

NASA

Während der letzten Servicemission im Mai 2009 arbeitet Astronaut John Grunsfeld an Bord der Raumfähre Atlantis am Weltraumteleskop Hubble im freien All.

Das liegt vor allem an der eingeschränkten Frachtkapazität und dem Fehlen einer Luftschleuse für Raumausstiege durch Astronauten. Beide Raumkapseln sind vor allem als Zubringer für die Internationale Raumstation ISS konzipiert. Eine robotische Mission käme ebenfalls teuer, denn entsprechende, universell einsetzbare Roboter gibt es derzeit nicht. Tatsächlich wäre die NASA wohl auch nicht mehr bereit, noch einmal ein bis zwei Milliarden US-Dollar für einen erneuten Flug zu Hubble zu investieren. So viel kosteten die fünf Wartungsmissionen mindestens pro Einsatz.

Über eine Bahnanhebung könnte man dagegen nachdenken, darüber gab es in der Vergangenheit Studien. Man könnte dazu einen Raumschlepper – so etwas gibt es bereits – an das Teleskop anknüpfen. Allerdings wurde auch über das gegenteilige Szenario nachgedacht, nämlich mittels eines solchen Schleppers Hubble gezielt zum Wiedereintritt über dem südlichen Pazifik zu bringen. Da das HST über keinen eigenen Raketenantrieb verfügt, wird ein Absturz auf jeden Fall irgendwann passieren. Und dabei würden der hitzebeständige Hauptspiegel und größere Strukturteile des Satelliten den Wiedereintritt überstehen und unkontrolliert auf die Erdoberfläche stürzen. Für Mitteleuropa besteht jedoch keine Gefahr, da das Weltraumteleskop mit einer Bahnneigung von 28 Grad gegenüber dem Äquator niemals über unseren Horizont aufsteigt.

TILMANN ALTHAUS

»Hubble« wird 30 – weitere Servicemission?

Sie berichten im Rahmen Ihres ausgezeichneten Artikels über das Hubble-Teleskop, dass eine weitere Servicemission nicht möglich ist (siehe SuW 5/2020, S. 26). Das gilt sicherlich nach den Maßstäben der bisher erfolgten und orchestrierten Wartungsmissionen durch Spaceshuttles. Mich würde aber interessieren, was dagegen spricht, etwa mit Crew Dragon eine Wartung durchzuführen, wobei man etwa die Gyros tauschen und eine Bahnanhebung durchführen könnte. Wäre

das machbar und wirtschaftlich im Sinne einer Kosten-Nutzen-Rechnung, wenn man dann noch jahrelang das Observatorium weiter nutzen könnte, solange es so ausgezeichnet funktioniert?

DIPL.-ING. ALBERT BLAUENSTEINER,
WIEN

Leider eignen sich weder die Crew-Dragon-Kapsel von SpaceX noch die Starliner-Raumkapseln von Boeing für einen Wartungsflug zum Weltraumteleskop Hubble.

Die Rotation von Neutronensternen

Neutronensterne, die gewichtigen Überbleibsel von Supernova-Explosionen, haben nur wenige Kilometer Durchmesser. Auf Grund des Drehimpulserhaltungssatzes drehen sie sich zum Teil rasend schnell um ihre Achse. Auch wenn die Anziehungskraft dieser Exoten ungeheuerlich ist, so wächst doch auch mit kleiner werdendem

Durchmesser wegen der Drehzahlzunahme beim Kollaps die Fliehkraft. Wieso zerfällt es diese Sterne bei den hohen Drehzahlen nicht?

HANNES PARTSCH,
KENNELBACH

Alle beobachteten Neutronensterne rotieren dafür tatsächlich zu langsam. Es ist relativ leicht nachzurechnen, dass ein

Neutronenstern selbst bei einer Periode von einer Millisekunde noch problemlos gravitativ zusammenhält.

Trotzdem spricht die Frage von Herrn Partsch ein echtes Problem an. Es ist nämlich ebenso leicht nachzurechnen, dass der Kollaps des Kerns eines normal rotierenden massereichen Sterns nicht direkt zu einem runden, fer-

tigen Neutronenstern enden kann. Der Kollaps führt statt dessen zunächst kurzzeitig zu einer rotationsgetragenen flachen Scheibe, die dann in Sekundenfrist auf magnetische Weise ihren überschüssigen Drehimpuls nach außen an die explodierende Hülle des Sterns abgibt, bis sie nur noch mit besagter Millisekunde rotiert.

ULRICH BASTIAN

Briefe an die Redaktion

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe, wo Sie auch Ihren Leserbrief direkt in ein Formular eintragen können. Zuschriften per E-Mail: leserbriefe@sterne-und-weltraum.de

Ein Mensch ungeschützt im interstellaren Raum

Eine der Aussagen in dem Artikel von Herrn Klessen in SuW 3/2020, S. 8, scheint mir nicht ganz klar zu sein: »Kurz gesagt: Am heutigen Ort der Voyager-Sonden würde ein Mensch trotz der hohen Geschwindigkeit der eingefangenen Protonen und Elektronen sofort erfrieren, da die Temperatur der Hauptbestandteile des interstellaren Mediums in Sonnenumgebung lediglich bei 20 bis 30 Kelvin liegt.«

Selbst wenn man dort nackt herumschwebt, so dauert es doch einige Zeit, bis man dort erfrieren würde: Nimmt man eine Körperoberfläche von zwei Quadratmetern an, so liegt nach Stefan-Boltzmann die pro Sekunde abgestrahlte Energie bei etwa 1000 Joule. Ein Mensch besteht bekanntlich zu rund 65 Prozent aus Wasser, was etwa 50 Litern entspricht. Kühlen sich 50 Liter Wasser um ein Grad Celsius ab, so wird eine Energie von rund 210 000 Joule freigesetzt. Kurzum: Nach dreieinhalb Minuten hat sich im Weltraum die Körpertemperatur um rund ein Grad Celsius abgekühlt – und auch nur dann, wenn man sich dort splitternackt aufhält. Keine Spur von sofortigem Erfrieren.

ROBERT DENSCHLAG, STUTTGART

Die Redaktion freut sich stets, wenn Leser von SuW dazu angeregt werden, selbst ein wenig Physik zu treiben. Die Überlegung von Herrn Denschlag ist vollkommen richtig. Aber genau das, was er hier beschreibt, ist in dem Text von Ralf Klessen mit »sofortigem Erfrieren« gemeint. Der Mensch stirbt durch Unterkühlung bei Körpertemperaturen ab 28 Grad Celsius. Die tiefste wissenschaftlich belegte Unterkühlung ohne Todesfolge liegt bei etwa 14 Grad Celsius. Das wird aber als extremer Ausnahmefall angesehen. Bei den von Herrn Denschlag berechneten knapp zehn Grad Abkühlung in einer halben Stunde ist der Mensch also normalerweise nach einer Stunde mausetot. Auch wenn der Mensch normal bekleidet wäre, würde es nur etwa zwei Mal so lange dauern. Die eigene Wärmeproduktion eines menschlichen Körpers ist bei dieser Rechnung allerdings nicht berücksichtigt. Sie liegt in der Größenordnung von 200 Watt, würde also die Abkühlrate ebenfalls nur mäßig vermindern.

U. B.

Die habitable Zone von K-Sternen

In Ihrer Ausgabe 5/2020, S. 13, schreiben Sie, dass wegen ihrer Milliarden Jahre langen und ruhigen Brenndauer vielleicht die K-Sterne die lebensfreundlichsten sind. Nun liegt die Kugelschale der bewohnbaren Zone eines K-Sterns wegen seiner niedrigen Temperatur aber viel enger um den Stern als bei der Sonne. Wie sieht es da mit der gebundenen Rotation seiner Planeten aus? Ein Planet mit gebundener Rotation weist große Temperaturunterschiede auf. Dies könnte starke Stürme zur Folge haben, was vielleicht wiederum Leben auf diesen Planeten unmöglich macht. Vielleicht sind doch die guten alten G-Sterne die idealen Muttersterne für lebensfreundliche Planeten?

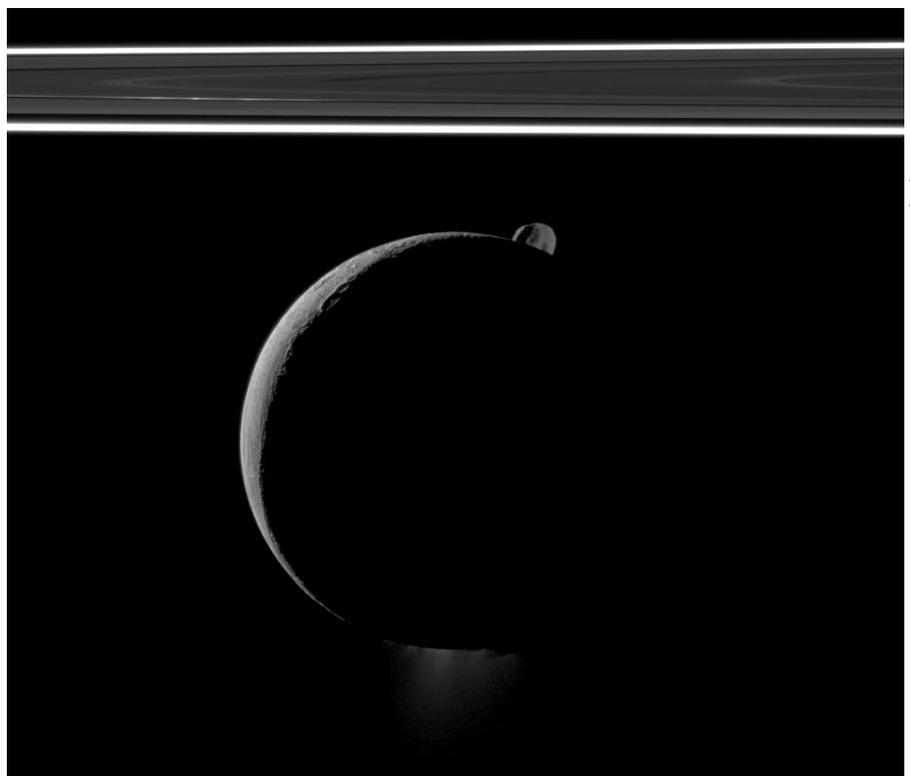
BENNO TREML
SALZBURG

Bei K-Sternen ist die habitable Zone noch so weit außen, dass Planeten nicht in gebundene Rotation gezwungen werden, also anders als bei den deutlich massärmeren M-Zwergen. Dessen ungeachtet bin ich auch keineswegs davon überzeugt, dass die oft zu lesende Behauptung, gebundene Rotation sei lebensfeindlich, überhaupt stichhaltig ist. Bei gebundener Rotation hat nämlich über einen riesigen Abstandsbereich vom Stern jeder

Felsplanet stets gewisse Gegenden mit lebensfreundlichen Temperaturen, wenn auch nicht oberhalb der festen Oberfläche in einer Atmosphäre oder Hydrosphäre. Und damit wird Leben weit über die übliche habitable Zone hinaus potenziell möglich – wie übrigens auch in unserem Sonnensystem auf etwas andere Weise, nämlich in den Ozeanen unter den Oberflächen einiger Jupiter- und Saturnmonde.

ULRICH BASTIAN

Der Saturnmond Enceladus bietet in seinem globalen Wasserozean unterhalb seiner Eiskruste möglicherweise ideale Bedingungen für Leben. Oben sind die Saturnringe zu sehen, rechts oben lugt der kleine innere Mond Epimetheus hinter Enceladus hervor und am Südpol sind die Wasserdampfgeysire bei ihrer Arbeit. Wer weiß, wie viele Varianten von Lebensräumen auf den Myriaden von Exoplaneten existieren, die wir uns kaum vorstellen können?



NASA/JPL-Caltech/Space Institute

Das Hubble-Fiasko vor 30 Jahren

Die eindrucksvollen Bilder und die informative Berichterstattung in SuW 5/2020, S. 26 – 37, haben in meinem Gedächtnis wieder eine technische Information über den Hubble-Fehler aufblitzen lassen, die SuW vor vielen Jahren abdruckte: Das Problem war nicht ein Rechenfehler oder eine Maschinenungenauigkeit, sondern eine Justierungenauigkeit bei der optischen Testeinrichtung. Sehr anschaulich schilderte SuW damals, wie der Justierfehler entstand und wie leicht er passieren konnte. Auch heutige Konstrukteure können daraus lernen, das Stichwort ist hier die Vermeidung von Fehlermöglichkeiten durch verwechslungsfreie Konstruktion. Also, wie wäre es, Ihren Lesern dies nochmal nahe zu bringen, inklusive der damaligen erläuternden Skizze?

ALBRECHT FREY, OFTERDINGEN

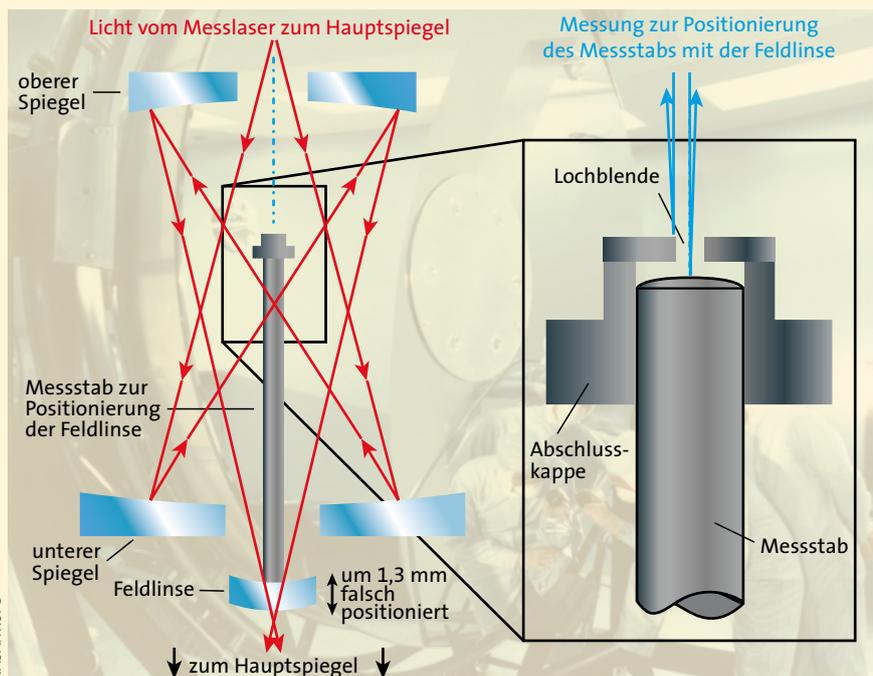
Herr Frey bezieht sich hier auf die Berichterstattung in SuW 12/1990, S. 701, und in SuW 12/1993, S. 863 – 867. In der Tat geht der Fehler im Schliff des Hauptspiegels des Hubble Space Telescope auf einen unpräzise zusammengebauten optischen Nullkorrektor zurück (siehe Grafik unten). Mit ihm wurde während der Herstellung des Spiegels dessen Form genau kontrolliert und die Schleif- und Polierarbeiten entsprechend angepasst. Das Gerät bestand aus zwei konkaven Spiegeln und einem geeichten Metallstab genau bekannter Länge aus Invarstahl, an dessen unterem Ende sich eine Feldlinse befand. Sie warf bei den Kontrollen das Licht vom Hauptspiegel in den Nullkorrektor. Am oberen Ende befand sich eine Lochblende, durch die das Licht des Messlasers auf die Spitze des Messstabs fallen sollte.

Wie sich nach dem Start herausstellte, waren jedoch beim Zusammenbau des Kontrollinstruments Fehler begangen worden, unter anderem durch das Einfügen einer nicht vorgesehenen Unterlegscheibe. So wurde das Laserlicht nicht an der Spitze des Messstabs, sondern an der 1,3 Millimeter höher befindlichen Lochblende reflektiert. Dies führte dazu, dass der 2,4 Meter große Hauptspiegel von innen nach außen zunehmend immer mehr von der geforderten gekrümmten Schliffform abwich. Tatsächlich war

der Hauptspiegel am Rand rund 2,2 Mikrometer zu flach ausgefallen, das entspricht einem Fünzigstel der Dicke eines menschlichen Haars. Somit wies der präzise falsch geschliffene Hauptspiegel eine beträchtliche sphärische Aberration auf, die dazu führte, dass ein Großteil – rund 85 Prozent – des aufgefangenen Lichts nicht scharf auf der Brennebene abgebildet wurde. Das Licht vom Rand des Spiegels wurde erst 38 Millimeter unter der Brennebene fokussiert. In der Folge war das Weltraumteleskop in gewisser Weise kurzsichtig und zunächst eine große Blamage für die NASA.

Besonders ärgerlich war, dass die Techniker vom Hersteller Perkin-Elmer den Hauptspiegel auch mit zwei anderen optischen Nullinstrumenten vermessen hatten, die deutlich auf den Schlifffehler hinwiesen. Aber der Hersteller verließ sich zu sehr auf den im eigenen Haus gefertigten Nullkorrektor und wollte die Messwerte der anderen Geräte nicht glauben. Trotz der Vorwarnungen ließ sich die NASA also auf den Start von Hubble im April 1990 ein – der Rest ist Geschichte.

TILMANN ALTHAUS ist seit 2002 Redakteur bei »Sterne und Weltraum« und betreut vor allem Themen zur Planetenforschung und Raumfahrt.



Das optische Nullinstrument für den Schliff des Hauptspiegels des Weltraumteleskops Hubble bestand aus zwei Hohlspiegeln oben und unten, in deren zentrale Bohrung ein geeichter Messstab mit einer Feldlinse eingeschoben wurde. Von oben leuchtete ein Messlaser in das Gerät, wurde an der abgerundeten Kuppe des Messstabs reflektiert, auf die Spiegel und anschließend auf die Feldlinse geworfen. Von dort traf das Laserlicht den in der Fertigung befindlichen Hauptspiegel und sollte nach Reflexion wieder auf die Kuppe des Messstabs fallen. Durch Fehler im Zusammenbau dieses Geräts wurde das Licht aber von der Lochblende und nicht von der Spitze des Stabs reflektiert, so dass der Hauptspiegel des Weltraumteleskops in der Folge eine falsche Krümmung erhielt, da der Stab durch die falsche Reflexion zu lang war.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.

IHR SMARTPHONE UND IHR TELESKOP WERDEN JETZT BESTE FREUNDE

Push+ Go Objekt-Finder für Dobson-Teleskop

omegon®

Push+ GO!



Smartphone-Halter: für
alle Smartphones bis zu
75 mm Breite geeignet

Erleben Sie ein neues Gefühl, den Himmel zu erkunden. Finden Sie jeden Planeten und jedes Deep-Sky-Objekt! Das neue Push+ Go System macht's möglich: mit digitalen Encodern und Ihrem eigenen Android-Smartphone. Nach dem Download der App SkySafari® geht's schon los. Auf dem Display sehen Sie eine digitale Sternenkarte und wo Ihr Teleskop gerade hinzeigt. So finden Sie jedes Objekt und lernen gleichzeitig den Himmel kennen.

✓ Einfach nachrüsten

Verwandeln Sie Ihr Dobson-Teleskop in ein einzigartiges Objektfinder-System. Alle Bauteile sind schon dabei. Mit wenigen Handgriffen lässt sich das Set in nur 10-15 Minuten installieren. Passend für viele gängige Dobson-Teleskope:

- Omegon Dobson Advanced X N 203/1200, 254/1250, 304/1500
- GSO Optical Classic 8", 10", 12"
- Orion® SkyQuest XT4.5, XT8, XT10, XT12 Classic Dobson
- TS Dobsons Classic Line
- ICS Galaxy Dobson

✓ BLUETOOTH™

Komfortabel: Über BLUETOOTH™ 2.0 entsteht eine kabellose Verbindung zu Ihrem Smartphone. Setzen Sie Ihr Telefon einfach in die dafür passende Halterung ein und sagen Sie dem Kabelsalat ade. Bis zu 10 m Reichweite!

✓ Digitale Encoder

Ihr Teleskop weiß ab sofort, wo es steht. Die Technik, die große parallaktische Montierungen nutzen, finden Sie jetzt auch im Push+ Go. Dank zwei präzisen digitalen Encodern verfolgen Sie jeden Schritt am Himmel und finden Objekte im Handumdrehen.

✓ Software

Nutzen Sie für die Steuerung Ihres Teleskops die App SkySafari® 4 Plus (oder höher) für Android. Das Aufsuchen von Objekten im Teleskop gehört ab jetzt zu Ihren leichtesten Übungen.

✓ Powerbank mit dabei

Sie müssen sich nicht um die Energieversorgung kümmern, denn eine Powerbank ist schon dabei. Einfach Kabel einstecken und starten. Sie haben Energie für die ganze Nacht.



Für mehr
Informationen
einscannen

Art. 55768

Android™ benötigt

Bluetooth® 2.0 benötigt

Erhältlich bei

 Astroshop.de

 Für Online-Bestellung Artikelnummer
ins Suchfeld eingeben!

 08191-94049-1



NASA, ESA and STScI

1 Bogenminute

50 Lichtjahre



Sterngeburten live

Zum 30. Startjubiläum des Weltraumteleskops Hubble im Jahr 1990 veröffentlichte die US-Raumfahrtbehörde NASA zusammen mit ihrem europäischen Gegenstück ESA diese eindrucksvolle Aufnahme: Sie zeigt eine Sternentstehungsregion in der Großen Magellanschen Wolke (LMC) in etwa 163 000 Lichtjahren Entfernung. Der große rötliche Bereich trägt die Bezeichnung NGC 2014, und die bläuliche Blase links unten heißt NGC 2020. Das ganze hier gezeigte Areal wird auch als »kosmisches Riff« bezeichnet, da es ein wenig an tropische Korallenriffe erinnert.

Im Zentrum des Bildes zeigen sich zahlreiche helle Sterne, welche die rund 10- bis 20-fache Masse unserer Sonne aufweisen. Sie sind so heiß, dass sie den größten Teil ihrer Strahlung im energiereichen blauen Licht und im Ultravioletten abgeben. Sie erzeugen damit einen enormen Strahlungsdruck, der zusammen mit den von ihnen freigesetzten Sternwinden, den Gas- und

Staubnebel zerstört, aus dem sie hervorgingen. Besonders deutlich wird dies in der bläulichen Region in der Bildmitte; hier ist eine Stoßwellenfront zu sehen. Das bläuliche Leuchten stammt von ionisiertem Sauerstoff, die rötlichen Farbtöne gehen auf ionisierten Wasserstoff und Stickstoff zurück. Der blasenartige Nebel NGC 2020 ist das Resultat von Ausbrüchen eines sehr massereichen Wolf-Rayet-Sterns, der rund 200 000-mal so hell leuchtet wie die Sonne. In wenigen Millionen Jahren wird er in einer Supernova explodieren.

Das hier gezeigte Komposit besteht aus vier Einzelbildern, die in unterschiedlichen schmalbandigen Filtern im sichtbaren Licht und nahem Infrarot aufgenommen wurden. Es gibt somit nur Ausschnitte des gesamten von den Nebeln abgestrahlten Lichts wieder, so dass dieses Bild nicht dem Anblick mit dem bloßen Auge entspricht.

TILMANN ALTHAUS

NASA, ESA and STScI