

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 80 (2022)
Heft: 3

Artikel: Die Pracht von Astrobildern
Autor: Baer, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1049465>

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>

Sehen die Dinge im Weltraum wirklich so aus, wie sie auf den Fotos gezeigt werden?

Die Pracht von Astrobildern

In den letzten Jahren und Jahrzehnten erreichten uns Zehntausende Bilder, die uns Weltraumteleskope, Raumsonden oder Rover übermittelten. Manchmal kommt man aus dem Staunen nicht mehr heraus. Da sehen wir plötzlich die Ringe Saturns in den schönsten Farben, fein aufgelöst oder die fantastischen Wolkenverwirbelungen in Jupiters Atmosphäre wie ein modernes Kunstwerk! Manchmal aber ist es auch ein ganz einfaches «Selfie» eines Rovers, inmitten der rostroten Marslandschaft, das fast wie ein «Urlaubsfoto» wirkt! Doch bilden diese Aufnahmen wirklich das ab, was wir vor Ort mit eigenen Augen sehen würden?

Beitrag: Thomas Baer

In der Astronomie werden wir seit Beginn des Satellitenzeitalters mit immer spektakuläreren Bildern verwöhnt. Denken wir beispielsweise an die farbenprächtigen Aufnahmen, die uns das Hubble Weltraumteleskop lieferte. Manchmal wirken Nebel- und Dunkelwolken wie Kunstwerke, und man fragt sich unweigerlich, ob das da oben in natura wirklich so aussieht.

Schon aus eigener Erfahrung beim Betrachten von selbst geschossenen Fotos wissen wir, dass diese je nach Einstellung

der Kamera selten bis nie so wirken, wie die Lichtstimmung effektiv war. Besonders Bilder, die in der Dämmerung aufgenommen werden, geben kaum die wirklichen Farben wieder, wie wir sie durch unsere Augen wahrnehmen. Dies sieht man ja nur schon, wenn man im Live-View-Modus einmal die ISO-Zahl oder die Belichtungszeit ändert. Noch viel extremer ist mir dies beim Einfangen der Stimmung während einer totalen Sonnenfinsternis aufgefallen. Das, was auf den Fotos zu sehen ist, vermag

das einzigartige bleifarbene Licht niemals realitätsgetreu abzubilden. Und in der Sternwarte, auch dies aus eigenem Erfahrungsschatz, musste ich immer wieder feststellen, wie gewisse Besucherinnen und Besucher beim Anblick eines Orionnebels nur mässig begeistert waren, da sie das Objekt statt in prächtigen Farbtönen nur in matten Grau bis leicht grünlich sahen.

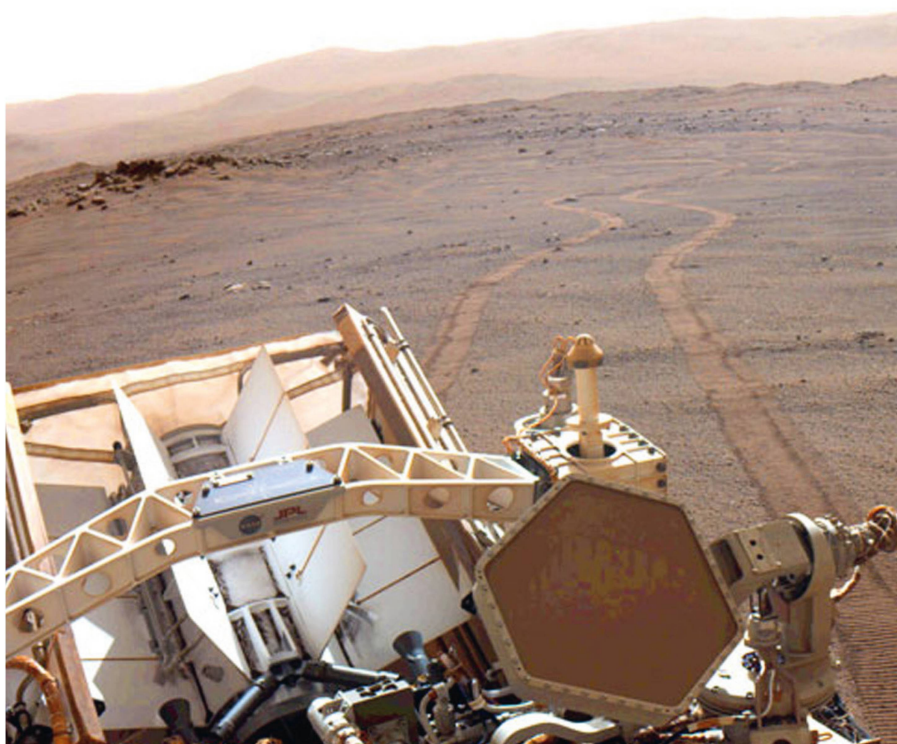
EINE FRAGE DES SPEKTRUMS

Dass unsere Augen in der Dämmerung oder bei Dunkelheit ausschliesslich noch mit den Stäbchen mit dem lichtempfindlichen Rezeptormolekül Rhodopsin, das im Bereich einer Wellenlänge um 500 nm aktiv ist, sehen, geht oft vergessen. Kein Wunder also, sehen wir schwache Deep Sky Objekte nie so, wie wenn wir sie fotografieren.

Aber damit ist noch längst nicht alles erklärt. Unsere Augen sind eigentlich denkbar schlechte optische Instrumente; sie lassen nur wenig Licht auf unsere Netzhaut fallen. Dies ist auch der eigentliche Grund, warum wir Teleskope bauen; nicht, um primär zu vergrössern, sondern vielmehr als Lichtverstärker! Unsere Augen können im

Abbildung 1: Der Marsrover Perseverance blickt auf seine eigene Fahrspur zurück.

Quelle: NASA



Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)

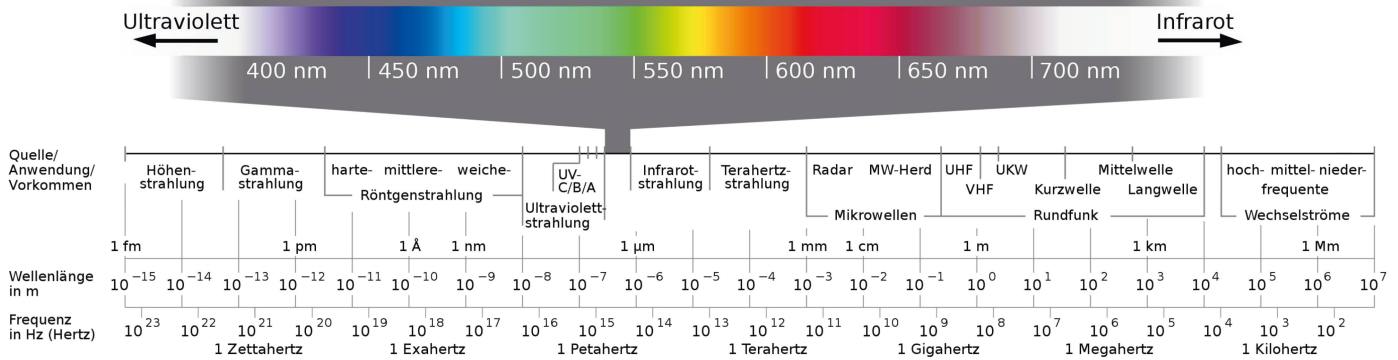


Abbildung 2: Was das menschliche Auge sehen kann, ist bloss ein winziger Ausschnitt aus einem viel breiteren Strahlungsspektrum.

Quelle: Wikipedia

Unterschied zu einem Lichtsensor einer Fotokamera kein Licht über Minuten, Stunden oder gar über Tage hinweg sammeln. Die Photonen, die auf unsere Netzhaut fallen, liefern uns nur eine Momentaufnahme. Und so wären wir mehr als nur ernüchert, wenn wir etwa durch den Orionnebel oder vorbei am Pferdekopfnebel (siehe Seite 3) fliegen würden. Von der Pracht und Farbe der Nebelstruktur würden wir wenig bis nichts wahrnehmen und die Dunkelwolken blieben uns gänzlich verborgen.

Aber selbst der Sensor einer herkömmlichen Fotokamera nimmt Objekte

im sichtbaren Teil des Spektrums auf. Vor wenigen Jahrzehnten, als man noch Emulsionsfilme belichtete, konnte man deren Empfindlichkeit durch Abkühlen steigern, um das Maximum aus einer Aufnahme herauszuholen. Die heutige Digitaltechnik bietet in dieser Hinsicht mittlerweile so viele Möglichkeiten, dass Astrofotografen selbst bei misslichen Lichtverhältnissen, etwa durch störendes Fremdlicht, Bilder hinbekommen, die den Aufnahmen von Weltraumteleskopen kaum mehr nachstehen.

Wären unsere Augen auch nachts so lichtempfindlich wie ein Fotochip und könnten das einfallende Licht «speichern», so würden wir die Objekte tatsächlich anders wahrnehmen. Kommt noch hinzu, dass der für unser Auge sichtbare Bereich des Strahlungsspektrums ein extrem kleiner Ausschnitt ist und sich auf eine Spanne zwischen 400 und 700 nm beschränkt! Bei

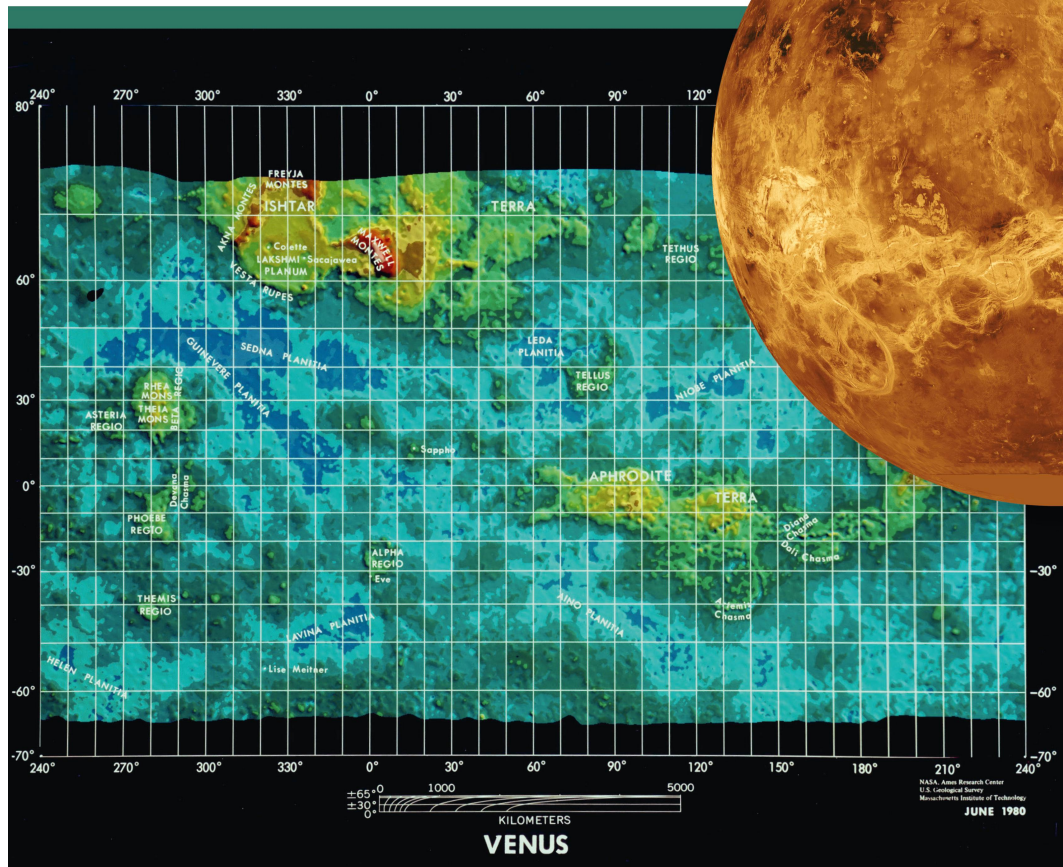


Abbildung 3: Die Radaraufnahme von Pioneer (Karte links) und Magellan (oben) im Vergleich. Die Bildauflösung hat sich um den Faktor 200 verbessert!

Quelle: NASA

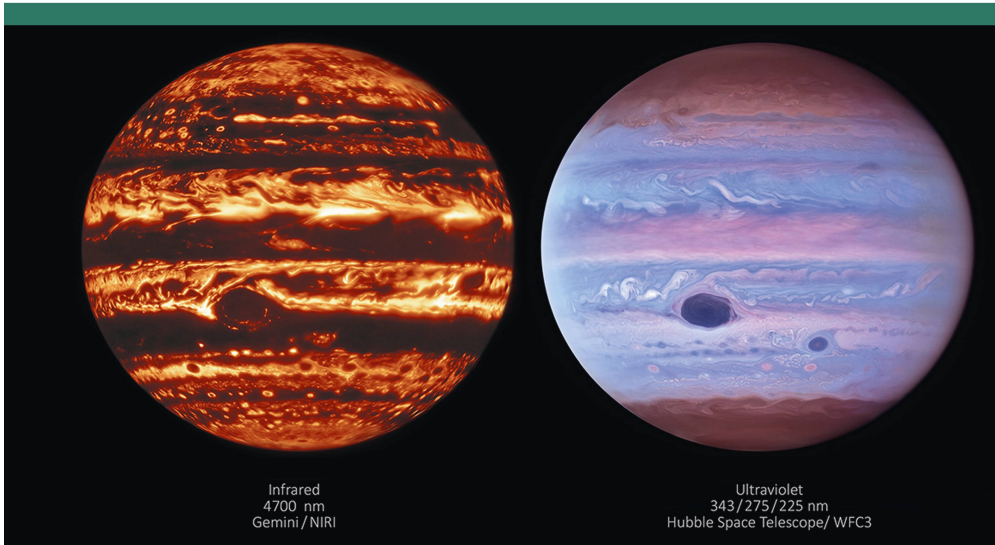


Abbildung 4: Zweimal Jupiter, wie wir ihn niemals von Auge sehen können, einmal im mittleren Infrarot (links) und Ultraviolett (rechts).

Quelle: NASA

der Erforschung des Weltraums kommen verständlicherweise ganz andere Instrumente zum Einsatz, die uns Dinge in Wellenlängenbereichen zeigen, wie wir sie ohnehin niemals sehen würden. Je nachdem, was man erforschen will, untersucht man ein Objekt im Spektrum der Röntgenstrahlung, im UV-, Infrarot- oder im Mikro- oder Radiowellenbereich. Aber dabei gibt es gewisse Einschränkungen.

WELLENLÄNGE UND AUFLÖSUNG

Grundsätzlich können wir sagen: Je kürzer die Wellenlänge, desto höher die Auflösung. So etwa wird in der UV-Mikroskopie die Auflösung durch die Verwendung von kurzwelligem UV-Licht erheblich verbessert. Umgekehrt, erinnern wir uns an die ersten Radaraufnahmen von Venus durch die Pioneer- oder Magellan-Sonde. Der Vorteil ist, dass Radarsignale Wolken

leicht durchdringen. So war es Anfang der 1980er-Jahre erstmals möglich, ein grobes topografisches Bild der Venusoberfläche zu bekommen. Die Bildauflösung der Pioneer-sonde war mit 20 km pro Pixel (Bildpunkt) allerdings bescheiden, konnte uns aber mindestens Erhebungen, Hochebenen und Täler sichtbar machen. Die russischen Venerasonden brachten es auf 1.5 km pro Pixel und Magellan auf 100 Meter pro Pixel, eine Steigerung um das 200-fache gegenüber den ersten Aufnahmen!

AKTIVE UND PASSIVE FERNERKUNDUNG

In der Astronomie haben wir ein nicht unbedeutendes Problem: Die riesigen Distanzen. Wir können in den allermeisten Fällen keine «Feldstudien» vor Ort vornehmen, gewisse Bereiche des Sonnensystems einmal ausgenommen. Die Venusoberflä-

che wurde also gescannt. Man sandte Radarsignale hinab und zeichnete das Echo auf. Hier haben wir es mit aktiver Fernerkundung zu tun; ein Signal wird ausgesandt, reflektiert und wieder empfangen. Anders ist es, wenn wir Objekte passiv untersuchen. In diesem Fall wird aufgezeichnet, was das Objekt selbst an Strahlung abgibt. Ein sehr schönes Beispiel hierfür ist Jupiter. Er gibt nämlich mehr Wärme ab, als er von der Sonne bekommt, interessant für Wärmebildaufnahmen! Und dies nutzen die Wissenschaftler aus, um mehr über die Wolkenstrukturen und deren Antrieb zu erfahren.

So etwa lieferte die Sonde Juno spannende Erkenntnisse: Die Vorgänge in Jupiters Atmosphäre scheinen in wesentlich tieferen Bereichen als ursprünglich erwartet zu liegen. Mit Junos Mikrowellenradiometer konnten die Wissenschaftler unter

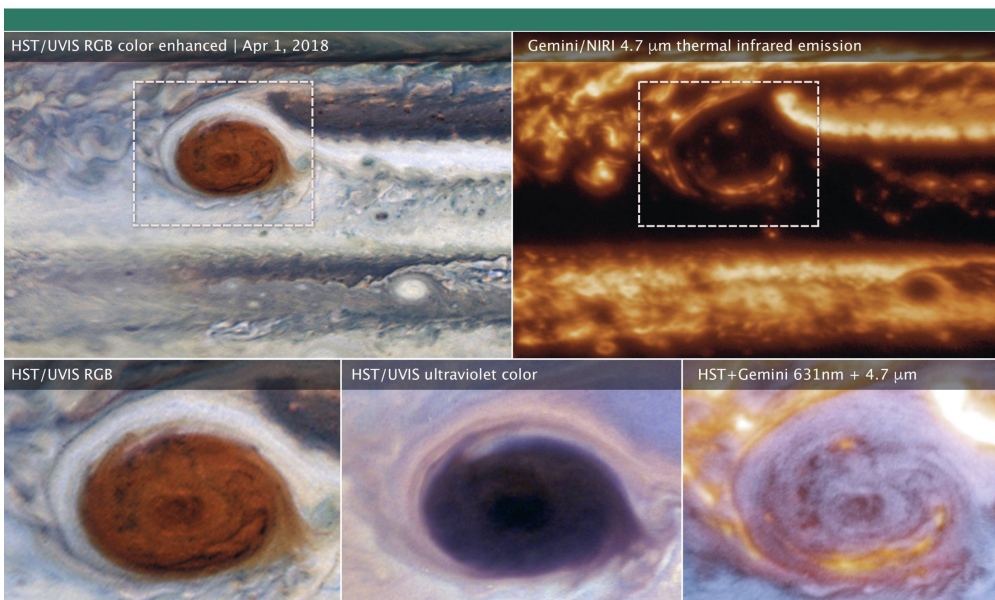


Abbildung 5: Diese Bildkomposition zeigt den berühmten Großen Roten Fleck Jupiters einmal in einer Aufnahme des Hubble Weltraumteleskops im sichtbaren Spektrum (ganz links) sowie im thermalen Infrarot (rechts). In der unteren Zeile in der Mitte sehen wir eine Aufnahme im Ultravioletten. Unten rechts hat man die Bilder von Hubble und Gemini überlagert.

Quelle: NASA

die Wolkendecke schauen und die Struktur der Wirbelstürme untersuchen. Die neuen Ergebnisse zeigen, dass Jupiters Zyklone im oberen Bereich wärmer und von niedrigerer atmosphärischer Dichte, in tieferen Schichten jedoch kälter und deutlich dichter sind. Bei Antizyklonen dagegen, also Stürmen, die gegenläufig rotieren, sind die Temperaturverhältnisse genau umgekehrt. Die überraschenden Resultate deuten darauf hin, dass die Stürme wesentlich grösser sind und viel tiefer reichen, als man bislang annahm. Offenbar erstrecken sie sich mehrere hunderte Kilometer unter die Wolkendecke. Insbesondere dürfte dies auf den Grossen Roten Fleck zutreffen: Hier gehen die Fachleute von mindestens 500 Kilometern aus. Die Jupiterstürme reichen damit in Bereiche hinab, wo Wasser und Ammoniak kondensieren, Wolken entstehen und die Sonnenwärme noch Einfluss haben könnte.

EIN FOTO DES SCHWARZEN LOCHS IM ZENTRUM UNSERER MILCHSTRASSE

Ein ganz anderes Bild hat unlängst für Aufregung gesorgt: Das erste Foto des Schwarzen Lochs im Zentrum unserer eigenen Milchstrasse! Für die Astrophysik ist die Region um Sagittarius A* (Sgr A*) eine der spannendsten Regionen, die derzeit beobachtet wird. Aber auch hier ist es unmöglich, im sichtbaren Bereich des Spektrums zu operieren, denn das galaktische Zentrum verbirgt sich hinter interstellarem Staub. Mit Grossteleskopen lassen sich einzelne Sterne nahe von Sgr A* auflösen, allerdings nur im Wellenlängenbereich zwischen 1 μm und 4 μm .

Und bei erdgebundenen Teleskopen gibt es dabei ein weiteres Problem; die Erdatmosphäre. Die Sterndichte um Sgr A* ist extrem hoch. Um die Tausenden von Sternen aufzulösen, muss man die wabernde Lufthülle mittels adaptiver Optik beruhigen, um eine gestochen scharfe Sicht zu bekommen. Dank hochauflösenden Infrarotbeobachtungen konnte der Nachweis erbracht werden, dass Sgr A* eine Radioquelle mit einer Masse von rund 4 Millionen Sonnenmassen, also ein Schwarzes



Abbildung 6: Versteckter Riese: Indem sie über 16 Jahre hinweg die Bewegung der Sterne rund um das Zentrum der Milchstrasse untersuchten, waren Astronomen in der Lage, die Masse des dort befindlichen supermassereichen Schwarzen Loches zu bestimmen.

Quelle: NASA/CXC/Univ. of Wisconsin/Y.Bai et al.

Abbildung 7: Den Kern im Blick: Sagittarius A* – in diesem Röntgenbild von Chandra als kleine weisse Region zu erkennen – markiert die Position des supermassereichen Schwarzen Lochs in der Milchstrasse. Die blauen und orangefarbenen Bereiche stammen vermutlich von früheren Ausbrüchen.

Quelle: ESO/S. Gillessen et al.

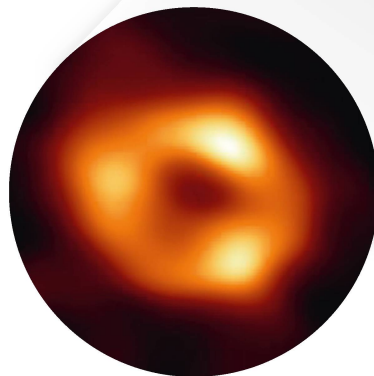


Abbildung 8: Erstes Bild vom Schwarzen Loch im Zentrum der Milchstrasse.

Quelle: ESO/Event Horizon Telescope

Loch ist. Schon vor elf Jahren beobachtete man, wie eine Gaswolke um Sgr A* wirbelte. Sehen konnte man das Schwarze Loch selbst nicht. Jetzt aber gelang es mit dem «Event Horizon Telescope» (EHT), einem Zusammenschluss von acht Radio-Teleskopen auf vier Kontinenten, die zentrale Struktur aufzunehmen (siehe Abbildung 8).

Sie wählen aus – wir berichten



In der Rubrik «Nachgedacht – nachgefragt» greifen wir astronomische Fragen von Leserinnen und Lesern auf. In jeder ORION-Ausgabe schlagen wir neu drei Themen vor, über die auf der ORION-Website via QR-Code (oben) abgestimmt werden kann. Die Frage mit den meisten Stimmen wird im nächsten Heft behandelt. Zur Auswahl für ORION 4/22 stehen folgende Themen:

- Gibt es auf Kometen Schwerkraft und könnte man dort herumspazieren?
- Was passiert in Zukunft mit dem Mond der Erde?
- Sollten wir nicht zuerst die Probleme auf der Erde lösen, bevor wir uns auf den Weg in den Weltraum machen?

EINE REGION, DIE EIGENTLICH GAR NICHT SICHTBAR IST!

Ein anderes Beispiel, das zeigt, wie beschränkt die Sicht mit unseren eigenen Augen ist, betrifft das rund 6'000 Lichtjahre entfernte Sternentstehungsgebiet DR21 im Sternbild Schwan. Können wir den Orionnebel zum Vergleich schon von blossen Auge erkennen, ist dies bei DR21 vollkommen unmöglich, denn das Gebiet ist im sichtbaren Bereich um den Faktor 10^{40} abgeschwächt! Grund: Die Sterngeburtstätte verbirgt sich, wie so oft, hinter einer extrem dichten Staubwolke.

Abermals machen sich die Astronomen andere Wellenlängenbereiche zu Nutze, in diesem Fall im langwelligeren «Infrarotlicht». Das von der NASA betriebene Spitzer-Weltraumteleskop ist mit den entsprechenden Kameras bestückt, und so enthüllte es das hochkomplexe Wechselspiel zwischen dem Strahlungsdruck junger Sterne, ihrer Gravitation, starken Magnetfeldern und ausgedehnten Gasfilamenten. Bei den grünlichen Strukturen handelt es sich um Kohlenstoffmonoxid und molekularen Wasserstoff. Es wird vermutet, dass diese Gasauswürfe die Folge von Materiejets sehr junger Sterne sind.

Bei den rosa Filamenten, welche das gesamte Gebiet durchziehen, handelt es sich um aromatische Kohlenwasserstoffe, die durch die vorhandene energiereiche Strahlung zum Leuchten gebracht werden. Analysen solcher Bilder helfen, ein besseres Verständnis über die Sternentstehung und -entwicklung zu gewinnen.

SIEHT ES AUF MARS WIRKLICH SO AUS, WIE UNS DIE ROVER VERMITTELN?

Ich denke, wir können die Frage, ob Dinge wirklich so aussehen, wie wir sie auf Bildern zu sehen bekommen, mit einem klaren Nein beantworten. Selbst die eindrucklichen Aufnahmen, die uns Rover von der Marsoberfläche zur Erde funken, sind nachbearbeitet. Könnten wir selber auf der Marsoberfläche stehen und unseren Blick über die wüstenartige Landschaft gleiten lassen, so würde uns zuerst auffallen, dass die Sonne nur etwa halb so hell scheint wie

auf der Erde. Mars ist schliesslich weiter vom Tagesgestirn entfernt. Auch der Himmel wäre ein ganz anderer, eher beige-grau statt blau.

Natürlich wäre es schön, könnten wir das Weltall so bunt sehen; das mag sicher viele Menschen etwas enttäuschen, dass

dem nicht so ist. Doch vielleicht ist es ja gerade das, was die Astronomie so geheimnisvoll macht. Mit immer noch leistungsfähigeren Teleskopen und ausgeklügelten Aufnahmetechniken können wir Dinge sichtbar machen, die wir sonst nie gesehen, geschweige denn je entdeckt hätten! <



Abbildung 9: Derselbe Ausschnitt des Sternentstehungsgebiets DR21 im Sternbild Schwan in verschiedenen Spektralbereichen.

Quelle: NASA/ Spitzer Space Telescope