Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 57 (1999)
Heft: 293

Artikel: Hubble beendet sein achtes Forschungsjahr
Autor: Jost-Hediger, Hugo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898258

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

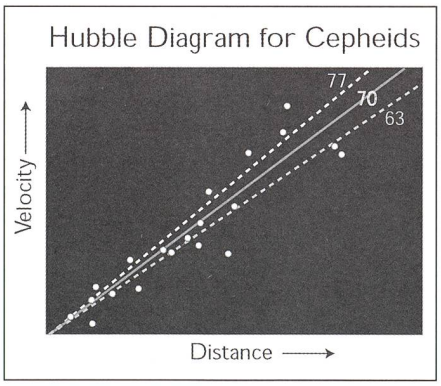
Download PDF: 04.07.2025

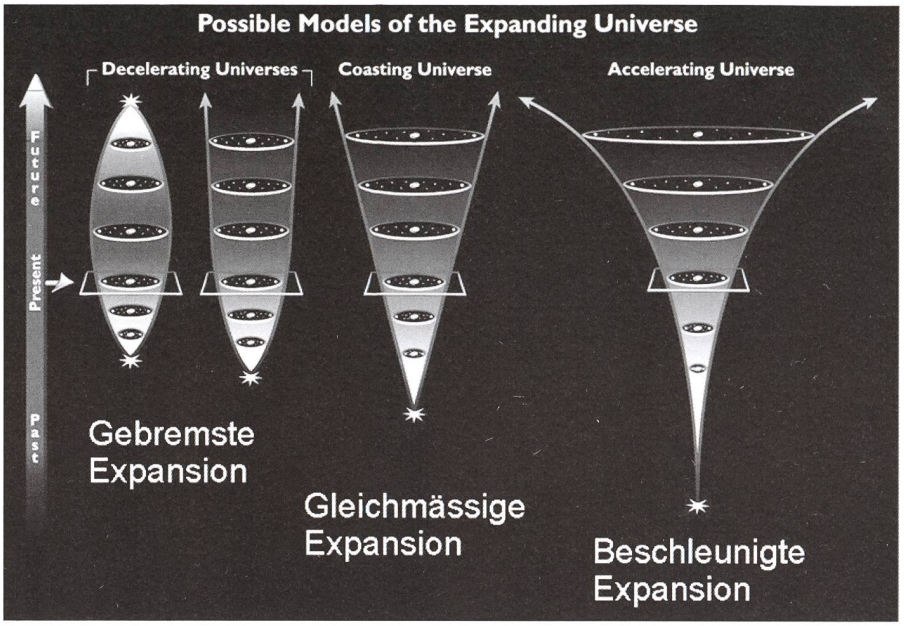
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

um einen Zeh diskutieren würde. Es ist ein Riesenschritt vorwärts.» fügte Dr. ROBERT KENNICUTT von der Universität Arizona, einer der Teamleiter, hinzu. «Die Dinge beginnen sich zu entwikkeln. Der Faktor zwei der Unsicherheit ist vorbei.»

Das Hubble-Team beobachtete mit dem HST 18 Galaxien in einer Entfernung von bis zu 65 Millionen Lichtjahren. Sie entdeckten rund 800 neue Variable vom Typ der Cepheiden, einer speziellen Klasse von pulsierenden Variablen. Obwohl Cepheiden selten sind,werden sie als Standard-Sterne zur präzisen Bestimmung von Distanzen verwendet. Das Hubble-Team verwendete Sie dazu, verschiedene unterschiedliche Methoden zur Distanzbestimmung zu eichen.

«Unsere Resultate sind eine Rechtfertigung für das Hubble-Teleskop, welches auch für zukünftige Forschungen verwendet werden wird,» sagte Dr. JEREMY MOULD von der Nationalen Australischen Universität. «Es ist aufregend zu sehen, wie die unterschiedlichen Methoden zur Entfernungsbestimmung von Galaxien sich einander annähern, wenn sie mit Hilfe des HST kalibriert werden.»





Durch die Kombination der gemessenen Hubble- Konstanten mit der Materiedichte des Universums bestimmte das Team das Alter des Universums zu ungefähr 12 Milliarden Jahren, also gleich alt wie die ältesten Sterne. Diese Entdeckung räumt das lästige Paradoxon aus, welches bei früheren Altersbestimmung auftrat. Die Forscher nehmen an, dass die Altersbestimmung richtig ist, sofern die Dichte des Universum unterhalb der sogenannten «Kritischen Dichte» liegt, bei welcher das Universum genau zwischen ewiger Expansion oder Kollaps ausbalanciert ist. Oder aber, das Universum wird von einer mysteriösen Kraft durchdrungen, welche die Galaxien weiter voneinander entfernt. In diesem Fall würden die HST-Ergebnisse auf ein älteres Universum hindeuten.

Das Alter des Universums wird mit Hilfe der Expansionsrate, welche durch präzise Distanzmessungen bestimmt wird, berechnet. Das Ergebnis wird dann dadurch verbessert, dass untersucht wird, ob die Expansion des Universums beschleunigt oder gebremst wird. Eine rasche Expansionsrate zeigt an, dass das Universum eine kürzere Zeit brauchte, um zur heutigen Grösse anzuwachsen. Dies bedeutet ein kleineres Alter als wenn das Universum langsamer expandieren würde.

Das Team des Hubble-Schlüsselprojekts ist eine Gruppe von 27 Astronomen von 13 verschiedenen Amerikanischen und anderen internationalen Instituten. Das «Space Telescope Science Institute» wird als Vereinigung verschiedener Forschungsstätten unter Mitwirkung der NASA und dem Goddard Space Flight Center betrieben.

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

Bibliographie

STSCI Pressrelease 99/19

Hubble beendet sein achtes Forschungsjahr

HUGO JOST-HEDIGER

Frühe Galaxien, weit entfernte Galaxien, explodierende Sterne, mysteriöse schwarze Löcher, kollidierende Galaxien. Seit seinem Start am 24. April 1990 hat das NASA Space Telescope uns mit seinen einmaligen Aufnahmen und Entdeckungen, welche uns einen faszinierenden Einblick ins Universum erlauben, sprachlos gemacht.
Um den achten Geburtstag des «Hubble Space Telescope» zu feiern, wurde ein Geschenk, eine farbige Aufnahme des Saturn mit der neuen Infrarot- Kamera des HST veröffentlicht. Ebenso wurde, gemeinsam mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Entdeckungen des HST, eine Galerie der interessantesten Aufnahmen publiziert.

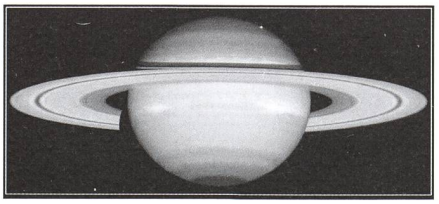


Fig. 1: Die Geschenkaufnahme des HST, Saturn mit der Infrarotkamera.

In den acht Jahren der Erforschung des Universums hat das 12,5 Tonnen schwere HST viele Meilensteine gesetzt. Nachfolgend einige der wichtigsten Fakten:

- Während all seiner 90 Minuten dauernden Erdumkreisungen hat es insgesamt ungefähr 2,2 Milliarden Kilometer zurückgelegt. Dies ist mehr, als die Distanz von der Erde zum Saturn.
- Astronomen haben, basierend auf den HST- Beobachtungen, mehr als 1700 wissenschaftliche Arbeiten geschrieben.
- Die Gesamtmenge der Hubble-Daten, welche archiviert wurde, beträgt ca. 4,4 Terabytes. Sie füllen 710 optische Speicherplatten mit einer Kapazität von je 6,66 Gigabytes.
- Das HST hat ca. 120 000 Aufnahmen gemacht.
- Das HST hat ca. 10 000 astronomische Ziele auf's Korn genommen.

Nachfolgend nun die Hitliste der Hubble- Beobachtungen:

Die Lebensgeschichte der Galaxien

Die Astronomen setzen das HST für die Beobachtung von frühen Galaxien, welche mehr als 10 Milliarden Lichtjahre von uns entfernt sind, ein. Einige dieser Galaxien sind so weit in Raum und Zeit von uns entfernt, dass wir sie so sehen, wie sie kurz nach der Geburt des Universums waren. Es wurde ein erstaunliches Sortiment von rund 2000 Galaxien in den verschiedensten Evolutionsstufen gefunden. Der tiefste, detaillierteste optische Blick ins frühe Universum wird als «Hubble Deep Field» bezeichnet. Die Aufnahme wurde 1995 während insgesamt zehn aufeinanderfolgenden Tagen gewonnen. Das Teleskop war während dieser Zeit auf ein schlüssellochgrosses Stück Himmel gerichtet. Die meisten auf dieser Aufnahme entdeckten Galaxien sind so schwach (ungefähr 4 Milliarden mal schwächer als die von blossem Auge gerade noch sichtbaren Sterne), dass sie vorher noch von keinem irdischen Teleskop gesehen wurden. Diese Beobachtung erlaubte es den Astronomen, die Formen von Galaxien, welche weit in der Vergangenheit liegen, zu erkennen. Sie sind immer noch dabei, das «Hubble Deep Field» weiter zu analysieren, um die Evolution von Sternen und Galaxien besser zu verstehen.

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, wie der Urknall von einem «Stern Baby Boom» gefolgt wurde. Das frühe Universum hatte eine aktive, dynamische Jugend, während welcher die Sterne in einem richtiggehenden Feuerwerk geboren wurden. Als Konsequenz daraus folgt, dass bis heute wohl die meisten Sterne des Universums bereits geboren wurden und wir uns heute in einer Phase mit moderater Sternentstehungsrate befinden, in welcher die meisten Sterne sich ungefähr in ihrer Lebensmitte befinden.

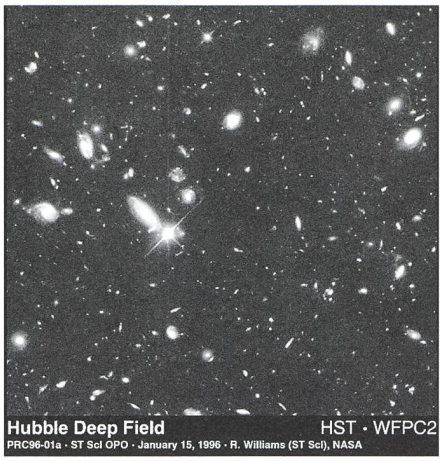


Fig. 2: Das «Hubble Deep Field».

Wie alt ist das Universum?

Während Jahrzehnten haben die Forscher über diese Frage diskutiert. Das Hubble-Teleskop ist ihnen nun mit dem Studium weit entfernter Supernovae und pulsierender Sterne dabei behilflich, der Beantwortung dieser Frage näher zu kommen.

Hubble spähte mit seinen Kameras durch das halbe Universum, um das Licht von Sternen zu analysieren, welche starben, lange bevor die Sonne und auch die Erde überhaupt existierten. Dieser scharfe Blick des HST zeigte den Astronomen das Universum mit all seinen erstaunlichen Objekten, wie es sich seit seiner Geburt immer noch weiterentwickelt. Eine Verlangsamung der Expansion ist nicht feststellbar. Basierend auf ersten Beobachtungen von verschiedenen weit entfernten Supernovae, eine explodierte vor 7,7 Milliarden Jahren, liegt der Schluss nahe, dass das Universum insgesamt nicht genug Materie enthält, um die unendliche Expansion zu stoppen. Stimmt diese Schlussfolgerung, so kann das Universum nicht mehr als 15 Milliarden Jahre alt sein.

Andere Astronomen verwenden zur Bestimmung des Alters des Universums andere Methoden. Sie verwenden das Space Telescope dazu, um mit hoher Genauigkeit die Distanz zu Galaxien zu messen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um das Alter zu bestimmen. Hubble misst die Distanzen zu Nachbargalaxien mit Hilfe von kosmischen «Meilensteinen». Diese Meilensteine sind die spezielle Klasse der pulsierenden Variablen, die Cepheiden. Sie werden dazu verwendet, noch weiter entfernte Meilensteine zu kalibrieren. Beim Ausmessen dieser Distanzen können die Astronomen die Expansionsrate des Universums, die sogenannte Hubble-Konstante, und dadurch auch das Alter des Universums bestimmen.

Quasare leben in einer Vielfalt von Heimen

Von den meisten Quasaren ist nicht bekannt, wo sie leben. Hubble's scharfer Blick hat gezeigt, dass die meisten Quasare in den Kernen weit entfernter Galaxien vorkommen. Es handelt ich dabei um Spiralgalaxien und elliptische Galaxien.

Quasare sind die kompakten Erzeuger von Licht und leben grösstenteils an den äussersten Grenzen des Universums. Sie sind nicht grösser als das Sonnensystem, strahlen aber 100 bis 1000 mal mehr Licht in den Raum ab als eine ganze Galaxie von 100 Milliarden Sternen. Wie die meisten Astronomen glauben, werden die Quasare durch ein massives schwarzes Loch gefüttert. Verschlingt ein schwarzes Loch Sterne, Gas und Staub, so wird Hitze generiert und eine intensive Strahlung ausgesandt. Ein schwarzes Loch benötigt jedoch genügend «Futter», um einen Quasar zu zünden. Hubble's Daten haben gezeigt, dass Kollisionen oder nahe Begegnungen zwischen Galaxien genügend stellares Material bereitstellen könnten, um die meisten Quasare scheinen zu lassen.

Die grössten Explosionen im Universum

Astronomen haben schon lange über den Ursprung eines der grössten Rätsel, die periodischen Ausbrüche von Gammastrahlen im tiefen Universum, nachgedacht. Hubble leistete einen wichtigen Beitrag dazu, die Natur dieser gigantischen Explosionen zu ergründen. Das Teleskop erlaubte es den Forschern, das langsame Verschwinden des optischen Gegenstückes zum unsichtbaren Gammastrahlen- Ausbruch zu verfolgen.

Die Beobachtung dieses Nachglühens einer Gammastrahlenexplosion in verschiedenen, weit entfernten Galaxien, gab den Astronomen wichtige Informationen zur Natur dieser Phänomene.

Die Jagd nach schwarzen Löchern

Massive schwarze Löcher sind sehr dicht und kompakt. Ihrer immensen Schwerkraft entkommt nichts, nicht einmal Licht. Deshalb können sie nicht gesehen werden. Zum Glück zeigen schwarze Löcher aber Zeichen ihrer Existenz. Ein spiralartiges Gebilde aus Gas, Staub und Sternen, welches das schwarze Loch umkreist, kann durch unsere Instrumente gesehen werden.

Hubble hat durch das Messen der Geschwindigkeit von Gasmassen und Sternen, welche den Kern einer Galaxie, in welcher ein schwarzes Loch haust, um-

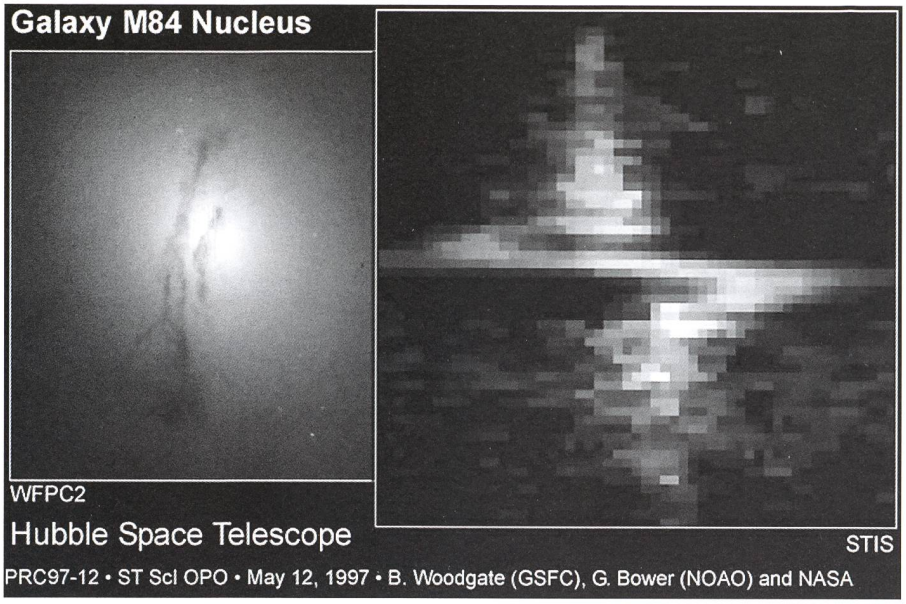


Fig. 3: Spektrum des ein schwarzes Loch umkreisenden Gases in M84.

kreisen, den überzeugenden Nachweis für die Existenz dieser kompakten Kraftquellen erbracht. Hubble's effizienter Jäger von schwarzen Löchern, der Spektrograph (STIS), mass die zunehmende Geschwindigkeit der Gasscheibe, welche das schwarze Loch im Kern der Galaxie M84 umkreist. M84 liegt 50 Millionen Lichtjahre entfernt im Virgo-Haufen. Das Gas umkreist das unsichtbare schwarze Loch mit einer Geschwindigkeit von rund 1,6 Milliarden! Kilometern pro Stunde. Kalkulationen zeigen für das schwarze Loch eine Masse von ungefähr 300 Millionen Sonnen.

Galaktische Zusammenstösse führen zu stellarem Feuerwerk

Hubble-Bilder vom Frontalzusammenstoss zweier Spiralgalaxien haben Astronomen mit überraschenden Informationen über die Geburt von Sternen und Sternhaufen versorgt.

Das Teleskop enthüllte mehr als 1000 junge Sternhaufen, in welchen in einem kurzen, intensiven Feuerwerk junge Sterne ins Leben stürmen. Diese Sternhaufen befinden sich in der Antennen-Galaxie, der uns am nächsten liegenden und jüngsten Beispiel von zwei miteinander kollidierenden Galaxien. Die Bilder von so vielen jungen Kugelsternhaufen in der Antennengalaxie deuten darauf hin, dass Kugelsternhaufen nicht, wie man bis anhin dachte, zwangsläufig die Relikte der ersten Sterngeneration sind. Sie können durchaus auch die fossilen Überreste von Galaxienkollissionen sein.

Hubble's Bilder helfen den Astronomen ebenfalls zu verstehen, wie die Kugelsternhaufen aus den Wasserstoffwolken im interstellaren Raum geformt wurden. Das Alter dieser Kugelsternhaufen kann als Uhr zur Bestimmung der Kollisionszeit verwendet werden. Das Wissen um Kollisionszeiten gestattet es den Forschern, eine chronologische Sequenz über die Evolution kollidierender Galaxien zu erstellen. Dies wird uns dann vielleicht erlauben zu klären, weshalb einige Galaxien Spiralform und andere eine elliptische Form haben.

Achtung: Kosmischer Kindergarten

HST- Bilder erlaubten einen dramatisch klaren Blick zu den Augenblicken der Geburt von Sternen und wie Planeten aus einer Scheibe aus Staub und Gas entstehen. Hubble enthüllte die pfannkuchenartigen Scheiben aus Gas und Staub, welche Protosterne umschwirren. Diese Scheiben, protoplanetare Scheiben genannt, enthalten das Rohmaterial zum Bau der Planeten.

Sterben mit einem Knall

Hubble enthüllte eine Rundumsicht der gewaltigen Vorgänge beim Tode eines Sterns: Von der gigantischen Explosion einer Supernova bis zum Feuerwerk beim Tod eines sonnenähnlichen Sterns.

Hubble verfolgte die expandierende Welle von Material der Supernova 1997A. Hubble's Weitwinkel- und Planetenkamera (WFP2) und der HST- Spektrograph zeigten, dass das expandierende Material sich in einen Ring, welcher sich um den sterbenden Stern formte, ausbreitet. Diese Kollision beleuchtet einen Teil des Rings, welcher geformt wurde, bevor der Stern explodierte. Dieser Zusammenstoss zeigte den Astronomen die Strukturen rund um eine Supernova und erlaubte neue Einsichten in das letze Lebensjahr des Vorläufersterns.

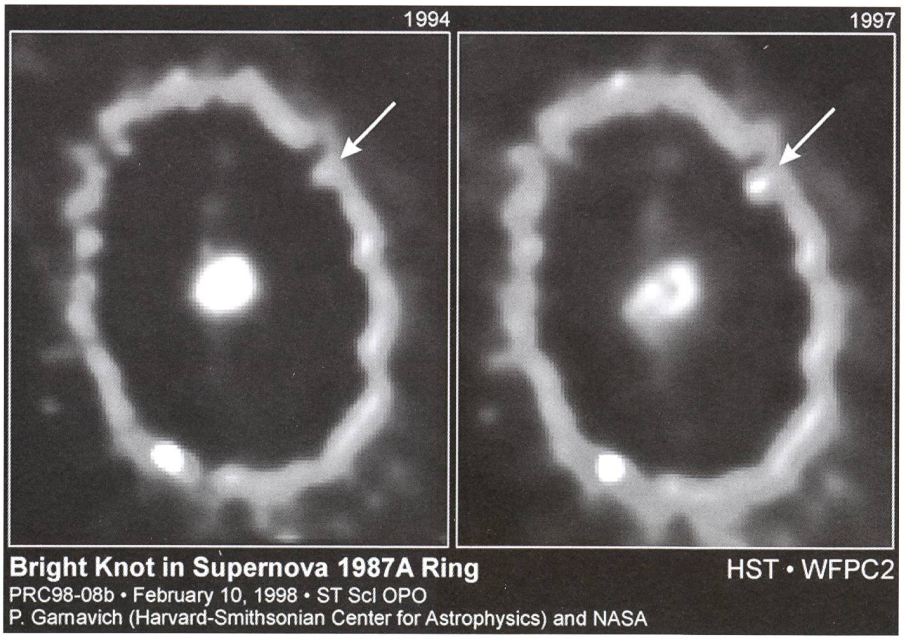


Fig. 5: Der Ring um Supernova 1987A.

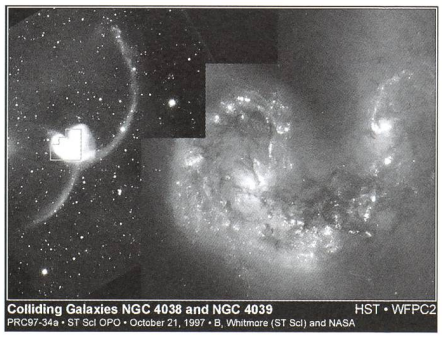


Fig. 4: Der Zusammenstoss zweier Galaxien (Antennengalaxie).

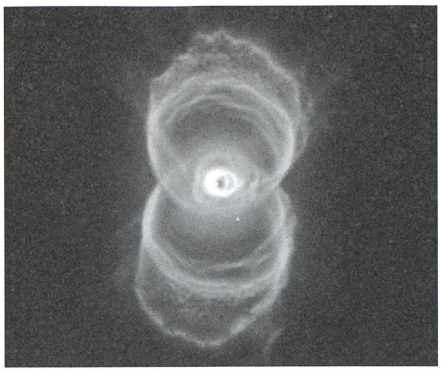


Fig. 6: Beispiel eines planetarischen Nebels.

Obwohl die letzten Ausbrüche eines gewöhnlichen Sterns nicht so gewaltig wie Supernovaexplosionen sind, so erzeugen sie doch eine eindrückliche stellare Licht-Show. Ihre Farben und Formen wirken wie Kunstwerke: rot, grün, gelb und Formen wie Sanduhren, Feuerräder oder Kugeln. Die Hubble-Aufnahmen zeigen sehr feine Strukturen und Details dieser sogenannten planetarischen Nebel. Die Bilder zeigen Gas, das wie bei einem Sprinkler vom sterbenden Stern in den Raum geschleudert wird. Material, das wie aus einem Raketentriebwerk schiesst, Blasen und Schalen aus glühendem Gas, welche in den Raum strömen.

Ein erstaunlicher Blick in unseren kosmischen Hintergarten

Ein Kometeneinschlag auf Jupiter, die Oberfläche von Pluto, ein Riesenkrater auf dem Asteroiden Vesta und neue Monde um Saturn. Dies sind nur einige der wichtigsten Ereignisse und Entdekkungen, welche Hubble in unserem Sonnensystem gemacht hat.

Hubble offerierte uns einen Blick auf das seltene Ereignis eines Kometeneinschlags auf Jupiter (Shoemaker-Levy 9). Hubble konnte beim Einschlag von jedem einzelnen Fragment jeweils die muschelähnliche Form aus Staub beobachten, welche mit bodengebundenen Instrumenten in dieser Deutlichkeit nicht sichtbar war. Das grösste beobachtete Fragment erzeugte ein erdgrosses Muster auf dem gigantischen Planeten.

Hubble enthüllte eine komplette Übersicht im sichtbaren Spektrum und im ultravioletten Licht von Jupiter's ovalen Vorhängen aus Licht, den Polarlichtern. Bilder mit der WFPC2 und dem Spektrographen zeigen die nördlichen und südlichen Polarlichter. Sie zeigen tägliche Veränderungen sowohl in der Helligkeit wie auch in der Bewegung.

Pluto, der kleine, äusserste Planet ist so weit von uns entfernt, dass wir keine Details auf seiner Oberfläche erkennen können. Erst das HST konnte uns scharfe Bilder seiner Oberfläche liefern. Sie zeigen uns eine bemerkenswerte Vielfalt von hellen und dunklen Regionen.

Auf dem Asteroiden Vesta entdeckte Hubble einen gigantischen Einschlagkrater. Der riesige Krater hat einen Durchmesser von rund 300 km, was nahezu identisch mit der Grösse von Vesta (rund 350 km) ist. Die Astronomen nehmen an, dass bei der Kollission, welche diesen Krater verursacht hat, ausgeschleudertes Material von Vesta auch auf die Erde gelangte.

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

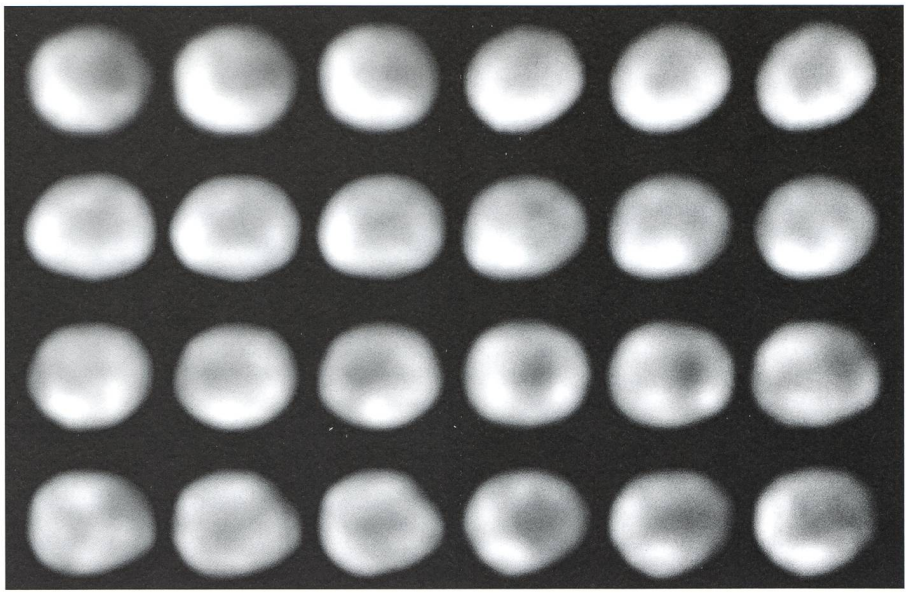


Fig. 9: Vesta mit dem Riesenkrater.

Bibliographie

STScI -PR98-18 (23.4.98)

Fig. 7: Die Polarlichter auf Jupiter.

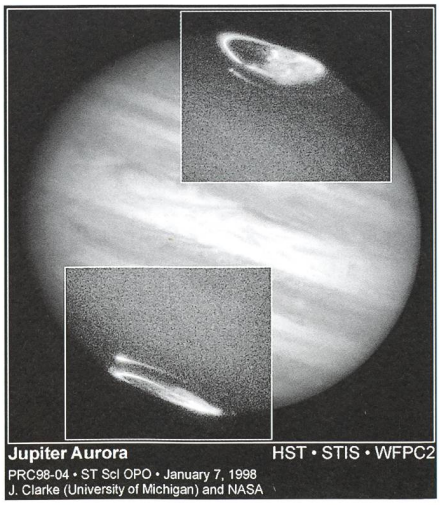
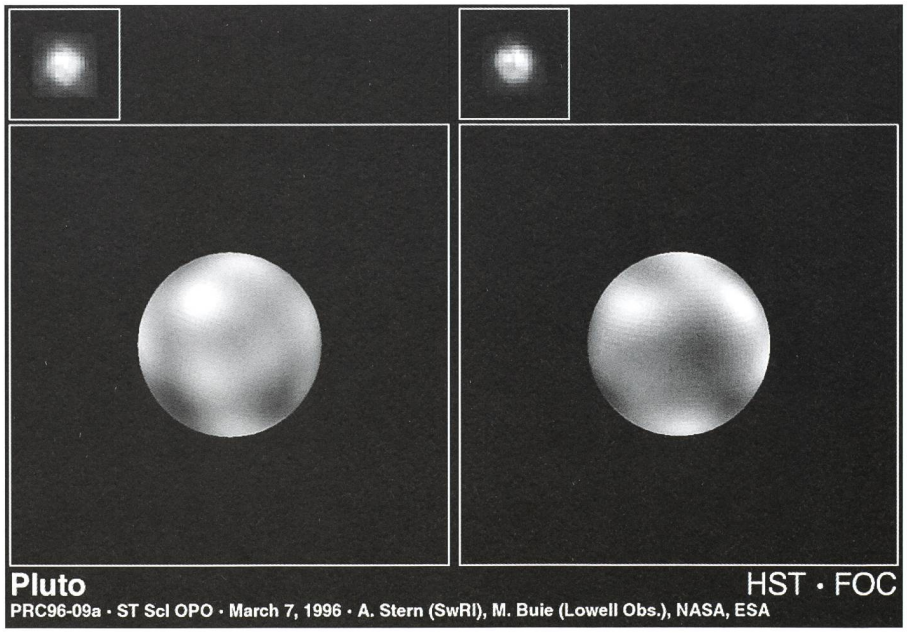



Fig. 8: Plutos Oberfläche.