsatz mit großer Spannung entgegen. Er wird für uns alle mit harter Arbeit verbunden sein – so kann ich damit rechnen, daß ich täglich acht Stunden lang den Roboterarm bedienen muß!“

Wenn die „Discovery“ zu ihrer Wartungsmission startet, hat Clervoy

über 150 Stunden missionsspezifischer Schulung allein für die Bedienung des Roboterarms hinter sich. Als der ultimative Hightech-Reparaturauftrag wird dieser dritte Flug ins All für Clervoy sehr spektakulär sein, aber an ihn auch besonders hohe Anforderungen stellen.

# Erster Europäer steigt aus der Raumfähre ins All

Für ESA-Astronaut Claude Nicollier wird ein lang gehegter Wunsch in Erfüllung gehen, wenn er zu Beginn des zweiten großen Außenbordeinsatzes dieser Mission die Luftschiene der Raumfähre verläßt.

Dann wird er das zwei Stockwerke hohe Hubble-Teleskop vor sich aufragen sehen, das sich vor dem Hintergrund der Erdoberfläche deutlich abzeichnet. Nun beginnt seine erste sechsstündige Wartungsschicht im All.

Der Raumfahrtveteran Nicollier, der bereits dreimal im Weltraum war, ist mit dem Hubble-Weltraumteleskop bestens vertraut – er bediente den Roboterarm bei STS-61, der ersten HST-Wartungsmission im Jahr 1993.

Er hat insgesamt schon 828 Stunden im Weltall zugebracht, an der Aussetzung der europäischen Forschungsplattform Eureka bei STS-46 im Jahr 1992 teilgenommen und bei STS-75 im Jahr 1996, dem Zweitflug des italienischen Fessel-satellitensystems, als Missionsspezialist fungiert.

Für die ESA ist es von großer Bedeutung, daß einer ihrer Astronauten bei dieser Mission Gelegenheit zu zwei Außenbordeinsätzen erhält. „Es geht darum, möglichst viel Erfahrung zu sammeln. Wir haben schon auf Mir Außenbordeinsätze durchgeführt, aber

jetzt wird ein Europäer zum ersten Mal von der Raumfähre in den freien Weltraum aussteigen“, sagt Nicollier. „Daß an dieser Mission gleich zwei ihrer Astronauten teilnehmen, berechtigt die ESA zu einem gewissen Stolz, zumal mit der NASA keine Vereinbarung über die Beteiligung von Europäern getroffen worden war. Wir gehören einer großen Gruppe von Astronauten an, aus denen die für einen Einsatz jeweils geeignetsten ausgewählt werden.“

Der aus Vevey in der Schweiz stammende Nicollier hat seine Außenbordeinsätze über 100 Stunden lang im „Nullauftriebslabor“ der NASA, einem riesigen 12 m tiefen Wasserbecken, geprobt. Er trat als Mitglied der ersten Gruppe europäischer Astronauten 1978 in die ESA ein und ist nun einer ihrer erfahrensten Raumfahrer.

Für die Mission STS-103 wurden vier für Außenbordeinsätze ausgebildete Missionsspezialisten in Zweiertams eingeteilt, die an abwechselnden Tagen zum Einsatz kommen. Claude Nicollier wird mit Mike Foale, einem Amerikaner britischer Abstammung, zusammenarbeiten.

Bei jedem Außenbordeinsatz (EVA) wird ein Astronaut (mit der Kennung EVA-1) hauptsächlich den freischwebend



Hubble ist mit Handläufen von insgesamt 70 m Länge und 31 Fußhalterungen versehen, um Astronauten bei Außeneinsätzen an dem die Erde mit 27 000 km/h umrundenden Weltraumteleskop ein sicheres Arbeiten zu ermöglichen. Am Boden würde man bei einer solchen Geschwindigkeit in einer Sekunde eine 7 km entfernte Stadt erreichen.

Astronauten arbeiten an Hubble bei der zweiten Wartungsmission im Jahr 1997

größeren Ausschnitt der Erdoberfläche zu sehen, und das ist schon sehr aufregend. Ein Ausflug in den freien Weltraum war schon immer mein sehnlichster Wunsch. Für mich geht jetzt ein Traum in Erfüllung.“



Claude Nicollier

auszuführenden Teil der EVA-Aufgaben wahrnehmen, während der andere (EVA-2) auf einer am Roboterarm befestigten Plattform arbeitet.

Um die Ermüdung der beiden Astronauten bei den nominell sechs Stunden dauernden Außenbordeinsätzen in Grenzen zu halten, tauschen die beiden einmal pro Einsatz die Plätze.

Nach der Missionsplanung sollen Nicollier und Foale an EVA-Tag 2 den Rechner des Teleskops auswechseln.

„Ein großes Problem bei allen Außenbordeinsätzen ist, daß keine Fremdkörper ins Innere des Teleskops gelangen dürfen“, so Nicollier. „Zu verschiedenen Zeitpunkten werden die „Innereien“ des Teleskops der Außenwelt ausgesetzt sein. Wir sind uns alle bewußt, welchen Schaden Fremdkörper anrichten können, und werden alles tun, um zu verhindern, daß Raumfahrtmüll oder Meteoritenstaub eingeschleust wird.“

Der mit Nicollier und Foale geplante abschließende Außenbordeinsatz dient der Instandsetzung der Außenisolierung des Teleskops und dem Einbau neuer Thermalschutzmatten im Mittel- und Bugteil.

Eine Seite von Hubble ist ständig der Sonne zugewandt und hat daher erheblich unter der einfallenden Sonnenstrahlung gelitten. Die ursprüngliche Schutzverkleidung ist jetzt recht spröde, weshalb neue Matten auf der alten Verkleidung angebracht werden sollen. Die sieben 1,5 m breiten und 3 m langen Isoliermatten werden aufgerollt angeliefert. „Wir werden wie beim Tapezieren vorgehen, d.h. oben beginnen, die Matten abrollen und Zug um Zug mit Draht und Laschen befestigen“, sagt Nicollier.

Eine Besonderheit der Hubble-Wartungsmissionen besteht darin, daß die Raumfähre auf eine größere Höhe als bei anderen Flügen, nämlich auf 600 km statt der durchschnittlichen 300 km aufsteigt. Nicollier meint dazu: „Wir bekommen deshalb einen

Wie alle Reparaturmannschaften der Welt werden die Astronauten bei diesem Einsatz über 150 Spezialwerkzeuge und Arbeitshilfen mit sich führen. Diese reichen von einfachen Traghilfen bis zu rechnergesteuerten Maschinenwerkzeugen. Einige gehören zum üblichen Werkzeugsatz der Raumfähre, andere wurden dagegen speziell für diese Wartungsmission entwickelt. Alle sind so konzipiert, daß sie von den Astronauten trotz der klobigen druckbeaufschlagten Handschuhe und Raumanzüge gehandhabt werden können.