

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 68 (2010)  
**Heft:** 359

**Artikel:** 20 Jahre für die Astronomie unterwegs : Hubble-Teleskop und die Zeit danach  
**Autor:** Tacchella, Sandro  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897996>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

20 Jahre für die Astronomie unterwegs

# Hubble-Teleskop und die Zeit danach

■ Von Sandro Tacchella

*Am Schweizerischen Tag der Astronomie, dem 24. April 2010, feierte das Hubble-Weltraumteleskop seinen 20. Geburtstag. Damit ist es Zeit für einen Rückblick. Es ist eines der erfolgreichsten – wenn nicht das erfolgreichste – Instrument, das je in den Weltraum gelangte. Doch es wird nicht bei den derzeitigen Errungenschaften bleiben, denn die letzte Service-Mission im Jahre 2009 brachte das Teleskop auf den neusten Stand der Technik, sodass man erneut spannende Entdeckungen erwarten darf.*

Weltraumteleskope sind schon 1923 vorgeschlagen worden, denn bereits zu dieser Zeit war klar, dass Teleskope ausserhalb von unserer Atmosphäre viel leistungsfähiger sind als Teleskope auf der Erdoberfläche. So wurde das Hubble-Weltraumteleskop in den 70-er Jahren entwickelt und der Start war im Jahr 1983 geplant. Jedoch kam es wegen technischen Verzögerungen, Budget Problemen und dem Challenger-Unglück zu mehreren Verschiebungen. Im Jahr 1990 erfolgte dann schliesslich der Start: Am 24. April startete das Hubble-Weltraumteleskop an Bord des Spaceshuttles

Discovery (Mission STS-31) und brachte das Hubble in den geplanten Orbit.

## Nach Fehlstart zum Höhenflug

Einige Wochen nach dem erfolgreichen Start kam aber bald die schlechte Nachricht: Die Bilder zeigten einen schwerwiegenden Fehler am optischen System. Die Punktspreizfunktion (Point-Spread-Function, kurz PSF) war über einen Kreis mit Radius von mehr als einer Bogensekunde ausgebreitet, anstatt wie erwartet auf einem Durchmes-

ser von 0.1 Bogensekunden. Es stellte sich heraus, dass der Hauptspiegel falsch geformt war. Man muss wissen, dass dieser Hauptspiegel einer der am genauesten geschliffenen Teile ist (Abweichung von der richtigen Form weniger als 10 Nanometer). Jedoch war der Rand 2200 Nanometer zu niedrig, was zu einer gravierenden sphärischen Aberration führte. Der Fehler stammte von einem falsch montierten Sensor, der für das Messen der Form des Spiegels verantwortlich war. Eine Linse dieses Sensors war um 1.3 mm falsch positioniert. Bei Kontrollmessungen wurde die sphärische Aberration festgestellt, jedoch ignoriert, da man dachte, dass die Sensoren der Kontrollmessung weniger genau arbeiten.

Trotz dieses schwerwiegenden Problems konnte mit dem zwar von vielen Seiten belächelten Hubble Forschung betrieben werden. Da der Fehler eindeutig identifiziert und stabil war, konnte man durch Bildbearbeitung (im speziellen mit Dekonvolution) viele Probleme beheben.

Das Problem wurde dann endgültig in der ersten Service-Mission (STS-61) gelöst: Da man das Teleskop nicht mit einem neuen Spiegel im Weltall ausstatten und es auch nicht zurück zur Erde bringen konnte, musste eine andere Lösung gefunden werden. Weil der Fehler eine falsche aber sehr genaue Form hatte, konnte man eine weitere optische Komponente dem System zufügen mit dem gleichen, jedoch entgegengesetzten Fehler. Daran war massgeblich der bis heute einzige Schweizer Astronaut CLAUDE NICOLLIER beteiligt (siehe Abb. 2). Während der Mission war Claude Nicollier verantwortlich für die Bedienung des Roboterarms des Spaceshuttles. Er fing damit das Hubble-Teleskop ein und setzte es in eine Halterung. Bei dieser Mission wurden neben der Spiegelkorrektur ebenfalls zwei Kamerasysteme ersetzt. Dies führte zu einer deutlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit des Teleskops (siehe Abb. 3). In den nachkommenden Jahren folgten weitere vier Service-Missionen, die jeweils bestehende Systeme mit neueren ersetzten. Die zweite Mission (STS-82) ersetzte den Spektrograph (FOS) und den Spektrometer (GHRS) durch neuere Instrumente. In der dritten Service-Mission (STS-103) flog CLAUDE NICOLLIER bereits seine vierte

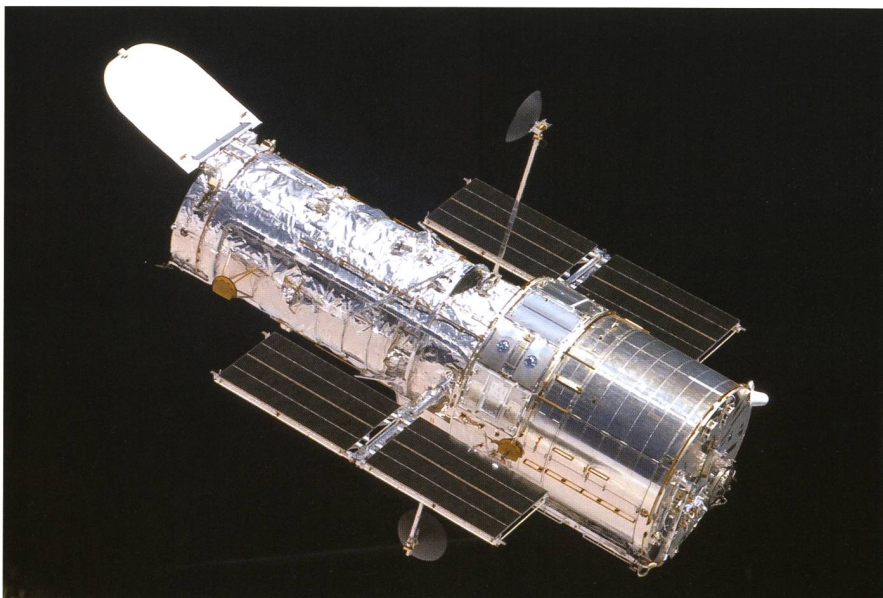


Abb. 1: Hubble-Weltraumteleskop fotografiert vom Spaceshuttle Atlantis bei Wegflug von der letzten Service-Mission (STS125). (Bild: NASA)





Abb. 2: Die Crew der STS-61, welche verantwortlich für die erste Service-Mission des Hubbles war. Ganz rechts befindet sich der Schweizer Astronaut Claude Nicollier. (Bild: NASA)

Spaceshuttle Mission. Beim zweiten Ausstieg, der über acht Stunden dauerte, wechselte er zusammen mit MICHAEL FOALE den Bordcomputer des Teleskops aus. Der neue Computer arbeitete 20mal schneller als der alte. Des Weiteren wurden sechs Gyroskope und der Leitsensor ausgetauscht. Die Gyroskope sind verantwortlich für die Ausrichtung des 11.5 Tonnen schweren Teleskops. Das Ersetzen dieser Gyroskope wurde notwendig, da vier von ihnen innerhalb kurzer Zeit ausfielen. Insgesamt gibt es drei Leitsensoren mit jeweils einem Gewicht von 280 Kilogramm. Diese dienen der Orientierung des Teleskops. Bei der vierten Service-Mission (STS-109) im März 2002 wurden die Sonnensegel ersetzt sowie eine neue Kamera montiert (ACS: Advanced Camera for Survey). Diese Kamera hat zum Beispiel das bekannte Hubble Ultra Deep Field (HUDF) aufgenommen. In der letzten Service-Mission (STS-125) im letzten Jahr wurden zwei weitere Kamerasysteme ersetzt sowie viele weitere kleinere Arbeiten erledigt. Dadurch wurde die Lebenszeit des Hubbles nochmals verlängert, so dass es sicher bis ins Jahr 2014 funktionstüchtig bleiben wird.

## Wissenschaftliche Resultate

Die Resultate des Hubble-Weltraumteleskops beantworteten viele offene Fragen im Bereich der Astro-

physik; warfen jedoch auch wieder neue Fragen auf, die nur mit neuen Theorien erklärbar waren. So konnte zum Beispiel die Hubble-Konstante um ein vielfach Genaueres gemessen werden: vor dem Hubble betrug der Fehler 50%, danach 10%. Zudem wurde die Beziehung zwischen Galaxiezentrum und Schwarzen Loch studiert, und es wurde festgestellt, dass sich fast in jeder Galaxie ein Schwarzes Loch befindet. Zu den bekanntesten Bildern gehören das Hubble Deep Field und das Hubble Ultra Deep Field (Abb. 5). Beides sind kleine Ausschnitte des Himmels, zusammengesetzt aus vielen kleineren. Dies sind die tiefsten je gemachten Bilder im optischen Bereich: Sie zeigen Galaxien, die Milliarden von Lichtjahren weit weg sind. Zwei weitere sehr schöne Bilder mit grosser Erkenntnisgewinnung sind auf der nächsten Seite abgebildet (Abb. 6 und 7). Das Hubble-Teleskop hatte eine sehr grosse Bedeutung in der astronomischen Forschung. So wurden bis heute über 8'000 wissenschaftliche Arbeiten aufgrund der Daten des Hubbles veröffentlicht.

## Ausblick Hubble

Dank den Service-Missionen konnten defekte oder veraltete Systeme nach und nach ersetzt werden. So wird das Hubble-Weltraumteleskop bis mindestens 2014 in Betrieb bleiben und auch in Zukunft noch viele interessante Daten liefern. Vor allem von den neuen Kamerasystemen, die in der letzten Mission installiert wurden, darf man einige neue Erkenntnisse erwarten. Ein Ende der Funktionsfähigkeit



Abb. 4: Astronauten ersetzen Gyroskope während der dritten Service-Mission. Das Hubble wurde mit dem Greifarm des Spaceshuttles eingefangen und auf dem Spaceshuttle befestigt. (Bild: NASA)



Abb. 3: Bild vor und nach der ersten Service-Mission: Eine deutliche Steigerung. (Bild: NASA)





Abb. 5: Hubble Ultra Deep Field: Es zeigt Galaxien verschiedenen Alters, Größe, Form. Die kleinsten, rötlichsten Galaxien, ungefähr 100 an der Zahl, gehören zu den am weitesten entfernten, derzeit bekannten Galaxien. (Bild: NASA)

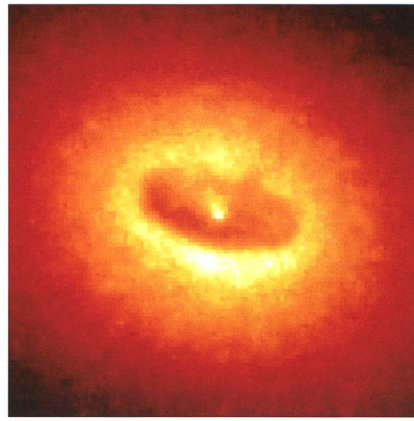


Abb. 6: Gigantische Disk aus kaltem Gas und Staub, welches das Schwarze Loch im Zentrum von NGC 4261 antreibt. (Bild: NASA)

des Hubble-Teleskops ist jedoch absehbar. Ursprünglich plante man, das Hubble mit einem Spaceshuttle zurück zu holen. Darauf muss man nun aber verzichten, da die Space Shuttle-Missionen auf Anfang nächsten Jahres eingestellt werden.

Aufgrund des Widerstandes verkleinert sich der Orbit laufend, so dass ein Wiedereintritt in die Erdatmosphäre stattfinden wird. Der Zeitpunkt für diesen Wiedereintritt ist ungewiss, denn dieser hängt von der Sonnenaktivität und deren Einfluss auf die Erdatmosphäre ab. Er wird im Zeitraum von 2019 bis 2032 stattfinden. Sollte beim Wiedereintritt nicht alles verglühen, könnte dies eine Bedrohung für die Menschen sein. Daher wurde bei der letzten Service-Mission ein Antriebsmodul angebracht, das einen kontrollierten Wiedereintritt erlauben sollte.

## Nachfolgende Geräte

Es gibt einige Weltraum-Teleskope, die den Anspruch „Nachfolgeteleskop des Hubbles“ erheben. Ich stelle sie hier kurz vor.

■ Das James Webb Space Telescope (JWST) ist um einiges grösser (Durchmesser ~6.5 Meter) und einiges weiter weg (1.5 Millionen Kilometer). Es ist für die Beobachtung im nahen Infrarot ausgelegt, denn dieser Bereich ist gut geeignet, um die Bildung und Entwicklung von Galaxien sowie die Entstehung von Sonnensystemen zu untersuchen.

■ Ein weiteres Gerät ist das Herschel Space Observatory der ESA, das letztes Jahr gestartet wurde. Wie das JWST besitzt das Herschel einen grösseren Spiegel als das Hubble, beobachtet aber „nur“ im Infraroten.

■ Viel weiter in der Zukunft (geplanter Start um 2030) ist das Projekt „Advanced Technology Large-Aperture Space Telescope (ATLAST)“. Die Grösse des Spiegels wird zwischen 8 und 16 Meter liegen. Dies würde ein wirklicher Hubble-Nachfolger sein, denn es wird im optischen, ultravioletten und infraroten Wellenlängenbereich beobachten können, aber natürlich mit einer viel besseren Auflösung als das Hubble Teleskop.

Als sicher gilt, dass noch viel Potential vorhanden ist; die Entwicklung neuer Teleskope ist noch lange nicht abgeschlossen.

## Sandro Tacchella

Bächliwis 3  
CH-8184 Bachenbülach

■ Das JWST ist ein Projekt von der NASA, ESA sowie CSA (Canadian Space Agency) und der Start ist für das Jahr 2014 mit einer Ariane 5 Rakete geplant.

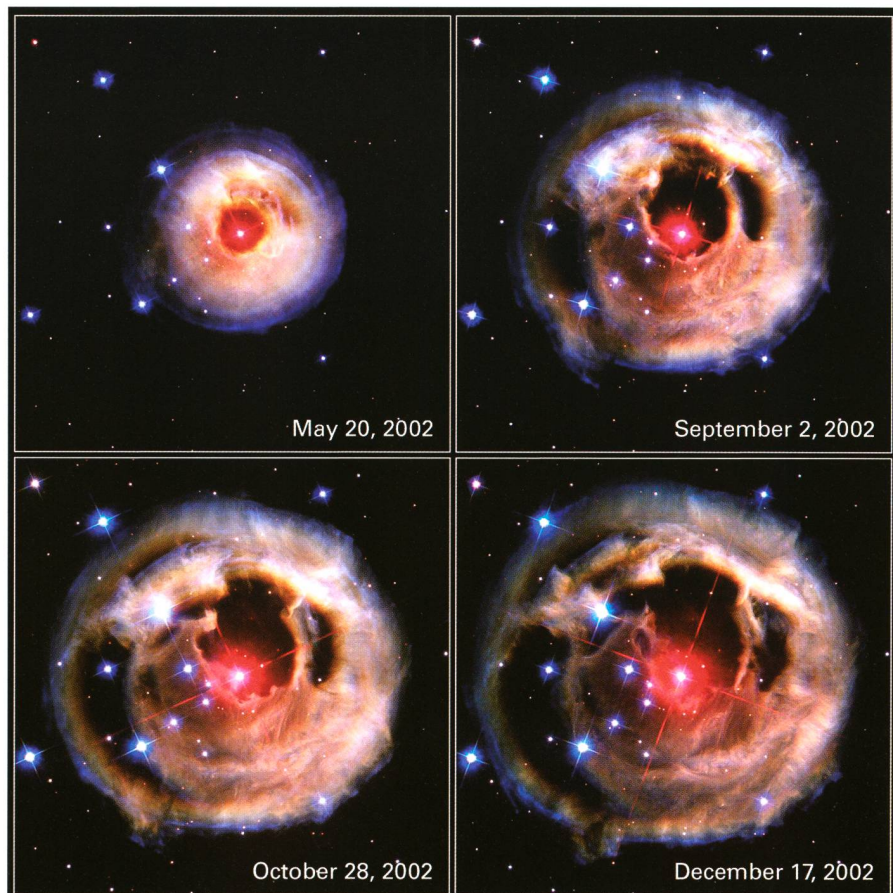


Abb. 7: V838-Monocerotis ist ein roter veränderlicher Stern etwa 20'000 Lichtjahre von der Sonne entfernt. Der Stern erlebte einen grossen Ausbruch im Jahre 2002. Anfangs dachte man an eine typische Nova, jedoch hatte man erkannt, dass es etwas ganz anderes sein musste. Der Grund für den Ausbruch ist immer noch unbekannt. (Bild: NASA)