



Das sehr wahrscheinlich allererste Farbfoto, das alle drei Komponenten des berühmten Doppelsterns Albireo ( $\beta$  Cygni) zeigt. Der sehr schwer abzubildende blaue Stern Albireo Ac ist als kleines Pünktchen (Pfeil) direkt links des roten Riesen Aa zu erkennen. Der Abstand des weiten Paares aus Albireo A und B beträgt etwa 35 Bogensekunden; derjenige des engen Paares Aa/Ac rechts liegt nur bei 0,3 bis 0,4 Bogensekunden.

Wolf Bickel

## Ein Farbfoto mit dem Stern Albireo Ac

Angeregt durch den Artikel von Ulrich Bastian in SuW 4/2019 habe ich den Stern Albireo vom 18. Juli 2019 bis zum 30. August 2019 in 13 langen Aufnahmeserien beobachtet. Dabei ist ein Bild herausgekommen, das alle drei Komponenten von Albireo zeigt. Die Farbkamera an meinem 0,6-Meter-Cassegrain-Teleskop hat rund 0,05 Bogensekunden kleine Pixel. Ich habe als Alternative zu dem in SuW 4/2019 auf S. 43 empfohlenen Verfahren der Speckle-Interferometrie eine

Art von manuellem Lucky Imaging, plus shift-and-add-Methode angewandt: Aus jeweils einigen tausend mit wenigen Millisekunden Belichtungszeit aufgenommenen Bildern habe ich jeweils etwa 100 geeignete ausgesucht und summiert.

Ich habe diese einzelnen Speckle-Bilder von Hand so ausgesucht, dass das Bildbearbeitungs-Programm »Autostakkert« nur das eine hellste Fleckchen (Speckle) im Bild zum Zurechtrücken und Summieren der Bilder

verwendet. Dieses Fleckchen musste jeweils schön scharf sein. Damit erhielt ich ein passables Bild von Albireo Aa und Ac auf einem verwaschenen Untergrund. Dieser ist durch die in meinem Verfahren nur unvollständig korrigierte Luftunruhe bedingt.

Mit den bekannten Werten von Albireo B ließen sich Distanz und Positionswinkel des engen Paares Aa/Ac aus den Pixelpositionen berechnen. Mittelwert und Unsicherheit aus allen 13 Messsätzen: 0,39  $\pm$  0,01 Bogensekunden für

den Abstand und  $58 \pm 1$  Grad für den Positionswinkel Aa/Ac. Ich bin gespannt, wie gut diese Werte zu den sicher demnächst auftauchenden Profi-Messungen des Jahres 2019 passen werden.

Dass die Abbildung von Albireo B unscharf ist, ergibt sich aus der Luftunruhe, die durch einfache Verfahren – wie das von mir benutzte – stets nur über Himmelsfelder von wenigen Bogensekunden Größe korrigiert werden kann.

WOLF BICKEL,  
BERGISCH-GLADBACH

## Das Innere von Neutronensternen

Zu dem großen Artikel über das Innenleben von Neutronensternen in SuW 10/2019, S. 26, habe ich eine Frage: Kein irdisches Labor ist in der Lage, das Innere eines Neutronensterns nachzubilden. Auch können wir niemals einen solchen extremen Stern aus der Nähe studieren. Nur aus den auf der Erde ankommenden elektromagnetischen Wellen, wie Licht und so weiter, konnten wir bis jetzt Informationen erhalten. Inzwischen stehen uns auch Gravitationswellen als Informationsquelle zur Verfügung. Könnte man mit deren Hilfe in das Innere eines Neutronensterns schauen?

HANS-JÜRGEN SCHREYER,  
KEHLBACH

*Das könnte man im Prinzip, aber zunächst nur während der Entstehung eines Neutronensterns. Ein fertiger Neutronenstern mit völlig glatter Oberfläche sendet keine Gravitationswellen aus. Wenn*

*aber der Kollaps des Kerns eines massereichen Sterns zum Neutronenstern nicht perfekt kugelsymmetrisch abläuft, dann wird der entstandene Neutronenstern für kurze Zeit vibrieren und die Unsymmetrie als Gravitationswellen abstrahlen. Aus den Frequenzen dieser Schwingung und aus der Geschwindigkeit ihres Abklingens lassen sich im Grundsatz Informationen über die Zustände im Innern ableiten. So, wie man durch leichtes Draufklopfen aus dem Klang einer Glasflasche herausfinden kann, ob sie voll oder leer ist.*

*Was ganz gewiss nicht kugelsymmetrisch ablaufen kann, und deshalb auf jeden Fall Gravitationswellen erzeugen muss: Die Zerstörung eines Neutronensterns durch den Einfall in ein Schwarzes Loch, sowie die Verschmelzung zweier Neutronensterne. Daraus hat man tatsächlich schon einiges über deren Inneres gelernt, und SuW hat ausführlich darüber berichtet. Siehe SuW 12/2017, S. 24, und SuW 10/2018, S. 20.*

U. B

## Briefe an die Redaktion

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter [www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe](http://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](mailto:leserbriefe@sterne-und-weltraum.de)

## Sternfelder identifizieren

Am Wochenende habe ich im Schwarzwald versucht, ein Bild des Coma-Galaxienhaufens einzufangen. Ich wüsste nun gerne, ob ich das gewünschte Ziel wenigstens annähernd getroffen habe. Ich finde im Atlas einfach keine Himmelsgegend, auf die mein Bild passen könnte. Gibt es eine Datenbank, in der man ein paar Pixel-Positionen von Sternen eingibt, und die einem dann Vorschläge macht?

P. P., HEIDELBERG

*Es gibt einen online-Dienst unter [nova.astrometry.net](http://nova.astrometry.net), der genau das tun soll. Des weiteren gibt es eine ähnlich ausgerichtete Software auf [reddit.com/r/Astronomy](http://reddit.com/r/Astronomy), die automatisch Sternaufnahmen beschriften können soll. Auf diese beiden Möglichkeiten habe ich Herrn P. hingewiesen und um eine kleine Rückmeldung bei Erfolg gebeten. Nur einen Tag später schrieb er: »Schon der erste Versuch bei [nova.astrometry.net](http://nova.astrometry.net) war ein voller Treffer. Ich fürchte, ich muss mehr üben. Die Mitte des Coma-Haufens habe ich um 30 Bogenminuten in der Rektaszension verfehlt.«*

U. B.



## Der heißeste Exoplanet

Eine Frage zu dem interessanten Artikel über den heißen Planeten des sonnenähnlichen Sterns WASP-121 in SuW 10/2019, S. 15: Wie kann ein Planet wie der beschriebene überhaupt entstehen?

MICHAEL LIEMEN,  
WEILBURG

*Auf Grund seiner Masse ist für diesen Planeten (nach heutiger Kenntnis) klar, dass er dereinst als normaler Gasriese wie Jupiter oder Saturn nur in kühlen Regionen weit vom Stern entstanden sein kann, grob bei 10 oder 20 Astronomischen Einheiten. Dieser Planet ist an sich keine echte Besonderheit, sondern er ist Mitglied der Klasse »Heiße Jupiter«, von denen eine erhebliche Zahl bekannt ist. Diese ganze Klasse war eine der großen Überraschungen zu Beginn der Exoplanetenforschung um das Jahr 2000 herum. Heute weiß man: Die »Heißen Jupiter« entstehen*

*ziemlich sicher durch die Wanderung der massereichen Planeten von ihrem Entstehungsort hin zu viel engeren Bahnen um ihren Stern. Diese Wanderung findet in ein bis wenigen Millionen Jahren statt und wird durch die Reibung des Planeten an der noch vorhandenen Gas- und Staubscheibe verursacht, aus der er entstanden ist. Viele dieser Planeten müssen sogar bis ganz in den Stern hineingerieben werden, besagt der heutige Stand der Forschung.*

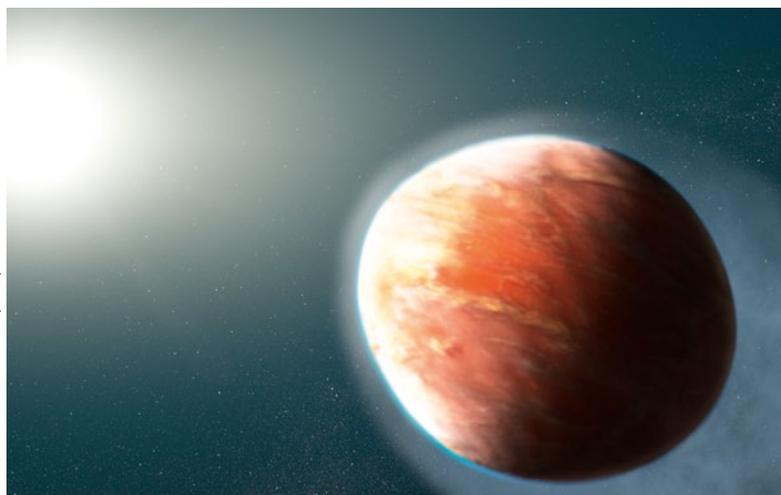
*Und wie sind unser Jupiter und Saturn diesem Schicksal entgangen: Die gängige Meinung ist, dass die Gas- und Staubscheibe in diesem Fall (und vielen anderen Fällen) »rechtzeitig« durch geeignete Umstände oder ein passendes Ereignis zerstört worden ist. Der Planet WASP-121b ist also im Grundsatz nichts Besonderes, aber er ist der bisher extremste (heißeste) bekannte Fall eines »Heißen Jupiters«.*

U. B.

## Merkurtransit 2019: Es war ein »Beluga«

Das Foto des Merkurtransits in der Rubrik »Wunder des Weltalls« in SuW 1/2020 hat mich gleich angezogen, weil die Bedingungen dieses Mal für mich zu schlecht waren. Aber halt! Was ist das für ein Flugzeug?! Komische Rumpfform, und das Leitwerk in dieser Form ... Kann das sein?! Ich meine, das ist eine »Beluga« (Airbus A300-600ST, siehe [suw.link/beluga](http://suw.link/beluga))! Das Ding wollen tausende »Planespotter« gerne mal aufnehmen – und Herr Guse hat es als »Beifang« zu Merkur. Wenn mein Verdacht stimmt, dann ist das super-cool.

CARSTEN WARTMANN,  
BERLIN



**Der extrem heiße Exoplanet WASP-121b umrundet sein Zentralgestirn in äußerst geringem Abstand und wird von der Schwerkraft des Sterns zu einem länglichen Objekt auseinandergezogen, das an ein Ei erinnert (künstlerische Darstellung).**

Bei dem Flugzeug auf dem Merkurtransit-Foto der Sternwarte des Ratsgymnasiums Peine, SuW 1/2020, S. 80, handelt es sich offensichtlich um einen Airbus Beluga, den Transporter für Airbuskomponenten, erkennbar an den äußeren Höhenleitwerkflossen, dem hohen Rumpf und der sehr tiefhängenden Cockpitschnauze.

DETLEV NEUMANN

## Wieso 30 000 Kelvin bei den Voyager-Sonden?

Aus aktuellen Voyager-Meldungen vom November 2019 stellt sich mir eine Verständnisfrage. Zum Beispiel in dem »Zeit«-Artikel, siehe [suw.link/Experte3-2020](https://www.suwi.de/Experte3-2020), steht folgender Satz: »Erste Messungen jenseits der Grenze (der Heliosphäre) zeigen, dass die Temperatur des lokalen interstellaren Mediums mit 30 000 bis 50 000 Grad merklich höher liegt als die erwarteten 15 000 bis 30 000 Grad.«

Meine Frage: Woher kommt die Energie, um das Plasma auf eine so hohe Temperatur zu bringen beziehungsweise zu halten? Ich dachte, dort sei die Temperatur nahezu null Kelvin.

BRUCE WHITSON

Die beiden Voyager-Sonden haben Instrumente an Bord, die geladene Teilchen im interplanetaren und interstellaren Raum einfangen und deren Energie vermessen. Anhand dieser Daten kann man die kinetische Temperatur der Teilchen bestimmen. Sie gehören zur niederenergetischen kosmischen Strahlung: Das sind Protonen und Elektronen, die sich mit hoher Geschwindigkeit durch die Milchstraße bewegen. Sie sind Bestandteile des interstellaren Mediums, das sich zum größten Teil aus neutralem Gas und Staubteilchen zusammensetzt. Diese anderen Komponenten bewegen sich weit weniger schnell, was einer weit geringeren Temperatur entspricht.

Die Protonen und Elektronen werden in den Stoßfronten, die von Supernova-Explosionen und Sternwinden erzeugt werden, beschleunigt. Dabei können kinetische Temperaturen von mehreren Millionen Kelvin erreicht werden. Zum Vergleich: Die Temperatur der neutralen Gas- und Staubteilchen liegt im Schnitt nur bei einigen zehn bis hundert Kelvin. Die gemessenen Temperaturen von 30 000 bis 50 000 Kelvin sind daher nicht ungewöhnlich, allerdings liegen sie in der Tat um etwa einen Faktor zwei bis drei über dem, was Modelle des interstellaren Mediums für die Sonnenumgebung vorhersagen. Es gibt daher Überlegungen, dass diese zusätzliche Energie aus der Stoßfront kommt, die der Sonnenwind und die solare Magnetosphäre auf ihren Weg durch die Milchstraße vor sich herschieben (siehe Bild unten).

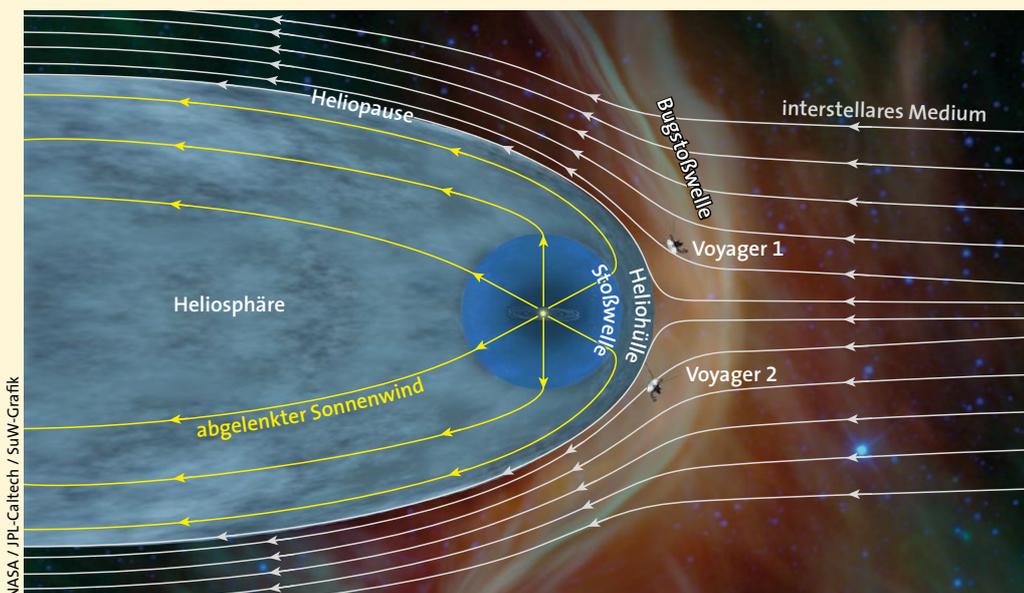
Die kinetische Temperatur errechnet man aus der mittleren quadratischen Geschwindigkeit der Teilchen untereinander.

Man muss diesen Wert von der lokalen Strahlungstemperatur in dem dünnen durchsichtigen Gas unterscheiden. Diese ist ein Maß für die Wärme, die ein Körper aus dem Strahlungsfeld seiner Nachbarschaft erhält. Sie hängt im Wesentlichen von der Entfernung zum nächstgelegenen Stern und von dessen Leuchtkraft ab.

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. Und wieso kühlen sich die Protonen und Elektronen nicht umgehend auf die Temperatur des neutralen Gases und des Staubs ab? Weil sie das nicht können! Das Gas ist zu sehr verdünnt dafür. Es braucht viele Millionen Jahre, um durch Stöße mit den schnelleren Teilchen deren Energie in sich aufzunehmen.

Nebenbei bemerkt: Nahezu null Kelvin ist es im Universum wohl nirgends außer in Laboren. Dazu müsste man die Drei-Kelvin-Hintergrundstrahlung abschirmen, und das ist gar nicht so einfach.

**RALF KLESSEN** ist Direktor am Institut für Theoretische Astrophysik, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg. Seine Forschung befasst sich unter anderem mit Sternentstehung, interstellarer Turbulenz und der Dynamik von Molekülwolken.



Schematische Darstellung der Grenzregion zwischen dem Sonnenwind und dem interstellaren Medium: In den beiden dort befindlichen Stoßfronten können geladene Teilchen auf höhere Temperaturen beschleunigt werden. Die beiden Voyager-Sonden sind derzeit etwa 130 bis 150 Astronomische Einheiten von der Sonne entfernt.

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

# DIE GEBURT DER SCHÖNSTEN ASTROFOTOS

omegon®



Foto: Philipp Keltenich Aufgenommen mit: Pro APO 71/450 Quadruplet

Die Schönheit hervorragender Astrofotos wird von allen bewundert. Wollen Sie zu den Astrofotografen gehören, die solche Bilder erstellen? Machen auch Sie die Vision wahr: Mit einem Omegon Premium Apochromat und einem brillanten ED-Doublet, Triplet oder Quadruplet-Objektiv und FPL-53 Glas. Mit superflachen Bildfeldern und nadelfeinen Sternen bis zum Rand. Natürlich begeistert auch die genaue Mechanik des CNC-Tubus. Alle Modelle besitzen einen präzisen Zahnrad-Okularauszug mit hoher Tragkraft und 360°-Rotation für den passenden Bildausschnitt. Das ist der Beginn besserer Astrofotos.

## ✓ Pro APO Doublet

- Perfekt für den Einstieg in die Welt der Premium-Apos
- Das zweilinsige ED-Doublet-Objektiv: für ein glasklares Bild und eine tolle Farbkorrektur
- Entdecken Sie die Vorzüge eines guten Doublet-Apos: feinere Details bei der Planetenbeobachtung und Astrofotos mit traumhafter Schärfe

## ✓ Pro APO Triplet

- Auch bei hoher Vergrößerung ein farbreines und glasklares Bild
- Vollwertiges apochromatisches Objektiv, korrigiert die Abbildung mit seinen drei Linsen so geschickt, dass Sie selbst an hellen Sternen keinerlei Blausäume bemerken

## ✓ Pro APO Quadruplet: Für Vollformat-Kameras

- Optik des vierlinsigen Quadruplet bietet eine apochromatische Abbildung
- Wirkungsvolle Flat-Field-Bildfeldkorrektur mit riesiger Ausleuchtung von 44mm
- Künftig bleiben die Bilder im Original, ohne sie an den Rändern abschneiden zu müssen
- Ihre Astrofotos sehen scharf und farbrein aus wie beim Triplet, zeigen aber zusätzlich auch wundervoll nadelfeine Sterne bis in die Ränder des Bildes
- Freuen Sie sich auf Beobachtungen und Aufnahmen, die in Erinnerung bleiben

	Art.-Nr.	Öffnung	Bauart	Okularauszug	Preis in €
<b>Pro APO 60/330 Doublet OTA</b>					
Gewicht 1,7 kg	60852	60mm f/5.5	doublet ED	Okularauszug 2" mit 1:10 Untersetzung	616
<b>Pro APO 72/400 Doublet OTA</b>					
Gewicht 2,0 kg	60853	72mm f/5.6	doublet ED	Okularauszug 2" mit 1:10 Untersetzung	599
<b>Pro APO 71/450 Quadruplet OTA</b>					
Gewicht 2,5 kg	60855	71mm f/6.3	quadruplet ED	Okularauszug 2.5" mit 1:10 Untersetzung	699
<b>Pro APO 80/500 Triplet OTA</b>					
Gewicht 3,7 kg	60856	80mm f/6.3	triplet ED	Okularauszug 2.5" mit 1:10 Untersetzung	1099
<b>Pro APO 80/500 Triplet Carbon OTA</b>					
Gewicht 3,4 kg	60857	80mm f/6.3	triplet ED	Okularauszug 2.5" mit 1:10 Untersetzung	1133
<b>Pro APO 90/600 Triplet OTA</b>					
Gewicht 3,8 kg	60858	90mm f/6.7	triplet ED	Okularauszug 2.5" mit 1:10 Untersetzung	1133
<b>Pro APO 107/700 Triplet OTA</b>					
Gewicht 6,0 kg	60859	107mm f/6.5	triplet ED	Okularauszug 3" mit 1:10 Untersetzung	1898

Erhältlich bei

Astroshop.de



Für Online-Bestellung Artikelnummer ins Suchfeld eingeben!



08191-94049-1