

NASA / JPL-Caltech / MSSS

»Selfie« auf dem Roten Planeten: Der Marsrover Perseverance der NASA machte dieses Selbstporträt über einem Felsen mit dem Spitznamen »Rochette« am 10. September 2021. Der Rover nutzte seine Kamera WATSON (Wide Angle Topographic Sensor for Operations and eNginEering) auf dem Roboterarm, um 57 Einzelbilder von sich und seiner Umgebung aufzunehmen. Die Bilder wurden dann am Rechner zusammengefügt und der Roboterarm dabei aus dem Gesamtergebnis entfernt.

Perseverance: »Selfie« mit Felsen

In der Ausgabe 12/2021, auf Seite 20, posiert der Marsrover Perseverance für ein Selfie, nach zwei Bohrungen an dem Felsen »Rochette«. Auch nach längerer Betrachtung dieses Bildes, erschließt sich für mich nicht, welche Kamera dieses Foto gemacht hat. Das Aufnahmegerät muss doch zwangsläufig vom Marsrover getrennt sein, da man keinerlei Verbindung zwischen dem Rover und der Selfie-Kamera erkennen kann. Die Aufnahme-Optik scheint stark weitwinkelig und etwa auf Höhe der Mastcam zu sein.

FELIX POTSAK

Das Bild ist ein Mosaik aus 57 Einzelaufnahmen, die mit der Kamera WATSON auf dem Roboterarm von Perseverance aufgenommen wurden. Diese Kamera dient im Normalfall zu Makroaufnahmen der untersuchten Gesteine und nimmt Detailbilder der Bohrkerne auf. WATSON lässt sich aber auch auf »unendlich« fokussieren und kann so vom Arm aus den Rover mit Umgebung fotografieren. Die Aufnahmen wurden im Computer zu einem Gesamtbild zusammengesetzt, dabei wurde der Roboterarm jeweils aus dem Bild entfernt, da er sonst die Szene stören

würde. So entsteht der Eindruck, eine externe Kamera hätte Perseverance auf dem Mars aufgenommen. Für weitere Details siehe: mars.nasa.gov/resources/26253/perseverances-selfie-at-rochette

Die chinesische Raumfahrtbehörde CNSA macht dies tatsächlich mit separierten Kameras. Sie hat jetzt schon zweimal eine kleine separate batteriebetriebene Funkkamera auf der Oberfläche des Mars abgesetzt, die Einzelbilder und Videos des fahrenden Rovers Zhurong aufnahm. Sie wurden danach einfach zurückgelassen.

TILMANN ALTHAUS

Astronomie in Schulen

Die Gedanken ihres Chefredakteurs in SuW 10/2021 zur astronomischen Bildung in der Schule veranlassen mich, Ihnen diese Zeilen zu schreiben. Ich habe beruflich nichts mit Astronomie zu tun. Aber diese Welt dort »draußen« interessiert mich schon immer. Leider habe ich erst jetzt begonnen, mich quasi autodidaktisch zu bilden.

Unsere Welt, die Erde, ist so ein einzigartiger Ort für alle Lebewesen, die es auf ihr gibt. Wenn man darüber nachdenkt, gelangt man zwangsläufig zur Astronomie und zur Astrophysik. Eine kosmische Sicht würde einige von uns vielleicht verständiger, demütiger und achtungsvoller gegenüber unserem Planeten machen,



NASA

Ein einzigartiger Ort: Zu Weihnachten 1968 nahm die Besatzung von Apollo 8 dieses Bild der über der kargen Mondoberfläche schwebenden Erde auf.

der uns Menschen nicht braucht. Astronomie muss deshalb in die Schule, zu dieser Überzeugung bin ich mittlerweile gelangt. Viele Menschen interessiert sie ja auch; dies beweisen die oft ausgebuchten Veranstaltungen vieler Planetarien in Deutschland. Deshalb möchte ich alle ihre Mitarbeiter des Redaktionsteams darin bestärken, die Wissensvermittlung in SuW und auch in anderen Medien (zum Beispiel YouTube) weiter zu forcieren. Astronomie und Astrophysik sind nicht nur naturwissenschaftliche Bildung, sie bedeuten auch Bildung in ethischer und moralischer Hinsicht.

FRANK KREUSSEL,
DRESDEN

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

Wieso gibt es im Sternkern Wasserstoff?

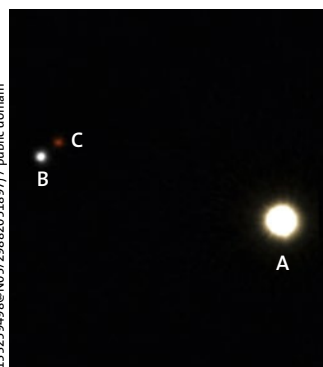
Schon länger stelle ich mir eine Frage den Kern von Sternen betreffend, in welchem die Fusion stattfindet. Dort wird ja Wasserstoff zu Helium fusioniert. Nun sind im Urknall neben Wasserstoff aber auch bereits etwa 27 Prozent Helium entstanden. Zudem sind vor allem bei jüngeren Sternen in geringem Maße auch »Metalle« vorhanden. Warum sinken das deutlich schwerere Element Helium sowie die »Metalle« nach der Entstehung des Sterns nicht in Richtung Kern ab? Was verhindert den doch allgemein vorhandenen Mechanismus, dass sich schwerere Elemente »am Boden« beziehungsweise im Zentrum ansammeln, ähnlich dem Metallkern der Erde? Denn wäre dies so, könnte ein Stern ja keine Fusion zünden, da bereits von Anfang an eine kompakte Heliumkugel im Inneren weitaus höhere Temperaturen und Drücke zur Fusion erfordern würde als dort vorhanden und für das Wasserstoffbrennen nötig sind. Da Sterne dankenswerter Weise trotzdem leuchten, würde mich interessieren, wieso das funktioniert. ANDREAS ZANKL, WÖRTH AN DER DONAU

Herrn Zankls Überlegung ist im Grundsatz vollkommen richtig. Wenn nichts dagegen stünde, dann müssten alle schweren Elemente absinken. Dass dies nicht geschieht, ist hauptsächlich eine Frage der Zeit. Dieses Absinken würde bei massereichen Sternen viel länger dauern als die Entwicklung bis zur Hauptreihe, also bis zum Zünden des Wasserstoffbrennens. Und bei massearmen Sternen, die sehr viel länger brauchen, bis sie die Hauptreihe erreichen, wird das gesamte Innere ständig von der schnellen wärmegetriebenen Konvektion umgewühlt, so dass deshalb kein Absinken stattfinden kann.

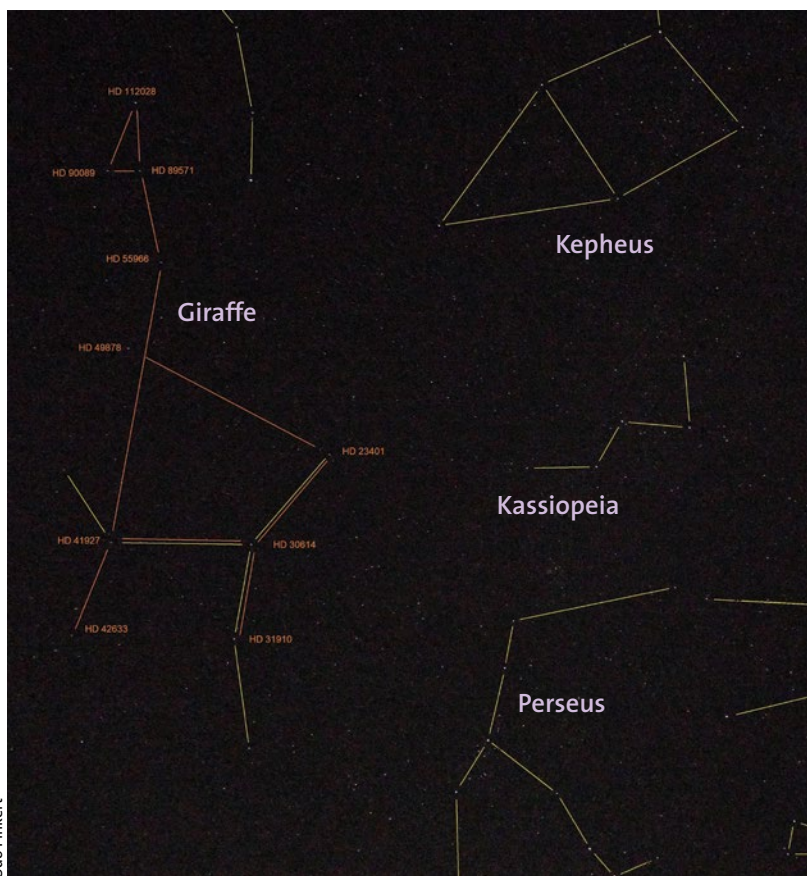
Dennoch gibt es den von Herrn Zankl vermissten Effekt nicht nur in Planeten, sondern sogar auch in der Sternenwelt. Allerdings nicht in richtigen Sternen, sondern nur in Weißen Zwergen! In diesen ausgebrannten Sternruinen bestehen die äußersten Schichten im Allgemeinen tatsächlich nur aus reinem Wasserstoff oder Helium – letzteres, wenn der Stern in der Riesenphase seiner Entwicklung seine gesamten, noch wasserstoffhaltigen äußeren Schichten als Sternwind davongebblasen hat.

Dass es in Weißen Zwergen mit dem Absinken funktioniert, hat drei Gründe: Erstens ist das Gravitationsfeld sehr stark, zehntausendfach stärker als bei normalen Sternen. Zweitens ist der Weg zum Zentrum sehr kurz, hundertfach kürzer als beispielsweise bei der Sonne. Beides macht die zum Absinken benötigte Zeit recht kurz. Und drittens gibt es bei Weißen Zwergen im Allgemeinen total ruhige Zeiträume im Bereich von Milliarden Jahren, in denen außer einer langsamen Abkühlung wirklich sonst gar nichts passiert, auch keine Umwälzung durch Konvektion. U. B.

Das Dreifachsystem 40 Eridani: Die Atmosphäre des Weißen Zwergs B besteht aus praktisch reinem Wasserstoff, weil alles Helium und die schwereren Elemente in das Innere abgesunken sind. Bei den beiden Hauptreihensternen A und C wird dies durch die ständige Konvektion des Sterninneren verhindert.



Giuseppe Donatello (<https://www.flickr.com/photos/133259498@N05/29882051897/> / public domain)



Udo Pinkert

Langhals: Foto des Sternbilds Giraffe und seiner Umgebung. Als Kamera benutzte Udo Pinkert am 30. August 2021 auf Pellworm seinen Urlaubsfotoapparat Lumix G81 ohne Montierung und Stackingsoftware.

Das Sternbild Giraffe

Seit einigen Monaten befasse ich mich hobbymäßig mit Astronomie und lese gerne SuW. Sehr hilfreich für mich finde ich die Darstellungen Abendhimmel und Morgenhimmel in jedem Heft.

In diesem Sommer habe ich im Urlaub auf Pellworm versucht, das Sternbild Giraffe (Camelopardalis) zu fotografieren, das man bei uns in Münster wegen der Lichtverschmutzung nicht gut abbilden kann. Dabei fiel mir auf, dass die Linienzüge der Sternbilder in SuW nicht dem Vorschlag der IAU für die

Giraffe entsprechen und auch von anderen Quellen abweichen. Persönlich finde ich Ihren Vorschlag aber schöner und habe daher versucht, anhand meiner Fotos die durch Linien in Ihrer Darstellung verbundenen Sterne herauszufinden (siehe »Langhals«).

Meine Frage ist, welches ist die Quelle Ihrer Darstellung der Giraffe? UDO PINKERT, MÜNSTER

Das Linienmuster der Giraffe ist nach einer Vorlage aus der Planetariums-Software »The Sky« gestaltet worden. RED.

Zusatzangaben von Himmelsobjekten

Kürzlich habe ich den Artikel »Tanzendes Sternensextett mit Finsternissen« in der SuW-Ausgabe vom April 2021, S. 12, gelesen. Auch bei diesem Artikel ist mir etwas aufgefallen, was mich schon öfter gestört hat. Das Objekt TYC 7037-89-1, das im Artikel behandelt wird, ist ziemlich spannend, doch für mich als beobachtenden Sternfreund fehlen entscheidende Kennzahlen. So gibt es keinerlei Angabe zum Sternbild, in dem sich das Objekt befindet, keine Helligkeitsangabe und auch keine Abstände zwischen den Komponenten des Systems in Bogensekunden. Somit hat das System für einen beobachtenden Astronomen eigentlich »kein Gesicht«. Ich würde mich freuen, wenn solche praktischen Infos (auch wenn das Objekt vielleicht außer Reichweite für Amateure ist) irgendwo im Text oder in einem eigenen Kasten angeführt würden.

CHRISTOF WIEDEMAIR, BRUNECK, SÜDTIROL

Das ist eine gute und bedenkenswerte Anregung, die wir in der Redaktion besprochen haben. Vielen Dank dafür. Es wird sicher nicht immer sinnvoll sein, aber wir sollten das zumindest öfter machen.

In den meisten Fällen kann man sich Positions- und Helligkeitsangaben auch selbst besorgen, sei es durch »blinde« Google-Suche (die in diesem Fall sogar eine Wikipedia-Seite zutage fördert) oder durch gezielte Suche in astronomischen Datenbanken.

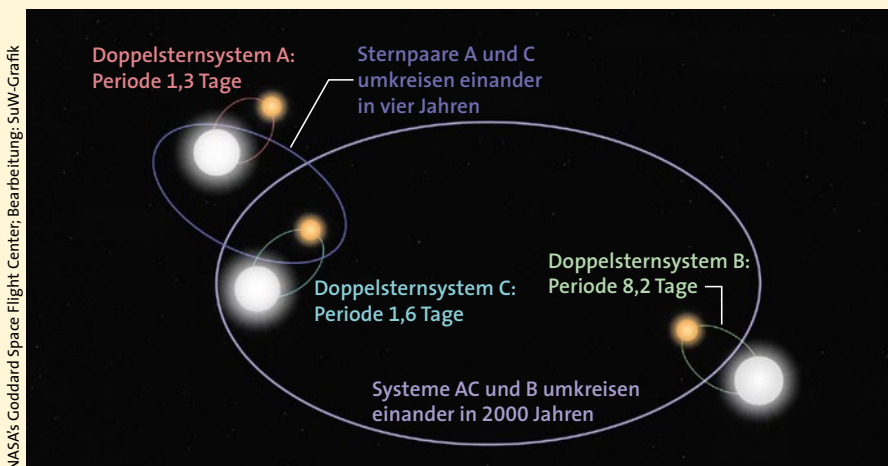
Meist kann man ein Objekt in der Datenbank SIMBAD (simbad.u-strasbg.fr/simbad) einfach unter seinem Namen aufsuchen (Knopf »query by identifier«). So erfahre ich, dass es die 11. Größe besitzt (also durchaus erreichbar), aber bei -32 Grad Deklination im Sternbild Eridanus liegt (also schwierig für Mitteleuropa). Indem ich dort die »References«, also die Literaturzitate anzeigen lasse (Knopf »display«), erhalte ich den Link zur Originalpublikation. Und zwei Klicks weiter habe ich sie auf dem Schirm vor mir – oder auch nicht, wenn sie kostenpflichtig ist.

In diesem Fall ist die Publikation leider kostenpflichtig, aber da gibt es einen »Schleichweg« drum herum! Heutzutage sind die meisten astronomischen Publikationen auf dem Preprint-Server arxiv.org/search vorab kostenlos erhältlich. Gebe ich dort als Suchbegriff zum Beispiel »Powell« (als Autor, dessen Name weiß ich jetzt von SIMBAD) ein, dann finde ich das Paper als Eintrag Nummer 41 in der Ergebnisliste, die insgesamt 919 Treffer enthält. Oder, schlauer, ich gebe »Sextuply« als Teil des Titels ein (den ich ebenfalls schon von SIMBAD kenne), und finde es als ersten Eintrag in der Liste, die überhaupt nur zwei enthält.

Dort erfahre ich, dass das Objekt etwa 600 Parsec von uns entfernt ist. Ich kann nun ziemlich einfach aus den angegebenen Spektraltypen die Massen der Sterne, und dann mittels des dritten keplerschen Gesetzes aus den angegebenen Umlaufzeiten die Winkelabstände abschätzen. Zum Teil sind sie auch in der Publikation direkt angegeben: weniger als 0,030 Bogensekunden zwischen Paar A und Paar C (mit Kepler würde ich hier auf etwa 0,001 Bogensekunden kommen), und 0,423 Bogensekunden zwischen diesen und dem entfernteren Paar B. Alle drei Paare haben nach dem dritten keplerschen Gesetz interne Abstände weit unter einer Millibogensekunde, sind also völlig unauflösbar. Nur der Abstand von 0,423 Bogensekunden ist gemessen – sowohl von Gaia als auch von den Autoren selbst mittels Speckle-Interferometrie. Position und Helligkeit des Objekts gibt es auch in dem namensgebenden Tycho-Katalog, den man von der SIMBAD-Webseite über den Knopf »Vizier« ganz oben links aufrufen kann. Dort dann Suche nach »TYC« und danach nach der Sternbezeichnung.

Etliche der Angaben hätte ich auch finden können, indem ich den Stern im öffentlich zugänglichen Gaia-Katalog nach seinem Namen TYC 7037-89-1 oder nach seiner Position aufgesucht hätte. Hier zwei Links dazu: <https://gea.esac.esa.int/archive/> und <https://gaia.ari.uni-heidelberg.de/>. Warum schreibe ich das alles hier auf? Weil es Spaß macht, solche Sachen selbst herauszufinden. Und weil ich die Kenntnisse, die dieser Spaß benötigt, unter den Interessierten verbreiten möchte.

ULRICH BASTIAN ist der Leserbrief-Redakteur von SuW.



Das System TYC 7037-89-1: Zwei Sternpaare A und C umrunden einander in vier Jahren. Ein weiterer Doppelstern B umkreist wiederum die beiden Doppelsysteme auf einer weiten elliptischen Bahn einmal in 2000 Jahren. Hier wurde die Ansicht auf das System zwecks Illustration geneigt. Die Umlaufbahnen sind nicht maßstabsgetreu dargestellt.

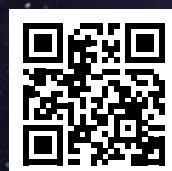
Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.

Jetzt **Sterne und Weltraum** abonnieren
und keine Ausgabe mehr verpassen!



Sie haben die freie Wahl

Ob Print, digital oder beides in Kombination:
12 Ausgaben im Jahresabo – für Sie selbst
oder als Geschenk. Mit einem Abo profitieren
Sie zudem von den exklusiven Vorteilen
und Angeboten von **Spektrum PLUS** – wie
kostenlosen Downloads, Vergünstigungen
und Redaktionsbesuchen.



Jetzt bestellen:

Telefon: 06221 9126-743

E-Mail: service@spektrum.de

[Spektrum.de/aktion/suwabo](https://www.spektrum.de/aktion/suwabo)