

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 60 (2002)
Heft: 309

Artikel: Stürmisches Wetter auf den äusseren Planeten
Autor: Jost-Hediger, Hugo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898481>

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: 06.10.2024

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

te. Diese erste Sternengeneration wurde vermutlich etwa hundert Millionen Jahre nach dem Urknall geboren.

Heute beginnen die Astronomen damit, weit entfernte Galaxien im Bereich der «Kosmischen Renaissance» zu untersuchen. Es wurden etwa tausend Galaxien identifiziert, deren Licht sich rund eine Milliarde Jahre nach dem Urknall auf die Reise machte. Während dieser Epoche wurden Sterne mit einer rund zehn mal höheren Entstehungsrate als heute gebildet. Die Sterne dieser Epoche produzierten dann schwerere

Elemente, wie Kohlenstoff und Sauerstoff, welche dann wiederum vermischt mit den Elementen des früheren Kosmos sukzessive weitere Sternengenerationen bildeten.

Bei grösseren Distanzen (also weiter in die Vergangenheit blickend) wird unser Blick immer dunkler. Die Zahl der bekannten Galaxien ist kleiner und ihre Distanz zunehmend unsicherer. Mit Hilfe der grössten erdgebundenen und Satelliten gestützten Teleskope beginnen die Astronomen jetzt in diese Ära, in der die ersten Sternengenerationen entstanden, vorzudringen.

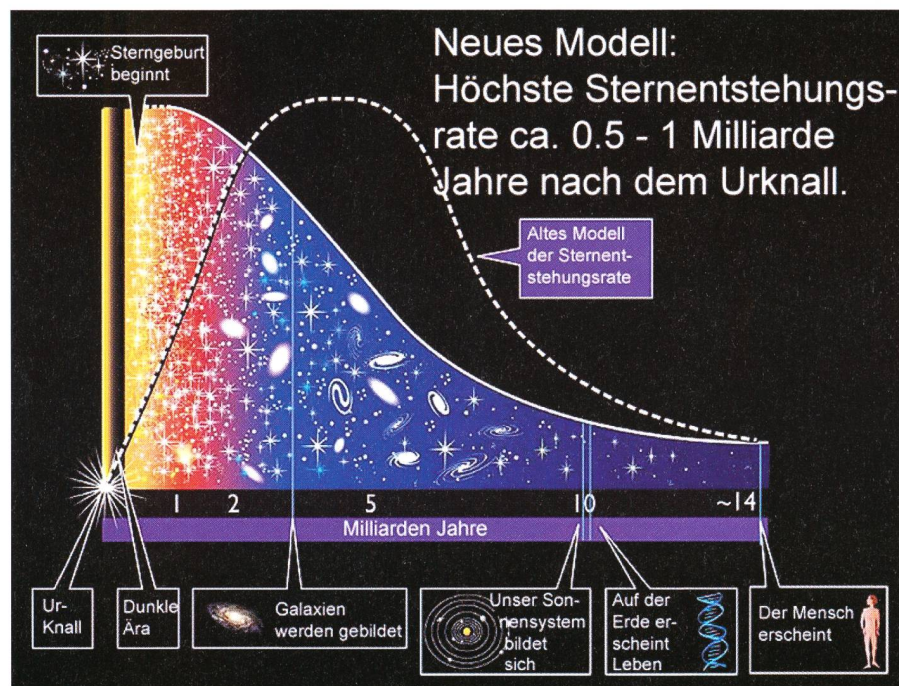
Quelle:

STSci PR2002-02

Bild 2: Galaxien, wie sie aus unterschiedlichen Distanzen aussehen.



Fig. 3: Stern- Entstehungsraten im Universum zu verschiedenen Zeitpunkten nach dem neuen Modell.



Stürmisches Wetter auf den Äusseren Planeten

HUGO JOST-HEDIGER

Stürme sind eine der faszinierendsten Wetter-Erscheinungen die wir kennen. Nicht nur auf der Erde, sondern auch auf allen Planeten mit gasförmigen Hüllen finden wir diese gewaltigen Ereignisse. Seit wir unsere Nachbarplaneten mit Raumsonden erforschen, gewinnen wir immer mehr und interessantere Einblicke in diese Wettererscheinungen. Im nachfolgenden Artikel habe ich deshalb die mir persönlich interessant erscheinenden Stürme auf verschiedenen Planeten zusammengefasst. Sämtliche Artikel basieren auf Presse-Berichte des Hubble Space Telescope.

Stürme auf Jupiter

Jupiter ist schon seit dem frühen Altertum bekannt und gehört zu den sogenannten «Wandelsternen». Seit der Erfindung des Fernrohrs können wir ihn nicht nur als hellen Lichtfleck betrachten. Vielmehr erlaubt uns bereits ein mittleres Instrument, die wunderschö-

nen Wolkenbänder und, bei guter Sicht, auch den roten Fleck zu erkennen. Bereits ein guter Feldstecher reicht, um den Tanz der vier galileischen Monde zu verfolgen.

Jupiter, der fünfte Planet im Sonnensystem, umkreist die Sonne in ei-

ner Entfernung von 778,4 Millionen Kilometern innerhalb von 11,9 Jahren. Sein Äquatordurchmesser beträgt 143'200 Kilometer. Er ist somit der grösste Planet des Sonnensystems. Seine Rotationsdauer beträgt 9 Stunden 56 Minuten.

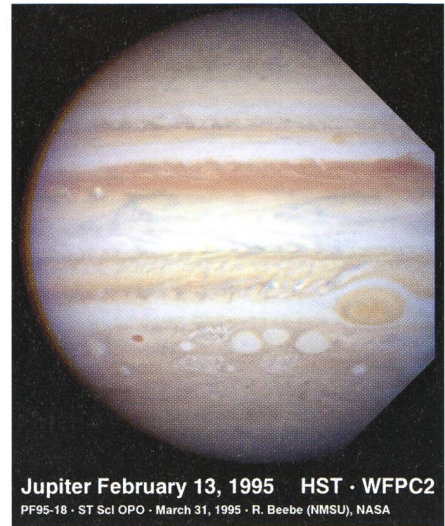
Hubble beobachtet Jupiters Stürme STScI PR-95-18, 31.3.1995

Hubble verfolgt dramatische und schnelle Wechsel in Jupiters Atmosphäre, welche für die geplante Mission der Sonde Galileo, die Jupiter Ende 1995 erreichen wird, kritisch werden könnten.

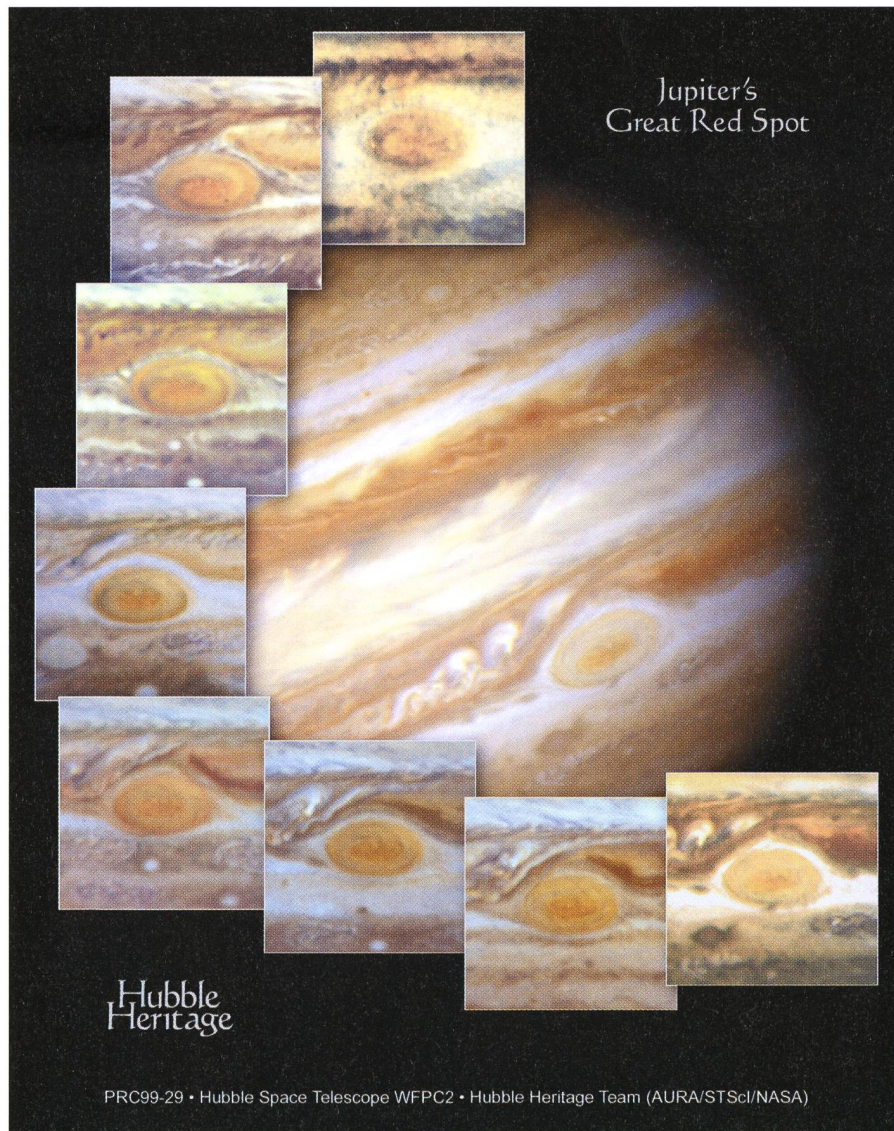
Die Hubble-Aufnahme gibt uns einen detaillierten Blick auf eine Gruppe von drei weissen, ovalförmigen Stürmen, welche südwestlich (unten links) von Jupiters rotem Fleck liegen. Die Ansicht der Wolken vom 13.2.1995 ist stark verschieden von derjenigen, die uns die Wolken sieben Monate früher boten. Hubble zeigt, wie die Stürme bei der Annäherung an den roten Fleck näher zusammenrücken. Der rote Fleck bewegt sich dabei westwärts, während sich die weissen Stürme ostwärts bewegen.

Die äusseren zwei der weissen Stürme bildeten sich spät in den 30-er Jahren. Im Zentrum dieses Wolkensystems bewegt sich die «Luft» aufwärts und trägt so frisches Ammoniak-Gas nach oben. Das aufsteigende Gas gefriert dann an der obersten Wolkengrenze bei einer Temperatur von ca. -130 Grad.

Das dazwischenliegende weisse Sturmzentrum, die schnurähnliche Struktur, und der kleine braune Punkt, wurden in Tiefdruckzellen gebildet. Die weissen Wolken darüber sind Orte, an denen Gas zu tieferen, wärmeren Regionen absinkt. Der Anteil des schmelzenden Eises bestimmt dabei die Farbe der Jupiteroberfläche. Je stärker der Fluss nach unten, je weniger Eis und daraus folgend desto brauner die Oberfläche.



Das vorliegende Bild wurde zusammengesetzt aus einer Serie von Aufnahmen, die entstanden, während sich Jupiter in einer Entfernung von 961 Millionen Kilometern zur Erde befand.



Hubble zeigt einen alten Sturm in Jupiters Atmosphäre STScI PR-99-29, 21.5.1999

Als im 17. Jahrhundert Astronomen zum ersten Mal ihre Fernrohre auf Jupiter richteten, bemerkten sie einen auffallenden rötlichen Fleck auf dem gigantischen Planeten. Dieser grosse rote Fleck ist heute, mehr als 300 Jahre später, immer noch sichtbar. Heute wissen wir, dass der rote Fleck ein gigantischer Wirbelsturm ist. Im Gegensatz zu einem Tiefdruck-Hurrikane in der Karibik rotiert er im Gegenuhrzeigersinn. Dies zeigt uns, dass es sich beim Sturm um ein Hochdrucksystem handelt. Die Winde innerhalb des Sturms erreichen Geschwindigkeiten von bis zu 450 km/h.

Der grosse rote Fleck ist der grösste bekannte Sturm im Sonnensystem. Mit einem Durchmesser von rund 25000 Kilometern ist er ungefähr doppelt so gross wie die Erde und erreicht ungefähr 1/6 des Durchmesser von Jupiter.

Die lange Lebensdauer des roten Flecks mag daher rühren, dass Jupiter ein Gasplanet ist. Er hat keine feste Oberfläche, welche die Energie des Sturms absorbieren könnte. Dies passiert bei Hurrikans, wenn sie Land erreichen. Wie auch immer, der rote Fleck verändert manchmal auf dramatische Art seine Form, seine

Grösse und auch seine Farbe. Solche Wechsel werden uns durch Bilder der Hubble Wide Field and Planetary Camera 1 und 2 demonstriert. Das Mosaik präsentiert eine Serie von Aufnahmen des roten Flecks zwischen 1992 und 1999.

Die Astronomen untersuchen die Wetter-Phänomene auf anderen Planeten, um darauf basierend das Wetter unseres eigenen Planeten besser verstehen zu können. Mit dem Fehlen einer festen Oberfläche bietet uns Jupiter ein Labor zur Untersuchung von

Wetter-Phänomenen, welche sich unter vollkommen anderen Bedingungen als auf der Erde abspielen. Diese Erkenntnisse können dann auf Orte der Erde angewendet werden, die keine feste Oberfläche besitzen (z.B. Ozeane).

Stürme auf Saturn

Saturn ist bereits seit dem frühen Altertum bekannt. Seit jeher gehört er zu den Wandelsternen. Sein besonderes Aussehen können wir jedoch erst seit der Erfindung des Fernrohrs geniessen: das

wunderschöne Ringsystem des Planeten. Es bietet uns bei guter Sicht und grosser Vergrösserung einen atemberaubenden Anblick. Saturn, der sechste Planet im Sonnensystem, umkreist die Sonne in ei-

ner Entfernung von 1,426 Milliarden Kilometern innerhalb von 29,5 Jahren. Sein Äquatordurchmesser beträgt 120 500 Kilometer. Er dreht sich in 10 Stunden 40 Minuten einmal um seine Achse.

Hubble beobachtet einen neuen Sturm auf Saturn STScI PR-94-53, 20.12.1994

Die vorliegende Hubble-Aufnahme zeigt auf dem Ringplaneten einen seltenen Sturm, der auf der Aufnahme als eine weisse pfeilartige Erscheinung sichtbar wird. Der Sturm wird durch aufwärtsströmende warme «Luft», ähnlich wie bei einem Gewittersturm auf der Erde, verursacht. Die Ost-West-Ausdehnung des Sturms ist von der Grös-

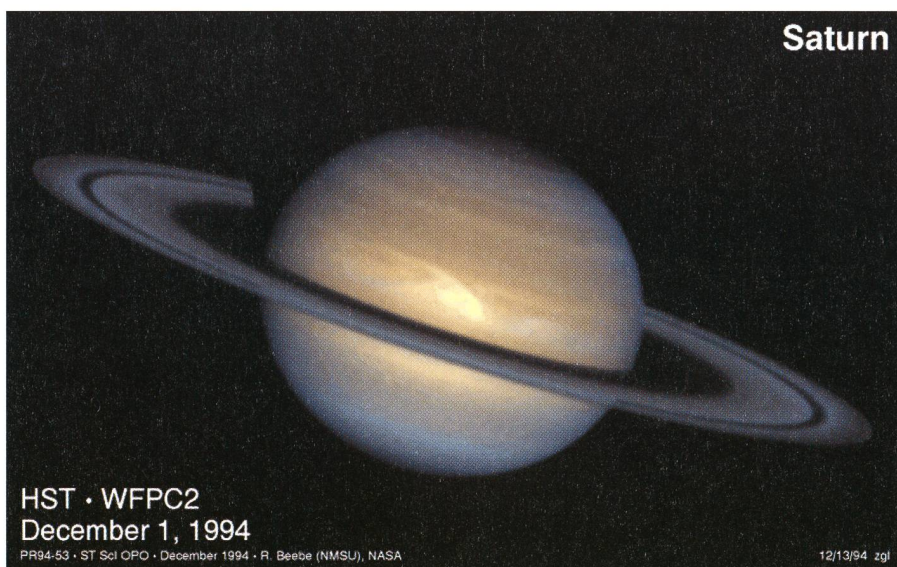
senordnung der Erde, das heisst zirka 12500 Kilometer im Durchmesser. Hubble gibt uns nun eine detaillierte Sicht auf die Wind-Effekte in diesem riesigen Saturn Sturmsystem. Das neue Bild zeigt, dass sich der Sturm seit seiner Entdeckung im September 1994 sowohl in seiner Bewegung als auch in der Grösse nur wenig verändert hat.

Der Sturm wurde am 1. Dezember 1994 aufgenommen. Saturn war zu diesem Zeitpunkt rund 1,5 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt. Das Bild ist eine Komposit-Aufnahme aus Bildern, welche durch 6 verschiedene Filter in Minuten-Abständen aufgenommen wurden. Diese Technik erlaubt es, den Planeten in Echtfarben darzustellen. Die blaue Franse am rechten Rand des Planeten ist ein Artefakt der Bildverarbeitung, welche zur Kompensation der Rotation des Planeten zwischen den Aufnahmen angewandt wurde. Sie ist also keine reelle Struktur.

Die stärksten Ostwinde wehen, wie mit Voyager 2 gemessen wurde, mit einer Geschwindigkeit von rund 1500 Kilometern pro Stunde. Also ein ganz hübsches Windchen.

Die weissen Wolken des Sturmes bestehen aus Ammoniak-Eiskristallen, welche entstehen, wenn das warme Gas aufwärts fliesst und dann oberhalb der Wolkengrenze kristallisiert.

Hubble beobachtete einen ähnlichen, aber noch grösseren Sturm im September 1990. Dieser war einer der drei grössten Stürme, die während der letzten zwei Jahrhunderte beobachtet wurden. Diese Stürme traten im Abstand von 57 Jahren (ungefähr zwei Saturn Jahre) auf, wobei bisher keine Erklärung für diese zeitliche Abfolge vorhanden ist.



Stürme auf Uranus

Uranus wurde am 13. März 1781 von W. HERSCHEL entdeckt. Gesichtet wurde er schon früher. Aufgrund seiner langsamen Bewegung vor dem Himmels-hintergrund und infolge seines stern-ähnlichen Aussehens wurde er aber

zuvor nicht als Planet erkannt. Uranus, der siebte Planet im Sonnensystem, umkreist die Sonne in einer Entfernung von 2,867 Milliarden Kilometern innerhalb von 84 Jahren. Sein Äquatordurchmesser beträgt 51 500 Kilometer. Er dreht

sich in etwa 15 Stunden einmal um seine Achse. Einzigartig unter den Planeten ist die Lage der Rotationsachse des Planeten: Sie liegt nahezu in der Bahnebene. Uranus scheint also auf der Umlaufbahn zu rollen.

Hubble macht detaillierte Aufnahmen der Atmosphäre von Uranus

STScI PR-96-15, 24.4.1996

Das HST blickt tief in die Atmosphäre von Uranus und zeigt uns klare und verschwommene Schichten, welche von einer Gas-Mischung verursacht werden. Mit dem Infrarot-Filter des HST gelang es, detaillierte Eigenschaften von dreien dieser Schichten zu erkennen.

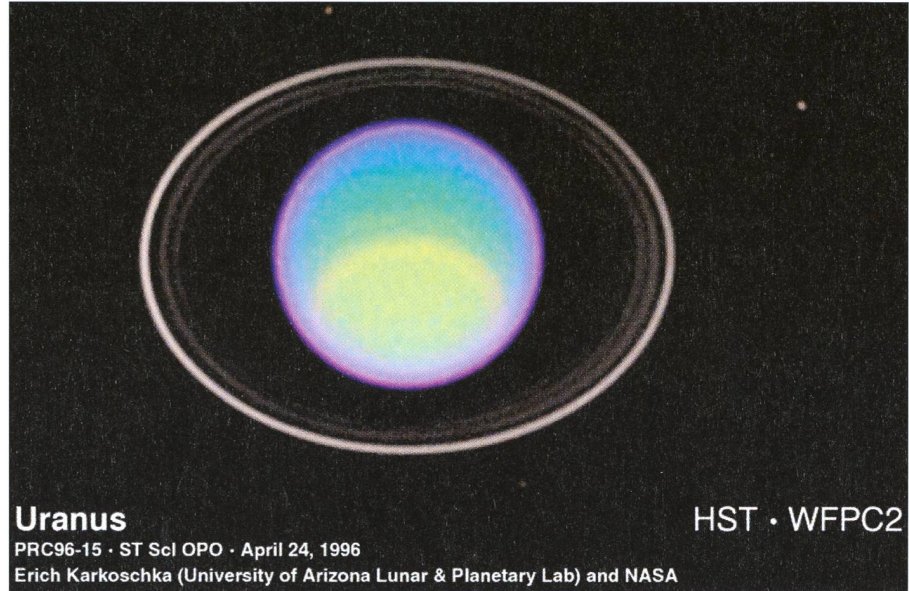
Die Hubble-Aufnahmen sind verschieden von denen, welche mit Voyager 2 vor 10 Jahren gewonnen wurden. Jene Aufnahmen, welche nicht im Infraroten Licht aufgenommen wurden, zeigen eine grünbläuliche Scheibe mit sehr wenig erkennbaren Strukturen.

Die Infrarotaufnahmen erlauben es nun den Astronomen, die Struktur der Uranus-Atmosphäre im Detail zu untersuchen. Die Atmosphäre besteht im Wesentlichen aus Wasserstoff, mit Spuren von Methan. Das Rot rund um den Planeten ist ein sehr dünner Dunstschleier in grosser Höhe. Der Dunst ist so dünn, dass er nur an den Kanten des Planeten sichtbar wird (ähnlich wie bei einer Seifenblase). Das Gelb nahe dem unteren

Teil von Uranus ist ein anderer dünner Dunstschleier. Die tiefste Schicht, das Blau nahe dem obersten Punkt von Uranus, zeigt eine klare Atmosphäre.

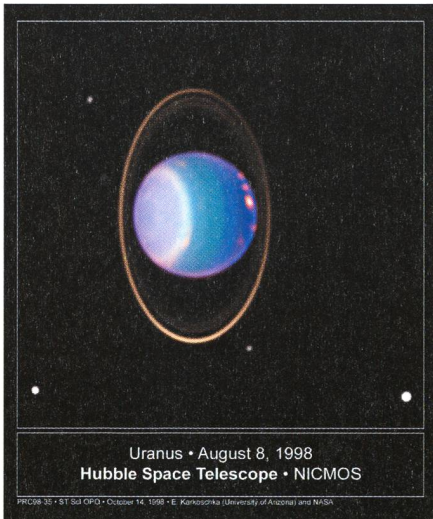
Die Aufnahmen der Ringe rund um Uranus wurden durch Bildverarbeitung wesentlich verstärkt. Tatsächlich sind die Ringe so dunkel wie Kohle, also praktisch unsichtbar.

Diese Aufnahme ist zusammengesetzt aus mehreren Aufnahmen, welche am 3. Juli 1995 mit der Hubble Wide Field Camera 2 aufgenommen wurden.



Hubble findet viele helle Wolken auf Uranus

STScI PR-98-35, 14.10.1998



Diese Hubble-Aufnahme von Uranus zeigt den Planeten mit seinen vier Ringen und zehn seiner 17 Monde. Die Falschfarbenaufnahme wurde am 8. August 1998 mit der Hubble-Infrarot-Kamera und dem Multi-Spektrometer aufgenommen.

Hubble fand rund 20 Wolken, nahezu gleich viele, wie in der ganzen bisherigen Geschichte der Uranus-Beobachtung gefunden wurden. Die orangen Wolken nahe dem auffälligen breiten Band umrunden den Planeten mit einer Geschwindigkeit von mehr als 500 km/h. Eine der Wolken auf der rechten Seite des Bandes ist heller als jede je zuvor gesehene Wolke.

Die Farben in dieser Aufnahme geben die Höhe der Wolken an. Grüne und blaue Regionen zeigen, wo die Atmosphäre klar ist und das Sonnenlicht in tiefere Bereiche der Wolken eindringen kann. In gelben und grauen Bereichen wird das Sonnenlicht von höheren Wolkenschichten reflektiert. Orange und rote Farben zeigen sehr hohe Wolken, vergleichbar mit Cirren auf der Erde.

Diese Hubble-Aufnahme enthüllt als eine der ersten die Präzession des hellen Ringes gegenüber früheren Aufnahmen. Der schwächer sichtbare Teil des Ringes bewegt sich einmal in neun Monaten rund um Uranus

Grosser Frühlingssturm weckt Uranus aus dem Winterschlaf

STScI PR-99-11, 29.3.1999

Wäre die Frühlingszeit auf der Erde ähnlich wie auf Uranus, so wären wir mit Wellen von gewaltigen Stürmen konfrontiert. Diese Stürme mit Temperaturstürzen auf -300 Grad Celsius würden vom Norden Finnlands bis runter nach Sizilien reichen.

Ein dramatischer Zeitrafferfilm von Hubble zeigt uns zum ersten Mal den Wechsel der Jahreszeiten auf Uranus. Uranus zeigt sich uns nun als eine dynamische Welt im äusseren Sonnensystem mit strahlenden Wolken und einem fragilen Ringsystem, das

wie ein unbalanciertes Wagenrad wackelt. Die Wolken bestehen vermutlich aus Methan-Kristallen, die als warme Gasblasen tief im Innern der Uranus-Atmosphäre kondensieren und sich dann nach aussen bewegen.

Obwohl Uranus seit mehr als 200 Jahren beobachtet wird, hat bisher wegen des langen Uranus-Jahres von 84 Erdjahren niemand diese Phänomene beobachten können.

Die Jahreszeiten auf der Erde werden durch die gegenüber der Erdumlaufbahnebene leicht gekippte Erdachse verursacht. Dies hat zur Folge, dass während eines Jahres abwechselungsweise die südliche oder nördliche Hemisphäre etwas mehr der Sonne zu- oder abgeneigt liegen.

Da Uranus auf seiner Umlaufbahn «rollt» (Axe 90 Grad gekippt), dauern die Jahreszeiten rund 20 Jahre und sind sehr extrem. Während fast einem Viertel des Uranus «Jahres» scheint die Sonne direkt auf einen Pol und lässt die andere Seite in einen tiefen, dunklen, kalten Winter versinken.

Im Moment kommt die nördliche Hemisphäre eben aus dem 20-jährigen Winter zur Frühlingszeit. Während das Sonnenlicht langsam in höhere Breiten vordringt, wird die Atmosphäre aufgewärmt und dadurch aktiviert.

Stürme auf Neptun

Aus den Tagebüchern von GALILEI wissen wir heute, dass er Neptun schon im Dezember 1612 sah, ohne ihn jedoch als Planeten zu erkennen. Der Berliner Astronom J. G. GALLE entdeckte ihn 1846, nachdem seine Existenz von U. J. J. LEVERRIER aufgrund von Abweichun-

gen in der Bahn von Uranus vorhergesagt wurde. Schon ein Jahr vor LEVERRIER hatte der Engländer J. ADAMS die Position von Neptun berechnet. Es gelang ihm aber nicht, einen Beobachter davon zu überzeugen, an der berechneten Stelle nach Neptun zu suchen.

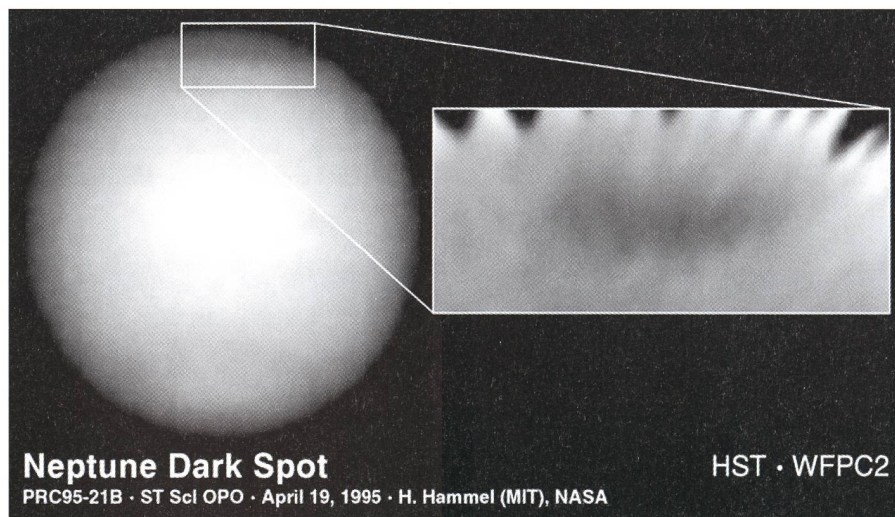
Neptun, der achte Planet im Sonnensystem, umkreist die Sonne in einer Entfernung von 4,486 Milliarden Kilometern innerhalb von 164 Jahren. Sein Äquatordurchmesser beträgt 49'500 Kilometer. Er dreht sich in 17h 50 Min. einmal um seine Achse.

Hubble findet neuen dunklen Fleck auf Neptun STScI PR-95-21, 19.4.1995

Das NASA Hubble Space Telescope entdeckte auf der nördlichen Hemisphäre des Planeten Neptun einen neuen dunklen Fleck. Da die nördliche Hälfte des Planeten im Moment von der Erde abgewandt ist, befindet sich der Punkt nahe am Rand des Planeten.

Dieser Fleck ist fast ein Spiegelbild zu einem ähnlichen Punkt auf der Südseite des Planeten. Dieser wurde 1989 durch die Raumsonde Voyager 2 entdeckt. 1994 zeigte dann Hubble, dass er verschwunden war.

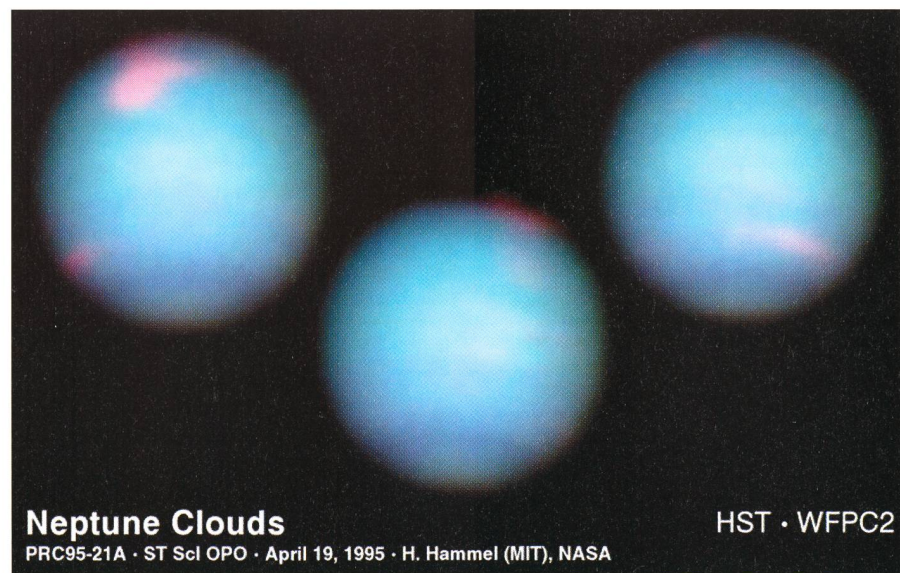
Wie auch sein Vorgänger hat dieser neue Punkt an seinen Rändern hoch reichende Wolken. Diese Wolken haben ihre Ursache darin, dass Gas, das zu grossen Höhen gestossen wurde, dort ab-



Neptune Dark Spot

PRC95-21B · ST ScI OPO · April 19, 1995 · H. Hammel (MIT), NASA

HST · WFPC2



Neptune Clouds

PRC95-21A · ST ScI OPO · April 19, 1995 · H. Hammel (MIT), NASA

HST · WFPC2

kühlte, zu Methan-Eiskristallen kondensierte und so die Wolken bildete. Der dunkle Fleck könnte eine Zone von klarem Gas sein, das eine Lücke in den Wolken bildet und dadurch den Blick auf tiefer liegende Wolkenschichten frei gibt.

Planetenforscher wissen nicht, wie langlebig diese neue Erscheinung sein wird. Die hochauflösenden Aufnahmen von Hubble werden es jedoch den Forschern erlauben, die Entwicklung dieses Flecks und weiterer unerwarteter Wechsel in der Atmosphäre von Neptun weiter zu beobachten.

Das Bild wurde am 2.11.1994 mit der Hubble Wide Field Camera 2 gewonnen. Neptun befand sich zu dieser Zeit in einer Entfernung von 4,5 Milliarden Kilometern von der Erde. Die Auflösung der Aufnahme beträgt ca. 1000 km pro Punkt.

Neptun in seinen Original-Farben STISci PR-96-33, 24.10.1996

Diese zwei Hubble Space Telescope-Bilder zeigen das Wetter auf den einander gegenüber liegenden Hemisphären von Neptun. Die Aufnahmen wurden am 13. August 1996 mit der Hubble Wide Planetary Camera 2 aufgenommen. Die Komposit-Aufnahmen enthalten Informationen von verschiedenen Wellenlängen, um die Erscheinungen des Neptun-Wetters sichtbar zu machen.

Die vorherrschend blaue Farbe des Planeten ist das Resultat der Absorption von infrarotem Licht durch die Methan-Atmosphäre des Planeten. Wolken oberhalb der Methan-Atmosphäre erscheinen weiss, während die höchstgelegenen Wolken zu gelbrot tendieren.

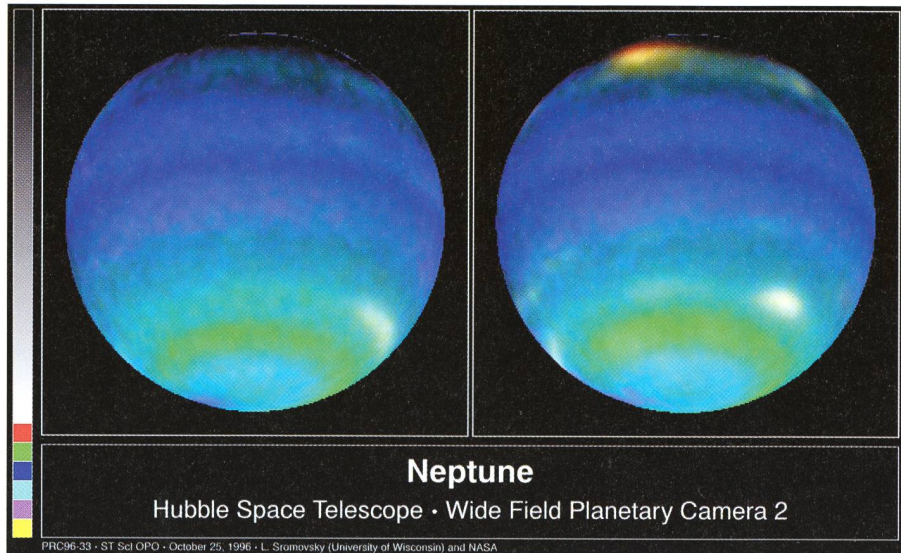
Der gewaltige äquatoriale Jetstream, dessen Winde mit einer Geschwindigkeit von nahezu 1500 km/h wehen, ist im dunkelblauen Band direkt südlich des Äquators zu finden. Weiter südlich zeigt ein

grüner Gürtel eine Region an, in welcher die Atmosphäre blaues Licht absorbiert.

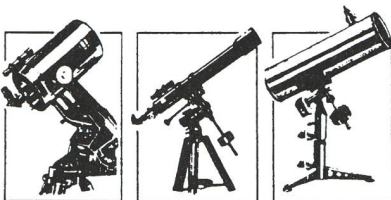
Diese Bilder sind Teil einer Aufnahmeserie, welche während 9 Hubble-Orbits aufgenommen wurden. Sie umfas-

sen den Zeitraum einer Neptun Rotation, also 16.11 Stunden.

HUGO JOST-HEDIGER
Jurasternwarte Grenchen
E-mail: Jurasternwarte@bluewin.ch



Ihr Partner für Teleskope und Zubehör



NEUAUFLAGE

- **Sirius-Sternkarte**
- Grossformat 430x430mm;
- Deutsch ISBN 3-905665-06-9;
- Französisch ISBN 3-905665-07-7;
- CHF 82.-, Lieferbar ab Dezember 2001;
- Jetzt vorbestellen

FOTO VIDEO

Zumstein

Casinoplatz 8, 3001 Bern

Tel. 031/311 21 13 Fax 031/312 27 14

Grosse Auswahl
Zubehör, Okulare, Filter

Telrad-Sucher
Astro-CCD-Kameras
Astro-Software

Sternatlanten
Sternkarten
Astronomische Literatur

Beratung, Service
Günstige Preise

Ausstellungsraum

CELESTRON®

Tele Vue

 **Meade**

ANCIRES

AOK

 **LEICA**

Kowa

 **FUJINON**

STARLIGHT EXPRESS
ASTRONOMICAL AND INDUSTRIAL CCD CAMERAS

Alleinvertrieb für die Schweiz: PENTAX®

Internet <http://www.zumstein-foto.ch>

e-mail: astro@zumstein-foto.ch



interstellarum

Erlebnis Astronomie

Neu ab Februar 2002

einsteigergerecht

praxisnah

aktuell

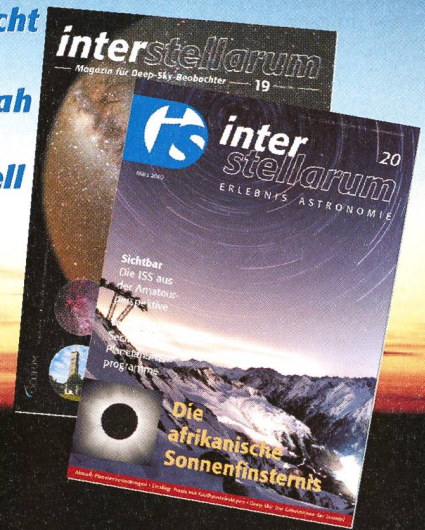
- ▶ **6 Hefte im Jahr**
- ▶ **Beiträge aus allen Amateurbereichen**
- ▶ **aktuelle Himmelsvorschau**

Im Heft Februar/März

- ◆ Die südafrikanische Sonnenfinsternis
- ◆ Vergleich von Planetariumsprogrammen
- ◆ Die ISS mit Amateuraugen
- ◆ Der Astronomik UHC-Filter in der Praxis
- ◆ Aktuell: Planetenbedeckungen
- ◆ Ein tiefer Blick in den Tarantelnebel
- ◆ Die A-Klasse des Deep-Sky

**Jetzt Abo sichern!
6 Hefte/Jahr für**

66,- CHF
inkl. Versand/Porto
Abopreis Schweiz



**Den Jahrgang 2001
(4 Hefte) jetzt bestellen
für 44,- CHF**

Bestellungen und Informationen:

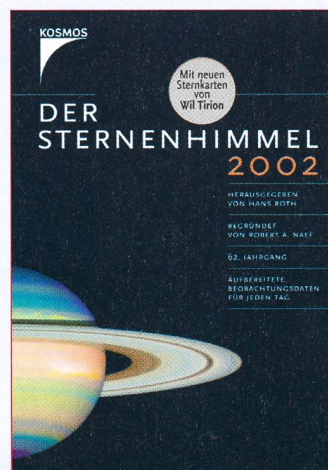
interstellarum • Luitpoldstraße 3, D-91054 Erlangen
www.interstellarum.com • info@interstellarum.com

KOSMOS

Erlebnis Astronomie

Das Jahrbuch für Sternfreunde – jetzt mit innovativen Neuerungen

Das unentbehrliche Jahrbuch für alle Hobbyastronomen hat einige Neuheiten zu bieten. Verbesserte Monatssternkarten und die neuen Mondphasenkalender erhöhen die Übersicht im Dschungel der Astro-Ereignisse. Bewährt präzise: Alle Daten und Fakten zu Sonne, Mond, Planeten und Kleinplaneten – wie immer mit Zeitangaben für Zürich und Berlin.



Hans Roth (Hrsg.)
Der Sternenhimmel 2002

352 Seiten
90 Abbildungen
Klappenbroschur

ISBN 3-440-08855-3

- ▶ Mit neuen Sternkarten von Wil Tirion
- ▶ Alle Infos zum himmlischen Geschehen im Jahr 2002
- ▶ **Neu:** Mondphasenkalender für jeden Tag von Robert Nufer

www.kosmos.de