

REDAKTION IM EINSATZ

Zum Jupiter - mein Astronomietag 2017

»Wow, wie toll ist das denn bitteschön?« und »Ja, den kann man ja total gut erkennen!« - Zum ersten Mal in ihrem Leben beobachten die beiden befreundeten Mädchen den Jupiter und seine Monde durch ein großes Spiegelteleskop und sind begeistert. Die anderen Interessierten in der Schlange hinter ihnen recken noch neugieriger ihre Hälsen und warten noch ungeduldiger auf ihren eigenen Blick durchs Teleskop. Vorher habe ich allen Besuchern eine Kopie von Galileo Galileis Zeichnungen gezeigt, in denen er 1610 den Planeten Jupiter und vier kleine »Sternchen« in seiner Nachbarschaft verewigt hat. In jeder Nacht standen die »Sternchen« an anderen Positionen. Daraus schloss Galilei messerscharf, dass es sich in Wahrheit um Monde handeln müsse, die den Jupiter, und nicht etwa die Erde, umkreisen. Den heute noch nach ihm benannten Galileischen Monden gab man die Namen Io, Europa, Ganymed und Kallisto. Den meisten Amateurastronomen sind die Monde gut bekannt.



D. Fischer

Am 25. März 2017, dem deutschlandweiten Astronomietag, alljährlich ausgerufen von der Vereinigung der Sternfreunde (VdS), ermöglichte ich vielen Besuchern einen eigenen und oft auch ersten Blick auf das Jupitersystem. Mein Verein Sternwarte Siebengebirge e.V. hatte dazu auf den Drachenfels im Siebengebirge eingeladen. Mehr als 400 Jahre nach Galileo Galileis ersten Beobachtungen durch ein Fernrohr sind die Besucher immer wieder begeistert, wenn sie solche großartigen Augenblicke der Astronomie auch einmal ganz persönlich nachvollziehen und erfahren können: »So ein Event können Sie gerne wiederholen!« Ich bin einfach glücklich, wenn ich möglichst viele Menschen solche Sternstunden ermöglichen kann.

► Christian Preuß



Stefan Deiters

Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

jeder Städter kennt das Phänomen: Beim Blick zum Himmel sind meist nur die hellsten Sterne zu erkennen. Schwache Kometen oder gar das Band der Milchstraße: Fehlanzeige. Wer dann aufs Land fährt, ist beeindruckt vom nächtlichen Himmel, der schon mit bloßem Auge Lust macht, tiefer in ihn einzutauchen. Genau dieses Gefühl wollen spezielle Sterneparks vermitteln und den Besuchern einen ungetrübten Blick auf die Schönheiten des nächtlichen Himmels ermöglichen. Davon gibt es bereits mehrere in Mitteleuropa, unser Redakteur Paul Hombach hat sich den Sternepark Eifel einmal genauer angeschaut (Seite 42).

Am besten wäre es natürlich, wenn man nicht erst in die Eifel fahren müsste, um einmal die Milchstraße zu Gesicht zu bekommen. Doch die Forschung über die Lichtverschmutzung ist nicht so leicht, wie man auf den ersten Blick vielleicht denken mag. Zudem gibt es eine Schwierigkeit: Energie-sparende LED-Lampen könnten das Problem noch verschärfen. Jan Hattenbach und Sibylle Schroer haben sich mit dem Thema genauer befasst und berichten über den »blauen Tod der Nacht« (Seite 14).

Keine Probleme mit Lichtverschmutzung hat man natürlich bei der Beobachtung der Sonne. Kai von Schauroth konnte den Prototypen eines neuen H α -Sonnenteleskops ausprobieren und berichtet über seine ersten Erfahrungen damit (Seite 62). Unser Redakteur Daniel Fischer benötigte gar kein Teleskop, um die ringförmige Sonnenfinsternis von Argentinien aus zu verfolgen (Seite 68). Außerdem hat er die jüngsten Erkenntnisse über das faszinierende Planetensystem um den Stern TRAPPIST-1 zusammengetragen (Seite 20).

Ich wünsche Ihnen eine anregende und interessante Lektüre bei diesen und den vielen weiteren Themen des Hefts.

Ihr

A handwritten signature in blue ink that reads "Stefan Deiters".

Wissen

First Light

- 8 Mit Hubble in andere Galaxien
- 10 30 Sekunden im Erdorbit...

Fischers fantastische Zahlen

- 12 200 Milliarden Kilometer von der Sonne

Deiters' erstaunliche Fakten

- 13 Die Sonne verliert in jeder Sekunde Masse

Hauptartikel

14 **Der blaue Tod der Nacht**

Sorgen energiesparende LED-Lampen für eine noch größere Lichtverschmutzung?

Hintergrund

- 20 TRAPPIST-1 – ein Planetensystem wird entschlüsselt

Update

- 24 Alle suchen den Neunten Planeten
- 25 Schon 2018 bemannt um den Mond?

Müllers Universum

- 26 Wie lange leben Sterne?

Astro-Abc

- 27 H wie HII-Gebiet

14

DER BLAUE TOD DER NACHT

Sorgen energiesparende LED-Lampen für eine noch größere Lichtverschmutzung?

Einsteiger?

Sie sind neu im Hobby? Wir haben viele Beiträge im Heft speziell für Neulinge. Überall dort, wo Sie dieses Symbol sehen, finden Einsteiger maßgeschneiderte Informationen!



Himmel

Wichtige Ereignisse

- 28 Bester Blick auf das Ringsystem
- 28 Tanz der Monde und Schatten
- 29 Distanzierter Morgenstern

Aktuell im Sonnensystem

- 30 Der Mond im Juni/Juli
- 31 Die Planeten im Juni/Juli
- 32 Sonne aktuell
- 33 Kometen aktuell
- 34 Planeten aktuell

Jetzt am Abendhimmel

- 37 Sternbild-Streifzüge
- 38 Mond Spaziergang
- 39 Fernglas-Wanderung
- 40 Deep-Sky-Schätze f. Stadtbeobachter
- 41 Deep-Sky-Schätze f. Landbeobachter

Praxis

Artikel

42 **Dunkle Insel im Lichtermeer**

Zu Besuch im Sternenpark Eifel

Spix' Spechteltipps

50 **Der Herr der Ringe**

Die Saturnringe beobachten

Stoyans Sky

52 **Im Reich von Schwan & Adler**

Zwei herrliche Nebel der Sommermilchstraße

Astrophysik live

56 **Roter Zwerg im Eiltempo**

Wie schnell ist Barnards Pfeilstern?

52

Im Reich von Schwan & Adler



62

Mit großer Öffnung auf die Sonne

Technik

Dittlers Fotoworkshop

58 Blick auf die Milchstraße

Teleskop-Tuning

61 Justage – aber was?

Technik-Trends

62 Mit großer Öffnung auf die Sonne

Erste Beobachtungen mit dem Prototyp eines neuen H_α-Schmidt-Cassegrain-Teleskops

Weigands Techniktipps

66 Das Flash-Spektrum der Chromosphäre

Erlebnis

Artikel

68 Für ein paar Perlen Licht

Mein bestes Astrofoto

74 Blick zum »Tie Fighter«

Leser-Galerie

76 Nachbarn und andere Highlights

Rückblick

78 Größenvergleich



80

Interview

»Herr Walker, wie haben Sie den ersten Exoplaneten verloren?«

Szene

Interview

80 Gordon Walker

Space Checker

82 Das Sonnensystem als Papierstreifen

Netznews

84 Wenn die Sonne im Treppenhaus kulminiert

Leserbriefe

86 Leserbriefe

Astronomie vor Ort

88 Neuigkeiten und Veranstaltungen unserer Partner-Sternwarten

89 Nationalpark Eifel auf der ITB 2017

Marktplatz

90 Novitäten und Nachrichten von Herstellern und Händlern

Diskurs & Diskussion

92 Justier mein Billigröhrchen!

Rezensionen

93 Als die Götter noch mit Menschen rangen

93 iOS-App: Dark Sky Finder

Astro-Puzzle

95 Raten und gewinnen!

Vor 100 Ausgaben

97 interstellarum 9

Space Checker

Unsere Rubrik für Kids von Kids
Das Sonnensystem als Papierstreifen. Seite 82

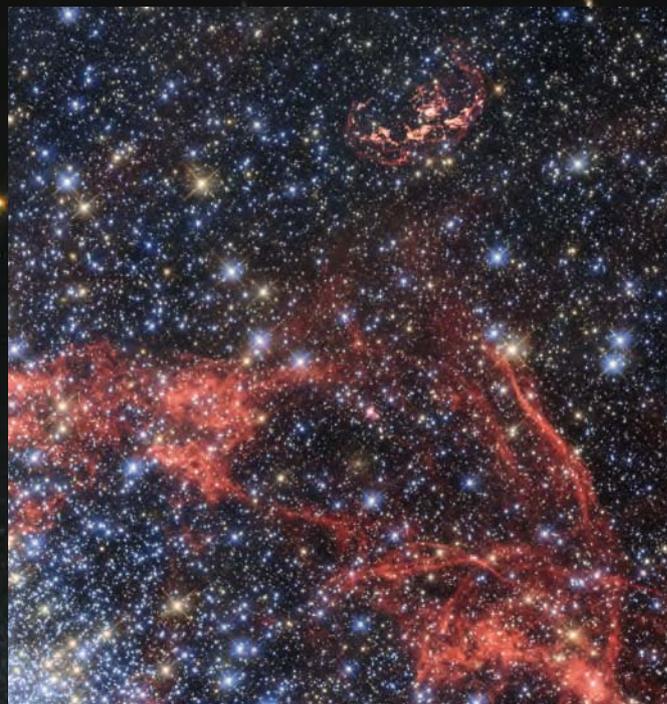
Rubriken

- 3 fokussiert
- 94 Termine
- 98 Vorschau
- 98 Kontakt
- 98 Impressum
- 98 Hinweise für Leser



MIT HUBBLE IN ANDERE GALAXIEN

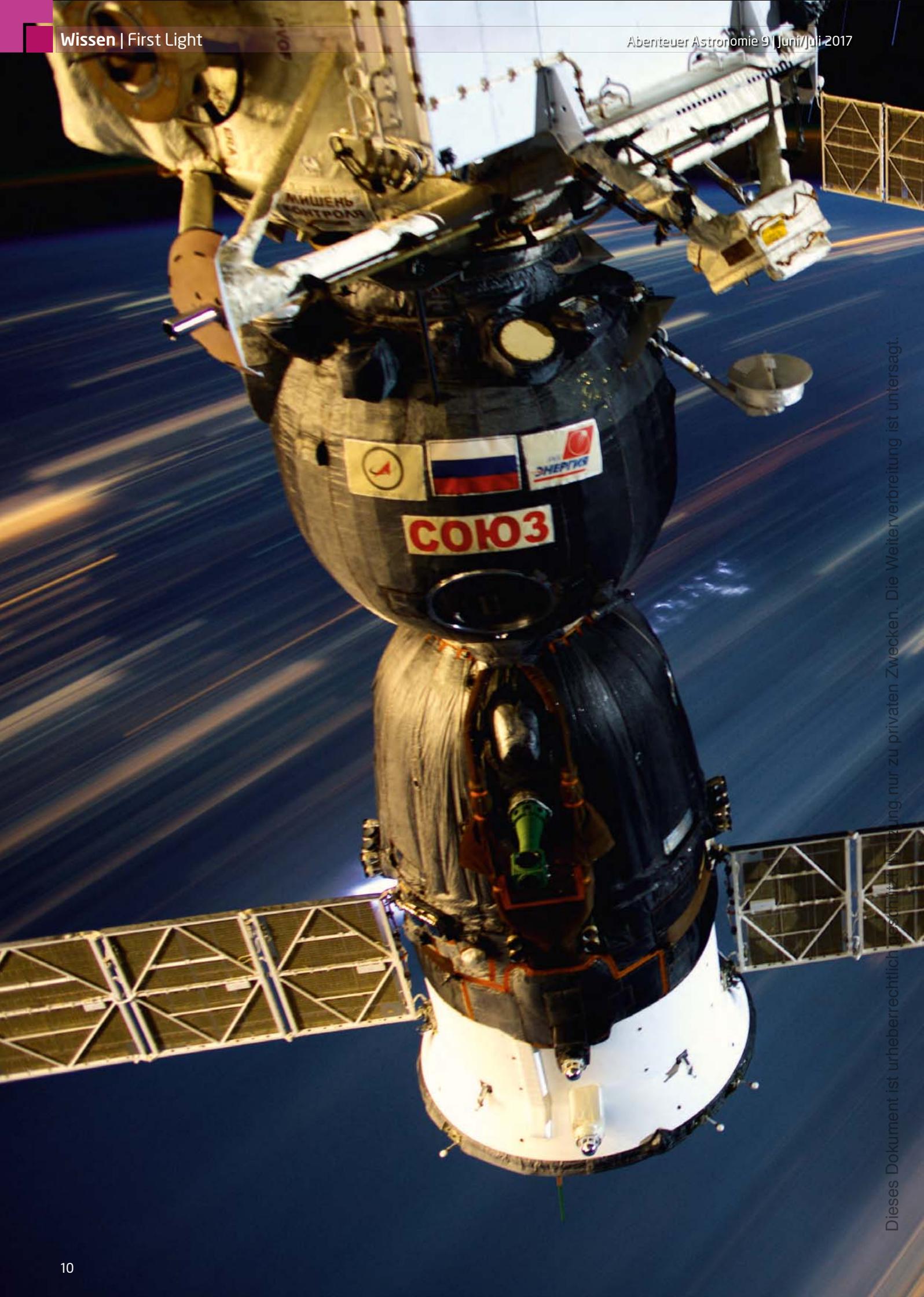
▲ Abb. 1: **Eine Spiralgalaxie fast von der Seite:** So präsentiert sich das 50 Millionen Lichtjahre entfernte System NGC 1448, hier dem Weltraumteleskop Hubble. Von den majestätischen namensgebenden Spiralarmen ist aus dieser Perspektive wenig zu erkennen, dafür umso mehr von der Ausdehnung des Sternsystems in die dritte Dimension: Die Sterne – von denen das Weltraumteleskop viele als Individuen erkennt – beschreiben geneigte Bahnen um das Galaxienzentrum.



NASA, ESA und Y.-H. Chu (Academia Sinica, Taipei)

▲ **Abb. 2: Sterntod und -geburt in der Großen Magellanschen Wolke, der größten Begleitgalaxie der Milchstraße:** Auf dieser farbenfrohen Hubble-Aufnahme liegen sie dicht nebeneinander. Das »Gekräusel« oben im Bild ist der Supernova-Überrest N103B, der bei einer Sternexplosion des Typs Ia entstanden ist: Ein Stern erhielt so viel Massenzustrom von einem Begleiter, dass er in einer thermonuklearen-Explosion zerrissen wurde. Die ausgedehnten Nebelschwaden unten im Bild sind hingegen interstellares Gas, das vom jüngeren Sternhaufen NGC 1850 zum Leuchten angeregt wird.

ESA/Hubble & NASA



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

30 SEKUNDEN IM ERDORBIT...

◀ Abb. 3: ...und schon hat die Internationale Raumstation ISS 1/180 ihres Weges einmal rund um die Erde zurückgelegt: Auf dieser Aufnahme des französischen ESA-Astronauten Thomas Pesquet aus der Aussichtskuppel der ISS ziehen die Lichter auf der dunklen Seite der Erde lange Striche.

INTERAKTIV



Daniel Fischer ist Redakteur bei Abenteuer Astronomie und unser Mann für die wahrhaft astronomischen Zahlen. Sie können ihn befragen über redaktion@abenteuer-astronomie.de oder unsere Facebook-Seite.

Kurzlink: oc1m.de/fb

600 Millionen Jahre nach dem Urknall

gab es bereits reichlich Staub in einer Galaxie, die jüngst das Weltraumteleskop Hubble entdeckte – weit hinter dem Galaxienhaufen Abell 2744, der sie über seinen Gravitationslinsen-Effekt quasi wie ein Teleskop heranholte. Überhaupt nur dank dieser Verstärkung konnte das große Radioteleskop ALMA die schwache Millimeter-Strahlung des Staubs nachweisen: sechs Millionen Sonnenmassen davon – eine Überraschung im so frühen Kosmos. Die Strahlung der Galaxie A2744_{YD4} mit einer Rotverschiebung von 8,38 war 13,1 Milliarden Jahre zur Erde unterwegs: Nun verrät sie uns etwas über die Zustände im jungen Kosmos, der erst kurz vorher durchsichtig geworden war.

► Abb. 1: Der Bumerangnebel aus Sicht des Weltraumteleskops Hubble zeigt den bipolaren Ausfluss des sterbenden Sterns in dessen eigenem Licht. Weitere Komponenten aus kaltem Gas enthüllen nur Radioteleskope.

Fischers fantastische Zahlen

200 Milliarden Kilometer von der Sonne

Der Rand unseres Sonnensystems hat wieder einen Exoten mehr: Das mit dem Canada-France-Hawaii Telescope im Rahmen der Outer Solar System Origins Survey entdeckte 250km-Objekt 2013 SY99 hat die insgesamt sonnenfernste Bahn irgendeines bekannten Himmelskörpers im Sonnensystem. Es entfernt sich bis zum etwa 1400-fachen Erdbstand (Astronomische Einheit, AE) von der Sonne – also rund 200 Milliarden Kilometer – und kommt ihr nur bis auf 50 AE (7,5 Milliarden Kilometer)

nahe. Kein anderes Objekt im Sonnensystem ist bekannt, das sich so weit von der Sonne entfernt und zugleich auch im sonnennächsten Bahnpunkt (Perihel) noch einen so großen Abstand hält, wie die Tabelle zeigt. Alle Objekte darin sind Entdeckungen energischer Suchprogramme in diesem Jahrhundert. Ein Körper auf einer Bahn, wie sie 2013 SY88 hat, sollte im Sonnensystem gar nicht entstehen können. Er ist vermutlich durch die Schwerkraftwirkung Neptuns auf diesen Orbit geraten.

Die weitesten Bahnen im Sonnensystem

Name	Große Halbachse	Perihel	Aphel
2005 VX3	1500	4	3100
2012 DR30	1270	15	2500
2013 BL76	1250	8	2500
2013 AZ60	930	8	1850
(308933) 2006 SQ372	740	24	1460
2013 SY99	730	50	1420
2002 RN9	700	3	1400
(87269) 2000 OO67	540	21	1070
2007 TG422	520	36	1000
(90377) 2003 VB12 Sedna	510	76	970
2010 BK118	500	0	990

▲ Die elf Körper im Sonnensystem mit den größten Halbachsen (ab 500). Alle Angaben in Astronomischen Einheiten, Objekte mit Periheldistanzen über 40AE sind fett hervorgehoben.

Nur 1 Grad über dem absoluten Nullpunkt

beträgt die Temperatur des Bumerang-Nebels, eines Prä-Planetarischen Nebels im Sternbild Zentaur: Das liegt noch deutlich unter der Temperatur der Hintergrundstrahlung vom Urknall (2,7 Kelvin) und macht das rund 5000 Lichtjahre Objekt zum kältesten bekannten Ort im Universum, den die Natur selbst schuf. Diese Erkenntnis ist schon 20 Jahre alt, wurde nun aber vom neuen

großen Radioteleskop ALMA bestätigt, das den Nebel genauer kartieren konnte. Hier ist ein alter Stern am Ende seines Lebens angekommen, der zuvor wohl einen Begleiter verschluckte: Mit hoher Geschwindigkeit strömen seit etwa 4000 Jahren enorme Massen – nach den neuen Messungen mindestens das 3,3-Fache der Sonne – in den Raum und kühlen sich dabei so enorm ab.

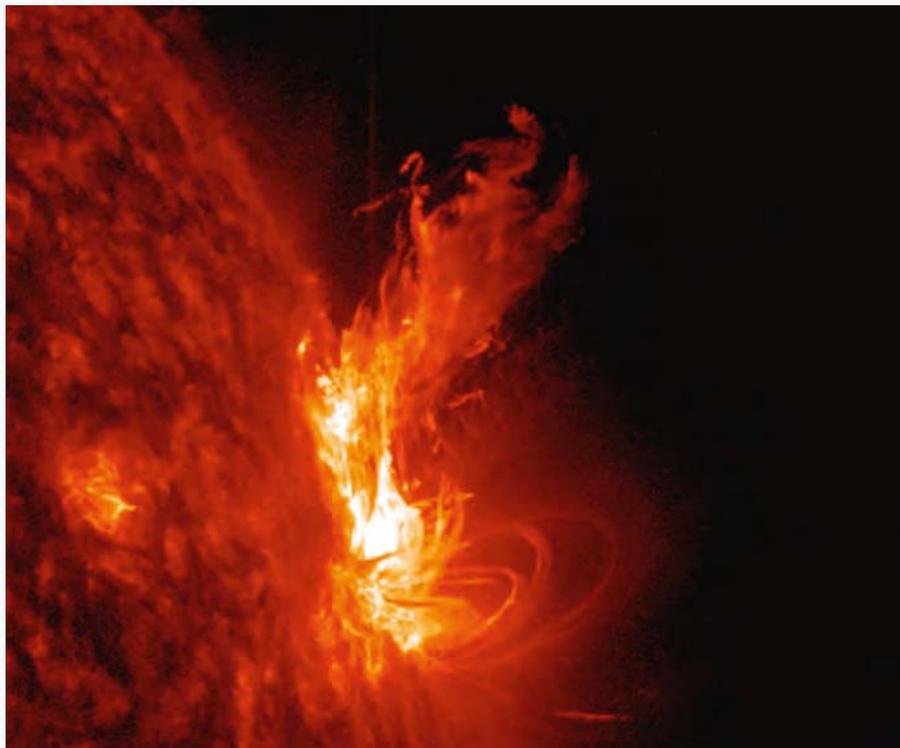


NASA, ESA und das Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Deiters' erstaunliche Fakten

Die Sonne verliert in jeder Sekunde Masse



NASA/GSFC/Solar Dynamics Observatory

▲ Abb. 1: Unsere Sonne verliert durch die Energieerzeugung im Inneren in jeder Sekunde Masse.

Unser Zentralgestirn, die Sonne, wird in jeder Sekunde »leichter« – oder genauer: Sie verliert einen kleinen Teil ihrer Masse. Grund dafür ist, dass im Inneren der Sonne Wasserstoff zu Helium umgewandelt und dabei Energie abgestrahlt wird. Diese Energie lässt sich, gemäß Einsteins bekannter Formel $E=mc^2$, in eine Masse umrechnen. Es ist genau diese Masse, die unsere Sonne in jeder Sekunde

durch Energieerzeugung verliert, nämlich rund vier Millionen Tonnen. Das mag sich sehr viel anhören, ist aber nur ein winziger Bruchteil ihrer Gesamtmasse von knapp 2×10^{27} Tonnen.

Doch damit nicht genug: Von unserer Sonne bläst beständig ein Partikelstrom ins All, der sogenannte Sonnenwind. Dieser macht allerdings gegenwärtig nur grob ein Viertel des Massenverlusts durch Energieerzeugung aus.

Das größte Spiegelteleskop Europas steht auf den Kanarischen Inseln

Bei den Kanarischen Inseln dürften die meisten Menschen zunächst an Sonne, Sand und Urlaub und nicht unbedingt an Astronomie und Wissenschaft denken. Das ist allerdings ein großer Fehler: So befinden sich beispielsweise auf Teneriffa unter anderem einige bedeutende Sonnentelkope und auf der Nachbarinsel La Palma sogar das größte Spiegelteleskop Europas – das Gran Telescopio Canarias. Es hat einen Spiegeldurchmesser von 10,4 Metern. Größer ist nur noch das Large Binocular Telescope, das über zwei 8,4 Meter große Hauptspiegel verfügt, die zusammen die Lichtsammelleistung eines 11,8 Meter durchmessenden Teleskops aufweisen. Be-

trachtet man nur Teleskope mit Einzelspiegeln, ist das Teleskop auf La Palma derzeit sogar das größte Teleskop der Welt.



Benjamin Núñez González / CC-BY-SA-4.0

▲ Abb. 2: Das Gran Telescopio Canarias auf La Palma.

⇌ INTERAKTIV



Stefan Deiters ist Astrophysiker und arbeitet als Wissenschaftsjournalist. Er gründete 1999 den Onlinedienst astro-news.com. Seit Juni 2016 ist er Chefredakteur von Abenteuer Astronomie. Wenn Sie Themen haben, die wir hier aufgreifen könnten, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder kontaktieren Sie uns über unsere Facebook-Seite.

[Kurzlink: oc1m.de/fb](https://oc1m.de/fb)

Auf der ISS gilt unterschiedliches Recht

Die Internationale Raumstation ISS gilt als Paradebeispiel für eine friedliche Kooperation im All. Doch welches Recht gilt eigentlich an Bord der ISS, sollte es doch einmal zu Streitigkeiten in der Umlaufbahn kommen? Die Antwort liefert das International Space Station Intergovernmental Agreement, das am 29. Januar 1998 von allen Regierungen unterzeichnet wurde, die an der Raumstation beteiligt sind. Darin ist beispielsweise festgelegt, dass jedem Partner die Komponenten der Station gehören, die er zu dem Projekt beigesteuert hat. Die europäischen Partner der Raumstation werden dabei als eine Einheit aufgefasst. Auch das geltende Rechtssystem hängt von dem Modul ab, in dem man sich gerade befindet: So gilt etwa im europäischen Weltraumlabor Columbus europäisches Recht. Jeder europäische Partner kann darüber hinaus sein nationales Recht in dem europäischen Modul ausüben.

DER BLAUE TOD DER NACHT

Sorgen energiesparende LED-Lampen für eine noch größere Lichtverschmutzung?

Die LED-Revolution verändert unsere Nächte. Wie genau, das versuchen Wissenschaftler herauszufinden. Doch ganz einfach sind die Messungen nicht. Die Forscher setzen daher auf die Mitarbeit von Amateurastronomen, denn das beste Messgerät ist meist immer noch das menschliche Auge.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Die Veränderung kommt schleichend. Doch ihre Auswirkungen sind unübersehbar, sobald es dunkel wird: Millionen von Straßenlampen werden derzeit weltweit auf energiesparende und damit angeblich umweltfreundliche Leuchtdioden (LEDs) umgerüstet. Vieles daran ist begrüßenswert. LEDs benötigen weniger Energie zur Erzeugung der gleichen Lichtmenge wie die noch weit verbreiteten orange leuchtenden Natrium-Hochdrucklampen. Sie sind klein und wartungsarm,

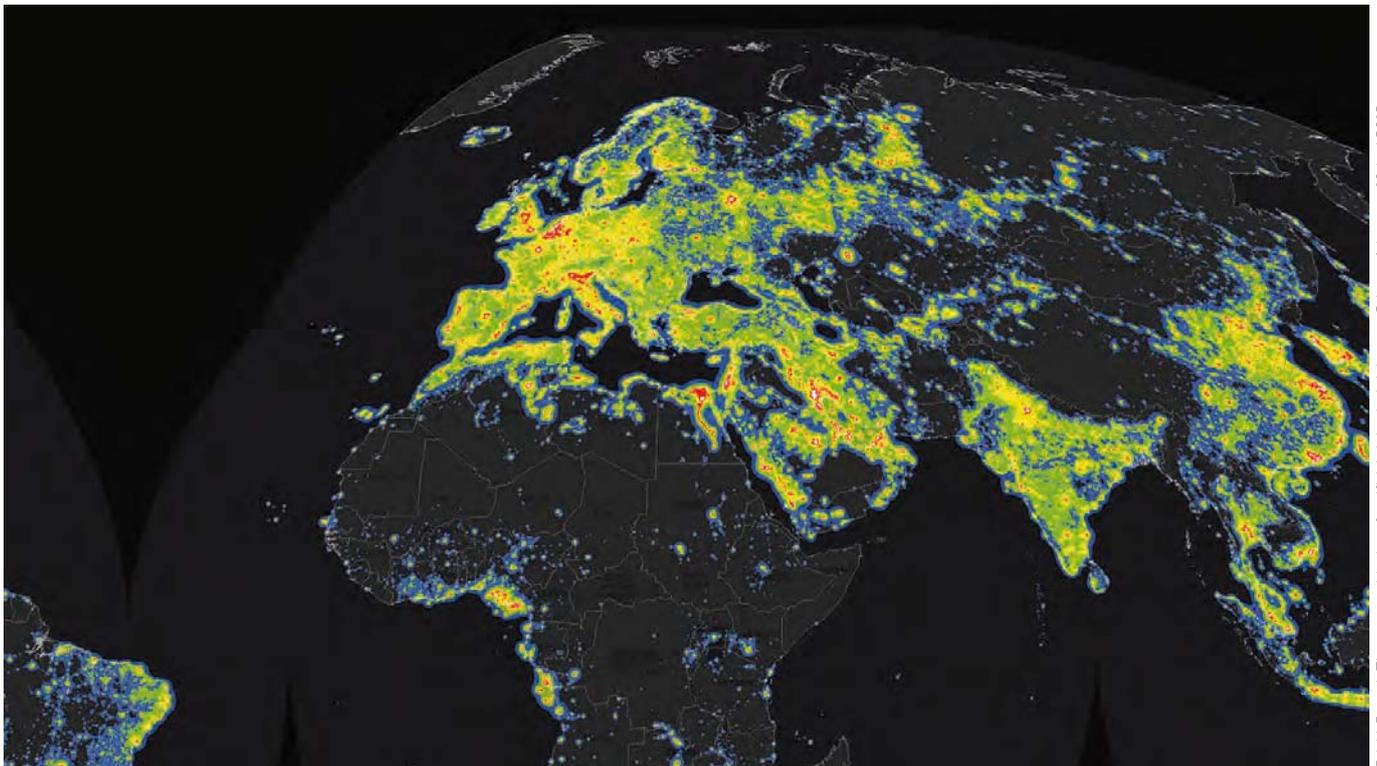
lassen sich bedarfsgerecht an- und abschalten und sogar dimmen. Die LED-Revolution ist nicht aufzuhalten – doch wie sie sich auf unsere Nächte auswirkt, wird Astronomen nicht freuen. Noch sind die Folgen nicht vollständig absehbar, doch die ersten Anzeichen sind besorgniserregend.

Billiges Licht mit falscher Farbe

Eine Anfang des Jahres in der Fachzeitschrift *Monthly Notices of the Royal Astro-*

nomical Society zur Veröffentlichung angenommene Studie von Alejandro Sanchez und Kollegen schlägt Alarm: Die Umstellung der Straßenbeleuchtung durch LEDs reduziert die Lichtverschmutzung nicht, solange sie nicht mit einer drastischen Verringerung der Beleuchtungsstärke einhergeht.

Dabei wären LEDs perfekt dafür geeignet, die allgegenwärtige Aufhellung des Nachthimmels einzudämmen und sogar umzukehren: Ihr Licht lässt sich problemlos dorthin richten, wo es gebraucht wird. Ihre Dimmbarkeit



Falchi, F. et al.: The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*, 10. Juni 2016, Vol. 2, Nr. 6, e1600377. DOI: 10.1126/sciadv.1600377

▲ Abb. 2: Die jüngste Karte der Helligkeit des Nachthimmels: Ab Stufe Gelb ist vom Nachthimmel nicht mehr viel übrig. Zur Erstellung der Karte nutzten die Forscher neue Satellitendaten und eine selbst entwickelte Software, die die Entwicklung des Skyglow in der Atmosphäre simuliert. 99 Prozent der Menschen Europas lebt demnach unter einem lichtverschmutzten Himmel, für 60 Prozent ist die Milchstraße nicht mehr sichtbar (rot). Weltweit kann ein Drittel der Weltbevölkerung unsere Heimatgalaxie nicht mehr erkennen.

erlaubt zudem eine gezielte Anpassung ihrer Helligkeit auf die tatsächlich benötigte Beleuchtungsstärke. Doch »billigeres« Licht führt allzu leicht zu einem Bumerangeffekt: Was weniger kostet, wird eher verschwendet. Das Resultat: helleres Licht, mehr Beleuchtung – mehr Lichtverschmutzung.

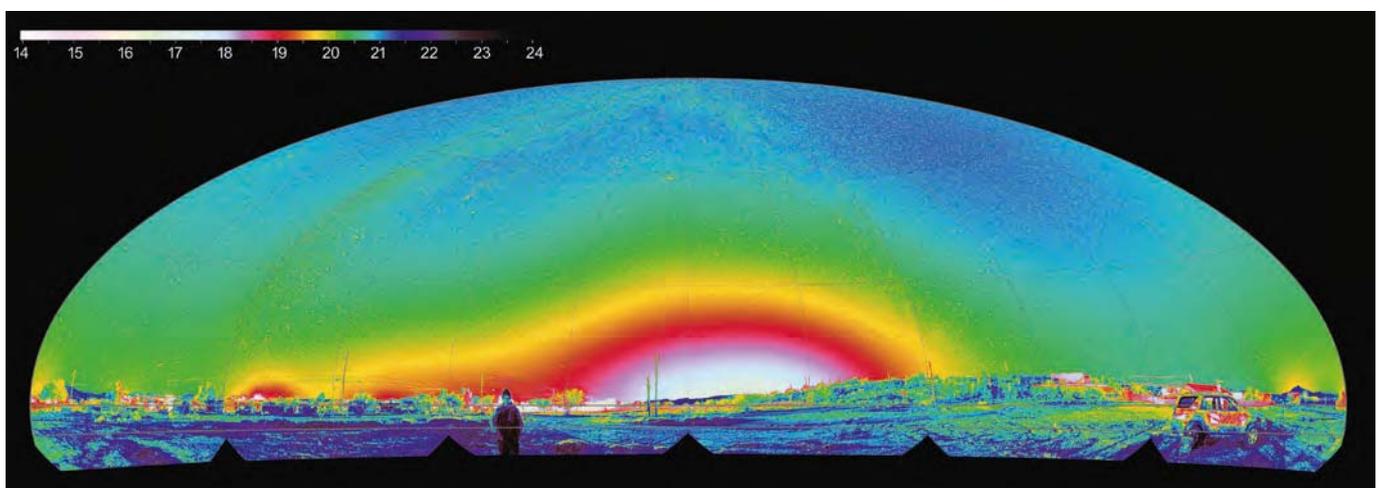
Das Hauptproblem der LEDs ist jedoch die Farbe ihres Lichts: Anders als die seit den 1970er Jahren eingeführten Natrium-Hochdrucklampen (High Pressure Sodium, HPS) leuchten moderne LEDs weiß. Weißlicht ist

eine Zusammensetzung aller Lichtfarben von rot (langwellig) bis blau (kurzwellig) – HPS-Lampen leuchten dagegen ausschließlich im langwelligen Spektralbereich. Insbesondere LED mit »kalter« Lichtfarbe, also einer Farbtemperatur von 4000 Kelvin oder mehr, emittieren große Mengen blauen Lichts mit Wellenlängen von 500nm und weniger. Gerade dieses Licht hat erwiesenermaßen einen größeren Einfluss auf den Schlaf-Wach-Rhythmus vieler Lebewesen als langwelligeres Licht. Zur falschen Tageszeit angewandt, bringt es

unsere »innere Uhr« durcheinander, die uns sagt, wann wir schlafen, essen oder aktiv sein sollten. Zudem sind unsere Augen bei Nacht empfindlicher für blaues Licht als bei Tag.

Die Sterne verschwinden

Wird irgendwo auf der Welt Straßenbeleuchtung auf weißes LED-Licht umgestellt, folgen Beschwerden oft auf dem Fuß: Viele Menschen empfinden das »neue« Licht als grell und störend, denn oft werden zu kalt-



Dark Sky Partners

▲ Abb. 3: Diese Falschfarbenkarte zeigt den natürlichen und künstlichen »Skyglow« über Queen Valley im US-Bundesstaat Arizona. Die starke Aufhellung in der Bildmitte stammt von der Stadt Phoenix, deren Zentrum etwa 80 Kilometer entfernt ist. Die Stadt beeinträchtigt den Nachthimmel in weiten Teilen Arizonas – ein Problem auch für die professionellen Observatorien dort. Die Karte umfasst den gesamten Himmel von -180° bis 180° Azimut und 0° bis 95° Zenitwinkeln. Die Himmeshelligkeit ist in Magnituden pro Quadratbogensekunden (V-Band) angegeben.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 4: Weißlicht-LED-Leuchten (vorne) sind nicht nur heller als die älteren Natriumdampf-Hochdrucklampen (HPS, hinten). Auch ihre Lichtfarbe ist eine andere. Während HPS-Leuchten vorwiegend im langwelligen Spektralbereich leuchten, emittieren LEDs mit hohem Blauanteil kalt-weißes Licht mit hoher Farbtemperatur. *Bob King*

weiße LED-Lampen empfohlen. Der hohe Blauanteil wird oft als unangenehm empfunden und blendet vor allem ältere Verkehrsteilnehmer. Für Astronomen ist es noch aus einem anderen Grund problematisch: Blaues Licht mit seinen kurzen Wellenlängen wird in der Atmosphäre stärker gestreut als rotes Licht – aus diesem Grund ist der Taghimmel blau. Mehr nächtliche Lichtstreuung in die Atmosphäre führt also zu einem stärkeren »Himmelsglühen«, auch »Skyglow« genannt – und damit zu einem noch rapideren Verschwinden der Sterne.

Sind LEDs also das Problem oder doch Teil der Lösung? Wie so oft, kommt es auf die richtige Anwendung an: Richtig abgeschirmt, mit »warmer« Lichtfarbe von 3000 Kelvin und weniger und angepasst an die tatsächlich benötigte Helligkeit könnten sie womöglich tatsächlich helfen, den Anblick der Sterne wieder genießen zu können. Das zumindest ist die Hoffnung. Doch wie sieht die Realität aus? Wird der Himmel heller oder dunkler, wenn auf Weißlicht-LED-Beleuchtung umgerüstet wird?

Schwierige Messungen

Wie schwierig es ist, Veränderungen der Nachthimmelhelligkeit quantitativ zu messen und bestimmten Ursachen zuzuordnen, weiß kaum jemand besser als Christopher Kyba vom Deutschen Geoforschungszentrum in Potsdam. Der Physiker hat an der wohl

umfangreichsten Studie zur Erforschung der Lichtverschmutzung teilgenommen, dem Projekt »Verlust der Nacht«, das am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei koordiniert wird und erstmals die Zusammenarbeit von Physikern, Lichtingenieuren, Stadtplanern, Ökologen und Biologen steuert. Die Zusammenarbeit wurde durch das Bundesforschungsministerium und den Senat Berlin von 2010 bis 2014 gefördert und erzielte einen stabilen Forschungsbund, der über seine Förderperiode hinaus die Auswirkungen von künstlichem Licht in der Nacht auf Umwelt und Gesellschaft erforscht. Folgt man den Einschätzungen Kybas, ist völlig offen, wohin die Reise geht: »Was die weltweite Zu- oder Abnahme des Skyglow angeht, gibt es große Unsicherheiten.«

Die zur Verfügung stehenden Messinstrumente erfassen immer nur einen Teil der tatsächlichen Veränderung der nächtlichen Himmels- und Umgebungshelligkeit. Satellitendaten geben beispielsweise die vom Boden in den Himmel scheinende Intensität des Lichtes wieder. Daraus entstanden genaue Visualisierungen des künstlichen Lichts weltweit. Doch obwohl die Satelliten sehr feine Hell-Dunkel-Kontraste aufzeichnen können, sind sie im blauen Spektralbereich, der den größten Anteil von kaltweißem LED-Licht ausmacht, »blind«. Außerdem geben die Satelliten nur Momentaufnahmen des nach oben abstrahlenden Lichtes wieder. Licht, das in die Horizontale strahlt und dadurch in hohem Maße den Skyglow nährt, wird durch diese Aufnahmen nur in geringem Maße berücksichtigt.

Fotos aus der Internationalen Raumstation und aus Flugzeugen können die tatsächlichen Unterschiede im Farbspektrum der Beleuch-

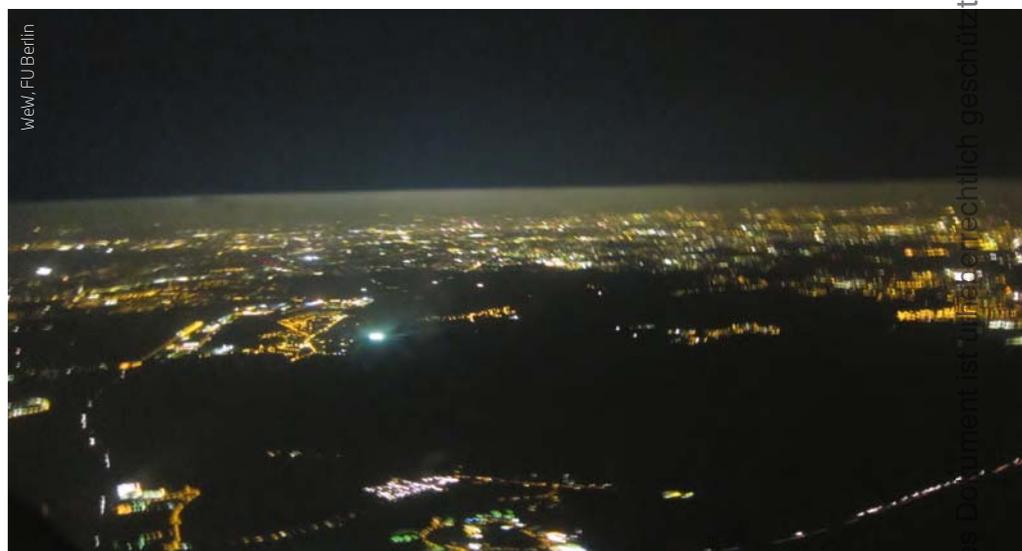
tung und die Intensität aller Leuchtmittel besser einfangen. So konnte beispielsweise die Veränderung der Stadt Mailand festgehalten werden, welche in nur einem Jahr die komplette Beleuchtung auf LED umgestellt hat.

Trotzdem zeigen diese Fotos nur das Licht, das vom Boden in den Himmel strahlt. Sie geben nicht die Aufhellungen durch Skyglow und die Helligkeiten zu unterschiedlichen Wetterbedingungen wieder. Denn anders als noch zu Zeiten vor der Erfindung der Glühlampe verstärken Wolken den Effekt des Skyglows und erhellen die nächtliche Umgebung um ein Vielfaches.

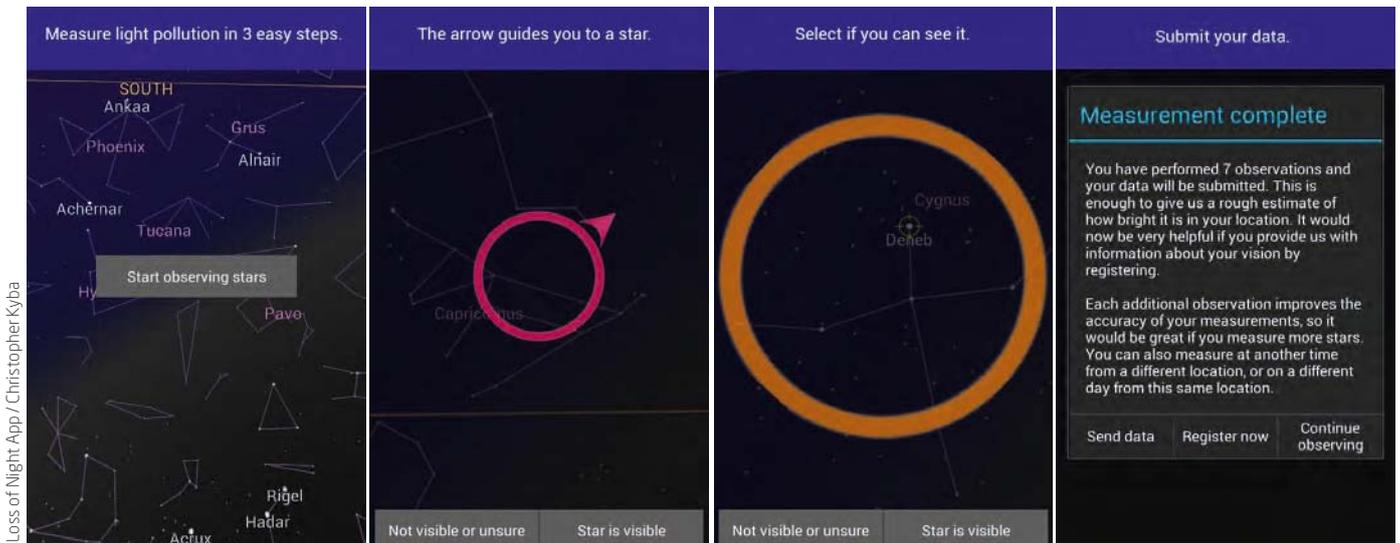
Lichtverschmutzungsforscher gesucht

Um den Skyglow zu verstehen, müssen wir uns also in die Perspektive derjenigen versetzen, denen er besonders auffällt: Amateurastronomen auf dem Erdboden. Statt die Himmels-helligkeit nur zur Kenntnis zu nehmen und ihr Ausmaß bestenfalls zu schätzen, hofft Kyba, dass mehr und mehr von ihnen ihm helfen, die Veränderungen der Nachthimmelhelligkeit objektiv zu messen. Doch auch die Messungen vom Erdboden haben ihre Fallstricke, wie jeder erfahrene Sterngucker weiß: Hohe Bewölkung, Staub, Wasserdampf und vor allem Mondlicht – alle diese Faktoren beeinflussen die Helligkeit des Nachthimmels von Nacht zu Nacht. Dagegen helfen vor allem viele Daten, gesammelt zu verschiedenen Uhrzeiten, an vielen Orten und über lange Zeiträume.

Passenderweise war es nie einfacher als heute, ein »Lichtverschmutzungsforscher« zu werden. Tausende Amateurastronomen haben in den vergangenen 15 Jahren eine Fülle



▲ Abb. 5: Licht-Smog über Berlin: Hier wird das Licht vor allem in einer dünnen Aerosolschicht gestreut, kaum jedoch in den klaren, sauberen Luftschichten darüber. *Ralf Steikert*



Loss of Night App / Christopher Kyba

▲ Abb. 6: Mit der »Verlust-der-Nacht-App« wird die Grenzgrößenmessung zum Kinderspiel. Über das Handydisplay wird der Nutzer zu verschiedenen Sternen mit abnehmender Helligkeit geleitet. Kann man einen Stern nicht mehr sehen, endet die Messung – das Ergebnis wird direkt angezeigt und kann in die Datenbank der Lichtverschmutzungsforscher geladen werden.

von Beobachtungsdaten zusammengetragen. Bekannte Projekte sind zum Beispiel »Globe at Night« (koordiniert vom amerikanischen National Optical Astronomy Observatory), »Great World Wide Star Count« der amerikanischen Earth Science Teachers Association und »How Many Stars?« von der Kuffner-Sternwarte in Wien. Ihr Ziel ist jeweils das gleiche: Menschen dazu zu bewegen, die Himmelselligkeit durch Bestimmung der visuellen Grenzgröße zu messen und die Ergebnisse per Internet einzusenden.

Das Projekt Globe at Night alleine konnte beispielsweise über 100.000 Messungen aus mehr als 115 Ländern sammeln – Daten, die auch für wissenschaftliche Studien genutzt werden. Dabei muss es nicht nur um Astronomie gehen. Viele Studien befassen sich mit anderen Auswirkungen der Erhellung der Nacht, etwa mit dem Einfluss der Lichtverschmutzung auf nachtaktive Tiere. Seit 2014 können Messungen über das ganze Jahr verteilt eingesandt werden, zuvor beschränkte sich das Projekt auf bestimmte Beobachtungsperioden.

Smartphone als Helfer

Die Verbreitung von Smartphones eröffnet neue Möglichkeiten. So entstand im Rahmen von »Verlust der Nacht« eine App, die den Vorgang der Grenzgrößen schätzung auch für Ungeübte vereinfacht. Die App führt den Beobachter zu Sternen mit abnehmender Helligkeit und fragt dann, ob die jeweiligen Sterne noch erkennbar sind. Obwohl das Bildschirmlicht während des Betriebs des Smartphones gedimmt ist, stört es natürlich die Dunkeladaptation des Auges. Die

App funktioniert deshalb dort am besten, wo der Himmel bereits merklich aufgehellert ist – nicht geeignet ist sie hingegen an sehr dunklen Orten.

Einen alternativen Weg beschreitet die Dark Sky Meter App, die von Norbert Schmidt und einigen Kollegen eines niederländischen Softwareunternehmens entwickelt wurde. Sie benutzt die Kamera des Smartphones, um die Helligkeit des Nacht-

himmels direkt zu bestimmen. Auch Globe at Night bietet eine App an, mit der Magnitudenschätzungen bequem versendet werden können. Die Daten werden einmal pro Nacht in die Datenbank von Globe at Night geladen, wo sie dann für alle Interessierten zur Verfügung stehen – als Tabellendaten oder grafisch aufbereitet in Kartenform. Auf der Webseite myskyatnight.com stehen die Daten aller »Verlust der Nacht«-Teilnehmer ebenfalls zur

IM DETAIL

Lichtverschmutzung

Jeder, der sich regelmäßig mit dem Nachthimmel beschäftigt, kennt das Phänomen: Kaum ein Ort auf der Welt ist nachts noch wirklich dunkel, Kunstlicht erhellt den Himmel selbst viele Kilometer von der nächsten Stadt entfernt. Selbst auf dem Land sind Lichtglocken am Horizont allgegenwärtig – in den Städten sind schon längst nur noch die hellsten Sterne zu erkennen. »Lichtverschmutzung« heißt das Phänomen – »verschwendetes Licht« wäre wahrscheinlich treffender. Für Astronomen äußert sich die Lichtverschmutzung in zwei unterschiedlichen Effekten:

Blendung: Direktes Licht, das von Straßenlaternen, privater Beleuchtung oder auch von Autoscheinwerfern direkt ins Auge des Beobachters gerät, stört die Dunkeladaptation des Auges. Ein geblendetes Auge braucht Minuten bis hin zu einer halben Stunde, um wieder seine volle Nachtsichtfähigkeit zurückzugewinnen.

Wiederholte Blendungen machen eine entspannte Beobachtung insbesondere lichtschwacher Objekte unmöglich. Abhilfe verspricht die sorgfältige Auswahl des Beobachtungsplatzes: Es sollten möglichst keine direkten Lichtquellen in Sichtweite sein. Bei einem vorbeifahrenden Auto kann man vorübergehend die Augen geschlossen halten.

Himmelsglühen oder »Skyglow«: Ihm lässt sich schon sehr viel schwieriger entkommen – dem Streulicht weit entfernte Lichtquellen in der Atmosphäre. Skyglow lässt den Nachthimmel ergrauen und verschluckt schwache Sterne. Auch hier heißt es: möglichst weit weg von Orten und Städten. Allerdings erhellt eine Großstadt noch in hundert Kilometer Entfernung den Horizont merklich. Einen von solchen Lichtglocken freien Himmel findet man in Deutschland nicht mehr, und auch in weit entfernten Regionen der Welt werden solche Orte rar.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



► Abb. 7: LED-Licht muss nicht immer weiß und grell sein: Auf der Kanareninsel La Palma kommen LEDs des Typs »PC Amber« zum Einsatz, deren orange-rotes Licht an die alten Natriumleuchten erinnert.

J. Hattenbach

Verfügung. Je nachdem, wie viele Messungen für einen bestimmten Ort vorliegen, können sich Nutzer Trends für den eigenen Beobachtungsplatz anzeigen lassen und so eine persönliche Auswertung vornehmen.

Ein Messgerät zur Bewertung der Himmelselligkeit

Die visuelle Grenzgröße, also die Helligkeit der schwächsten gerade noch sichtbaren Sterne, ist nach wie vor der beste Maßstab für die Bestimmung der Himmelselligkeit. Sie mag etwas antiquiert wirken, seit digitale Helfer wie das auch bei Amateurastronomen beliebte »Sky Quality Meter« (SQM) zur Verfügung stehen. Doch kein Messgerät gibt den Eindruck der Himmelselligkeit so natürlich wieder wie das menschliche Auge. In ihrer Studie zur Auswirkung der LED-Beleuchtung fanden Alejandro Sánchez und seine Kollegen heraus, dass die SQM-Messungen die Zunahme der Himmelselligkeit systematisch unterschätzen. Grund ist wiederum die Änderung der Lichtfarbe: Weil er an das menschliche Tagsehen angepasst ist, nimmt der SQM-Sensor das zunehmend blaue Licht des Nachthimmels weniger stark wahr als das menschliche Auge. »Das SQM ist ein gutes Instrument«, schlussfolgern die Forscher, »aber es ist nicht gut genug, um die Änderung der Himmelselligkeit unter den Bedingungen einer Außenbeleuchtung zu verfolgen, die von einem drastischen Farbwechsel geprägt ist.«

Grenzgrößenschätzungen mit dem bloßen Auge bleiben nach wie vor essentiell, meinen Sánchez und seine Mitarbeiter. Dass Daten von Amateurastronomen für aussagekräftige Analysen taugen, zeigte Kyba im Jahr 2013 zu-

sammen mit einigen Kollegen aus Italien und den USA in einem wissenschaftlichen Aufsatz anhand der damals verfügbaren Globe at Night-Daten. Die Schwankungsbreite individueller Beobachtungen war mit 1,2 Größenklassen zwar enorm, und die räumliche Verteilung der Beobachter alles andere als ideal – die meisten Daten stammten aus dicht besiedelten, städtischen Gegenden. Doch die umfangreiche Datenbank und das Gesetz der großen Zahlen machten die Daten dennoch brauchbar: Die ermittelten visuellen Grenzgrößen stimmten ziemlich gut mit den aus dem 2001 veröffentlichten ersten Lichtverschmutzungsatlas berechneten Werten überein.

Daten von freiwilligen »Bürgerwissenschaftlern« und von Satelliten waren die Grundlage für den neuesten Weltatlas für Himmelselligkeit, den der italienische Forscher Fabio Falchi in Zusammenarbeit mit acht weiteren Forschern zusammenstellte. Dieser Atlas zeigt, welche Kontinente und Städte besonders stark durch Licht verschmutzt sind und an welchen Orten man noch natürliche Lichtverhältnisse finden kann.

Wertvolle Daten

Die Helligkeit nimmt weltweit rasant zu. Folgt man Franz Hölker, dem Leiter des Projektes »Verlust der Nacht«, sind es pro Jahr um 3 bis 6%. Doch auch die Qualität des Lichtes verändert sich, und Schutzmaßnahmen mögen mancherorts zu Verbesserungen führen. Diese Veränderungen können nur durch die Mitarbeit von so vielen Menschen wie möglich erwirkt werden. Deren Daten werden helfen, die noch großen räumlichen und

zeitlichen Lücken in den bestehenden Datensätzen zu schließen und liefern deshalb einen wertvollen Beitrag zur Überwachung der Lichtverschmutzung.

Denn die Erhellung der Nacht ist ein Experiment, dessen Auswirkungen sich nicht mit einfachen Modellen berechnen lassen. Unsere Erde erfährt diese Veränderungen erst seit wenigen Generationen, und gerade erst beginnen die Forscher, ihre Auswirkungen zu dokumentieren.

► Jan Hattenbach und Sibylle Schroer

| DIE AUTOREN |

Jan Hattenbach ist freier Wissenschaftsjournalist und seit Jahren begeisterter Amateurastronom. Auf seinem Blog himmelslichter.net schreibt er über alles, was am Himmel passiert.

Dr. Sibylle Schroer ist Koordinatorin für interdisziplinäre Zusammenarbeit im Projekt »Verlust der Nacht« am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. Sie koordiniert ein europäisches Netzwerk zum Thema Lichtverschmutzung und ist Ansprechpartnerin für Bürgerbeteiligung auf der Plattform Stars4all.



SURFTIPPS

- App Verlust der Nacht (Android)
- App Verlust der Nacht (iOS)
- Dark Sky Meter App
- Globe at Night Webapp
- Stars4all
- Loss of the Night Network

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a9019](https://oc1m.de/a9019)

TRAPPIST-1

– ein Planetensystem wird entschlüsselt

Neue Daten sprechen für ein interessantes, doch nicht wirklich lebensfreundliches System

ESO/N. Bartmann/spaceengine.org

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

▲ Abb. 1: Künstliche Darstellung des Blicks von einem der Planeten des TRAPPIST-1-Systems zum Heimatstern, mit den anderen Planeten davor bzw. daneben.

Das erste entdeckte Planetensystem um einen ultrakalten Zwergstern, dessen Mitglieder im Transit entdeckt wurden, ist gleich ein Volltreffer: Sieben Planeten, alle von ungefähr Erdgröße und zumindest ein paar wohl felsiger Natur, kreisen so dicht um den Roten Zwerg, dass einer oder mehrere bei passender Atmosphäre sogar flüssiges Wasser auf der Oberfläche besitzen könnten und damit potenziell lebensfreundlich wären. Fast täglich gibt es neue Daten.

Ultrakalte Zwerge: Das sind winzige Sterne wie auch Braune Zwerge mit einer Oberflächentemperatur von weniger als rund 2400°C. Rund 15% aller sternartigen Objekte in der Nähe der Sonne gehören dazu, und theoretische Modelle sagen für sie eine große Zahl naher, fester Planeten voraus – »Exo-Merkure« ebenso wie erdgroße Welten. Die ersten drei Exemplare davon, mit jeweils rund einem Erddurchmesser, aber noch unbekanntem Massen, hatte 2016 das belgische 60cm-Teleskop TRAPPIST (TRANSITING PLANETS AND PLANETESIMALS SMALL TELESCOPE) in Chile im Durchgang vor einem solchen Zwergstern der Spektralklasse M gesichtet: Sie ziehen vor seinem Scheibchen her und verdunkeln es leicht. Ihr Tagesgestirn hat nur ein Zwölftel der Masse, ein Neuntel des Durchmessers und 1/2000 der Leuchtkraft der Sonne.

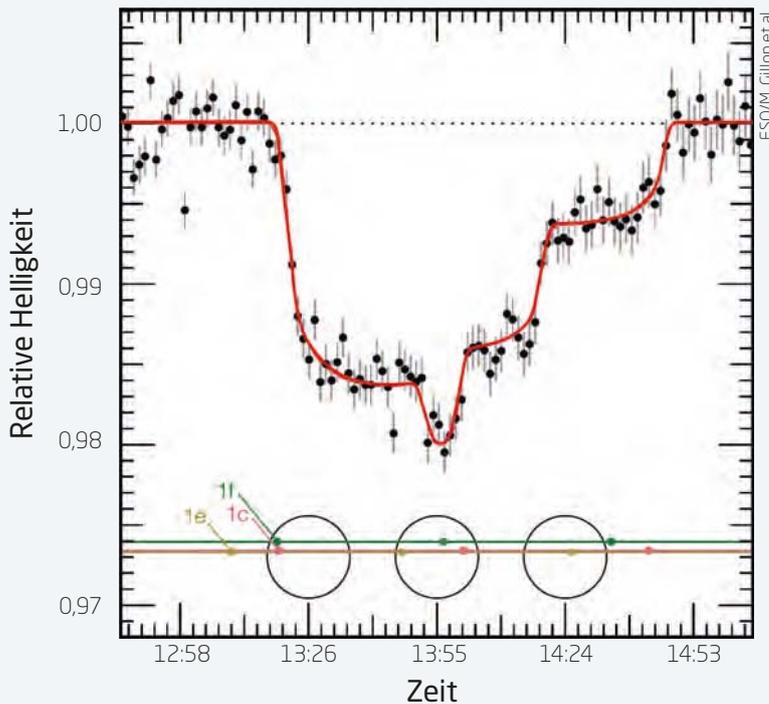
Der Fund war erstaunlich schnell geglückt: Nur 60 Kandidaten hatte TRAPPIST beobachtet und gleich diesen Mehrfach-Treffer gelandet. Immerhin erforderte er Planetenbahnen fast genau in der Sichtlinie zum Stern. Außerdem lag TRAPPIST-1 nur 39 Lichtjahren von uns entfernt, was auf einige weitere solche Planetensysteme in Sonnennähe hoffen lässt. Aber schon dieses System hat mehr zu bieten, als das kleine Teleskop zunächst gesehen hatte: Seither erscheinen fast jede Woche neue Forschungsarbeiten dazu, mal



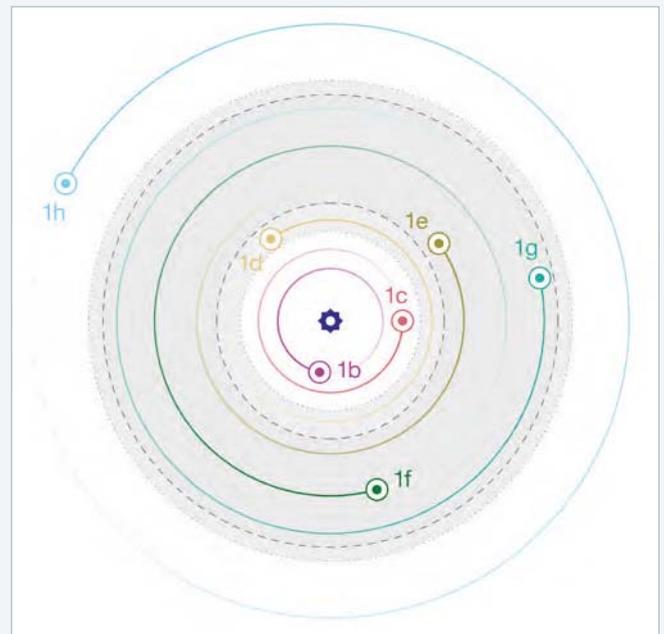
SURFTIPPS

- »Homepage« von TRAPPIST-1

 [Kurzlink: oc1m.de/a9021](https://oc1m.de/a9021)



▲ Abb. 2: Wenn drei erdgroße Planeten gleichzeitig vor einem Zwergstern vorüberziehen: Eine mit dem Very Large Telescope gemessene Lichtkurve vom 11. Dezember 2015, als die Planeten c, f, und e vor sein Scheibchen traten.



▲ Abb. 3: Ein Blick von oben auf das Planetensystem von TRAPPIST-1: in grau die ungefähre habitable Zone. Die gestrichelten Linien zeigen weitere mögliche Grenzen für die habitable Zone.

theoretisch, gelegentlich aber auch mit entscheidenden neuen Daten.

Mehr Daten, mehr Einsichten

Weitere Teleskope auf der Erde, vor allem aber die Weltraumteleskope Spitzer und Kepler haben sich des Sterns angenommen und ihn intensiv beobachtet: Viele weitere Durchgänge oder Transits von Planeten wurden dabei aufgezeichnet. Insbesondere eine 20-tägige ununterbrochene Überwachung durch den alten Infrarotsatelliten Spitzer trieb die Zahl der Planeten bald auf sieben hoch – und 79-tägige Messungen mit hoher Rate durch Kepler fixierten deren Bahnen mit hoher Präzision.

Das TRAPPIST-1-System ist zu demjenigen mit den meisten bekannten Planeten von ungefährer Erdgröße geworden: Selbst unser Sonnensystem besitzt derer nur zwei – die Venus und die Erde. Und vielleicht besitzt TRAPPIST-1 auch die meisten Planeten gleichzeitig in jener spannenden »habitablen Zone«, wo die Temperatur flüssiges Wasser erlauben würde. Allerdings stecken hinter dieser Aussage doch einige Annahmen: Da die Planeten den Stern in sehr geringen Abständen umkreisen, rotieren sie vermutlich

gebunden, es zeigt also immer die gleiche Seite zum Stern. Erst wenn angenommene Atmosphären – nach denen übrigens schon gesucht wird – in Modellrechnungen eingehen, kommen auf ein paar der Planeten eventuell lebensfreundliche Bedingungen zustande – und zwar, je nach Analyse, auf »fast allen« oder »höchstens einem«.

Bei dem Planetensystem von TRAPPIST-1 sind nicht nur die Größen – 0,77 bis 1,13 Erddurchmesser – aller sieben Planeten aus den Lichtkurven ihrer Durchgänge bekannt. Erfreulicherweise kennt man auch die Massen einiger der Planeten ganz gut: c ist etwas massereicher als die Erde, die anderen haben weniger als eine Erdmasse. Diese Information ist gegenseitigen Bahnstörungen zu verdanken, die die Zeitpunkte der Durchgänge vor dem Stern leicht variieren lassen, was wiederum eine Folge des geradezu systematisch aufgebauten Planetensystems ist, bei dem die Umlaufzeiten der sechs (von 1,5 bis 18,8 Tagen) in ungefähr ganzzahligen Verhältnissen wie 8:5 oder 5:3 zueinander stehen.

Aus Durchmessern und Massen folgen die Dichten der Planeten vom anderthalbfachen der Erde (c) über ungefähre Erddichte (b und d) bis zur viel geringeren Dichte von

purem Wasser (f bis h). Zumindest die inneren drei Planeten sind demnach felsige Körper, die man getrost als »terrestrische« Planeten bezeichnen darf. Wie »erdähnlich« sie freilich sind, gerade angesichts ihrer exotischen Sonne, darüber schweigt der Exoplanetenforscher lieber und ruft nach noch mehr Daten und Modellen. Beides ist schon reichlich geliefert worden.

Durchbruch mit Kepler

Den größten Fortschritt hatte am 8. März die Veröffentlichung der Beobachtungen mit dem Kepler-Satelliten gebracht, der vom 15. Dezember 2016 bis 4. März 2017 auf TRAPPIST-1 gestarrt und nur fünf Tage wegen einer technischen Störung verloren hatte: Wie kein anderer ist er auf superpräzise Fotometrie von Sternen ausgelegt, um nach Planetentransits zu suchen. Seit dem Ausfall der Lageregelung peilt er in einem speziellen Modus immer neue Himmelsfelder an, und wie es der Zufall wollte, lag TRAPPIST-1 in einem davon.

Die sofortige Freigabe der Daten – Wissenschaft in neuem Stil – hat sich bezahlt gemacht: Noch am selben Tag tauchten Blitzanalysen in sozialen Netzwerken auf und

schon nach Tagen die ersten kompletten wissenschaftlichen Arbeiten. Die Bahneigenschaften aller sieben Planeten wurden nun viel genauer bestimmt und die des äußersten Planeten h zum ersten Mal überhaupt, während zugleich zusätzliche Planeten im System praktisch ausgeschlossen wurden. Die sieben Welten aber haben es in sich: Die Umlaufzeiten von je drei Nachbarn stehen ausnahmslos in einem komplexen mathematischen Verhältnis zueinander, so dass sich eine Kette ergibt, die alle einschließt, auch »h«.

So etwas kann eigentlich nur entstehen, wenn sich die Planeten weiter vom Stern entfernt gebildet haben und dann – durch Drehimpulsaustausch mit dem Rest einer ursprünglichen Scheibe um ihn – nach innen wanderten, bis sie in dem starren Muster aus Resonanzen eingefangen wurden. Das hat sogar einen praktischen Nutzen: Das Planetensystem ist ziemlich eng »gebaut«. Zusammen mit den vielen Resonanzen machen sich gegenseitige Bahnstörungen gut bemerkbar – aus denen sich wiederum die Massen der Planeten ableiten lassen, auf die es sonst keinerlei Hinweise gäbe. Zusammen mit den Durchmessern der Planeten lassen sich dann die Dichten der fernen Welten berechnen.

Vor allem die äußeren haben derart geringe Werte, dass sie praktisch ganz aus Wasser bestehen müssten. Auch nur entfernt »erdähnlich« sind höchstens c und d. Aber zu zweiten Erden macht sie das trotzdem nicht, denn aufwendige Klimarechnungen zeigen, dass der einzige habitable Planet wiederum e sein dürfte, während d durch Treibhauseffekte bereits zu warm wird. Die Dichte von e ist nun ausgerechnet die am schlechtesten bestimmte: Über die Zustände dort kann also herzlich spekuliert werden.

Lebensfreundlich ist anders

Eine weitere Erkenntnis vor allem der Kepler-Fotometrie ist die Rotationsperiode von TRAPPIST-1 selbst, die sich durch Sternflecken verrät, die über die Scheibe wandern: 3,3 Tage. Das ist langsam für so einen Stern, der mit drei bis acht Milliarden Jahren entsprechend alt sein dürfte. Das Planetensystem muss also sehr stabil sein. Durch numerische Experimente lassen sich den einzelnen Planeten optimale Massen zuschreiben, bei denen es besonders gut zusammenhält: Bei b bis d passen diese gut zu den Bahnstörungen-Ergebnissen, sonst weniger (siehe Tabelle).

Und noch etwas hat die Kepler-Fotometrie geliefert: Wir wissen jetzt, dass TRAPPIST-1 – wie die meisten Sterne seiner Art – sehr anfällig für Flares ist, also für Ausbrüche harter Strahlung. Allein während der 79 Messtage gab es 42 Ereignisse, darunter sogar gewaltige. Die Atmosphären der Planeten werden also ständig angegriffen, sicher nicht gut für etwaiges Leben. Die kuriose Berechnung, dass wegen der Enge des Systems ein Transfer von Sporen von einem Planeten zum anderen – durch »Lithopanspermie«, also Transport in Meteoriten – um viele Zehnerpotenzen einfacher wäre als im Sonnensystem, ist da nur eine Fußnote. Die TRAPPIST-Suche, mit der alles begann, war übrigens nur das Pilotprogramm für die »Search for Planets Eclipsing ULtra-cOOl Stars« (SPECULOOS) derselben belgischen Arbeitsgruppe, die bald mit vier 1-Meter-Teleskopen in Chile gleich 500 ultrakalte Zwerge anpeilen wird: weitere interessante – und lebenswertere – Planetensysteme nicht ausgeschlossen.

► Daniel Fischer

| DER AUTOR |

Daniel Fischer ist Redakteur von Abenteuer Astronomie.

cken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 4: Vergleich der Sonne mit TRAPPIST-1 und den Planeten um den Roten Zwerg. Merkur befindet sich mehr als sechs Mal weiter von der Sonne entfernt als TRAPPIST-1h von seinem Stern.

Die Eigenschaften der sieben Planeten von TRAPPIST-1						
Planet	Periode	Durchmesser	Masse (Kepler)	Masse (aus Stabilität)	Dichte	Temperatur
b	1,511	1,09	0,8±0,3	0,8±0,5	3,4±1,2	+127
c	2,422	1,06	1,6±0,6	1,3±0,4	8±3	+69
d	4,050	0,77	0,3±0,2	0,4±0,2	4±2	+15
e	6,100	0,92	0,2(+0,6/-0,2)	0,6±0,4	2(+4/-2)	-22
f	9,206	1,05	0,4±0,1	0,7±0,1	1,7±0,6	-54
g	12,353	1,13	0,57±0,04	1,4±0,6	2,2±0,3	-74
h	18,766	0,72	0,09±0,08	0,5±0,3	1,3±1,3	-106

Die Ungenauigkeit bei den Umlaufzeiten (in Tagen) ist unterschiedlich, liegt aber – teilweise weit – unter der angegebenen Genauigkeit. Die Durchmesser (in Erddurchmessern) haben jeweils einen Fehler von ±0,03. Die Massen (in Erdmassen) werden zweimal abgeschätzt: aus gegenseitigen Bahnstörungen nach Analyse der Kepler-Fotometrie und anhand von numerischen Experimenten zur Langlebigkeit des Gesamtsystems. Die Dichten (in g/cm³) sind aus den Massen nach der ersten Methode berechnet (der Wert für die Erde ist übrigens 5,5). Die Temperatur (in °C) bezieht sich auf eine atmosphärenlose Welt im Strahlungsgleichgewicht: Ein Treibhauseffekt würde sie deutlich wärmer machen.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

ALLE SUCHEN DEN NEUNTEN PLANETEN

Gibt es tatsächlich einen bislang unentdeckten Planeten, der weit jenseits der Neptunbahn um die Sonne kreist? Jetzt wird in den Daten des Weltraumteleskops WISE danach gesucht – und jeder kann helfen.



NASA/JPL-Caltech

▲ Abb. 1: Im Rahmen des Projekts »Backyard Worlds: Planet 9« soll nicht nur nach dem neunten Planeten, sondern auch nach bislang unentdeckten kühlen Braunen Zwergen in unserer Nachbarschaft (hier in einer künstlerischen Darstellung) gesucht werden.

Seit einer Entscheidung der Internationalen Astronomischen Union im Sommer 2006 hat unser Sonnensystem nur noch acht Planeten – der neunte Planet Pluto wurde damals zum Zwergplaneten degradiert. Es gab einfach zu viele ähnlich große Welten im Kuipergürtel jenseits der Neptunbahn. Anfang des vergangenen Jahres machten zwei Astronomen aber mit ihrer Theorie

Schlagzeilen, dass es doch noch einen neunten Planeten geben könnte – »Planet 9«. Gesehen hat diese Welt, die etwa die zehnfache Masse der Erde haben und die Sonne auf einer stark elliptischen Bahn weit jenseits von Neptun umkreisen soll, bislang jedoch niemand.

Suche im Infrarot-Datenarchiv

Seit Februar können nun Internet-User bei der Suche nach Planet 9 und anderen bislang unentdeckten lichtschwachen Objekten in unserer Nachbarschaft helfen. Im Rahmen des Projekts »Backyard Worlds: Planet 9« werden dem Besucher der Website Bilder des NASA-Teleskops Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE) ge-

zeigt, die das Infrarot-Teleskop während seiner Himmelsdurchmusterung in den Jahren 2010 und 2011 gemacht hat.

Der Clou dabei: Es werden, wie in einem kleinen Film, jeweils mehrere Aufnahmen gezeigt, die zu verschiedenen Zeitpunkten von einem kleinen Himmelsbereich gemacht wurden. Ein uns vergleichsweise nahes Objekt würde sich im Laufe der Zeit in Bezug auf die Sterne im Hintergrund weiterbewegen und sich dadurch verorten. Und genau solche durch das Bild wandernden Lichtpunkte sollen die Teilnehmer des Projekts aufspüren.

Diese Aufgabe lässt sich nur teilweise mit Computerhilfe durchführen, da sich die entsprechenden Suchprogramme leicht von Bild-Artefakten beeinflussen lassen, die etwa durch helle Sterne oder Reflexionen im Instrument entstanden sind. Das menschliche Auge hingegen kann diese besser ignorieren und sich auf tatsächlich bewegenden Objekte konzentrieren. Durch ein ganz ähnliches Verfahren hatte Clyde Tombaugh im Jahr 1930 den Zwergplaneten Pluto entdeckt.

Unentdeckte Braune Zwerge

Eventuell lässt sich also auf diese Weise auch eine Spur von Planet 9 finden – oder von anderen Objekten in unserer unmittelbaren Nachbarschaft, die bislang unentdeckt geblieben sind. Astronomen denken vor allem an Braune Zwerge. Hierbei handelt es sich um stellare Objekte, die in ihrer Entstehungsphase nicht ausreichend Material auf sich vereinen konnten, um zu einem richtigen Stern zu werden. Manche bezeichnen Braune Zwerge daher auch als »gescheiterte Sterne«. Da es sich bei ihnen um sehr kalte Objekte handelt, sollten sie am besten auf Infrarot-Beobachtungen zu erkennen sein – genau wie Planet 9.

WISE ist bis heute aktiv: Zwar wurde das im Dezember 2009 gestartete Teleskop im Februar 2011 deaktiviert, nachdem die eigentlich geplante Mission erfüllt und das für Infrarot-Beobachtungen bei bestimmten Wellenlängen nötige Kühlmittel erschöpft war. Im September 2013 wurde WISE dann aber wieder reaktiviert und sucht seitdem unter dem Namen NEO-WISE (für: Near-Earth Object Wide-field Survey Explorer) nach erdnahen Asteroiden.

► Stefan Deiters

SURFTIPPS

- Backyard Worlds: Planet 9

 **Kurzlink:** oc1m.de/a9024

SCHON 2018 BEMANNT UM DEN MOND?

Im vergangenen Jahr machte der Unternehmer Elon Musk mit Plänen für regelmäßige Marsflüge Schlagzeilen, jetzt verspricht er, bereits im kommenden Jahr zwei Weltraumtouristen um den Mond zu fliegen.

Das Unternehmen SpaceX von Elon Musk versorgt im Auftrag der NASA mit seinen Dragon-Raumfrachtern regelmäßig die Internationale Raumstation ISS und entwickelt gerade eine modifizierte Dragon-Kapsel, mit der bald auch Astronauten zur ISS reisen sollen. Eine entsprechende Andockvorrichtung für die bemannten Raumschiffe von SpaceX und die des Konkurrenten Boeing wurde bereits an der Raumstation installiert.

Touristenflug um den Mond

Im vergangenen Jahr überraschte Musk die Öffentlichkeit mit seiner Ankündigung, ab Mitte des kommenden Jahrzehnts bemannte Marsflüge durchzuführen. Kaum ein halbes Jahr später stellte Musk nun ein weiteres, deutlich näherliegendes Ziel vor: Der Unternehmer will auch zum Mond – oder besser: um den Mond herum – und dies schon im kommenden Jahr. Die NASA hatte bislang für 2018 nur eine unbemannte Mission ihres neuen Raumschiffs Orion rund um den Mond geplant. Der erste Flug von Orion mit Astronauten an Bord war erst im kommenden Jahrzehnt vorgesehen.

Elon Musk hat nun angekündigt, dass sein Unternehmen bereits im kommenden Jahr zwei

zahlende Besatzungsmitglieder an Bord eines Dragon-2-Raumschiffs um den Mond fliegen will. Die Dragon-2-Raumkapsel wird gegenwärtig für bemannte Flüge zur ISS entwickelt und soll – wenn alles klappt – noch in diesem Jahr einen ersten unbemannten Testflug absolvieren. Ab dem zweiten Quartal 2018, so die Aussage von SpaceX, wird es eine erste bemannte Mission mit Dragon 2 geben.

Nach Angaben von Musk seien für den geplanten Mondflug kaum Modifikationen an der Dragon-2-Kapsel nötig; angepasst werden müsse lediglich das Kommunikationssystem. Vorteil der Verwendung des Dragon-2-Raumschiffs für solche Mondflüge wäre zudem, dass die Kapsel dadurch universeller einsetzbar wäre, was langfristig die Kosten reduzieren sollte.

Taktisches Manöver?

Die Ankündigung von Musk wurde von vielen Beobachtern eher skeptisch aufgenommen: Bislang gibt es nämlich weder ein flugfähiges und getestetes Modell der Dragon 2 noch eine einsatzbereite Falcon-Heavy-Trägerrakete, die für die Mondmission nötig ist. Die im vergangenen Jahr für 2018 angekündigte erste unbemannte Mission zum Mars mit einer Red Dra-

gon wurde inzwischen von SpaceX auf das Jahr 2020 verschoben. Auch bei der NASA scheint man an der rechtzeitigen Einsatzbereitschaft der Dragon 2 zu zweifeln: Hier soll es Überlegungen geben, vorsichtshalber auch für 2019 Plätze an Bord von russischen Sojus-Raumschiffen zur ISS zu buchen.

SpaceX gibt sich allerdings selbstbewusst und bietet der NASA sogar indirekt an, auch für sie eine Mission rund um den Mond zu fliegen. Seit dem Regierungswechsel im Januar fragen sich viele, wie lange die neue Administration die von der Obama-Regierung favorisierten und sehr kostspieligen NASA-Pläne für das Schwerlast-Trägerraketensystem Space Launch System und das Raumschiff Orion noch unterstützen wird. So könnte die Ankündigung von Musk auch ein Fingerzeig an Präsident Trump sein, dass das, was die NASA gerade teuer selbst entwickelt, auch günstiger von privaten Anbietern einzukaufen wäre. ▶ Stefan Deiters



SURFTIPPS

- SpaceX

[Kurzlink: oc1m.de/a9025](https://oc1m.de/a9025)



▲ Abb. 1: Das Raumschiff Dragon 2 wird gegenwärtig für den Besatzungstransport zur ISS entwickelt, könnte aber auch Astronauten um den Mond befördern.

WIE LANGE LEBEN STERNE?

Schon vor Jahrtausenden sah die Menschheit praktisch dieselben Sternbilder und Sterne. Ist der Sternhimmel also unveränderlich? Weit gefehlt: Auch Sterne werden geboren, leben und sterben. Allerdings ist ein Sternleben um ein Vielfaches länger als ein Menschenleben: Es dauert Millionen bis Milliarden Jahre.



NASA, ESA, M. Robberto (Space Telescope Science Institute/ESA), das Hubble Space Telescope/Orion Treasury Project Team und L. Ricci (ESO)

▲ Abb. 1: Im Orionnebel bilden sich gleich mehrere neue Sonnensysteme, die man hier als kleine, schwarze Staubscheiben um junge Sterne erkennen kann.

Am Anfang eines Sternlebens steht natürlich die Geburt, und die klingt recht ungemütlich. In den Galaxien befindet sich zwischen den Sternen fein verteiltes Material. Dieses interstellare Medium ist mit etwa einem Teilchen pro Kubikzentimeter sehr dünn. Es gibt allerdings auch Regionen, in denen es dichter ist. Mal ist es heißer und mal kälter. Die Kreißsäle der Babysterne sind mit rund -260°C extrem kalt und bestehen aus dichten, mehrere Lichtjahre durchmessenden Staubwolken. Astronomen beobachten sie z.B. in Form des Pferdekopfnebels im Orion oder des Adlernebels in der Schlange. Wenn Astronomen von Staub sprechen, meinen sie nicht etwa Staub, wie wir ihn unter unseren Betten finden, sondern komplexere Moleküle wie Kohlenmonoxid, Ameisensäure oder Ethanol. Die Schwerkraft kann kleine Bereiche der Wolke zum Kollaps bringen. Dadurch fragmentiert sie. Dabei heizen sich diese Klumpen auf. Die Masse der Ansammlung,

die da in sich zusammenstürzt, entscheidet darüber, was weiter geschieht. Bei weniger als acht Prozent der Sonnenmasse gibt es eine »Fehlgeburt«. Es entsteht kein Stern, sondern so etwas Ähnliches wie der Gasplanet Jupiter. Diese rot und infrarot leuchtenden Übergangsobjekte heißen Braune Zwerge und sind sehr langlebig, aber keine Sterne.

Energie aus Kernfusion

Je nach Masse hat der werdende Stern in dieser Vorhauptreihenentwicklung genannten Phase nun schon 10.000 bis 100 Millionen Jahre auf dem Buckel. Ab acht Prozent der Sonnenmasse wird die Masse im Innern mit rund einer Million Grad heiß genug, dass leichte Wasserstoff-Atomkerne zu Helium verschmelzen. Dabei wird Energie in Form von Gammastrahlung und Wärme frei, wandert vom Zentrum des Sterns an dessen Oberfläche und wird dort ab-

gestrahlt. Genau diesem Prozess verdanken wir das Sonnenlicht. Die Sonne scheint schon seit fast fünf Milliarden Jahren und wird noch einmal fast genauso lange strahlen. Zum Ende hin wird sie sich zu einem Roten Riesenstern aufblähen, ihre Hülle abstreifen und einen erdgroßen, sehr heißen Weißen Zwerg übriglassen, der in vielen Milliarden Jahren langsam auskühlt.

Die Oberflächentemperatur bestimmt die Farbe des Sterns: Heiße Sterne (Spektralklassen O, B, A) sind blauweiß, z.B. Rigel im Orion. Kalte Sterne (Spektralklasse M) sind rot, z.B. Proxima Centauri, der nächste Stern nach der Sonne. M-Sterne können bis 50 Milliarden Jahre alt werden.

Unsere Sonne ist astronomisch gesehen nur ein gelber Zwerg. Denn die Milchstraße beherbergt Sterne so massereich wie hundert Sonnen. Hier drückt ihr eigenes Gewicht so sehr auf das Sterninnere, dass sie extrem heiß werden. So heiß, dass noch schwerere Elemente als

Wasserstoff verschmelzen können. Astronomen sprechen vom Helium-, Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Siliziumbrennen. Massereiche Sterne sind daher aufgebaut wie eine Zwiebel: Im Zentrum fusionieren die schwersten Elemente. Die Schicht direkt darüber ist etwas kühler, so dass dort leichtere Elemente verschmelzen. Ganz außen befindet sich die Wasserstoffhülle. Paradoxe Weise sind massereiche Sterne viel kurzlebiger als die Sonne, weil durch den enormen Druck die Fusionsreaktionen viel schneller ablaufen. Sie werden zum Teil nur eine Million Jahre alt und ihr Leben endet dramatisch.

Hoppla, Gaststerne!

Im Jahr 1006 staunten chinesische Astronomen nicht schlecht, als sie einen neuen Lichtpunkt am Taghimmel entdeckten. Der »Gaststern« war für einige Wochen zu sehen. 1054 erschien noch so ein »neuer Stern« (lat. nova stellaris) im Sternbild Stier und auch die Astronomen Tycho Brahe und Johannes Kepler entdeckten so etwas 1572 bzw. 1604. 1987 beobachteten Astronomen einen solchen Stern in der Großen Magellanschen Wolke, unserer nahen Nachbargalaxie. Bei all diesen Beobachtungen handelte es sich jedoch nicht um eine Sterngeburt, sondern um das genaue Gegenteil.

Was die Astronomen beobachteten, war der gewaltsame Tod eines Sterns: Die Fusion immer schwererer chemischer Elemente geht nämlich

nicht beliebig lange gut, weil ihr irgendwann die Kernphysik einen Strich durch die Rechnung macht. Das Element Eisen (Ordnungszahl 26) ist der am stärksten gebundene Atomkern. Mit anderen Worten: Bei der Fusion von Eisenatomkernen wird keine Energie mehr frei. Die Folge: Die zentrale Hitzequelle und damit der nach außen gerichtete Druck versiegen, die Schwerkraft gewinnt die Oberhand und der Sternkern zieht sich durch den Gravitationskollaps zusammen. Elektronen werden gewissermaßen in die Protonen gepresst, und die Materie wird neutronisiert. Das einstürzende Material verdichtet sich. Wenn die Dichte von Atomkernen erreicht wird, prallt die Materie zurück. Von oben herabrieselndes fällt auf das angestaute Material. Ein Stoßwelle entsteht, die nach außen läuft. Bei der Verdichtung entstehen Myriaden von Neutrinos, die die Explosion »mitanschieben«: Massereiche Sterne von zehn bis hundert Sonnenmassen explodieren in einer sogenannten Supernova und lassen einen Neutronenstern oder sogar ein Schwarzes Loch zurück. Somit ist selbst nach dem Sterntod nicht alles verschwunden – Totgesagte leben hier wirklich länger.

Nur Sterne, die schwerer sind als hundert Sonnen, werden eine Zentraltemperatur von ca. einer Milliarde Grad erreichen. Dabei wandeln sich Lichtteilchen in ein Paarplasma aus Elektronen und Positronen um, die den Stern in einer Paarinstabilitäts-Supernova vollständig zerreißen können. ▶ Andreas Müller

INTERAKTIV



Andreas Müller ist Astrophysiker und beantwortet in seiner Kolumne Leserfragen zur Kosmologie. Wenn Sie sich in seiner Rubrik ein bestimmtes Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unsere Facebook-Seite.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fb

SURFTIPPS

- Harald Lesch: Leben und Sterben der Sterne

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a9027

Astro-ABC: H wie HII-Gebiet

Als HII-Gebiete (ausgesprochen: Hatzwei) werden leuchtende Gaswolken im All bezeichnet, aus denen sich neue Sterne bilden können. Sie sind

sehr unterschiedlich in Dichte und Größe und haben typischerweise Durchmesser von 30 Lichtjahren. Der Buchstabe H steht für Wasserstoff, dem häufigsten Element im Universum. Der Zusatz »II« deutet auf die physikalische Besonderheit dieser Nebel hin: Der Wasserstoff ist ionisiert, wurde also zum Leuchten angeregt. Im Gegensatz dazu bestehen HI-Gaswolken aus neutralem Wasserstoff, der nicht selbst leuchtet. Erst wenn in solchen Dunkelwolken neue, heiße Sterne

entstehen, können diese mit ihrer Strahlung den Wasserstoffatomen das Elektron entreißen. Die jetzt positiv geladenen Atome fangen wieder ein freies Elektron ein. Dabei entsteht ein Rekombinationsleuchten, in diesem Fall im roten Bereich des Lichtspektrums. Es ist die berühmte H α -Linie, der auch die Sonnenchromosphäre ihre rötliche Farbe verdankt. Entsprechend verraten sich HII-Regionen auf Astroaufnahmen als rote Bereiche. Ein besonders schönes Beispiel sind die leuchtenden Nebel in den Spiralarmen der Feuerradgalaxie M 51. Das prominenteste HII-Gebiet des Nachthimmels ist der Orionnebel M 42. Dem Auge erscheint er silbrig-grau, seine Farbe offenbart er aber schon auf Fotos einfacher Kameras mit einigen Sekunden Belichtungszeit.



▶ Paul Hombach

NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), Hubble Heritage Team STScI/AURA



▲ Abb.1: Rotleuchtende HII-Gebiete in der Feuerradgalaxie M 51.

BESTER BLICK AUF DAS RINGSYSTEM

Saturn in Opposition am 15. Juni



NASA, ESA and Erich Karkoschka (University of Arizona)

▲ Abb. 1: Auf dieser Aufnahme, die das Weltraumteleskop Hubble im März 2004 gemacht hat, ist fast die maximale Neigung des Saturnrings zu sehen.

Es gibt eine schlechte und eine gute Nachricht. Zuerst die schlechte: Die Sichtbarkeit des wunderschönen Saturn strebt weiterhin seinem Tiefpunkt zu. Er rückt immer näher an seine südlichste Deklination, die er schließlich im Herbst 2018 erreichen wird. Erst danach geht es wieder bergauf mit dem Ringplaneten; im Jahr 2033 wird er wieder von der ekliptikalen Nordkurve strahlen. Doch bis dahin vergehen noch ein paar Jahre und Vorfreude ist ja bekanntlich die schönste Freude.

Die gute Nachricht dabei ist, dass sich der Herr der Ringe weiterhin von seiner Scho-

koladenseite zeigt. Das 18 Bogensekunden kleine Planetenscheibchen präsentiert kaum Einzelheiten, doch 2017 ist sein Markenzeichen maximal geöffnet, was genau genommen im Herbst der Fall sein wird. Die Ringneigung von 27° erlaubt einen einmaligen Blick auf die majestätische Ansammlung aus 99 Prozent Wassereis-Partikeln und -Brocken, aus dem die Ringe bestehen; den Rest machen silikatische Verunreinigungen aus. Durch die Neigung wird auch das Erkennen der Cassini-Teilung, die sich zwischen A- und B-Ring befindet, einfacher. An eine Sichtung der schwarzen

Ringlücke kann man sich ab 70mm oder 80mm Teleskopöffnung und hoher Vergrößerung wagen, allerdings muss dafür auch die Luftunruhe (Seeing) passen. Um die Cassini-Teilung umlaufend beobachten zu können, braucht es schon ein Fernrohr mit mindestens 150mm Öffnung. Bis zu vier helle Saturnmonde sind dann ebenfalls zu sehen.

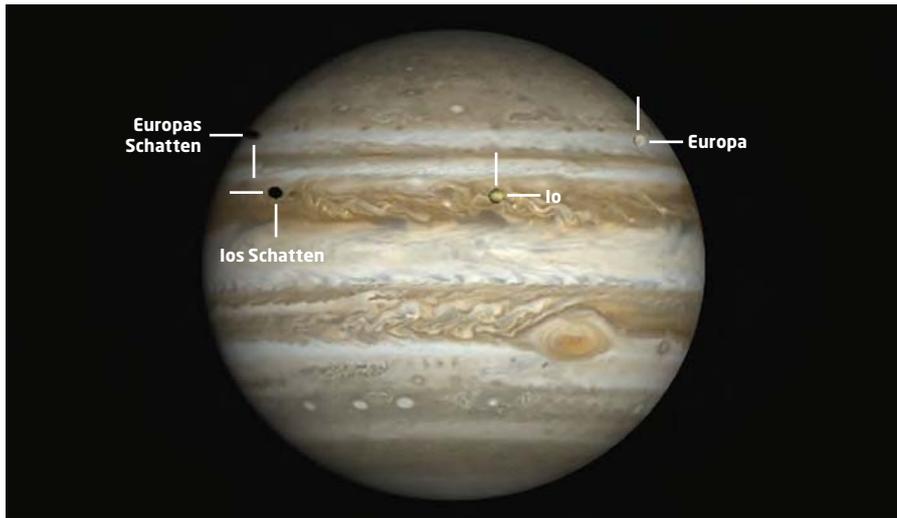
Schwieriger gestaltet sich da schon die Suche nach Enceladus und Mimas: Wegen des sehr hellen Ringsystems müssen diese Monde schon günstig stehen, wenn man nicht auf eine Verringerung der Ringöffnung warten möchte.

► Nico Schmidt

Tanz der Monde und Schatten

Mehrfach-Jupitermondereignis am 5. Juni

winJUPOS



▲ Abb. 2: Jupiter mit zwei Monden und zwei Mondschatten am 5.6. um 22:50 MESZ..

Am Abend des 5. Juni ist das komplexeste Schauspiel der Jupitermonde 2017 zu beobachten. Zwei der vier Galileischen Monde und deren Schatten sind gleichzeitig vor bzw. auf Jupiter zu sehen. Das Schauspiel beginnt in der hellen Dämmerung. Um 21:33 MESZ, da steht die Sonne erst 1° unter dem Horizont, schiebt sich Io, der innerste der vier großen Jupitermonde vor den Planeten. Zu diesem Zeitpunkt steht Europa, der zweite Galileische Mond bereits vor Jupiter. Mit fortschreitender Dunkelheit wird man die beiden Monde im Teleskop besser erkennen können. Spannend wird es um 22:39 MESZ. Ios Schatten betritt die Jupiterbühne und wird am östlichen Rand des Gasplaneten sichtbar. Der Schatten wird über das nördliche der beiden markanten dunklen Äquatorbänder in Jupiters Atmosphäre hinwegziehen. Wenig später, um 22:49 MESZ, tritt zusätzlich Europas

Schatten in Erscheinung. Er fällt nördlich des Ioschattens auf Jupiters Wolken. Inzwischen nähert sich der schattenwerfende Mond Europa bereits dem westlichen Jupiterrand. Um 22:59 endet der Durchgang Europas. Das »Vierfacheignis« dauert also knapp zehn Minuten, wobei Jupiter dabei günstig über 30° hoch im Südwesten am Himmel steht und auch noch seinen Großen Roten Fleck den Beobachtern zuwendet!

Doch noch ist die Show nicht vorbei. Ios Durchgang endet erst um 23:45 MESZ, derweil sich die beiden Schatten noch ein kleines Wettrennen auf Jupiter liefern. Ios Schatten bleibt dabei Sieger und wird den Planeten erst um 0:50 MESZ verlassen. Wenn schließlich Europas Schattenfleck um 1:14 folgt, steht Jupiter noch 15° hoch. Somit lässt sich der Tanz der Monde und ihrer Schatten in voller Länge verfolgen. ▶ Paul Hombach

Distanzierter Morgenstern

Venus in größter Elongation am 3. Juni

Zum zweiten Mal in diesem Jahr geht Venus auf maximalen Abstand zur Sonne. Am 12. Januar stand sie in größter östlicher Elongation, jetzt nähert sie sich ihrer größten Elongation West, die sie am 3. Juni erreicht. Diese Situation ist fast ein Spiegelbild der ersten, aber mit interessanten Unterschieden. Zunächst fällt die weiteste Distanz mit 45,9° nicht ganz so üppig aus wie im Januar. Vor allem sind die Sichtbedingungen verschieden. Im Januar stand Venus hoch am westlichen Abendhimmel, nun steht sie morgens tief über dem Osthorizont. Das wird sich in den nächsten Wochen erst langsam, dann

immer deutlicher ändern. Auch wenn der Abstand zur Sonne wieder kleiner wird: Venus hat ihre beste Zeit als Morgenstern noch vor sich. Im August und September steht sie zu Beginn der bürgerlichen Dämmerung gut 20° hoch, Anfang Juni sind es nur 8°.

Während der Winkelabstand zur Sonne nach einer größten östlichen Elongation rasch abnimmt, geht es nach einer westlichen gemächlicher zu. Venus biegt auf den erdferneren Abschnitt ihrer Bahn ein und nähert sich monatlang ihrer oberen Konjunktion, die sie erst am 8. Januar 2018 erreicht.

▶ Paul Hombach

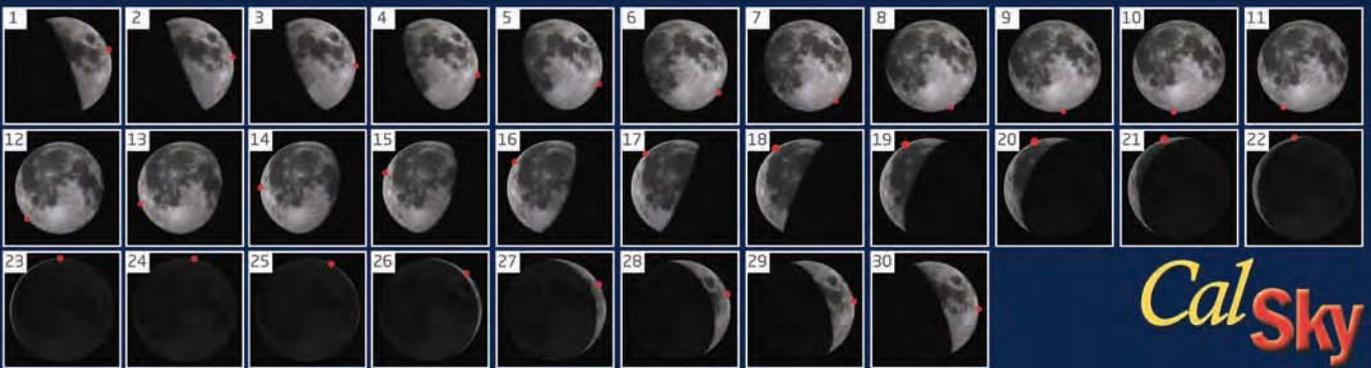
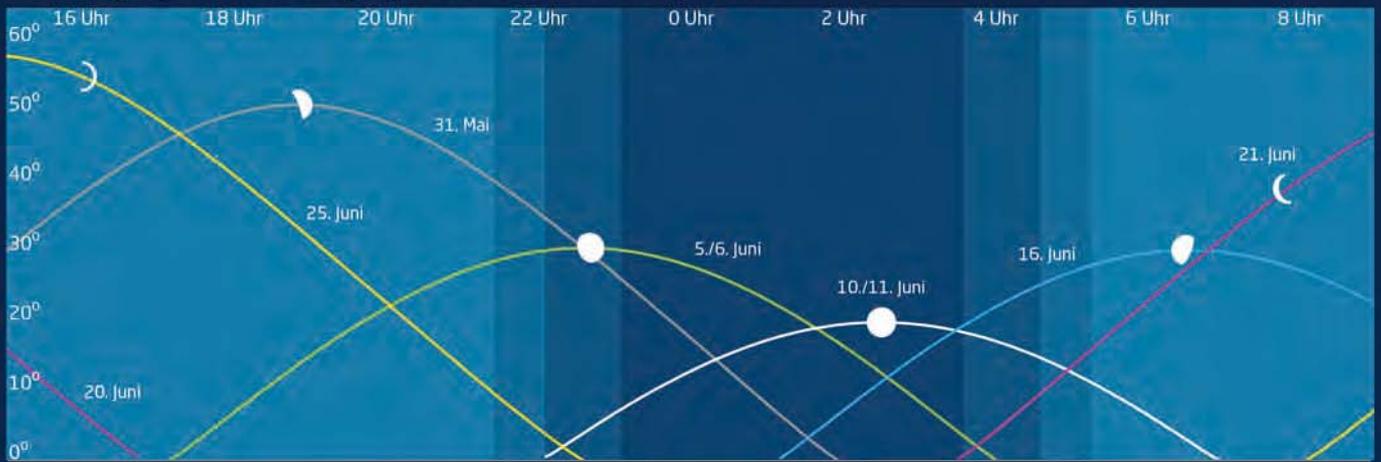
Astronomische Ereignisse im Juni/Juli 2017			
1.6.	1:45	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,453°)
1.6.	14:42	MESZ	Mond: Erstes Viertel
3.6.	7:08	MESZ	Venus 1,7° O Uranus (sichtbar am Morgen)
3.6.	14:30	MESZ	Venus (-4 ^m 4) größte Elongation West (45,9°), Morgenhimmel
4.6.	2:24	MESZ	Mond 1,3° N Jupiter
4.6.	8:15	MESZ	Venus: Dichotomie/Halbphase
5.6.	21:33	MESZ	Mehrfach-Jupitermondereignis (Io, Europa)
5.6.	0:50	MESZ	Mond: Goldener Henkel sichtbar
7.6.	19:15	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,604°)
9.6.	15:10	MESZ	Vollmond
10.6.	3:48	MESZ	Mond 2,0° N Saturn
12.6.	10:43	MESZ	C/2015 V2/Johnson im Perihel (1,64AE), ca. 5 ^m hell
15.6.	12	MESZ	Saturn Opposition (0 ^m 0)
17.6.	9:14	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -7,585°)
17.6.	13:33	MESZ	Mond: Letztes Viertel
21.6.	16:14	MESZ	Merkur obere Konjunktion
21.6.	18:29	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,604°)
24.6.	4:31	MESZ	Neumond
27.6.	23:24	MESZ	Mond 2,3° E Regulus
29.6.	7:47	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,367°)
1.7.	2:51	MESZ	Mond: Erstes Viertel
2.7.	15:13	MESZ	(3) Juno in Opposition (9 ^m 7)
4.7.	21:49	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,725°)
7.7.	3:05	MESZ	Mond 2,7° NE Saturn
9.7.	6:07	MESZ	Vollmond
14.7.	1:46	MESZ	Mond bedeckt ξ Aqr (4 ^m 9), Bedeckung am hellen Rand
15.7.	3:11	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -6,570°)
16.7.	21:26	MESZ	Mond: Letztes Viertel
19.7.	0:54	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,733°)
23.7.	11:46	MESZ	Neumond
25.7.	23:58	MESZ	Merkur nur 57' W Regulus (1 ^m 4, sichtbar am Abend)
27.7.	2:57	MESZ	Mars Konjunktion
27.7.	12:35	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 6,693°)
28.7.	22:52	MESZ	Mond 2,1° N Jupiter
30.7.	6:39	MESZ	Merkur (0 ^m 3) größte Elongation Ost (27,2°), Abendhimmel
30.7.	17:23	MESZ	Mond: Erstes Viertel

Zeiten bezogen auf 50° nördliche Breite, 10° östliche Länge.

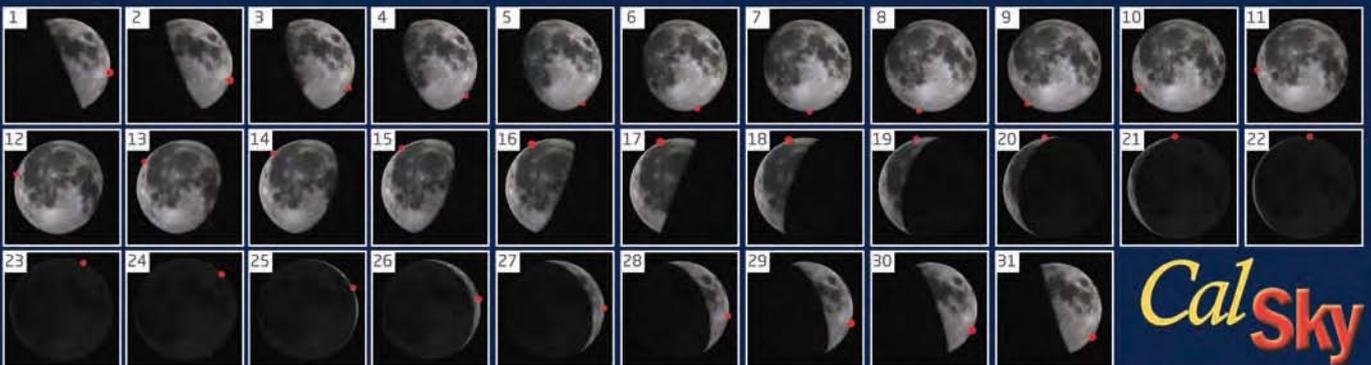
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Der Mond im Juni/Juli

Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im Juni 2017



Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im Juli 2017

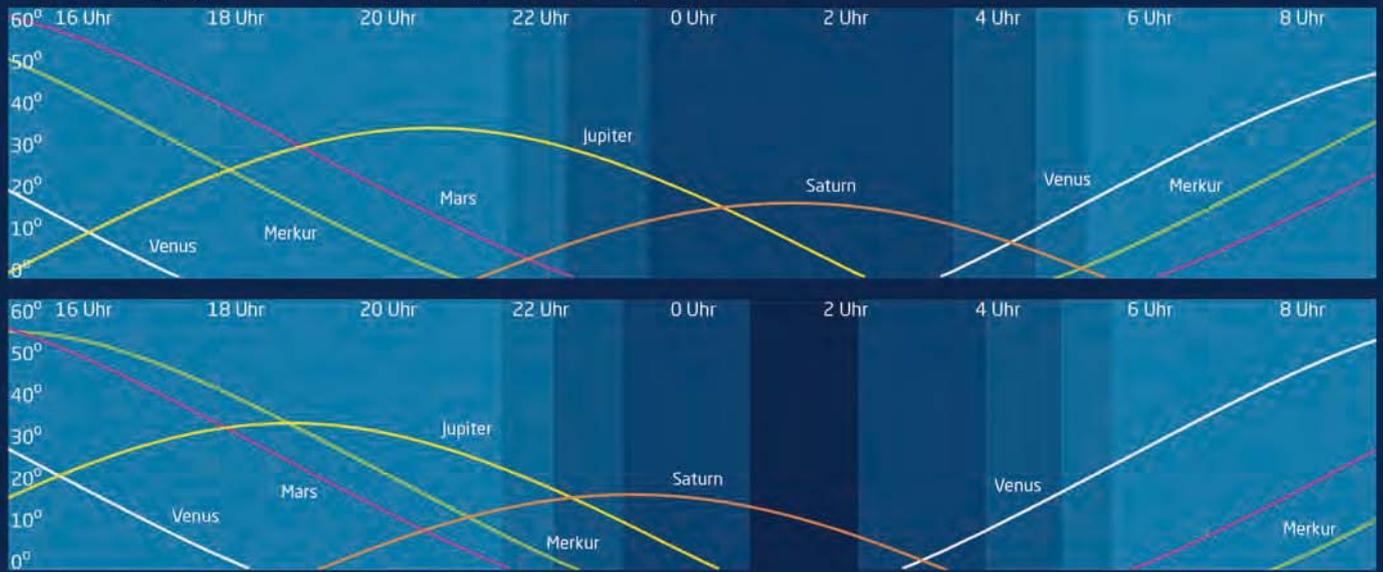


Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform www.CalSky.com erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

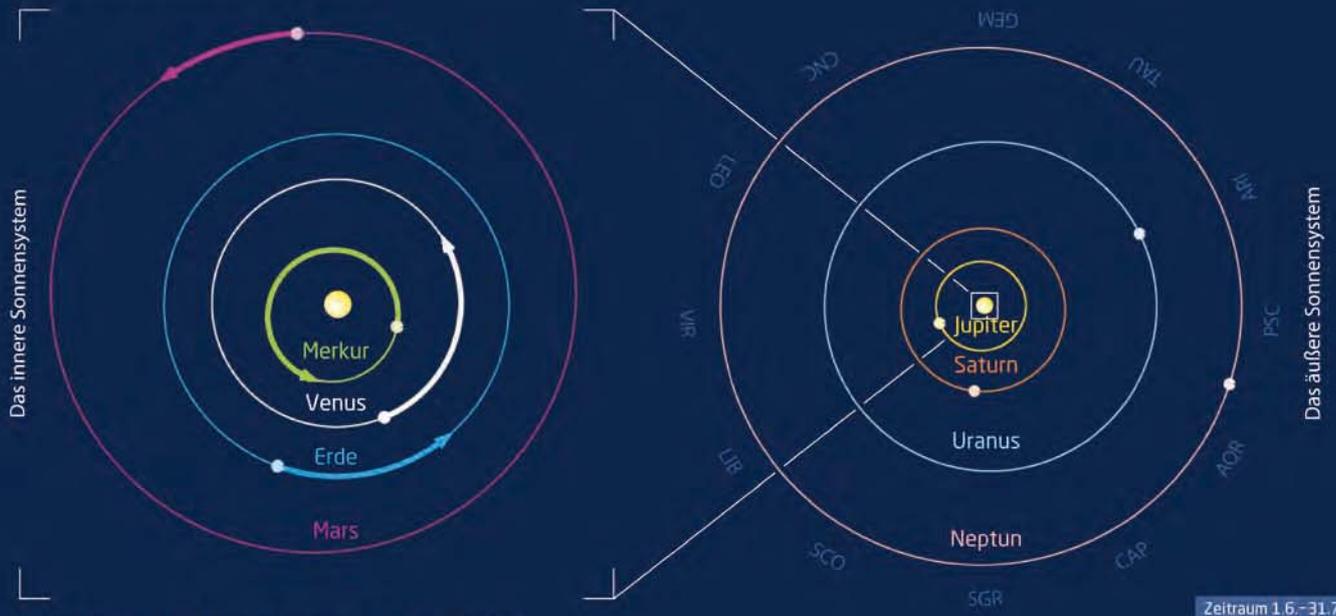
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Die Planeten im Juni/Juli

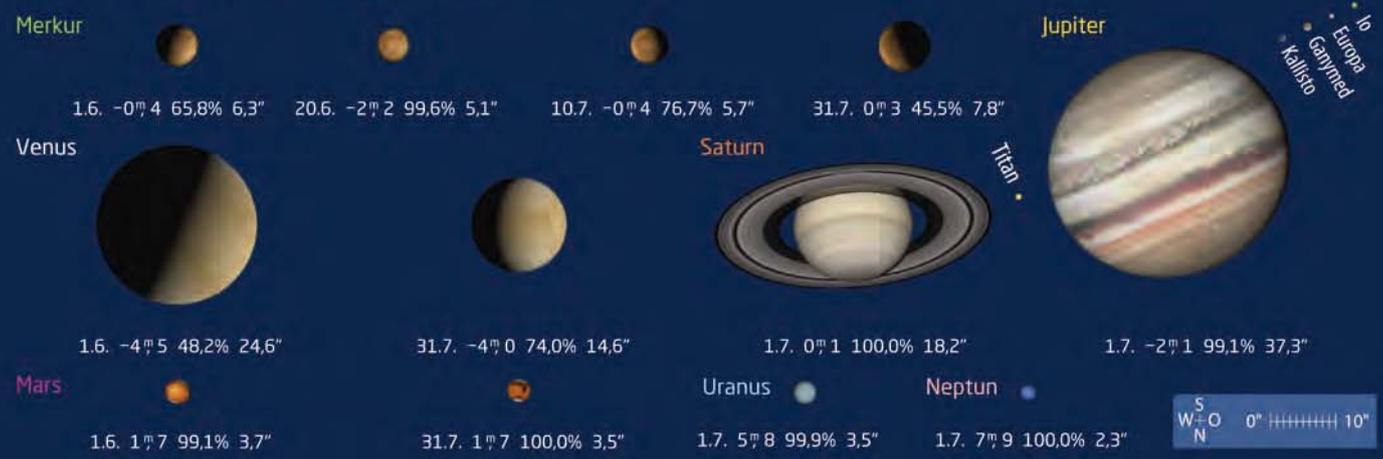
Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Juni (oben) und Juli (unten) 2017



Planeten: Bahnen im Juni und Juli 2017



Planeten: Anblick im Fernrohr im Juni und Juli 2017



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 1: Die Sonne im Weißlicht (a), im H α -Licht (b) und Kalzium-Licht (K-Linie) (c) am 26.2.2017, aufgenommen mit einem Takahashi FC-76DS mit 570mm und einer Öffnung von 76mm. Ullrich Dittler

Sonne aktuell: Stagnierende Aktivität

Im Januar und Februar 2017 ist die Sonnenaktivität nach dem tiefen Einbruch im Dezember nur leicht wieder angestiegen und verharrt seitdem auf annähernd gleichem Niveau. Es gab nur neun bzw. zehn neue Fleckengruppen, zudem war im Januar die Sonne an acht Tagen fleckenfrei, im Februar an keinem einzigen. Die deutliche Asynchronität der Aktivität beider Hemisphären hielt ebenfalls weiter an. So war in beiden Monaten die Nordhalbkugel der Sonne abermals deutlich aktiver als der Süden, der im Januar an 26 und im Februar an 21 Tagen ohne Sonnenflecken blieb.

Das Fehlen von Fleckengruppen der beiden höchsten Aktivitätsklassen E und F nach der Waldmeier-Klassifikation und die Tatsache, dass sich die wenigen Aktivitätsgebiete nur zwischen A und D bewegten bzw. als einpolige Flecken der Klasse H und J sichtbar waren, ist ein untrügliches Zeichen für den zu Ende gehenden 24. Sonnenfleckenzyklus. Andererseits gibt es auch jetzt noch immer wieder kurze und heftige Anstiege. Es konnte in der letzten Zeit öfter beobachtet werden, dass sich Gruppen binnen weniger Tage bis zur Klasse D entwickelten und danach fast abrupt in sich zusammenfielen. Außerdem waren in 2017 bisher nie mehr als 4 Gruppen gleichzeitig auf der Sonne zu sehen.

Der ganze Verlauf des aktuellen Fleckenzyklus nährt den Verdacht, dass wir am Anfang einer ganzen Reihe von Zyklen mit niedriger Aktivität stehen, ähnlich dem Maunder-Minimum (1645–1715) oder dem Dalton-Minimum (1790–1830). Daher wird auch damit gerechnet, dass das nächste Fleckenminimum zumindest ähnlich lang und tief sein wird wie das letzte (2008/2009), wo es über Monate hinweg keine oder nur sehr wenige Sonnenflecken zu beobachten gab.

Im H α -Licht war die Aktivität der Sonne nicht ganz so niedrig wie im Weißlicht. Die in Minimumzeiten fast allgegenwärtigen koronalen Löcher sorgten mit den durch sie verursachten geomagnetischen Stürmen der untersten Klassen G1 und G2 für ein wenig Abwechslung im Erdmagnetfeld und für zumeist grünliche Polarlichter in den Polarregionen der Erde. Spektakulär

SURFTIPPS

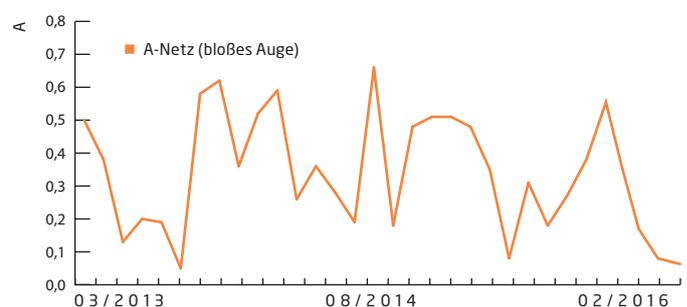
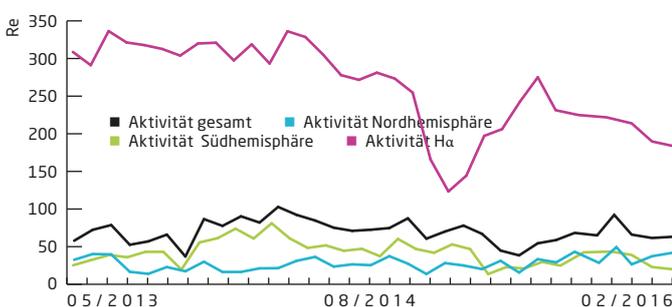
- Rudolf-Wolf-Gesellschaft zur Sonnenbeobachtung
- Tagung der VdS-Fachgruppe Sonne

[🔗 Kurzlink: oc1m.de/a9032](https://oc1m.de/a9032)

wirkten einige eruptierende Protuberanzen wie am 12. Januar oder am 20. und 24. Februar. Die Zahl der Flares ging ebenfalls zurück und die höchsten Klassen M und X wurden nicht mehr erreicht. Dennoch besteht kein Grund, das Sonnenfernrohr jetzt einzumotten und auf bessere Zeiten zu hoffen. Auch bei niedriger Aktivität ist die Sonne ein sehr dynamischer Stern und wenn im Weißlicht nicht viel zu sehen ist, bleibt es im H α -Licht weiter spannend! ▶ Manfred Holl



▲ Abb. 2: Bipolare Sonnenfleckengruppe (AR 12628) im Weißlicht am 22.1.2017, 13:34 MEZ, 1/200s belichtet, 3-Zoll-Refraktor bei 6000mm Brennweite, Solar Continuum Filter. Erich Kopowski



Kometen aktuell: Drei helle Kometen im Frühsommer

Der Komet **C/2015 V2 Johnson** zeigte im Frühjahr eine rund 3' große Koma mit einem kleinen Staubschweif und war lange Zeit im Sternbild Herkules zirkumpolar. Er ist im Juni schon bei Einbruch der Nacht günstig zu beobachten und wandert vom Sternbild Bärenhüter kommend in die Jungfrau und anschließend weiter in die Wasserschlange. In der ersten Juniwoche erreicht der Schweifstern mit 6,^m5 seine größtmögliche Helligkeit und kann dann sogar sehr leicht in Ferngläsern aufgefunden werden. Leider wird der fast volle Mond in dieser Zeit die Beobachtung stören. Im Laufe des Monats Juni steht der Mond schließlich günstiger am Nachthimmel. Gleichzeitig bewegt sich der Komet steil in Richtung Süden und verschwindet dann schon ab der zweiten Juliwoche, von unseren Breiten aus gesehen, unter dem westlichen Horizont.

Der Komet **C/2015 ER61 PanSTARRS** war der Überraschungskomet Anfang April, zeigte er doch einen Helligkeitsausbruch, der ihn in wenigen Tagen zwei Magnituden heller werden ließ, so dass er selbst für kleine Ferngläser als 6,^m5 helles Objekt sichtbar war. Auf Fotos zeigte PanSTARRS eine gut kondensierte und rund 8' große Koma mit langem und dünnen Schweif. Der Komet ist nach wie vor ein Objekt für den späten Morgenhimmel und besitzt nur eine sehr geringe Elongation zur Sonne. Er bewegt sich im Juni durch die Sternbilder Fische und Widder. Von unseren Breiten aus gesehen erreicht er zu Beginn der nautischen Dämmerung nur Höhen von gerade einmal 5 bis maximal 10 Grad und ist somit ein schwieriges Objekt selbst für erfahrene Kometenbeobachter. Erst im Juli verbessern sich die Beobachtungsbedingungen für den Schweifstern ein wenig. Er wandert weiter in Richtung Norden und bewegt sich langsam aus den dichten Horizontschichten heraus. Er überschreitet dann ab Ende



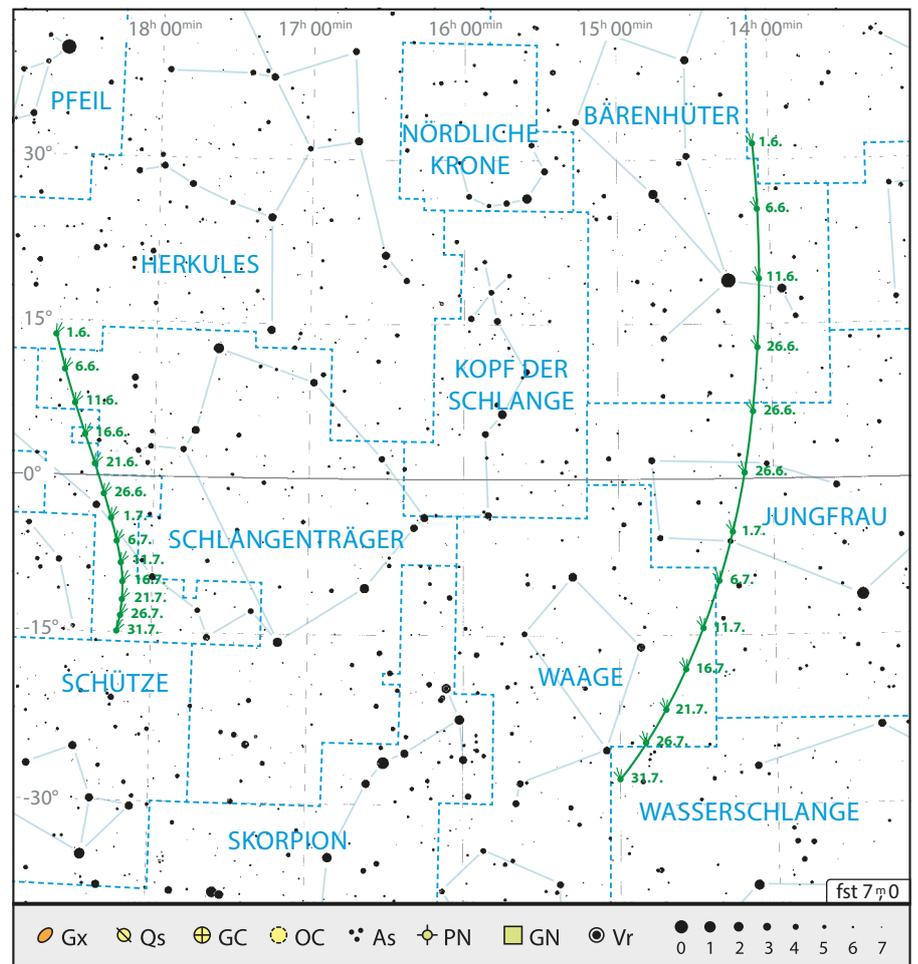
▲ Abb. 1: Komet 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak am 22. März 2017. Frank Meyer

Juli die Grenze zum Sternbild Stier. Gleichzeitig werden die Nächte auch wieder länger. Falls Komet PanSTARRS seine Helligkeitsentwicklung beibehält, kann er ab Mitte Juli noch mit 7,^m5 bis 8^m in kleinen Instrumenten aufgefunden werden.

Der kurzperiodische Komet **41P/Tuttle-Giacobini-Kresak** zog am 1. April 2017 in nur 21 Millionen Kilometern an der Erde vorbei. Trotz seiner Zenitnähe war er unter einem aufgehellten Himmel ein recht schwieriges Objekt, obwohl er eine Helligkeit zwischen 6,^m5 bis 7^m erreichte. Seine nahezu kreisrunde Koma erreichte während seiner Erdnähe Vollmondgröße und war dem-

entsprechend auch sehr diffus. Nun entfernt sich 41P wieder weiter von Erde und Sonne, so dass sich seine kleiner werdende Koma vom Himmels-hintergrund deutlich besser abhebt. Im Juni und Juli zieht der Schweifstern durch die westlichen Bereiche der Sommermilchstraße. In dieser Zeit nimmt die Helligkeit von anfangs 7,^m5 auf 11,^m5 weiter ab. Der Komet ist am besten in den Stunden um Mitternacht zu beobachten, wenn das Mondlicht nicht stört. Im Juni steht er noch gut 50 bis 40 Grad hoch über dem Südhorizont. Im Juli verschlechtern sich die Beobachtungsbedingungen.

► Andreas Schnabel



▲ Abb. 2: Aufsuchkarte für 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak und C/2015 V2 (Johnson)

SURFTIPPS

- Weitere Informationen zu den genannten Kometen

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a9033

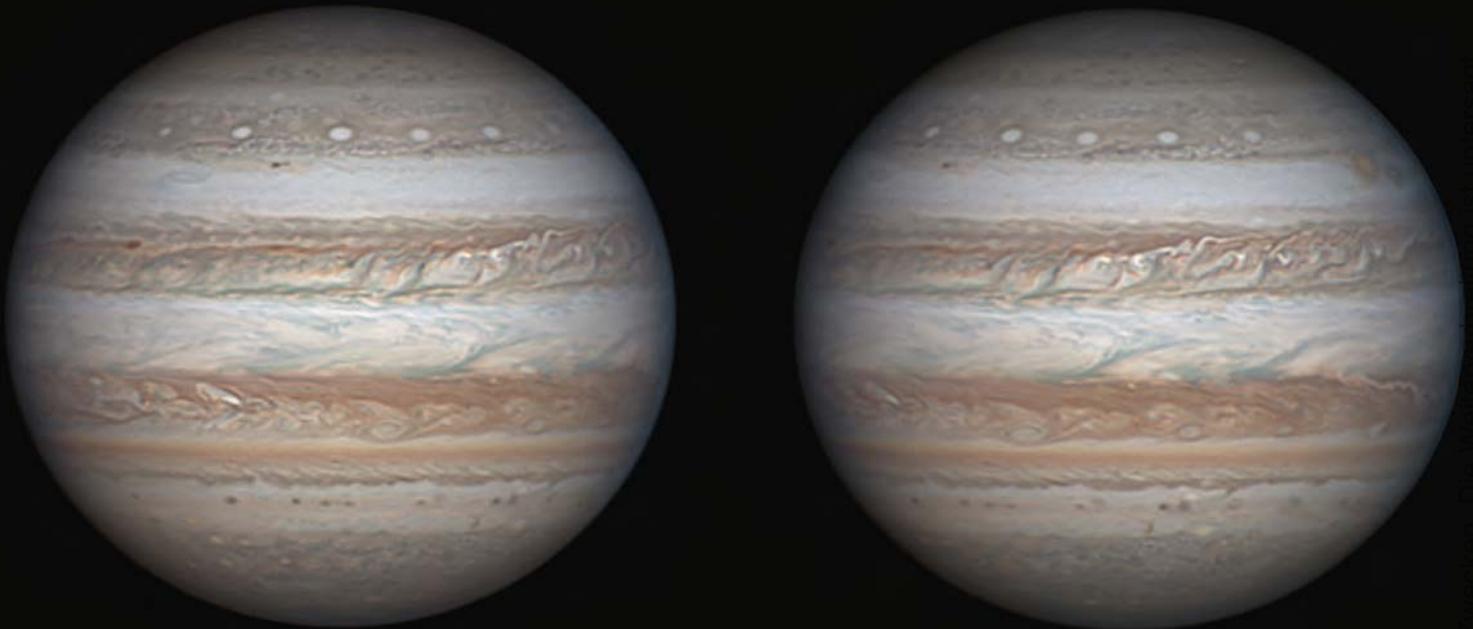
Kometen im Juni/Juli 2017					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erw. Helligkeit
C/2015 V2 Johnson	3.11.2015	12.6.2017 (1,64AE)	4.6.2017 (0,81AE)	Februar 2017 bis Juli 2017	6,5 ^m bis 7,5 ^m
C/2015 ER61 PanSTARRS	14.3.2015	9.5.2017 (1,04AE)	19.4.2017 (0,18AE)	April 2017 bis August 2017	7,5 ^m bis 8,5 ^m
41P/Tuttle-Giacobini-Kresak	3.5.1858	12.4.2017 (1,05AE)	1.4.2017 (0,14AE)	März 2017 bis Juni 2017	7,5 ^m bis 11,5 ^m

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 1: Venus in Unterer Konjunktion zwischen dem 23. und 27.3.2017. *John Sussenbach*

Planeten aktuell: Venus schmal, Jupiter hell



▲ Abb. 2: Jupiter am 25.3.2017. *Tiziano Olivetti*

Venus dominierte den Abendhimmel in den ersten drei Monaten des Jahres wie selten zuvor – ein besonders strahlender Abendstern dank der günstigen Sichtbarkeits-Geometrie im Frühjahr. Innerhalb weniger Tage verschwand sie dann vom abendlichen Firmament; am 25. März fand die Untere Konjunktion statt. Diesmal ließ sich dieses Ereignis besonders gut verfolgen, da unser innerer Nachbarplanet 8° nördlich der Sonne vorbei lief. Am

Taghimmel beobachtet blieb Venus also über die Tage um die Konjunktion beobachtbar – als 60 Bogensekunden große, sehr schmale Sichel.

Dem niederländischen Astrofotografen John Sussenbach gelang eine beeindruckende tägliche Fotoserie dieses Ereignisses. Es zeigt das »Durchschwenken« der Venussichel, da sich so nah an der Sonne die Winkelausrichtung der Sichel schnell ändert. Mir selbst gelang zwei Tage nach der Konjunktion eine visuelle Beobach-

tung: Großartig der Anblick der hauchfeinen Sichel vor dem tiefblauen Taghimmel!

Im Zentrum der Aufmerksamkeit im Juni und Juli stehen **Jupiter** und Saturn. In Jupiters Atmosphäre hat sich im Vergleich zur letzten Ausgabe nicht viel verändert, der Große Rote Fleck befindet sich jetzt bei einer Längenposition von 265° im Rotationssystem II. Der SEB-Ausbruch hat sich wie erwartet ausgedehnt, zu einer sichtbaren Interaktion mit dem Großen Roten Fleck war es zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe noch nicht gekommen.

Saturns Blickfang ist der Ring. Er ist dieses Jahr noch stärker geneigt als letztes Jahr – tatsächlich wird 2017 die Maximalneigung von 27° erreicht. Damit gibt es in diesem Sommer eine besonders gute Gelegenheit, die Ringteile und -teilungen zu beobachten – wenn nur nicht der niedrige Stand des Planeten wäre. Strukturen in der Saturnatmosphäre sind selten kontrastreich, mit Ausnahme der dunklen Äquatorbänder. Ein seltsames Merkmal, das jedoch nur mit großen Öffnungen zu erkennen ist, ist die sechseckige Form der dunklen Polarregion.

► Ronald Stoyan

Chiloscope Team



▲ Abb. 3: Saturn am 18.3.2017, fotografiert von Chile aus. *Damian Peach*

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für Juni/Juli 2017

Sternbild-Streifzüge:
Herkules

Fernglas-Wanderung:
Blasser Riese

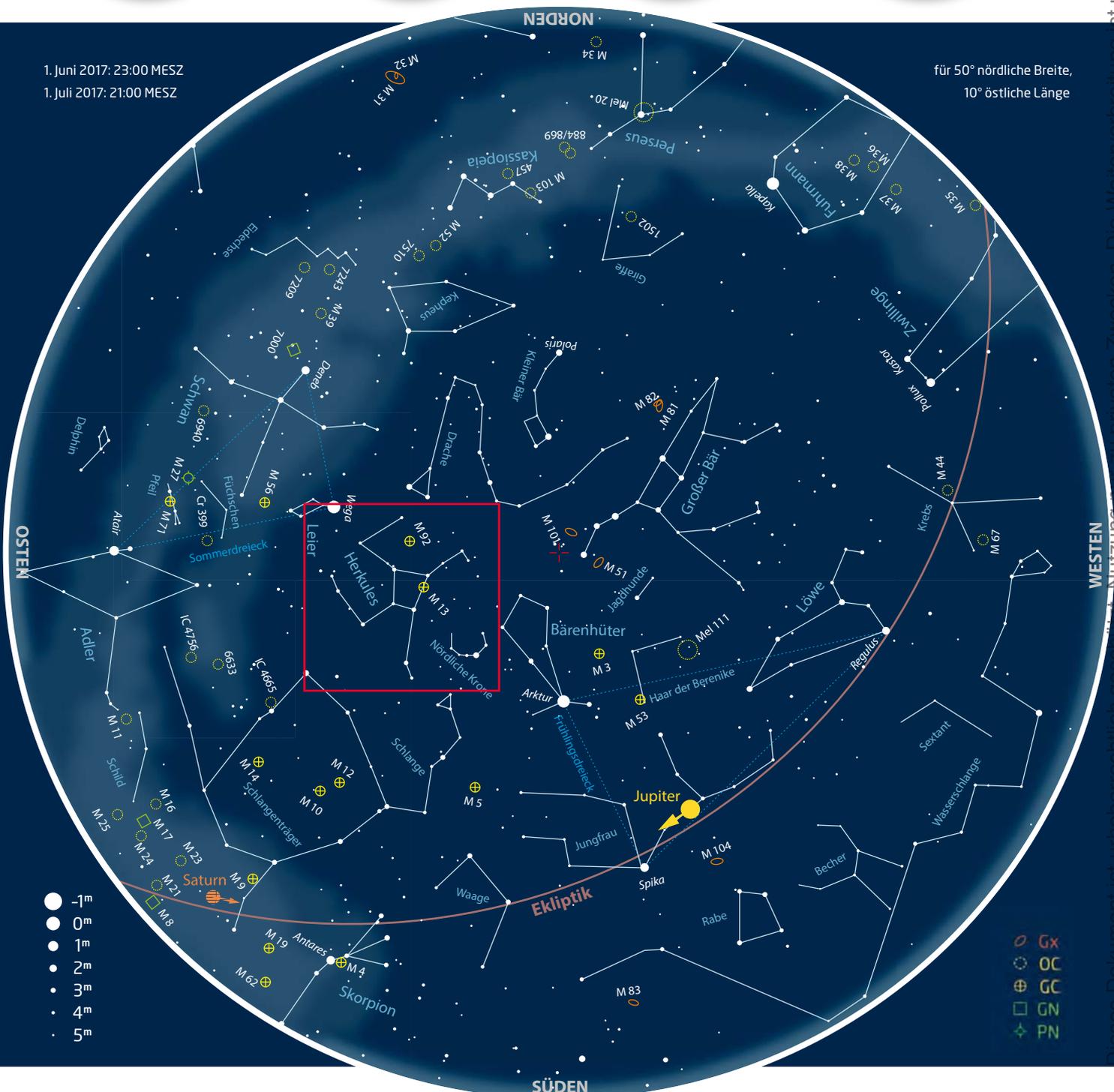
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
Der Herkuleshaufen M 13

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
NGC 6210, die Schildkröte



1. Juni 2017: 23:00 MESZ
1. Juli 2017: 21:00 MESZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



- 1^m
- 0^m
- 1^m
- 2^m
- 3^m
- 4^m
- 5^m

- Gx
- OC
- ⊕ GC
- GN
- ⊕ PN

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck ist zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Sternbild-Streifzüge: Herkules

Die griechische Mythologie ist voller heldenhafter Figuren und ihren Abenteuern: Da sind Perseus, Odysseus oder auch Theseus. Der berühmteste und stärkste Held aber ist zweifellos Herkules. Er war ein uneheliches Kind, das der Göttervater Zeus mit der Sterblichen Alkmene gezeugt hatte. Das machte Hera, die Gemahlin von Zeus, rasend eifersüchtig, so dass sie Herkules ihr gesamtes Leben lang verfolgte.

Der Himmel auf seinen Schultern

Aus Angst vor Heras Rache setzte die Mutter von Herkules ihn direkt nach seiner Geburt aus. Die Schutzgöttin Athene jedoch nahm den Säugling mit zum Olymp, brachte ihn ausgerechnet zur schlafenden Hera und legte ihn an ihre Brust. Herkules sog dabei so stark an der Brust, dass die Göttermutter erwachte und das Kuckuckskind fortstieß, wobei ihre Milch über den ganzen Himmel spritzte. So wurde Herkules dank Heras Milch nicht nur unsterblich, er war sogar unbeabsichtigt mitverantwortlich für die Entstehung der Milchstraße. Herkules



► Abb. 1: Auf historischen Abbildungen sieht man Herkules komplett mit einer Keule in der Hand, dem Fell des Löwen und den gestohlenen goldenen Äpfeln dargestellt.

kehrte zu seiner Mutter zurück, Hera ließ zwei Schlangen auf das Kind los, doch der Säugling ergriff beide und erwürgte sie.

Herkules – oder im Griechischen Herakles – wurde vor allem durch seine zwölf legendären Heldentaten bekannt. Für seine elfte Aufga-

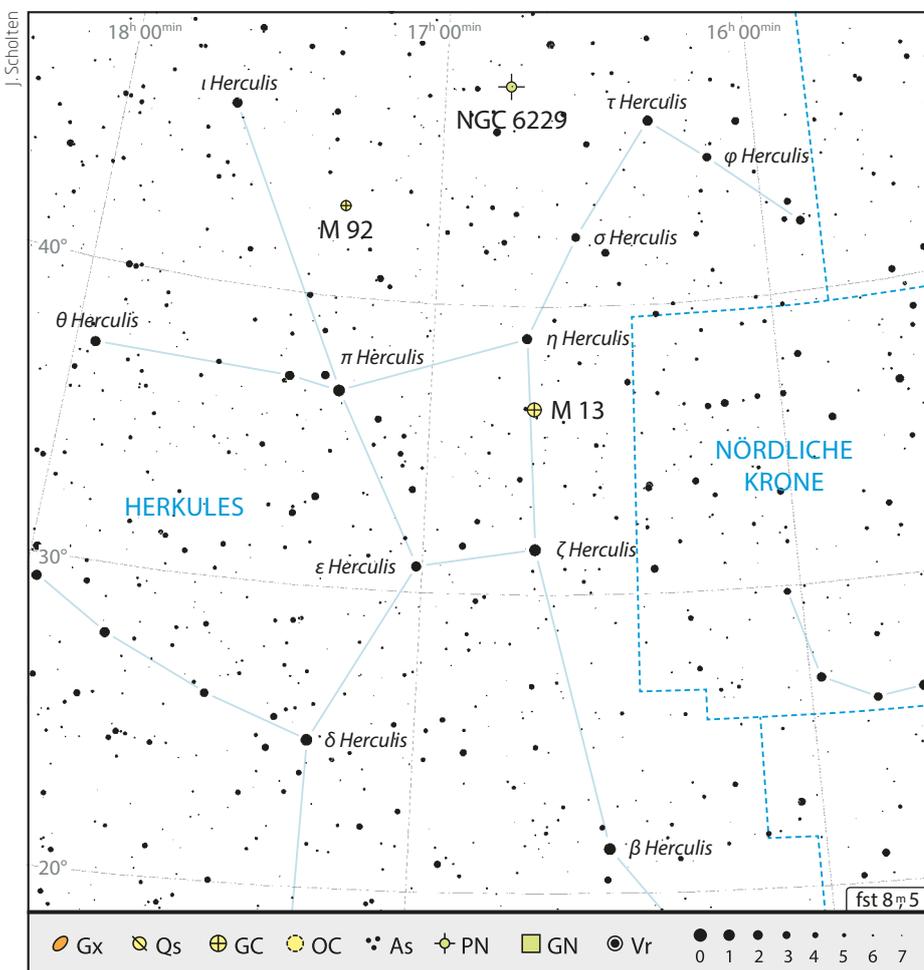
be sollte der Halbgott goldene Äpfel von einem Wunderbaum stehlen, der von einem Drachen bewacht wurde. In einer List überredete er den Titan Atlas, der die Himmelskugel auf seinen Schultern trug, für ihn die Äpfel zu holen. Im Gegenzug erklärte sich Herkules dazu bereit, das Himmelsgewölbe zu stützen, und so ist der stärkste Mann heute nicht nur am Himmel als Sternbild dargestellt, er trug ihn – wenn auch nur kurz – sogar höchstpersönlich auf seinen Schultern.

Held mit vier Ecken

So berühmt auch Herkules und seine Taten sind, so unauffällig ist sein Sternbild. Es ist eine relativ ausdehnte Konstellation, dem Himmelsbeobachter fällt der stärkste Sagenheld allerdings nur als eher kleine geometrische Figur auf. Vier helle Sterne bilden ein leicht schiefes, aber markantes Sternviereck, das sich genau auf der Verbindungslinie der Sterne Arktur und Wega befindet.

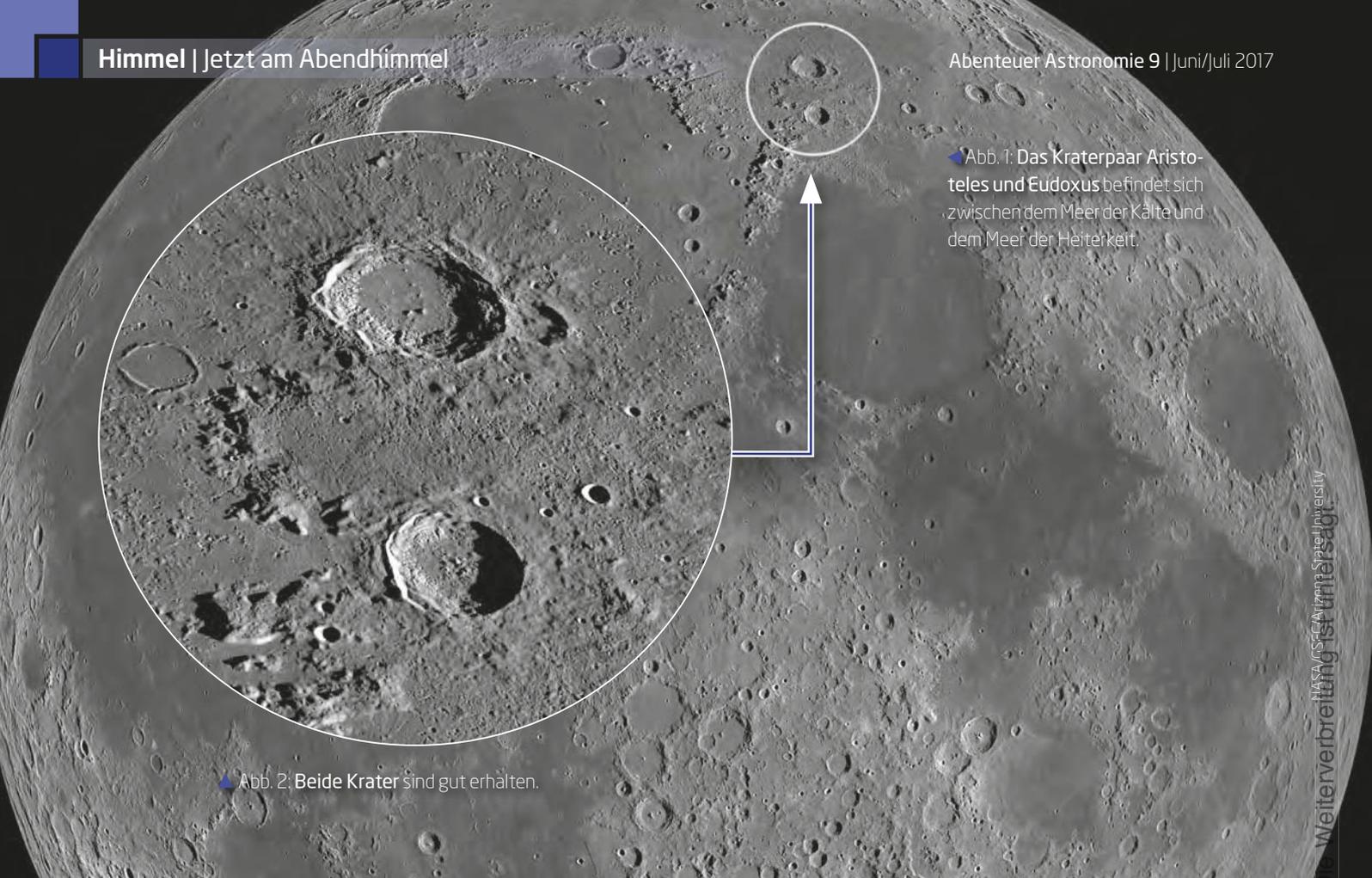
Das Herkules-Viereck ist auch die Heimat des schönsten Kugelsternhaufens der Nordhalbkugel: M 13. Mit einer Helligkeit von 5^m,8 ist er schon für das bloße Auge erreichbar, im Fernglas wird ein sechs Bogenminuten großer Nebelfleck sichtbar – das gesammelte Licht von zehntausenden uralten Riesensternen. Mit einem 100mm-Teleskop sind schließlich die ersten Einzelsterne fassbar und mit noch mehr Öffnung und Vergrößerung entfaltet sich die eindrucksvolle Pracht des Sternhaufens. M 92 und NGC 6229 sind weitere Kugelsternhaufen im Herkules.

► Nico Schmidt



▲ Abb. 2: Übersichtskarte des Sternbilds Herkules mit den Beobachtungsempfehlungen.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 2: Beide Krater sind gut erhalten.

▶ Abb. 1: Das Kraterpaar Aristoteles und Eudoxus befindet sich zwischen dem Meer der Kälte und dem Meer der Heiterkeit.

Mond-Spaziergang: Stippvisite bei den Philosophen

Bei einem Mondalter von sechs Tagen nach Neumond dominieren zwei auffällige Einschläge das Gebiet zwischen Mare Frigoris (Meer der Kälte) im Norden und Mare Serenitatis (Meer der Heiterkeit) im Süden. Die beiden griechischen Philosophen Aristoteles und Eudoxus sind die Namenspaten des attraktiven Kraterpaares und bei dieser Beleuchtungssituation ziehen die Einschläge den Blick geradezu auf sich.

Typisch Ringgebirge

Aristoteles ist ein typisches Ringgebirge und dem Prototypen dieser Kraterklasse Copernicus (vgl. Abenteuer Astronomie Ausgabe 1) sehr ähnlich. Auch seine Größe von 87km und seine Tiefe von 3500m entsprechen in etwa den Ausmaßen von Copernicus. Anders als bei diesem fehlt jedoch ein ausgeprägtes Zentralgebirge und so ragen nur zwei kleine Gipfelspitzen aus dem mit Lava überfluteten Kratergrund. Der 30km große Krater Mitchell liegt direkt am östlichen Wall von Aristoteles, so dass die beiden Einschläge ein weiteres bemerkenswertes Pärchen bilden. Bei genauer Beobachtung wird deutlich, dass der kleinere Krater Mitchell vom größeren Aristoteles überlagert ist. Die charakteristischen terrassenförmigen Stufen sind am Ostwall von Aristoteles erkennbar, während die

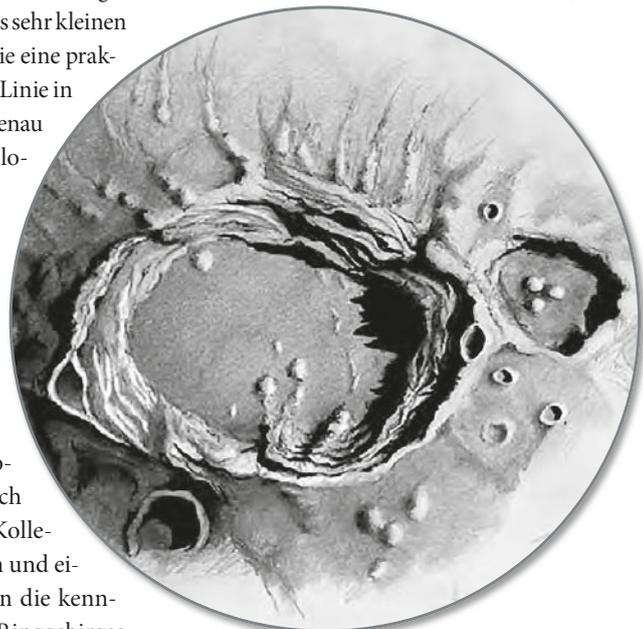
Westseite steiler in den Krater fällt und weniger strukturiert erscheint. Beim genaueren Blick in die direkte Umgebung des Ringgebirges zeigen sich etliche radial angeordnete Furchen aus Impaktmaterial, hauptsächlich in Richtung des Mare Frigoris. Dort kann bei ruhiger Luft eine filigrane Kraterkette aus sehr kleinen Einschlägen gesichtet werden, die eine praktisch ununterbrochene schmale Linie in Richtung Nordwesten bilden, genau auf die Überreste eines namenlosen Geisterkraters zu.

Hügel statt Berge

Etwa 100km südlich von Aristoteles gelegen findet sich mitten in einer von kleinen Hügeln und Bergen geprägten Hochlandregion das 67km große Ringgebirge Eudoxus. Auch dieser Krater zeigt wie sein »Kollege« Aristoteles mit Wallhängen und einem weitgehend ebenen Boden die kennzeichnenden Merkmale eines Ringgebirges. Aber auch hier fehlt ein ausgeprägtes Zentralgebirge. Stattdessen findet sich im Zentrum eine dichte Ansammlung von Hügeln unterschiedlicher Größe. Der Untergrund dieser Hochlandregion besteht aus Auswurfmate-

rial des Mare Imbrium (Regenmeer). Möglicherweise verhinderte dieses weniger dichte Gestein ein starkes Zurückfedern des Bodens nach dem Einschlag und damit die Entstehung eines hohen Zentralgebirges.

▶ Lambert Spix



▲ Abb. 3: Zeichnung von Aristoteles und Mitchell durch ein Teleskop mit 400mm Öffnung, Vergrößerung 385x. In einem Teleskop mit dieser Öffnung zeigen beide Krater enorm viele Details. Serge Viellard

► Abb. 1: Auflösen lässt sich M13 im Fernglas noch nicht, trotzdem kann er schon als Kugelsternhaufen identifiziert werden. Marcus Degenkolbe

Fernglas-Wanderung: Blasser Riese

Obwohl die Sagengestalt Herkules für seine Kraft bekannt war, so bleibt sein himmlisches Pendant eher unauffällig. Trotz der großen Fläche, die das Sternbild einnimmt, sticht lediglich dessen trapezförmiges Zentrum ins Auge. Zum Glück tummeln sich in dessen Nähe einige Stationen unserer Tour.

Ungleiche Geschwister

Schon freizügig zu sehen und aufgrund seiner leichten Auffindbarkeit zwischen den westlichen Sternen des Trapezes der vielleicht populärste Kugelsternhaufen des Nordhimmels ist Messier 13. Im Fernglas zeigt er sich als deutlich flächiger kreisrunder Ball. Leider reicht die Vergrößerung noch nicht zur Auflösung von Einzelsternen, doch wirkt er schon bei 10-facher Vergrößerung am Rand leicht krisselig.

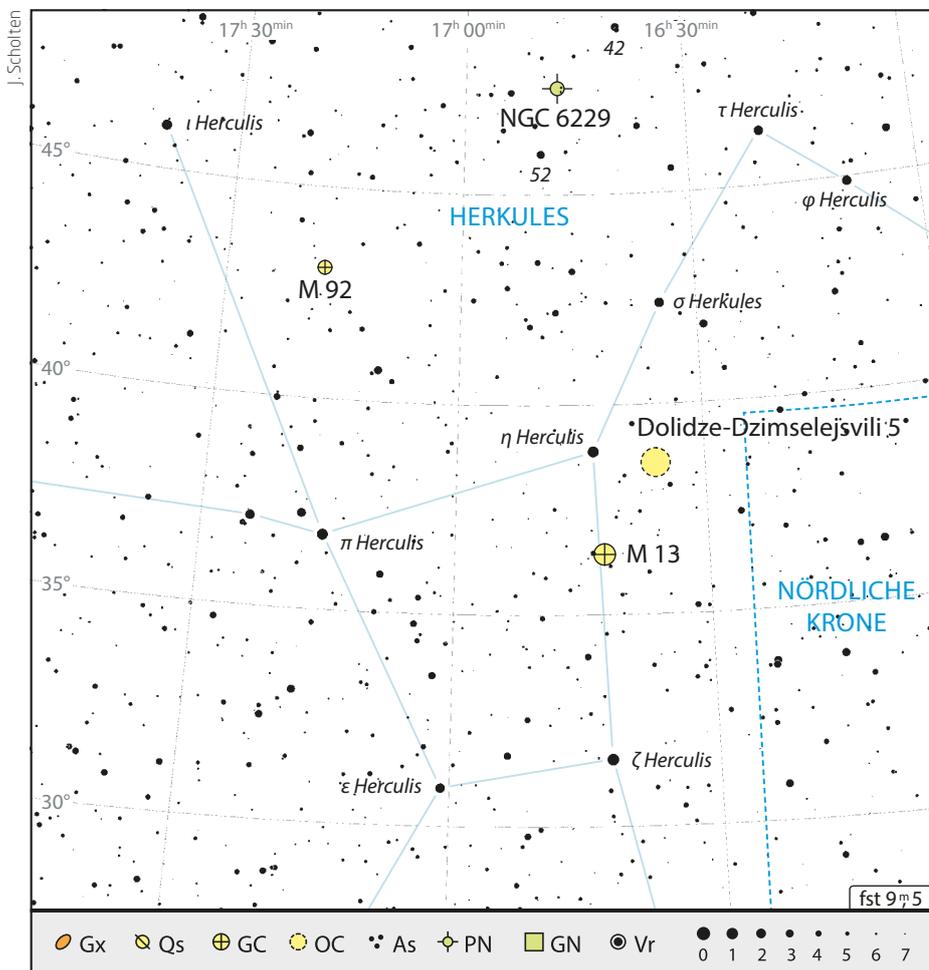
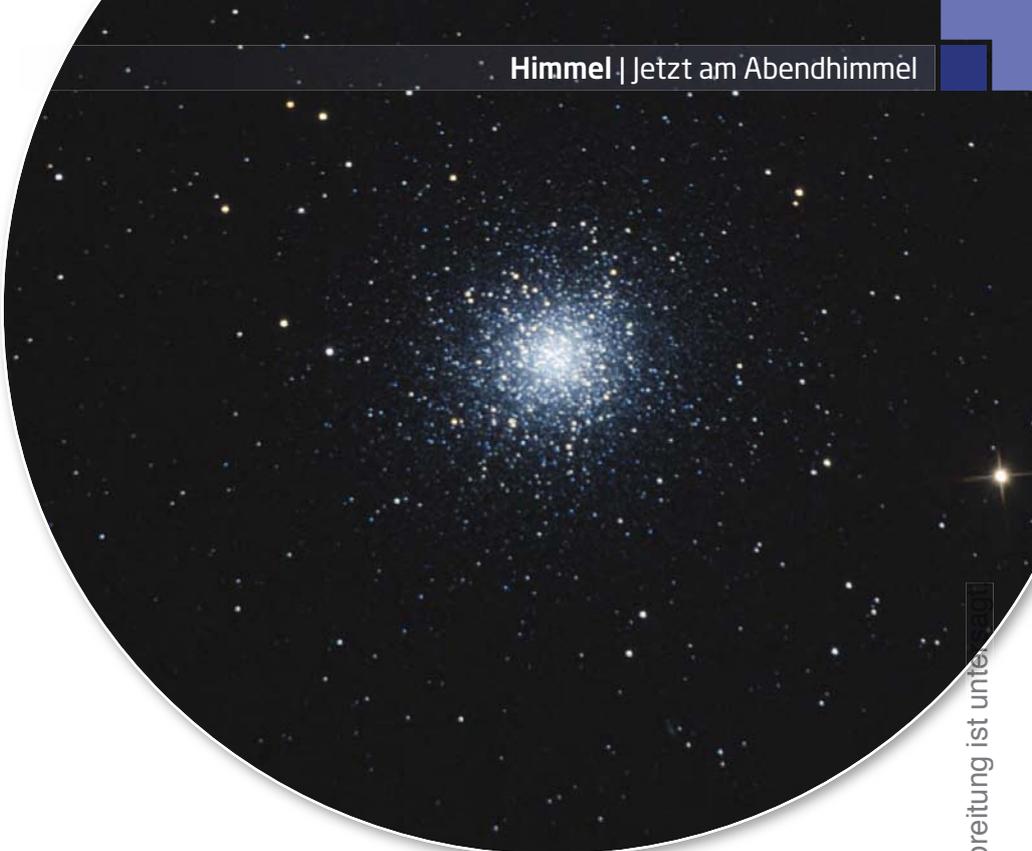
Von M 13 im wahrsten Sinne überstrahlt wird Messier 92. Auch dieser Kugelsternhaufen kann schon freizügig detektiert werden, wenn auch nur unter hervorragenden Bedingungen. Auch muss man sich etwas bemühen, um ihn zwischen den Sternen π und τ Herculi zu finden, denn bei 8-facher Vergrößerung

erscheint er zwar sehr hell, aber noch fast punktförmig. Erst bei 10 \times wirkt er deutlich flächig, wenn auch viel kleiner als M 13.

Kleiner Bruder und Zungenbrecher

Neben den beiden Messier-Objekten befindet sich noch ein dritter mit größeren Ferngläsern wie einem 10 \times 50 erreichbarer Kugelsternhaufen im Herkules, wenn auch ein ganz schwerer: NGC 6229. Hoch oben im Norden des Sternbildes zwischen den Sternen 42 und 52 Herculi findet sich ein schwaches »Sternchen«, das bei genauem Hinsehen leicht ausgefranst wirkt. Beim Aufsuchen hilft ein Duo hellerer Sterne leicht westlich.

Es gibt Objekte, die einen unspektakulären Anblick bieten, aber etwas Besonderes darstellen. Der offene Sternhaufen Dolidze-Dzimselejsvili 5 gehört schon aufgrund seines Namens dazu. Der Katalog der beiden georgischen Astronomen umfasst ganze elf Sternhaufen, die alle schon in Auflösung begriffen sind und schon deshalb eigentlich keine besonders attraktiven Ziele sind. So auch DoDz5, den man auf der Mitte der gedachten Linie zwischen η und 25 Herculi findet; auch M13 bleibt im gleichen Gesichtsfeld eines Fernglases. Wendet man indirektes Sehen an, erkennt man ein Konglomerat schwacher Sternchen im Umkreis von etwa 20', aus dem 1-2 hellere direkt aufblitzen. Kein leichtes Ziel, aber ein exotisches – und dazu eines für uns Fernglasbeobachter.



► Abb. 2: Weite Wege muss man gehen, um die Objekte dieser Wanderung zu besuchen.

► Kay Hempel

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 1: Der Kugelsternhaufen M 13 ist auch für Stadtbeobachter ein lohnendes Objekt. Michael Breite, Stefan Heutz und Wolfgang Ries

▲ Abb. 2: Zeichnung des Kugelhaufens M 13. Oliver Stein

Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Der Herkuleshaufen M 13

Kugelsternhaufen genießen unter Stadt-
astronomen nicht unbedingt den Ruf,
spektakuläre Beobachtungsergebnisse zu
bieten. Zumeist können sie nur als verschwom-
mene Wölkchen wahrgenommen werden, die
Entdeckung näherer Details bleibt in der Regel
Landbeobachtern vorbehalten. Doch es gibt Aus-
nahmen. Bereits die Beobachtung von M 3, der
im letzten Heft vorgestellt wurde, lässt erahnen,
welch unermesslichen Sternreichtum Kugelstern-
haufen aufweisen. Noch interessanter ist M 13, der
5^m3 helle sogenannte Herkuleshaufen im Stern-
bild Herkules – aus Sicht der Stadtbeobachter si-
cherlich das schönste Objekt seiner Art.

»Nebel ohne Sterne«

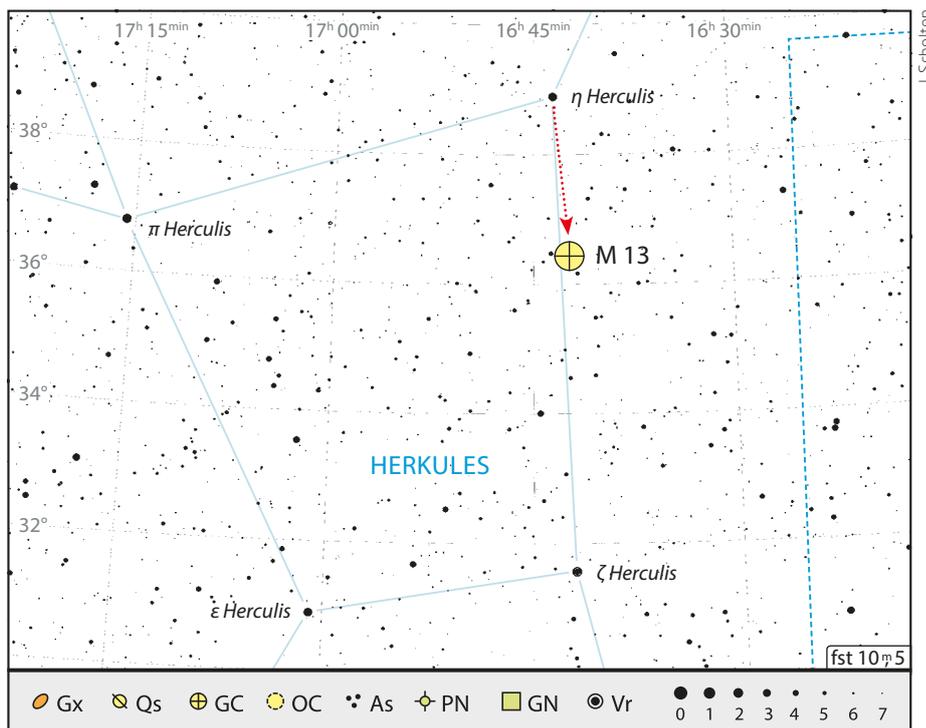
Bereits die Suche nach M 13 verläuft proble-
mlos, da der Haufen nur 2,5° südlich von η Her,
dem nordwestlich gelegenen Eckstern des mar-
kanten Herkulesvierecks liegt. Von hier aus ge-
nügt ein kurzer Schwenk in Richtung Süden, bis
im Gesichtsfeld ein recht auffälliges, weil an ein
»Geo-Dreieck« erinnerndes Sterntrio erscheint.
Der nordwestliche »Stern« des Dreiecks verliert
bereits bei geringer Vergrößerung seinen stella-
ren Charakter und entpuppt sich bereits bei ei-
ner Vergrößerung von 15× als ein kleines Nebel-
scheibchen. Daran ändert sich wenig, wenn man
durch ein Teleskop mit geringerer Öffnung blickt.
Ähnlich muss wohl auch Messier die Nr. 13 sei-
nes Katalogs wahrgenommen haben. Am 1. Juni
1764 notierte er: »Nebel ohne Sterne«. Entdeckt
hat diesen Nebel allerdings nicht der französi-
sche Kometenjäger, sondern fünfzig Jahre frö-
her Sir Edmond Halley, der englische Astronom,
der nach dem Tode von John Flamsteed im Jah-
re 1719 dessen Nachfolger an der Sternwarte in
Greenwich wurde.

Klassisches City-Objekt

Ganz anders, wenn man M 13 mit ei-
ner größeren Öffnung beobachtet. Im
8-Zoll-Spiegelteleskop zeigt sich der Haufen
bei 50× als ein »satter Fleck« mit einem leicht
»ausgefranst« Außenhalo. Mit der Technik
des indirekten Sehens kann in diesem Be-
reich sogar eine leichte Granulation, also die
Auflösung des Nebels in einzelne Lichtpunk-
te gelingen. Dieser Eindruck verfestigt sich
bei Vergrößerungen um 160×. Nordwestlich
vom Haufen liegende Sterne können als Fo-
kussierhilfe dienen: Wenn man sie scharf ein-
stellt, flackern auch im inneren Bereich des
Haufens immer mal wieder Punkte auf, die

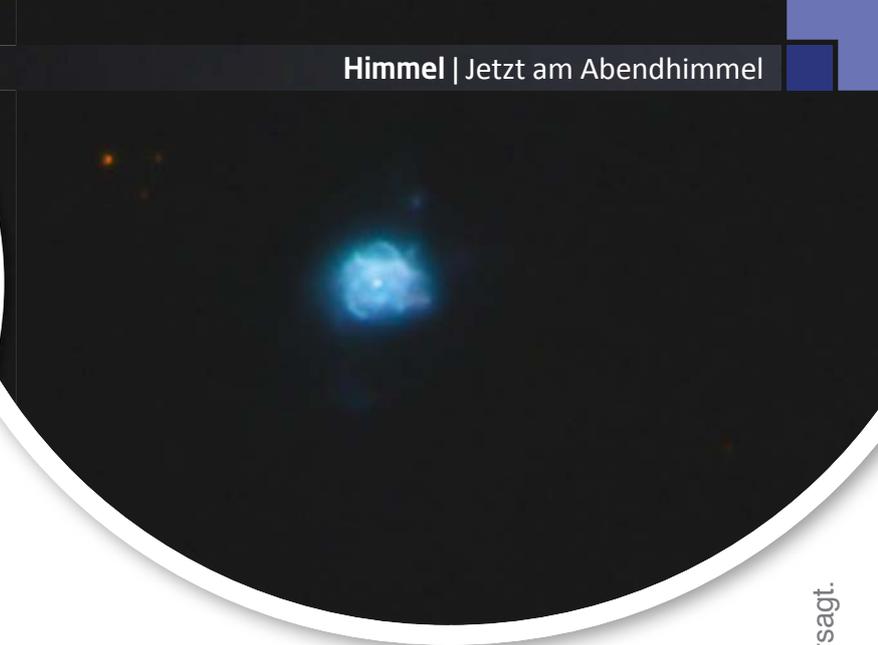
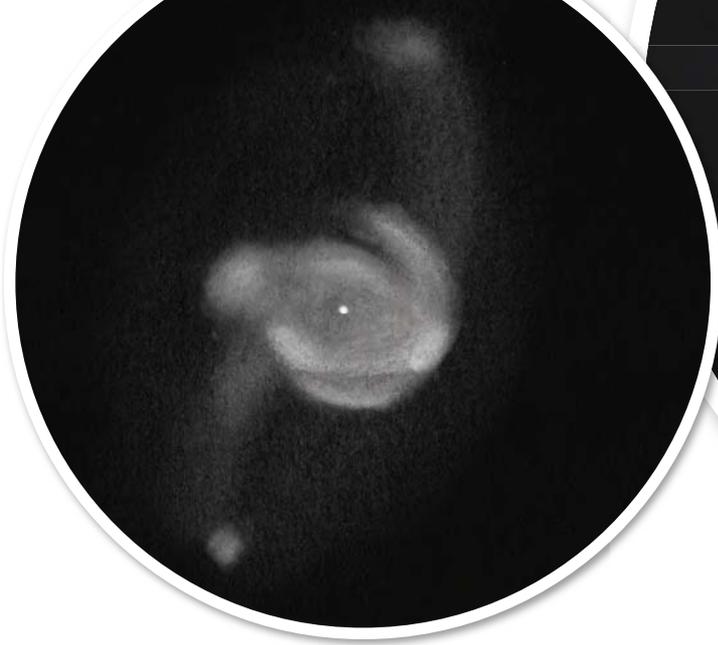
das Licht einzelner Sterne wiedergeben. Da-
bei verträgt M 13 noch stärkere Vergröße-
rungen. Der Verfasser ist sogar bis 285× ge-
gangen, mit etwas Geduld hat man dann das
Gefühl, man sei ganz tief in das Lichtermeer
des Haufens eingedrungen, das aus rund ei-
ner Million Sterne bestehen soll.

Fazit: M 13 ist ein klassisches City-Objekt.
Schnell auffindbar und so lichtstark, dass be-
reits mit kleinen Teleskopen gute Beobach-
tungsergebnisse erzielt werden. Seine ganze
Pracht entfaltet der Kugelsternhaufen aller-
dings erst bei hohen Vergrößerungen. M 13
ist ein Beleg dafür, dass sich manchmal auch
für Stadtastronomen große Instrumente loh-
nen können. ▶ Karl-Peter Julius



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte für M 13.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 1: Zeichnung von NGC 6210 mit einem 66cm-Newton-Teleskop bei 837-facher Vergrößerung. Uwe Glahn

▲ Abb. 2: Der Planetarische Nebel NGC 6210 im Sternbild Herkules aufgenommen mit einem 9¼-Zoll-Celestron mit 2× Telekonverter. Carsten Dosche

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: NGC 6210, die Schildkröte

NGC 6210 ist ein sehr kleiner (0,3'×0,3'), aber recht heller (8^m,8) Planetarischer Nebel im Sternbild Herkules. Er wurde im Jahre 1825 vom deutschen Astronomen Friedrich Georg Wilhelm Struve entdeckt. Seine Entfernung wird auf etwa 6200 Lichtjahre geschätzt, bei einer Ausdehnung von ungefähr 0,5 Lichtjahren. Mit einem Alter von ca. 2.000 Jahren ist er ein recht junger Planetarischer Nebel. Er besitzt vielfältige Hüllenstrukturen und Jets. Teleskope zeigen eine blaugüne Färbung, bedingt durch die hohe Flächenhelligkeit des Nebels. Hohe Vergrößerungen sind dadurch ideal. Zum Aufsuchen schwenkt man ein Fernglas oder Teleskop von β Herculis aus 4° in Richtung Nord-Os-



▲ Abb. 3: NGC 6210 in einer Aufnahme des Weltraumteleskops Hubble.

ESA/Hubble und NASA

ten. Der Nebel liegt bei drei hellen Sternen, die zur Identifizierung genutzt werden können.

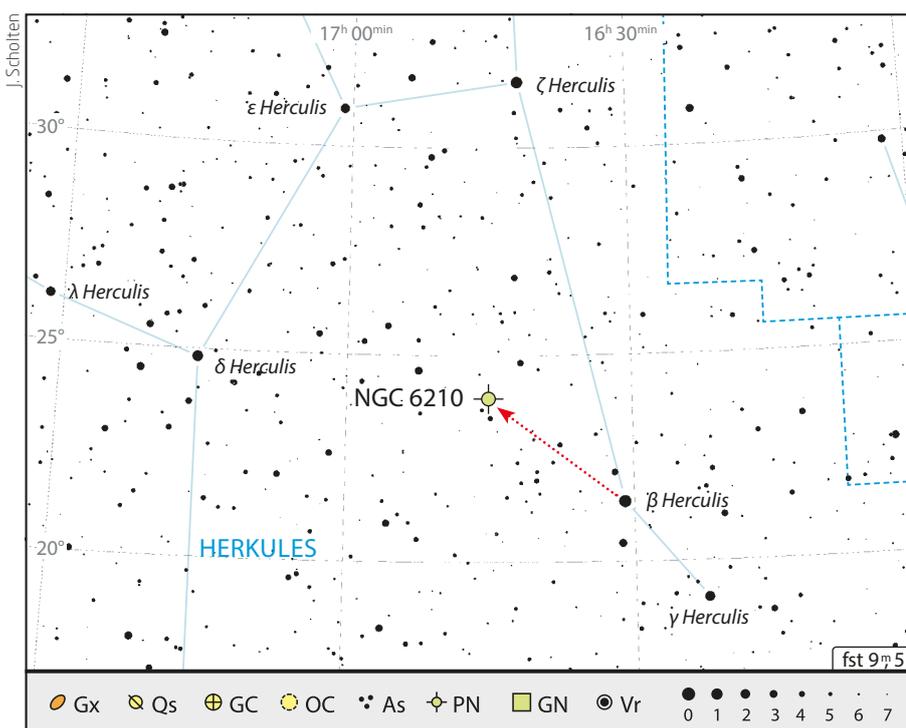
Leuchtend blaugrün

Bereits im Fernglas erscheint der Nebel als schwacher 9^m Stern. In Teleskopen mit 10cm Öffnung und Vergrößerung unter 50-fach bekommt der stellare Anblick eine leuchtende blaugüne Färbung. Bei 80- bis 100-facher Vergrößerung erscheint ein diffuses unregelmäßig geformtes blaugrünes Scheibchen ohne Struktur. Ab etwa 12cm Öffnung und 250-facher Vergrößerung kommen ein helleres Zentrum und eine ringartige kantige Form mit diffusem Saum zum Vorschein. Unter guten Bedingungen sollte in Teleskopen ab 30cm Öffnung die Sichtung des Zentralsterns möglich sein. Noch größere Teleskope ab 40cm Öffnung zeigen auch zwei schwache Ausläufer (Jets) an den Nebelenden.

Schwimmende Wasserschildkröte

Die abgestoßenen Gaswolken leuchten so intensiv bläulich-grün aufgrund der dominierenden Spektrallinien des einfachen (blauen) und doppelten (grün) ionisierenden Sauerstoffs. Hochauflösende Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble zeigen den Zentralstern wie er vier Jets aus sehr heißem Gas in die ältere und damit kühlere Gashülle ausstößt. Da der Nebel oval ist und die vier Jets wie kleine Füßchen aus der Gashülle herausragen, sieht der Nebel wie eine schwimmende Wasserschildkröte aus. Das hat NGC 6210 den Spitznamen »Schildkröte« und im englischen Sprachraum »Turtle in Space« eingebracht.

► Michael Feiler



▲ Abb. 4: Aufsuchkarte für NGC 6210 im Sternbild Herkules.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

DUNKLE INSEL IM LICHTERMEER

Zu Besuch im Sternenpark Eifel

Zahlreiche Ballungszentren machen es Sternfreunden im Westen Deutschlands nicht leicht, einen dunklen Beobachtungsplatz für ihr Hobby zu finden. Der Nationalpark Eifel bietet sich als Refugium des ungestörten Nachthimmels an: Seit 2014 ist die Region als Sternenpark der International Dark-Sky Association vorläufig anerkannt. Nachtschwärmer können den Sternenpark für individuelle Beobachtungen nutzen oder auch Sternführungen buchen.

Der Nationalpark Eifel, rund 70 Autokilometer südwestlich von Köln gelegen, wurde 2004 gegründet und umfasst eine Fläche von ca. 110 Quadratkilometern. Das Zentrum des Nationalparks ist die ehemalige Sperrzone auf der Dreiborner Hochfläche oberhalb des Rursees. Dass eine solche Fläche im dicht besiedelten Nordrhein-Westfalen zur Verfügung stand, ist im Grunde eine Spätfolge des Zweiten Weltkrieges, wie sich auf dem Vogelsang-Gelände ablesen lässt. Dort ist auf dem Areal einer ehemaligen Kaderschmiede der Nationalso-

zialisten nach aufwändigen Sanierungs- und Umbauten das Dokumentations- und Ausstellungszentrum Vogelsang IP entstanden. Das Kürzel IP steht für Internationaler Platz.

Wechselvolle Geschichte

Die von den NS-Machthabern als »Ordensburg« glorifizierte Anlage wurde ab 1934 erbaut. 1945 besetzte die US-Armee das Gelände, die Briten nutzten die 3000 Hektar des »Camp Vogelsang« ab 1946, die Belgier seit 1950 als Truppenübungsplatz.

2005 wurde die militärische Nutzung des NATO-Standortes, aufgegeben. Das ehemalige Kasernengelände wird flächenmäßig nicht zum Nationalpark gezählt. 2016 fand die Eröffnung der neu gestalteten Ausstellungs- und Gastronomiegebäude statt. Es bietet auch Räumlichkeiten für Vorträge und eine benachbarte Ausstellung zum Thema Lichtverschmutzung. Außerdem gibt es eine Natursternwarte mit mehreren Sternwartenteleskopen, auf der ca. 80 Sternführungen pro Jahr für die breite Öffentlichkeit angeboten werden.

◀ Abb. 1: Spektakulärer Anblick:
Die Milchstraße über der Eifel.
Florian Finke

Ein Sternenpark mit leuchtender Nachbarschaft

Bereits 2006 hatten Monschauer und Aachener Sternfreunde um Jan Hattenbach die Idee zu einem Sternenpark und kontaktierten Andreas Hänel, den Leiter der VdS-Fachgruppe Dark Sky. Er führt im gleichen Jahr erste Messungen durch. Der Kölner Astronomievermittler Harald Bardenhagen setzt sich seit 2010 dafür ein, den Nationalpark als Sternenpark zu zertifizieren. In einem Projekt des Naturpark Nordeifel e.V. soll der bestehende

Sternenpark (Dark Sky Park) zu einer Sternenregion (Dark Sky Reserve) weiterentwickelt werden. Dabei wird versucht, insgesamt etwa 25 Städte und Gemeinden um den Nationalpark herum für den Schutz der natürlichen Nacht zu gewinnen und in die Planungen zum Thema Beleuchtung einzubeziehen. Teilweise trägt die Sensibilisierung Früchte, etwa wenn es um die Lichter auf Vogelsang selbst und kommunale Straßen- oder Gewerbebeleuchtung geht. Allerdings scheint angesichts der kommerziellen und privaten Lichterflut das Bewusstsein für das Thema noch

nicht überall verankert. Hier sind noch dicke Bretter zu bohren.

Was die geografische Lage des Sternenparks betrifft, so rahmen die Haupt-Lichtverschmutzer – größere Städte und Industriegebiete – die Eifelregion in einem Bogen von West über Nord nach Osten ein. Der Abstand zu den Innenstädten von Köln im Nordosten und Bonn im Osten beträgt in gerader Linie jeweils 50km. Das nordwestlich gelegene Aachen ist knapp 30km, das belgische Eupen 25km Luftlinie entfernt, ebenso Düren im Norden. Nach Süden erstreckt sich die naturreiche und überwiegend

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

dunkle Eifel. Die nächste größere Stadt im Süden ist das 95km entfernte Trier. Klimatisch ist die Nordeifel von Westwinden geprägt. Die Winter sind relativ mild, die Sommer niederschlagsreich, mit einem erstaunlichen Gefälle innerhalb des relativ kleinen Parks: Der Südwesten ist deutlich nasser als der Nordosten, was der Topografie geschuldet ist – die feuchten Atlantikwolken regnen tendenziell an den westlichen Hängen ab.

Anfahrt

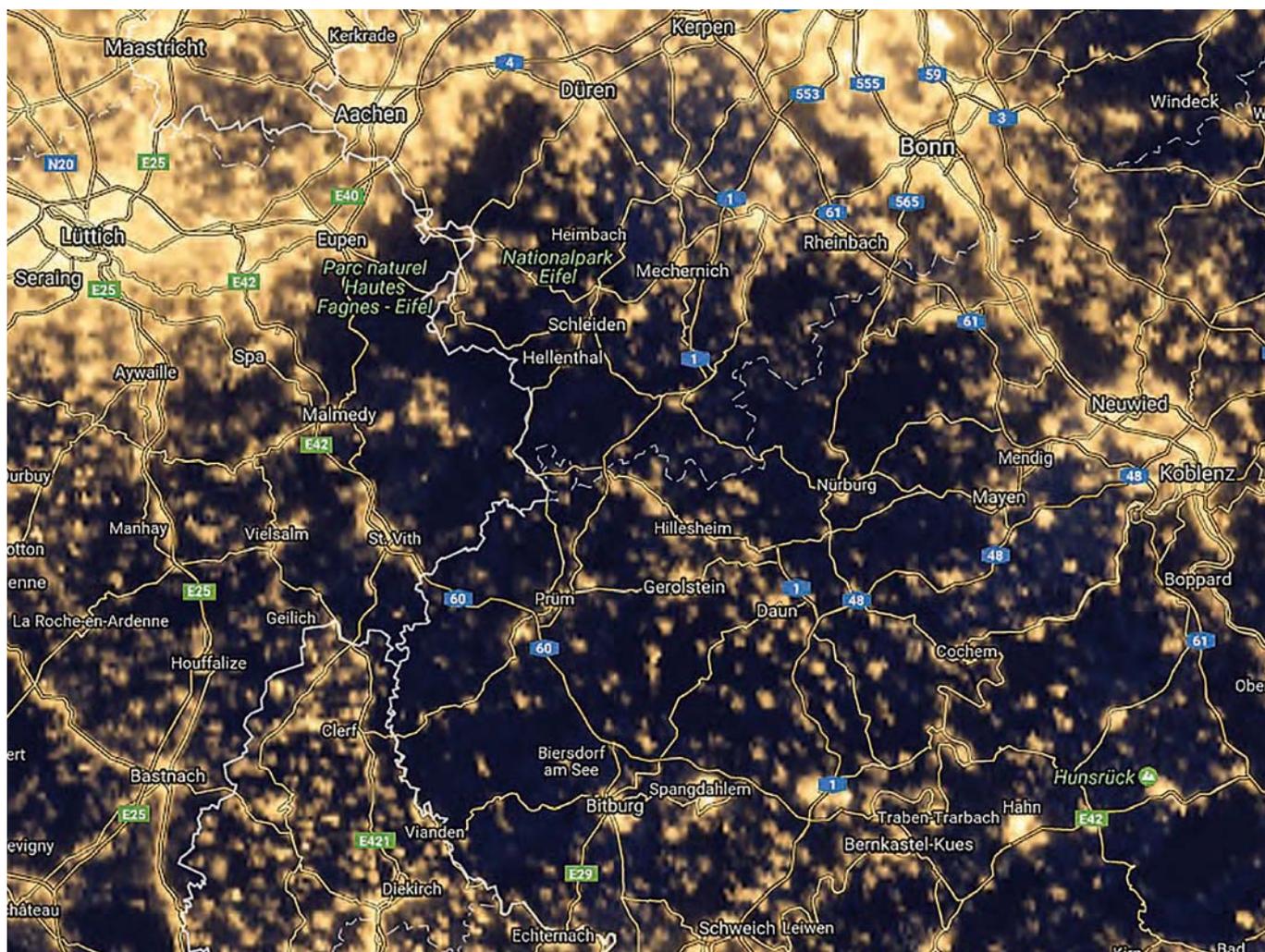
Die von Harald Bardenhagen betriebene Sternwarte befindet sich auf dem Internationalen Platz Vogelsang an der Bundesstraße 266 zwischen Schleiden-Gemünd und Simmerath-Einruhr an der B 266. Man fährt bis zum Kreisverkehr auf der Hochebene und parkt am besten auf dem unmittelbar südlich angrenzenden und kostenlosen Parkplatz Walberhof. Von dort geht man noch ca. 450m über den Kreisel hinweg auf der linken Seite entlang der mehrspurigen Zufahrtsstraße bis zur Wiese mit dem Sternwarten-Container. Die Sternwarte hat die Koordinaten 50°34'03.91"N 6°26'08.20"O und

liegt 509m über dem Meeresspiegel. Parken auf dem bewachten Sternwartengelände ist nur in Ausnahmefällen gestattet. Wer mit dem Auto auf das Vogelsang-Gelände fahren möchte, muss ein Parkticket (4€/Tag – 30 Minuten frei) an der Einfahrtschranke ziehen und das Auto fast 2km weiter auf dem Parkplatz am Kulturkino abstellen. Das ist für Besucher empfehlenswert, die vor der abendlichen Himmelsbeobachtung das dortige Ausstellungs- und Einkehrangebot nutzen wollen.

Die Sternwarte Vogelsang ist auch mit öffentlichem Nahverkehr zu erreichen, die Buslinien SB 63 (vor- und nachmittags ab Aachen) und SB 82 (ab Kall im Stundentakt) fahren die Haltestelle Walberhof an. Die Linie SB 82 gilt als Nationalparkshuttle und ist auf den Zugverkehr Köln-Kall abgestimmt. Wer will, kommt in anderthalb Stunden mit nur einmal Umsteigen vom Kölner Dom nach Vogelsang. Doch in den Abendstunden wird es in der Eifel schnell dürrig mit dem Angebot des ÖPNV, der letzte Bus verlässt Vogelsang schon kurz nach 18 Uhr! Daher sollte für die Rückfahrt ein Taxi vorbestellt werden. Es empfiehlt sich, eine Übernachtung einzuplanen.

Trend Astrotourismus

Einige Astronomiefans nutzen den Sternpark für kurzfristige Beobachtungsaktionen. Nach einer längeren Beobachtungsnacht kann eine Rückfahrt bei starker Müdigkeit zum Risiko werden, zumal stets mit Wildwechsel zu rechnen ist. Eine Übernachtungsoption ist also auch für Besucher sinnvoll, die mit dem eigenen Pkw anreisen. Auf dem Vogelsang-Gelände selbst kann man im Gästehaus »K 13« für 25 € im Doppelzimmer übernachten. Der Trekking-Lagerplatz »Nordstern« in der Nähe der Sternwarte bietet Platz für zwei kleine Zelte. Rund um den Nationalpark haben inzwischen einige Gastgeber den Trend zum Astrotourismus erkannt und bieten ausdrücklich Unterkünfte für Sternfreunde an. Die Website sternpark-nationalpark-eifel.de listet aktuell (Stand März 2017) 14 Hotels, Ferien- und Gästewohnungen sowie den Campingplatz am Rursee als Betriebe auf, die sich speziell an Himmelsbeobachter wenden. Typischerweise werden ein spätes Frühstück, ein später Check-Out, z.T. angepasste Beleuchtung, ein eigener Beobachtungsplatz sowie der Verleih von Decken, Liegen und Rot-



▲ Abb. 2: Satellitendaten zur Lichtverschmutzung zeigen Aufhellung vor allem nördlich der Eifelregion. Der Sternpark befindet sich südlich von Düren bei den Ortschaften Heimbach und Schleiden.

P. Hombach



▲ Abb. 3: Harald Bardenhagen beginnt mit den Messungen der Himmelselligkeit.

licht-Taschenlampen angeboten. Einige Gastgeber werben zudem mit einen Fahrservice und verleihen Ferngläser oder Spektive.

»Rangers in the Night«

Im Rahmen des Astrotourismus werden buchbare Arrangements angeboten. Herzstück sind dabei Harald Bardenhagens zweistündige »Sternenwanderungen«, die er öffentlich anbietet. Außer in den Sommermonaten Juli und August stehen nach Jahreszeit zwischen zwölf (Januar) und zwei derartige Veranstaltungen pro Monat im Kalender. Neben klassischen Sternführungen an neumondnahen Wochenenden gibt es auch Termine bei Mondschein. Die Teilnahme kostet 15€ für Erwachsene und 7,50€ für Kinder und Jugendliche (Kinder bis 12 Jahren in Begleitung eines zahlenden Erwachsenen frei). Die Angebote sind naturgemäß witterungsabhängig. Angemeldete Personen werden kurzfristig telefonisch und per Mail bis spätestens drei Stunden vor Veranstaltungsbeginn darüber informiert, wenn eine Beobachtung wetterbedingt abgesagt werden muss. In der Region Eifel kann man statistisch nur an jedem vierten Tag mit klarem Himmel rechnen. Alternativ bietet Harald Bardenhagen bei bewölktem Himmel einen astronomischen Multimediovortrag mit vielen Anschauungsobjekten im Nationalparkort Schleiden an.

Ideen für einen Kurzurlaub

Bei einer statistischen 1:4 Chance, eine klare Beobachtungsnacht zu erwischen, ist meistens nur eine kurzfristige Wetterprognose hinreichend zuverlässig, um spontan anzureisen. Für Besucher, die längerfristig planen, bietet die Region neben naheliegenden Wanderaktivitäten die Gelegenheit zu Besichtigungsprogrammen. Attraktive Ziele in der Umgebung sind mit dem Pkw (Achtung: »blitzfreudige« Gegend!) als Tagestour erreichbar. Aachen mit seinem karolingischen Oktogon ist sicher eine Reise wert, in der Domstadt Köln lockt ohnehin ein gewaltiges Angebot an Sehenswürdigkeiten. Näher gelegen sind die pittoreske Altstadt von Monschau im Südwesten

oder die Burg Nideggen im Norden des Nationalparks. Ab Urft lassen sich die Spuren der antiken römischen Wasserleitung nach Köln verfolgen. Wer seinen Schwerpunkt auf astronomisch-naturwissenschaftliche Einrichtungen legt, wird am 100-Meter-Radioteleskop in Effelsberg (50km ab Vogelsang, Fahrzeit ca. 50 Minuten) oder dessen Vorgänger, dem Astroteiler Stockert bei Bad Münstereifel (32km, ca. 40 Minuten) fündig. Die Bundesstadt Bonn hat neben Kunst und Kultur mit dem Deutschen Museum Bonn und dem Museum König Angebote, die auch für Kinder und Jugendliche interessant sind. Im Haus der Geschichte ist zudem einer von nur fünf in Deutschland befindlichen Apollo-Mondsteinen ausgestellt.

Sternwarte und Barrierefreiheit

Nach vorheriger Absprache können Rollstuhlfahrer die Sternwanderungen besuchen. Für Beobachtungen stehen ein azimutal montiertes Teleskop, das mit dem Rollstuhl »unterfahren« werden kann, und Großferngläser auf

Tangential-Montierungen bereit. Allerdings ist die Mobiltoilette der Sternwarte nicht rollstuhlgangtauglich – hier kann mit etwas Fahraufwand auf behindertengerechte Toiletten auf dem Vogelsang-Gelände ausgewichen werden.

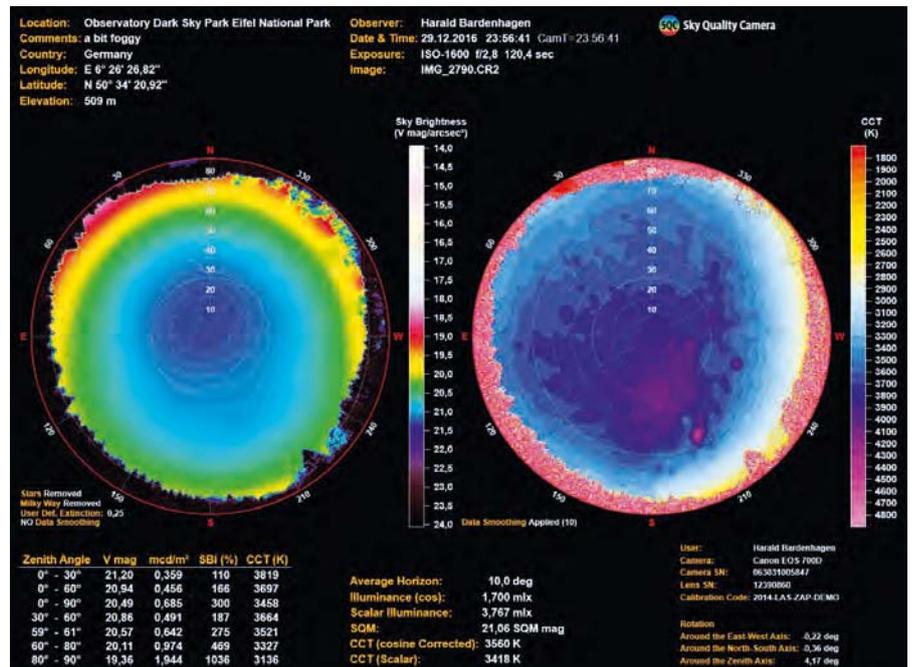
Eine Beobachtungsnacht auf Vogelsang

Am 29. Dezember 2016 bin ich mit Harald Bardenhagen zu einer Beobachtung auf Vogelsang verabredet. Es ist die längste dunkle Nacht des Jahres, die Wetterbedingungen sind fast perfekt, Meteorologen melden Rekord-Hochdruck. Als ich nach 16 Uhr von Westen her den Rursee erreiche, liegt rotgoldenes Licht der tiefstehenden Sonne auf den Höhen, an schattigen Stellen liegt Raureif. Von Einruhr schlängelt sich die Bundesstraße 266 noch sechs Kilometer auf die Hochfläche. Kurz vor 17 Uhr erreiche ich den Beobachtungsplatz. Die große Wiese bietet einen weitgehend freien Blick nach allen Seiten, im Osten steht ein Waldsaum, im Süden ein markanter Baum als dekorativer Vordergrund für Himmelsfotografien. Die 500m



▲ Abb. 4: Abendstimmung am Beobachtungsplatz. Venus und Mars stehen am Südwesthimmel.

P. Hombach



▲ Abb. 5: Die Himmelselligkeit über Vogelsang am 29.12.2016. Harald Bardenhagen

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 6: Der Stier mit Hyaden, Plejaden und einer typischer Flugzeugspur. Rens Vogels

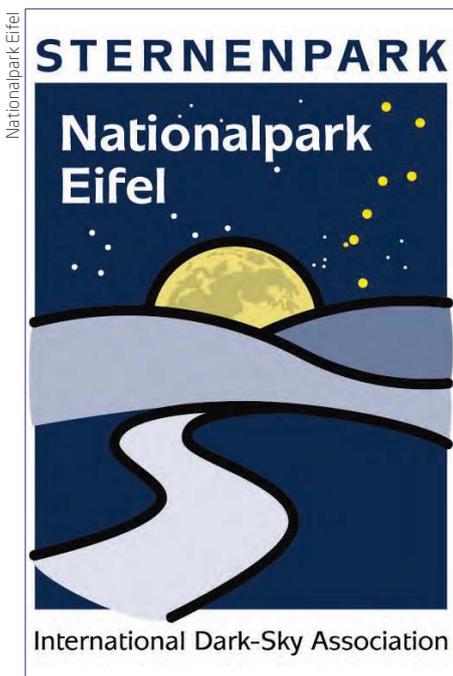
entfernte Bundesstraße stört nicht, allenfalls die Zufahrtsstraße nach Vogelsang wird in den frühen Abendstunden noch vereinzelt von Fahrzeugen genutzt. Ansonsten steht man wirklich in der Natur. Ein guter Platz!

Der Dunkelheit auf der Spur

Venus erscheint am hellen Abendhimmel, bald darauf Mars. Harald bringt ein Luxmeter in Stellung, um den Verlauf der Dämmerung zu messen. »Jetzt kann man mal sehen, was ein Lux bedeuten«, meint er. Das ist wichtig im Vergleich zur Leuchtkraft von Straßenla-

ternen. Zur späteren Messung der Dunkelheit dient ein mobiles Sky Quality Meter (SQM) mit Linse, das in einem eigenen Gehäuse verbaut ist. SQMs sind handliche »himmlische Belichtungsmesser«, die die Helligkeit des Nachthimmels in Magnituden pro Quadratbogensekunde angeben. Je größer die angezeigte Zahl, desto besser. Montiert auf Haralds Minibus macht das Instrument auch unterwegs Aufzeichnungen. Immer wieder ist Harald zur Erforschung der Lichtverschmutzung in der gesamten Region im Einsatz. Ein weiteres SQM mit Datalogger nimmt automatisch alle fünf Minuten einen Messwert. Wenn um 23 Uhr in einigen umliegenden Gemeinden die Lichter ausgehen, macht das 0,1 bis 0,2 mehr auf dem SQM aus. Harald hat an diesem Standort schon SQM-Werte bis 21,5 ermittelt. Mit meinem eigenen SQM (ohne Linse) habe ich 20,8 am frühen Abend bzw. 20,9 nach Mitternacht gemessen. Eine Wetterstation liefert ergänzende Angaben etwa zur Luftfeuchtigkeit. Eine kalibrierte Kamera misst im Fünfminutentakt mit einer Fisheye-Optik den Gesamthimmel, wodurch sich später unerbittlich die Helligkeitsverteilung am Firmament oder beliebige Punkte der Himmelskugel nachmessen lassen. Die automatisch

messenden SQMs ermitteln Himmelshelligkeiten punktuell bis zu $21^m,4 / \square$. Am besten ist die Dunkelheit in Blickrichtung Süden. Im Westen zeigt sich auf längeren Belichtungen ein orangefarbenes Glimmen – die belgische Autobahnbeleuchtung lässt grüßen! Insgesamt sind die horizontnahen Aufhellungen nicht wirklich störend. Die Leuchten am Nationalparkzentrum Vogelsang sind fast alle abgeschirmt bzw. mit Blaufiltern versehen und vielfach zeitgeschaltet. Aufregung gab es Ende 2016, als unweit des Beobachtungsplatzes eine Unterkunft für Flüchtlinge eingerichtet wurde, die ein Mindestmaß an Beleuchtung erfordert. Diese erfüllt (noch) nicht die Beleuchtungsrichtlinien des Sternenparks. Was unter der Überschrift »Migranten oder Milchstraße« das Zeug zum Politikum gehabt hätte, entpuppt sich als weit weniger dramatisch als befürchtet. Die gelblichen LED-Birnen an den umzäunten und zu dem Zeitpunkt noch unbewohnten Baracken erinnern mich eher an eine dezente Weihnachtsdekoration und sind mir beim Beobachten nicht weiter aufgefallen. Es ist Harald Bardenhagen wichtig, dass hier nicht Asylsuchende und Astronomie gegeneinander ausgespielt werden. Er hat das Beleuchtungskonzept fachlich begleitet und



▲ Abb. 7: Das Logo des Sternenparks Eifel.

Der Sternenpark Eifel im Praxis-Check

Erreichbarkeit	Gut mit dem Pkw, mittelmäßig mit ÖPNV.
Himmelsgüte	Gut, naturgemäß stark von atmosphärischen Bedingungen anhängig.
Infrastruktur	Gut mit weiterem Ausbaupotential.
Touristisches Umfeld	Hervorragend, mehrere Highlights in 50km Umkreis.
Informationsangebot	Sehr gut, ansprechender Internetauftritt

plant auch Sternführungen für die temporären Bewohner.

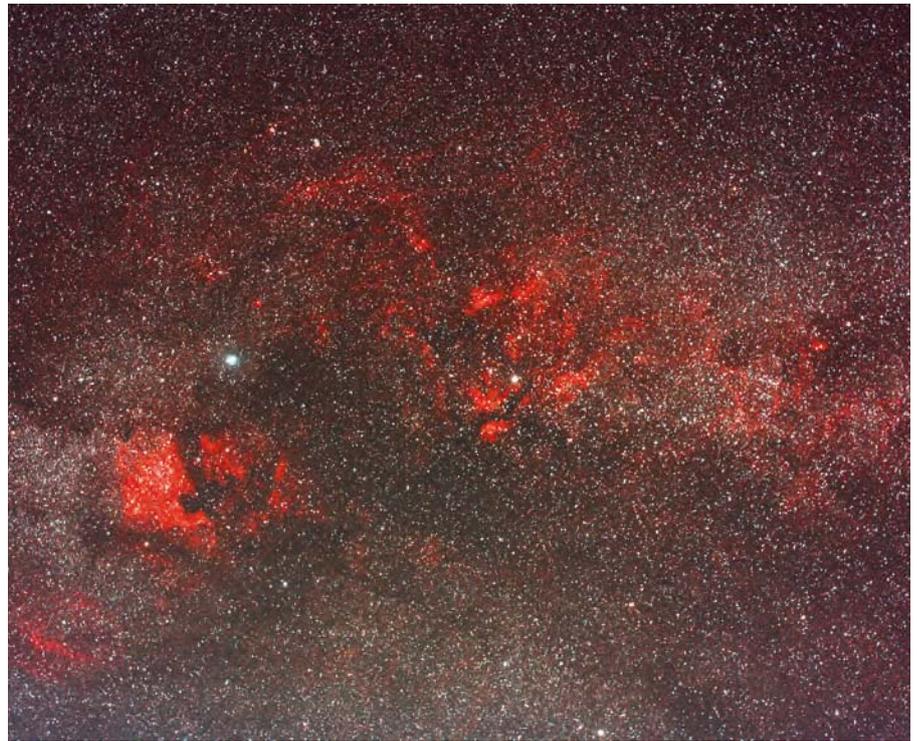
Tipps für Himmelsfotografen

Der Platz ist prinzipiell für Astrofotografie geeignet. Allerdings sollten Himmelsfotografen berücksichtigen, dass zahlreiche Flugrouten über die Nordeifel führen. Gerade bei Übersichtsaufnahmen werden oft Strichspuren auf dem Foto zu sehen sein, daher sollte man Zeit für mehrere Belichtungen einplanen.

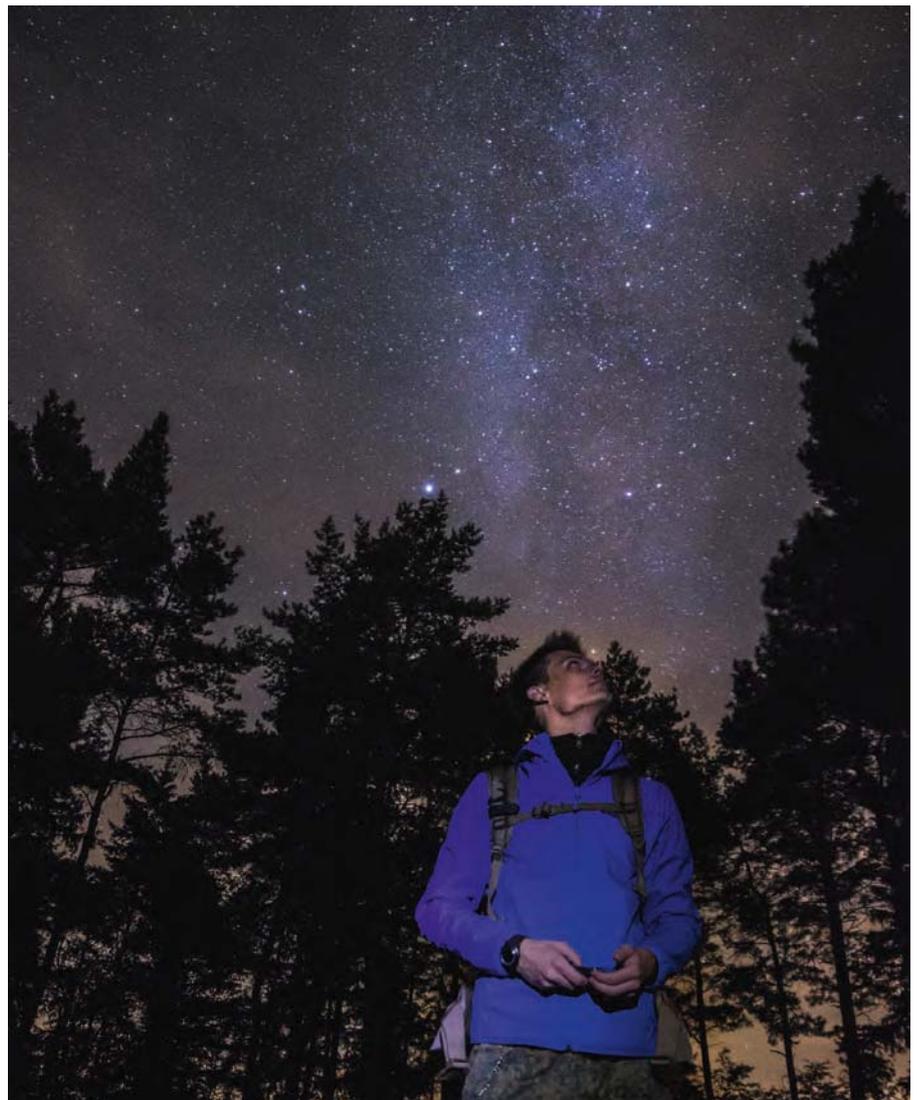
An diesem Abend ist kein offizieller Beobachtungstermin. Doch auch so lockt das gute Wetter Besucher in den Sternpark. Ein Ehepaar aus Bornheim mit achtjähriger Tochter schaut spontan vorbei. Der Internetauftritt des Sternparks hat sie neugierig gemacht. Dort sind sie auch auf das Thema Lichtverschmutzung aufmerksam geworden. »Der Platz ist genial gewählt, man hat Rundumsicht und sieht die Milchstraße« erzählt die Mutter, »ich habe noch nie so viele Sterne gesehen«, ergänzt ihr Mann. Harald hat den computergesteuerten 12-Zoll-Schmidt-Cassegrain aus dem Container herausgerollt und zeigt der Familie u.a. den Ringnebel M 57, den Kugelsternhaufen M 13 und den im Osten aufgehenden Orionnebel M 42. Kurz darauf erscheint ein junges Paar aus den Niederlanden. Sie verbringen einen Kurzurlaub in der Region und haben sich über die Dark-Sky-Region im Internet informiert. Die beiden bringen eine Kamera in Stellung. Harald hilft mit einem Fotostativ aus und gibt Tipps zur Kameraeinstellung, so kommen beide zu ihren eigenen Astrofotos. Die wenigsten Spontangäste sind kleidungstechnisch auf die Beobachtungsbedingungen eingestellt. Harald weiß das und hält immer einen warmen Mantel für die Damen und Kekse zur Stärkung bereit.

Zu späterer Stunde beobachten wir selbst mit dem 12-Zöller und einem 9½-Zoll-Spiegel, den der Sternfreund Bernward aus der Region aufgestellt hat. Zunächst heißt es Eintauchen in die Feinstruktur des Orionnebels, dann gehe ich weitere Objekte durch, die später in Abenteuer Astronomie 7 zur Beobachtung empfohlen werden. Der Reflexionsnebel M 78 ist müheelos zu erkennen, »Thors Helm« NGC 2359 offenbart mit dem OIII-Filter ein Knäuel an Nebelstrukturen. Die Plejaden zeigen Teile ihres Reflexionsnebels um die bläulichen Sterne, der Supernova-Überrest M 1 ist reich strukturiert. Der Anblick der genannten Objekte in Bernwards 9½-Zöller ist vergleichbar gut.

Nach 1 Uhr nachts ist die Temperatur auf -7°C gefallen, die Scheiben meines Autos sind dick vereist. Bevor ich mit dem Eiskratzen beginne, zückt Bernward grinsend ein Entei-



▲ Abb. 8: Nebellandschaft im Sternbild Schwan, aufgenommen vom Südrand des Sternparks aus. *Friedhelm Worringer*



▲ Abb. 9: Für individuelle Beobachter bieten Plätze im Süden des Nationalparks einen noch dunkleren Nachthimmel. *Thorben Zingraf*

sungsspray. Der Eifeler ist traditionell gut auf den Winter eingestellt!

Plätze für Individualisten

Natürlich soll der Sternenpark für alle Interessierten offen sein. Dazu stehen mehrere empfehlenswerte Beobachtungsplätze im Umkreis von bis zu 30km zur Verfügung, deren Lage allerdings noch nicht veröffentlicht ist.

Hintergrund ist, dass die Ausweisung solcher Stellen in Abstimmung mit den jeweiligen Gemeinden, Anwohnern, Grundstücksbesitzern und Jagdpächtern erfolgt. Die Nutzung muss dem Naturschutz Rechnung tragen. Auf Anfrage teilt Harald Bardenhagen aber die Anfahrtsbeschreibungen mit. Diese enthalten detaillierte Angaben zu Erreichbarkeit, Übernachtung und Verpflegung sowie den Verhaltensregeln vor Ort. Sternfreunde, die zwei Plätze im Süden des Nationalparks aufgesucht haben, berichten von »beeindruckender Dunkelheit«. Wenn aber Bewölkung auftrat, erschien diese angeleuchtet, so auch von einem entfernten Discostrahler. Manche sehen hier erstmals im Leben die Milchstraße. Ein Standort wird als »leicht erreichbar, mit stabilem Untergrund und guter Rundumsicht« beschrieben. Dort gleichzeitig beobachtende Astrofotografen hätten aber häufiger auftretende Luftfeuchtigkeit festgestellt. Auffallend waren zahlreiche Flugbewegungen am Abend und »eine Aufhellung in nördlicher Richtung«. Die Plätze werden offenbar von ortskundigen Amateurastronomen bereits seit Jahren aufgesucht.

Der dunkle Himmel endet nicht an den Grenzen des Nationalparks – im Gegenteil: Sternfreunde können durchaus die weitere Eifel in den Blick nehmen. Gute Bedingungen sind beispielsweise auch in der Nähe der Hohen Acht im Südosten der Eifel zu finden. Schon jetzt übt der Sternenpark eine Anziehungskraft auf Naturfreunde aus – und dies weit über die Astroszene hinaus. Damit einher geht hoffentlich auch eine Sensibilisierung in Sachen Lichtvermeidung, durch die noch viel mehr Menschen der Anblick des nächtlichen Himmels ermöglicht wird. ▶ Paul Hombach

SURFTIPPS

- Sternenpark Eifel
- Astronomiewerkstatt Sterne ohne Grenzen
- Weitere Links mit touristischen Hinweisen

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a9048

INTERVIEW

»Da kommt ja unser Sternenkrieger!«

Harald Bardenhagen, einer der Initiatoren des Sternenparks, im Gespräch

Abenteuer Astronomie Welche Ziele verfolgt die Ausrufung eines Dark-Sky-Parks in Mitteleuropa?

▶ **Harald Bardenhagen:** Überall in dicht besiedelten Gebieten in Europa haben wir es mit Lichtverschmutzung aus Metropolen und Großstädten in relativer Nähe (50 bis 100km) zu tun. Ein Dark-Sky Park sollte sich nicht nur durch einen dunklen Himmel auszeichnen, viel wichtiger sind die Erreichbarkeit und die Aufklärungswirkung und politische Wirkung zum Thema Lichtverschmutzung über seine Grenzen hinaus. Ohne Flugreise und stundenlange Anfahrten den Sternenhimmel erlebbar machen, das ist der Kern zusammen mit der Naturschutzwirkung.

Abenteuer Astronomie Wie lange hat der Prozess bei der Eifel gedauert?

▶ **Harald Bardenhagen:** Ich hatte im Herbst 2009 erste Probebeobachtungen auf dem Internationalen Platz Vogelsang durchgeführt, nachdem ich mit der dortigen Standortentwicklungsgesellschaft erste Gespräche über mein Projekt »Naturerfahrung Astronomie – Sterne ohne Grenzen« geführt hatte. Schon im Dezember hatte der Aufsichtsrat von Vogelsang IP dann »grünes Licht« für eine entsprechende Projektentwicklung für den Aufbau von astronomischen Angeboten, einer Sternwarte usw. gegeben. Dies hatte ich aber schon damals an eine effektive Vermeidung von Lichtverschmutzung gebunden. Ich habe dann Anfang 2010 erste Kontakte mit der Nationalparkverwaltung geknüpft und dort mein Anliegen erläutert und Lichtverschmutzungsvermeidung als Naturschutzaufgabe des Nationalparks zur Diskussion gestellt.

Abenteuer Astronomie Wie schwer war es, die ortsansässige Bevölkerung zu überzeugen, dass ein Dark-Sky-Park eine gute Sache ist?

▶ **Harald Bardenhagen:** Es ist ein langer und zeitraubender Prozess, Öffentlichkeitsarbeit und Aufklärungsarbeit nachhaltig durchzuführen, aber

der »Sternenpark« ist mittlerweile in vieler Munde – jeder, der einen Vortrag oder eine Himmelsbeobachtung besucht, ist schnell vom Wert der Dunkelheit zu überzeugen, und natürlich muss man den Aufwand betreiben, individuelle Gespräche mit den Verwaltungen und den politischen Gremien in den Gemeinden zu führen. Aber er ist erfolgreich. Wenn man an einer Tankstelle mit »Da kommt ja unser Sternenkrieger!« begrüßt wird, weil vielen Kunden von der Begeisterung ihrer Kinder und Enkel durch eine Sternenbeobachtung auf der Sternwarte erzählt hatten, dann kann man sich darüber freuen. »Sternenpark« ist im Tourismus »gesetzt«, im Naturschutz ebenfalls. Sind schon alle erreicht? Nein – da liegt noch viel vor uns – aber es kommt mittlerweile auch ein Schneeballeffekt zustande.

Abenteuer Astronomie Und mit der Etablierung des Dark-Sky-Parks ist noch nicht Schluss, oder?

▶ **Harald Bardenhagen:** In einem Projekt des Naturparks Nordeifel e.V. wird der Dark-Sky-Park seit 2014 zu einer »Sternenregion« (IDA Dark Sky Reserve) weiterentwickelt: Dieses Projekt wird finanziell gefördert von der EU über LEADER, der NRW-Stiftung sowie durch den Kreis Euskirchen. Die langfristige Perspektive ist die Einrichtung eines Schutzgebietes für die natürliche Nacht und eines nächtlichen Naturerlebnisgebiets weit über die Grenzen des Nationalparks hinaus, wobei auch belgische Gemeinden mit einbezogen werden sollen. Zurzeit werden in allen betroffenen Gemeinden Gespräche mit Verwaltung und Politik geführt, um die kommunalen Entscheidungen für Lichtverschmutzungsvermeidung vorzubereiten. Der Kreis Euskirchen hat entsprechende Beleuchtungsrichtlinien bereits einstimmig verabschiedet. Öffentlichkeitsarbeit über Ausstellungen und Veranstaltungen in der Region laufen seit geraumer Zeit und erhalten regen Zuspruch.

Die Fragen stellte Daniel Fischer

DER HERR DER RINGE

Die Saturnringe beobachten

Kein anderer Planet unseres Sonnensystems fasziniert so wie der Saturn. Vielen Einsteigern hat er schon begeisterte Ohs und Ahs entlockt, denn eine Besonderheit krönt den Anblick des Gasriesen: sein einzigartiges Ringsystem, das sich so ausgeprägt an keinem anderen Planeten findet. Und schon in einem kleineren Teleskop kann man dieses Naturschauspiel erfolgreich beobachten.



NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

▲ Abb. 1: Das einzigartige Ringsystem krönt den Anblick des Saturn.

⇌
INTERAKTIV
f



Lambert Spix' langjährige Leidenschaft ist die praktische Astronomie und ihre Weitergabe an Neulinge. Wenn Sie sich in seiner Rubrik ein bestimmtes Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fb

Der zu den Gasriesen gehörige Saturn ist mit 120.536km Durchmesser der zweitgrößte Planet unseres Sonnensystems. In einer Entfernung von durchschnittlich 1,4 Milliarden Kilometern benötigt Saturn etwa 29,5 Jahre für einen Sonnenlauf. Dabei rotiert er mit etwa 10h 28min sehr schnell um seine Achse. Insgesamt umkreisen heute 62 bekannte Monde den Gasriesen. Die Besonderheit ist allerdings sein Ringsystem. Dieses ist aber im Prinzip keine Seltenheit. Jupiter, Uranus und Neptun besitzen ebenfalls Ringe, die aber zu schwach erscheinen, um in Amateurteleskopen gesehen werden zu können.

Massenhaft Ringe

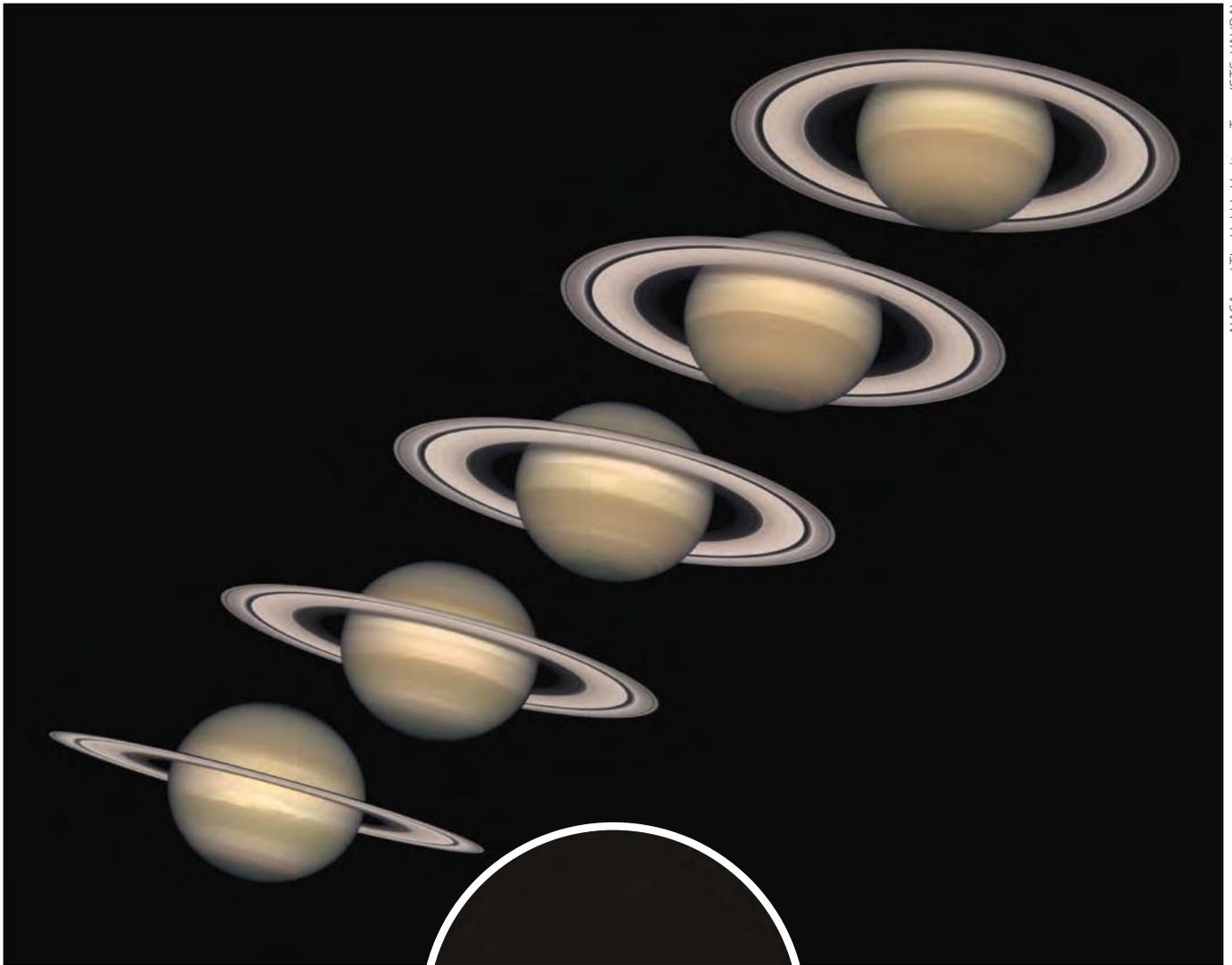
Insgesamt wird der Saturn von einem System aus über 100.000 einzelnen, voneinander getrennten Ringen umgeben. Schon etwa 7000km über der Atmosphäre Saturns beginnt der innerste Ring mit einem Durchmesser von 134.000km, der Äußerste besitzt den gigantischen Durchmesser von 960.000km. Das so-

lilde erscheinende Gebilde besteht aus Milliarden einzelner Gesteins- und Eisbrocken, die die Größe eines Staubkorns bis hin zur Größe eines Hauses besitzen. Die Dicke des Ringsystems ist allerdings mit weniger als 1km sehr gering. Es finden sich jedoch auch Regionen, in denen sich das Gesteins- und Eismaterial mehrere Kilometer hoch auftürmt. Eine große Lücke im Ringsystem bildet die Cassini-Teilung mit einer Breite von 4700km. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen ein noch viel gewaltigeres Gebilde: Einen visuell nicht sichtbaren Torus aus feinen Staubpartikeln, der Saturn in einer Entfernung bis zu etwa 25 Millionen Kilometer umgibt.

Kleines Ring-ABC

Das Ringsystem Saturns besteht aus sieben Hauptringen. Ausgehend vom Planeten werden diese als D-, C-, B-, A-, F-, G und E-Ring bezeichnet. Im Teleskop sind davon allerdings nur die Ringe A, B und C zu erkennen, die einen maximalen Durchmesser von 270.000km erreichen. Bereits ein kleines Teles-

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 2: Saturn, wie er in den Jahren 1996 bis 2000 von der Erde aus gesehen erschien.

kop mit 60mm Öffnung zeigt den Ring zweigeteilt: ein dunkler äußerer A-Ring und ein heller innerer B-Ring. Mit 80mm Öffnung wird es möglich, auch die Cassini-Teilung als dunkle, wie mit dem Zirkel gezogene hauchdünne Linie zu erkennen, die die beiden Ringe voneinander trennt. In Nächten mit ruhiger Luft wirkt die Szenerie regelrecht plastisch und fast unwirklich. Der schwach schimmernde innere C-Ring ist hingegen nur in einem Teleskop mit größerer Öffnung zu erkennen.



▲ Abb. 3: Illustration: Real erscheint Saturn im Teleskop nur relativ klein, hier am Beispiel eines Teleskop mit 60mm Öffnung und 60-facher Vergrößerung.

Mal drunter, mal drüber

Durch die Neigung der Saturnachse um knapp 27° gegen die Ekliptik sieht man die Ringe im Laufe des 29,5 Jahre dauernden Saturnjahres unter einem sich ständig verändernden Winkel: Mal schaut man »von oben« auf das Ringsystem, mal genau »von der Seite«, so dass die Ringe praktisch nicht sichtbar sind, und mal »von unten«. 2017 erscheinen die Ringe wieder unter einem maximal geöffneten Winkel, so dass man auf die Nordseite der Ringe blicken kann. ► Lambert Spix



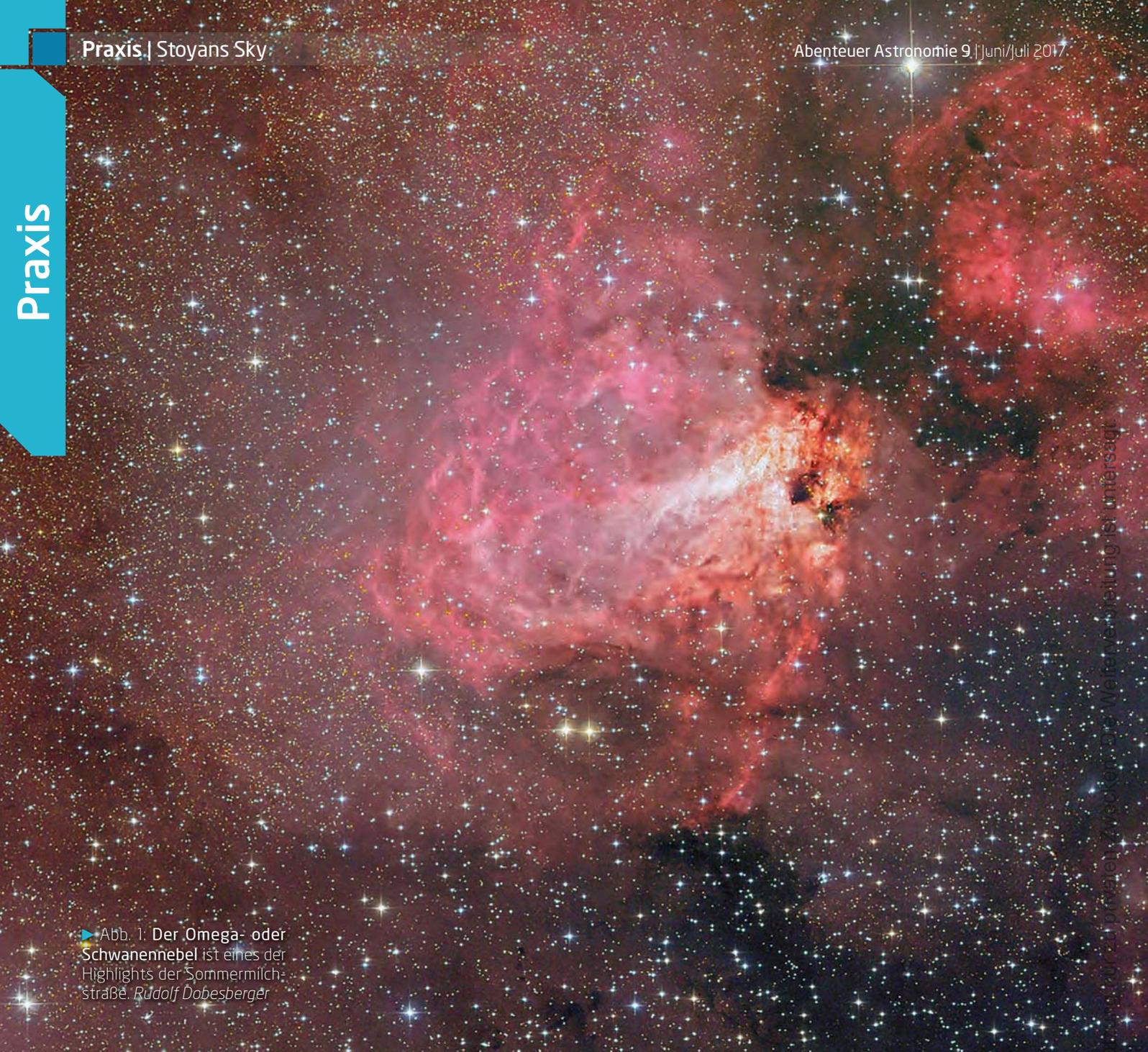
▲ Abb. 4: Ein Teleskop mit 80mm Öffnung zeigt deutlich den A-Ring und den B-Ring. Beide sind durch die dunkle Cassini-Teilung voneinander getrennt. Mario Weigand

PRAXISTIPP

Die Saturnringe im Teleskop

Im kleinen Teleskop mit 80mm Öffnung können die Merkmale der Saturnringe gut beobachtet werden. Den Ring erkennt man schon deutlich bei einer Vergrößerung von 60×. Mit einer höheren Vergrößerung bei etwa 100× wird der Anblick plastisch und der Ring scheint den Planeten zu umschweben. Die Cassini-Teilung ist schwieriger zu sehen: Hierzu wird sehr ruhige Luft benötigt, welches eine Vergrößerung von etwa 100× und mehr zulässt. Am besten konzentriert man sich dabei zuerst auf die äußeren Bereiche des Rings, links und rechts des Planeten. Dort erscheint die Cassini-Teilung aufgrund der perspektivischen Verzerrung breiter und leichter erkennbar.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▶ Abb. 1: Der Omega- oder Schwanennebel ist eines der Highlights der Sommermilchstraße. *Rudolf Dobesberger*

Nachdruck ist urheberrechtlich geschützt. Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 2: Zeichnungen von M 17 im Vergleich: *Ronald Stoyan, 360mm (a), Rainer Mannoff, 600mm (b).*

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck ist urheberrechtlich geschützt. Weiterverbreitung ist untersagt.

Im Reich von SCHWAN & ADLER

Zwei herrliche Nebel der Sommermilchstraße

Die Sommermilchstraße ist voller wunderschöner Ziele. Zwei der schönsten sind nach majestätischen Vögeln benannt: der Schwanennebel M 17 und der Adlernebel M 16. Im Teleskop unter dunklem Himmel geben beide viele Details preis.

Die Sommermilchstraße im Schützen ist nicht arm an Highlights. Während die südlichen Objekte für uns Mitteleuropäer jedoch oft ein Opfer schlechter Horizontsicht werden, kommt der nördliche Bereich des Sternbilds besser zur Geltung. Dort findet man M 16 und M 17.

Schwan oder Omega?

M 17, der Schwanen- oder Omeganebel, gehört zu den hellsten und schönsten Emissionsnebeln des Himmels und hat für jede Teleskopgröße etwas zu bieten. Bei uns ist der Name Omeganebel populärer, auch wenn man das beim Blick ins Okular nicht versteht – tatsächlich sieht M 17 im umkehrenden Fernrohr wie ein Schwan aus, der im dunklen Sternmeer schwimmt. Der Vergleich mit dem griechischen Großbuchstaben Ω geht auf John Herschel zurück. Er schloss dabei schwächere Partien im Westen mit ein, so dass der gekrümmte Schwanenhals den Bogen des Omegas bildet – ich finde das schwer nachvollziehbar.

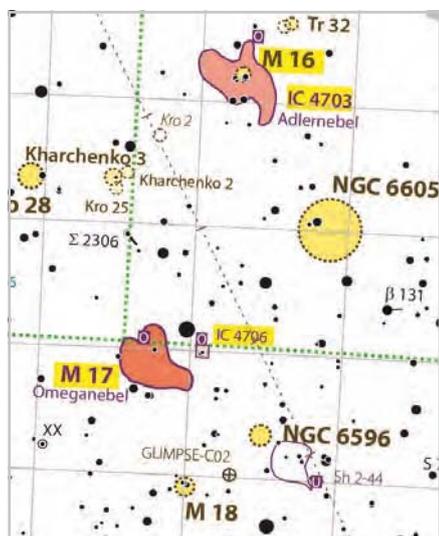
Dessen ungeachtet ist M 17 schon im 100mm-Teleskop eine Wucht: Der hellste Teil ist wunderschön gezeichnet mit dunklen Querverbindungen, der Hals des Schwans

zerfällt bei genauerem Hinsehen in mehrere Bereiche. Ein schönes Detail ist das »Krönchen« über dem Kopf des Schwans. Der Schwanz des Vogels erscheint länglich betont. Der Omeganebel ist eines jener Objekte, bei dem größere Teleskopöffnungen ihre Kraft zeigen. Wer die Möglichkeit hat, sollte den Nebel einmal mit 500mm oder mehr betrachten – ein beispielloses Nebellabyrinth öffnet sich vor den Augen des Beobachters.

Schwach und neblig

Damit aber nicht genug: M 17 umgeben ausgedehnte Nebelfelder, die viele Beobachter außer Acht lassen. Dazu gehört ein großes schwaches Nebel-U nach Osten und Norden, das einen dunklen Bereich nördlich des Zentralteils umgibt. Das ist vor allem mit Nebelfilter gut zu sehen – für den helleren Bereich ist aus meiner Sicht kein Filter nötig, hier sollte man lieber mittelhohe Vergrößerungen anwenden.

Ein weiteres, weitgehend unbekanntes Objekt ist IC 4706 etwas nordwestlich von M 17. Dieser schwache Nebel, von M 17 durch einen dunklen Bereich getrennt, ist nicht hell, aber auch nicht allzu schwer sichtbar. Hier hilft definitiv ein Schmalband- oder [OIII]-Linienfilter.



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte aus dem interstellaren Deep Sky Atlas. Die besprochenen Objekte sind gelb markiert.

CCD-Guide

▲ Abb. 4: Die berühmten Säulen der Schöpfung in M 16. Robert Pözl



CCD-Guide

▲ Abb. 5: Detailfoto von M 17. Michael Breite, Stefan Heutz, Wolfgang Ries

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 6: M 16 mit dem Adlernebel. Gerald Rhemann

IM DETAIL

Die Physik des Schwans

M 17 ist eine sogenannte HII-Region, eine Wolke ionisierten Wasserstoffs. Er sorgt für die rote Farbe auf den Fotos, die aus der H α -Emissionslinie bei 656nm resultiert. Daneben sind auch viele weitere Elemente in angeregten Zuständen enthalten, unter anderem Sauerstoff, den man visuell vor allem wahrnimmt. Hier ist es die doppelt ionisierte [OII]-Emission bei 501nm, die dominiert. M 17 ist ein beispielhafter Emissionsnebel.

In M 17 findet aktive Sternentstehung statt. Im Nebel eingebettet ist ein Sternhaufen mit bis zu 10.000 Sternen. Davon ist aber im Spektralbereich, den unser Auge wahrnehmen kann, nahezu gar nichts zu sehen, denn dort werden die Mitgliedssterne um bis zu 30 Größenklassen abgeschwächt. Im längerwelligen infraroten Licht kommen die Sterne dagegen besser durch den Nebel, und der enorme Sternreichtum des Haufens wird offenbart.

M 17 ist etwa 5500 bis 6000 Lichtjahre entfernt. Der Zentralbereich ist 20 Lichtjahre groß, mit den Ausläufern werden 50 Lichtjahre erreicht.



▲ Abb. 7: Der Sternhaufen in M 17 ist nur im Infraroten sichtbar.

CCD-Guide

ESO

Deep-Sky-Ziele um M 17 und M 16

Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	isDSA
M 17	EN	18 ^h 20,8 ^{min}	-16° 11'	7 ^m	20'	Omeganebel	66
IC 4706	EN	18 ^h 19,6 ^{min}	-16° 2'	-	5'		66
M 16	OC	18 ^h 18,8 ^{min}	-13° 47'	6 ^m	10'		66
IC 4703	EN	18 ^h 18,9 ^{min}	-13° 50'	-	45'	Adlernebel	66

Auf zum Adler

Nach den berausenden Anblicken am Omeganebel ist die Erwartungshaltung groß, wenn es zum Adler geht. Dieser steht nur 2° nordnordwestlich von M 17 und ist mit einem Schwenk des Teleskops schnell eingestellt. Den ersten Eindruck empfinden die meisten Beobachter aber als enttäuschend, besonders wenn man die berühmten Fotos kennt. Tatsächlich hat Messier den Nebel gar nicht gesehen, sondern nur den Sternhaufen. Dieser ist auch eigentlich mit M 16 gemeint und zunächst das, was man sieht, vor allem bei Licht-

verschmutzung. Es wäre aber ein Fehler, es beim ersten Eindruck zu belassen; ich empfehle mit etwas Geduld und verminderter Erwartungshaltung genauer hinzusehen.

Genau hinschauen

Der schwache Hintergrundnebel IC 4703 kommt erst mit Geduld und Nebelfilter zwischen den Haufensternen zum Vorschein. Hat man sich ein bisschen an die Situation gewöhnt, sind überraschend viele Details mit helleren Bereichen und Dunkelwolken zu sehen. Die hellste Partie befindet sich um

die hellsten Sterne im Sternhaufen, mehrere Dunkelwolken greifen von verschiedenen Seiten hinein. Zur Beobachtung ist ein Schmalband- oder [OIII]-Filter sehr hilfreich. Wer mittelhoch vergrößert und die Position kennt, kann sogar die berühmten Säulen der Schöpfung ausmachen, sie sind ab ca. 200mm Teleskopöffnung als zarte dunkle Flecken zu erkennen. Mit 500mm Öffnung kann ich bereits mehrere Säulen direkt unterscheiden. Ist man auf dieser Stufe der Detailwahrnehmung angekommen, ist M 16 alles andere als eine visuelle Enttäuschung.

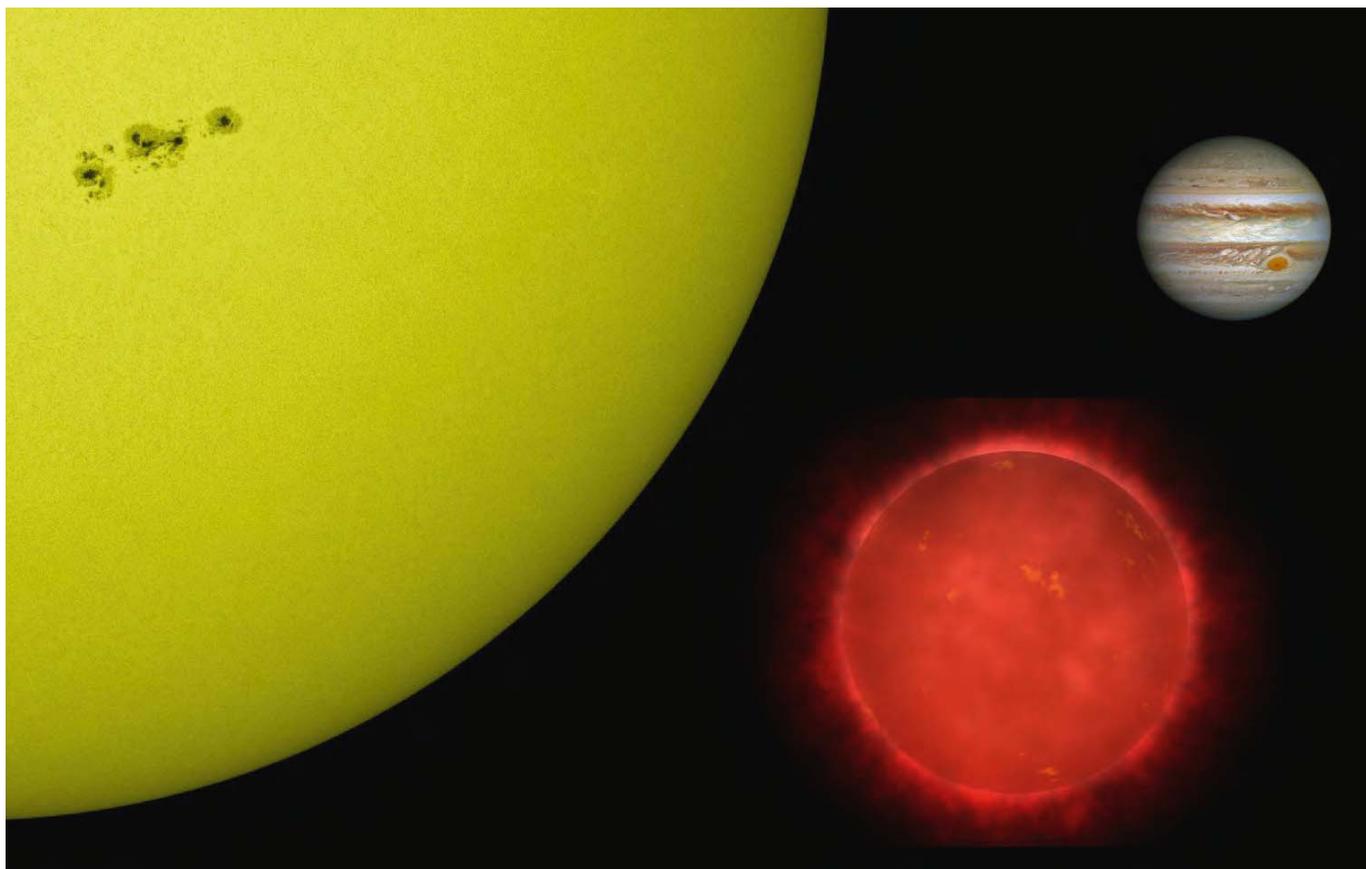
► Ronald Stoyan

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

ROTER ZWERG IM EILTEMPO

Wie schnell ist Barnards Pfeilstern?

Betrachtet man seine stellaren Parameter, so ist der veränderliche Stern V2500 Oph ein ganz normaler aktiver Roter Zwerg, von denen es Abermilliarden in unserer Milchstraße gibt. Doch zugleich ist er ein Rekordhalter: Der lichtschwache Zwergstern hat nämlich die höchste Eigenbewegung von allen Sternen der Galaxis. Deshalb ist er nur unter seinem Beinamen »Barnards Pfeilstern« bekannt.



NASA

▲ Abb. 1: Mit $9^{\text{m}}7$ gehört Barnards (Pfeil-)Stern (unten rechts) zu den hellsten Roten Zwergen, wobei Zwerg hier wörtlich zu nehmen ist. Der kleine Stern besitzt nur 15% der Masse der Sonne (links) und ist nur doppelt so groß wie Jupiter (oben rechts); außerdem ist er ungefähr zehn Milliarden Jahre alt. Bekannt ist er vor allem als Stern mit der höchsten Eigenbewegung.

Das Universum steht niemals still, auch wenn es nicht auf den ersten Blick ersichtlich ist. Asteroiden, Monde, Planeten, Galaxien und ihre Sterne – alles rotiert und bewegt sich durch den Raum. Es ist auf die unvorstellbaren kosmischen Entfernungen zurückzuführen, dass der Himmel so unveränderlich scheint. Der Franzose Camille Flammarion, ein bedeutender Pionier der Popularisierung der Astronomie, hat es vor gut 130 Jahren so formuliert: »In Wahrheit läuft, fliegt, fällt, rollt, stürzt alles das durch die Leere dahin, aber in solchen Entfernungen, dass alles zu ruhen scheint!«

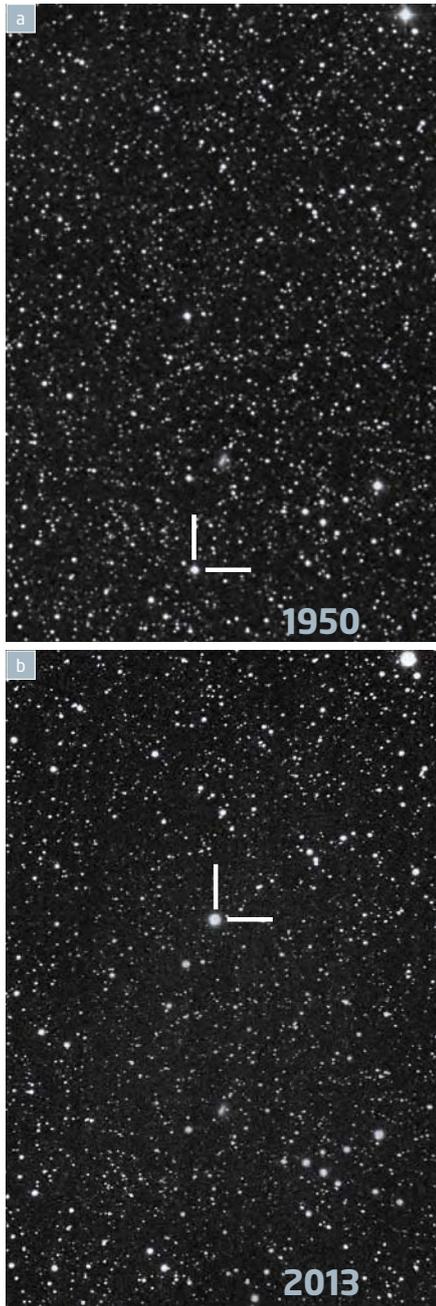
Durch die dahinrasenden Sterne verändern sich auch die Sternbilder, jedoch ist ein Menschenleben viel zu kurz, um diesen Effekt wahrzunehmen. So erscheinen die vertrauten Stern-

bilder tatsächlich unveränderlich und man spricht deshalb von Fixsternen. Doch auf Zeitskalen von vielen Jahrtausenden werden sich die Bilder und Figuren von heute stark verformt haben und kaum wiederzuerkennen sein.

Schnell und nah

Als der Bonner Astronom Friedrich Wilhelm August Argelander in seiner berühmten Bonner Durchmusterung (BD) den Stern BD +04 3561a katalogisierte, konnte er nicht ahnen, dass er damit den Rekordhalter in Sachen Eigenbewegung erfasst hatte. Dies erkannte 1916 Edward Emerson Barnard, Astronom am Yerkes Observatory: Der $9^{\text{m}}7$ schwache Stern bewegt sich jährlich um 10,3 Bogensekunden am Himmel weiter. So wur-

de aus BD +04 3561a der Schnellläufer Barnards (Pfeil-)Stern. Und wie die Internationale Astronomische Union kürzlich entschieden hat, ist seit Februar 2017 der bisherige (englische) Beiname – Barnard's Star – nun als offizieller Eigenname gültig. Die Ursache der schnellen Positionsänderung des Sterns besteht in der relativen Nähe zum Beobachter. Jeder kennt den Effekt, dass sich beim Blick aus einem fahrenden Auto oder Zug nahe Objekte (scheinbar) schneller vorbeibewegen als weiter entfernt stehende Objekte. Der Fachausdruck dafür ist Bewegungsparallaxe. Bei den Sternen ist es genauso: Nahe Sterne verschieben sich viel schneller gegenüber den entfernten. Mit einer Distanz von nur sechs Lichtjahren ist Barnards Stern sogar der uns nächste Stern am Nordhimmel. Neben dem Dreifach-Stern-



Mark und Del Croon

▲ Abb. 2: Im Vergleich der Aufnahmen von 1950 (a) und 2013 (b) zeigt sich eindrucksvoll die schnelle Bewegung des Sterns. In 63 Jahren hat er 10,8 Bogenminuten zurückgelegt, woraus sich seine jährliche Eigenbewegung ableiten lässt.

system α Centauri (inkl. Proxima Centauri) ist der scheinbar flinke Stern tatsächlich der zweitnächste Stern überhaupt.

Wie schnell ist der Pfeilstern?

Den Literaturwert von 10,3 Bogensekunden pro Jahr kann jeder mit eigenen oder mithilfe von Archivaufnahmen selbst ermitteln. Die Aufnahmen dazu sollten zeitlich mindestens ein bis zwei Jahre auseinanderliegen. Stellt man so etwa – wie in Abb. 2 zu sehen – für den Stern eine Positionsänderung von 10,8 Bogenminuten (= 648 Bogensekunden) über einen Zeitraum

von 63 Jahren fest, lässt sich aus dieser (gemessenen) jährlichen Winkelbewegung und der Entfernung des Sterns über eine einfache Dreiecksberechnung ermitteln, was er tatsächlich für eine Distanz in einem Jahr zurücklegt: Man erhält eine Strecke von 0,0003 Lichtjahren (also 2,8 Milliarden Kilometer, entsprechend 19 Astronomische Einheiten (AE)). Hieraus kann dann noch die Geschwindigkeit berechnet werden: Ein Jahr hat 31,5 Millionen Sekunden, so dass man für die Geschwindigkeit von Barnards Stern rund 90 km/s (entsprechend 324.000 km/h) als Ergebnis erhält.

Das ist allerdings nur die tangentielle Geschwindigkeitskomponente, also die Geschwindigkeit quer zur Sichtlinie. Die Geschwindigkeit längs dazu wird als Radialgeschwindigkeit bezeichnet und wird spektroskopisch ermittelt. Bei Barnards Stern beträgt sie -110 km/s, wobei das Minuszeichen angibt, dass sich der Stern mit dieser Geschwindigkeit uns annähert. Die Formel, um aus der Radialgeschwindigkeit (v_R) und der selbst gemessenen Tangentialgeschwindigkeit (v_T) die tatsächliche Raumgeschwindigkeit zu berechnen, lautet: $v^2 = v_R^2 + v_T^2$. Daraus folgt: Barnards Stern rast mit 142 km/s (also rund 500.000 km/h) durch den Raum.

Sterne sind nicht fix

Mit zwei gegebenen Werten (Entfernung und Radialgeschwindigkeit) und der selbst ermittelten Tangentialgeschwindigkeit, die sich aus der Eigenbewegung ableitet, kann also jeder nachvollziehen, mit welchen Geschwindigkeiten die Sterne unterwegs sind. Von solchen Geschwindigkeiten bleiben auf den wahrhaft kosmischen Distanzen nur Bewegungen im

Q IM DETAIL

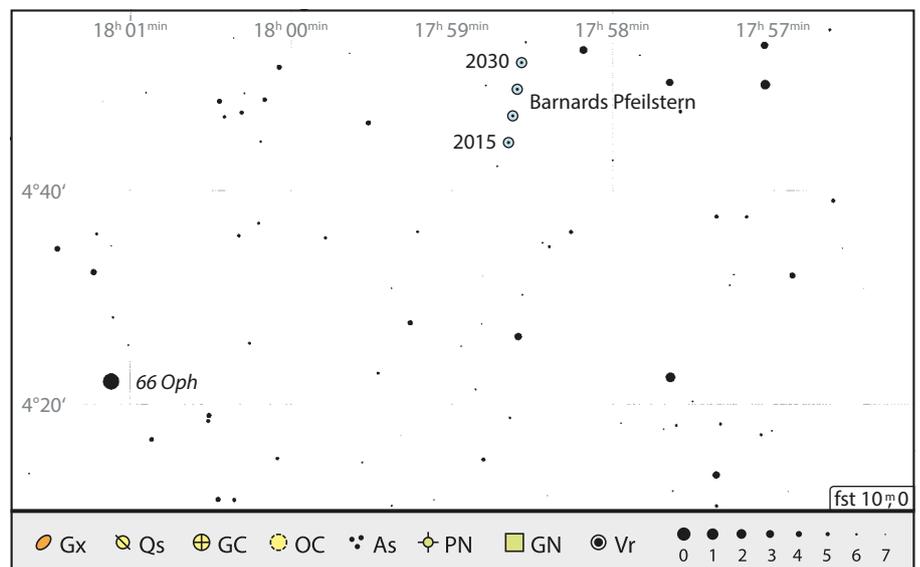
Planeten bei Barnards Stern?

Barnards Stern ist nicht nur wegen seiner hohen Bewegung bekannt, lange Zeit wurden bei ihm auch Planeten vermutet. Etwa ab 1940 fotografierte der Astronom Peter van de Kamp den Stern und war sich nach mehr als 2000 Fotoplatten sicher, ein Muster in den Positionswechseln des Sterns zu erkennen. In den 1960er Jahren veröffentlichte er seine Ergebnisse und postulierte erst einen und kurze Zeit später gleich zwei Planeten mit Jupitermassen. Van de Kamps Gasplaneten wurden nie bestätigt, doch gegenwärtig ist es noch nicht auszuschließen, dass es bei Barnards Stern tatsächlich Exoplaneten gibt.

Bogensekundenbereich übrig. Barnards Stern ist mit 10,3 Bogensekunden im Jahr zwar der schnellste, aber für eine Bogenminute benötigt er schon sechs Jahre und für 30 Bogenminuten braucht er bereits ganze 180 Jahre.

Seit der Entdeckung seiner Winkelgeschwindigkeit hat sich die kleine Sonne im Sternbild Schlangenträger also nicht einmal einen Vollmonddurchmesser weiterbewegt. Diese simple Relation macht anschaulich, warum die Sterne als fix und die Sternbilder als unveränderlich gelten. Obwohl es sich hier um das zweitnächste Sternsystem handelt, werden Positionsänderungen am Himmel erst nach Jahrtausenden wirklich offensichtlich.

► Nico Schmidt



▲ Abb. 3: Zum genauen Auffinden zeigt die Aufsuchkarte die Positionsänderung von Barnards Stern bis zum Jahr 2030 an. Er befindet sich nahe des 4^m6 hellen Sterns 66 Oph.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt. j. Schlotter

BLICK AUF DIE MILCHSTRASSE



Mit einfachen Mitteln eindrucksvolle Bilder der sommerlichen Milch- straße erstellen

Nicht jeder kann oder will Teleskop und Kamera mit in den Urlaub nehmen, um den ggf. dunklen Himmel am Urlaubsort für die Astrofotografie zu nutzen – und gerade daher bieten sich die Sommermonate an, um Astrofotografie mit geringem technischen Aufwand zu betreiben und sich einem selten beachteten astronomischen Objekt zuzuwenden: der Milchstraße.

▲ Abb. 1: Aufnahme der Sommermilchstraße über dem Schwarzwald. Das Bild entstand mit einer Vollformat-DSLR vom Typ Canon 6D mit einem 14mm-Objektiv bei Blende 2,8 und ISO 6400 und 20s Belichtungszeit.

Für die Fotografie der Milchstraße sind im Grunde nur eine Kamera, ein Weitwinkelobjektiv und ein Stativ notwendig: Da das Ziel der Aufnahme der Milchstraße darin besteht, einen möglichst großen Teil des Bandes der Milchstraße zu fotografieren, sind Vollformat-DSLR mit ihren größeren Aufnahmechips besser geeignet als Kameras mit APS-C-Sensoren; dennoch eignen sich diese natürlich auch.

Richtige Brennweite

Entscheidend für den auf dem Sensor abgebildeten Ausschnitt der Milchstraße sind vor allem die Brennweite und Lichtstärke des verwendeten Objektivs. Je kürzer die Brennweite ist, umso größer ist der abgebildete Ausschnitt und umso länger kann die Belichtungszeit gewählt werden. Dies wiederum verbessert die Detailzeichnung der Milchstraße. Weitwinkelige Brennweiten im Bereich von 14 bis 24mm haben sich für die Milchstraßenfotografie bewährt. Festbrennweiten haben in der Regel eine höhere Abbildungsqualität als Zoomobjektive und meist auch eine höhere



▲ Abb. 2: Für den Einstieg in die Milchstraßenfotografie reicht eine DSLR (hier wird eine Vollformat-DSLR verwendet, um einen größeren Ausschnitt des Himmels abbilden zu können) mit lichtstarkem Objektiv auf einem stabilen Stativ. Ein Fernauslöser ermöglicht ein erschütterungsfreies Auslösen der Kamera.

U.Dittler

← INTERAKTIV



Ullrich Dittler ist ein bekannter Astrofotograf und Autor zahlreicher Veröffentlichungen zur Astrofotografie und zu astrofotografischem Equipment. Er ist gemeinsam mit A. Martin und B. Koch Autor des »Handbuchs Astrofotografie«, das umfangreichste Kompendium zur Astrofotografie in deutscher Sprache. Er betreibt eine Privatsternwarte im Schwarzwald, dort widmet er sich neben der Deep-Sky- und der Sonnenfotografie auch dem Nachweis von Exoplaneten. Wenn Sie Fragen zur Astrofotografie haben oder sich für diese Rubrik ein bestimmtes Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fa

Lichtstärke, daher sind lichtstarke Festbrennweiten mit Lichtstärken von f1:1,4 bis f1:2,8 deutlich besser geeignet als die wenig lichtstarken Zoomobjektive, die oft als preiswerte Kit-Objektive mitgeliefert werden. Da die bei der Fotografie der Milchstraße verwendeten Belichtungszeiten nicht mehr händisch ohne Verwackelungen durchgeführt werden können, ist ein stabiles Stativ ebenfalls notwendig. Hilfreich – wenn auch nicht notwendig – ist zudem ein drahtloser Fern- oder Kabelauslöser bzw. ein Timer, um die Kamera erschütterungsfrei auslösen zu können.

Der beste Standort

Das für den Einstieg in die Fotografie der Milchstraße notwendige Equipment ist zwar sehr überschaubar, der Aufwand bei der Milchstraßenfotografie steckt eher in der Vorbereitung: Unabdingbar ist eine möglichst dunkle Aufnahmesituation, d.h. ein Aufnah-

meort weit weg von künstlichen Lichtquellen und möglichst in einer mondlosen Nacht, also kurz vor oder nach Neumond. Die Sommermonate eignen sich für die Milchstraßenfotografie besonders gut, da im Sommer die Milchstraße quasi senkrecht auf den Horizont trifft und sich damit von Horizont zu Horizont durch den Zenit zieht, während im Frühjahr und Herbst das Band der Milchstraße parallel zum Horizont verläuft und sich dann meist weniger deutlich vom (im Horizontnähe eher aufgehellten) Nachthimmel abhebt.

Ein Beobachtungsort, der beispielsweise in den südlichen Breiten eines Urlaubsdomizils liegt, eignet sich zudem besser als ein mitteleuropäischer Beobachtungsort, da im Süden das helle Zentrum der Milchstraße höher im Zenit steht und sich so einfacher fotografieren lässt. Ein Beobachtungsort an der Küste hat den Vorteil, dass auf dem Wasser in der Regel keine nennenswerte Lichtverschmutzung entsteht, während ein Beobachtungs-



U. Dittler

▲ Abb. 3: **Milchstraße über dem Schwarzwald.** Der Horizont ist durch die Lichtglocke über der Stadt Freiburg aufgehellt, die sich hinter dem Horizont rund 20km entfernt befindet. Aufnahmedaten wie bei Abb. 1.

ort hoch in den Bergen nicht nur von dünner Besiedlung (und damit meist wenig Lichtverschmutzung) profitiert, sondern auch von der Höhe und der sich daraus ergebenden geringeren Luftmenge zwischen Beobachter und den Sternen – die sich oft in Form einer besseren Transparenz zeigt.

Wenn nur Ausschnitte des Bandes der Milchstraße fotografiert werden sollen, reichen die genannten Kriterien zur Auswahl des Beobachtungsortes. Sollen jedoch auch – was sehr reizvolle Bilder ergeben kann – die Landschaft oder Gebäude in das Bild der Milchstraße integriert werden, kommen noch ästhetische Kriterien bei der Auswahl des Beobachtungsortes hinzu. Die Augen-

ted-Reality-Funktion eines Planetariumprogramms auf Smartphone oder Tablet-PC kann hilfreich sein, wenn man tagsüber eine landschaftlich schöne Stelle gefunden hat und prüfen möchte, wie die Milchstraße nachts über der Landschaft steht.

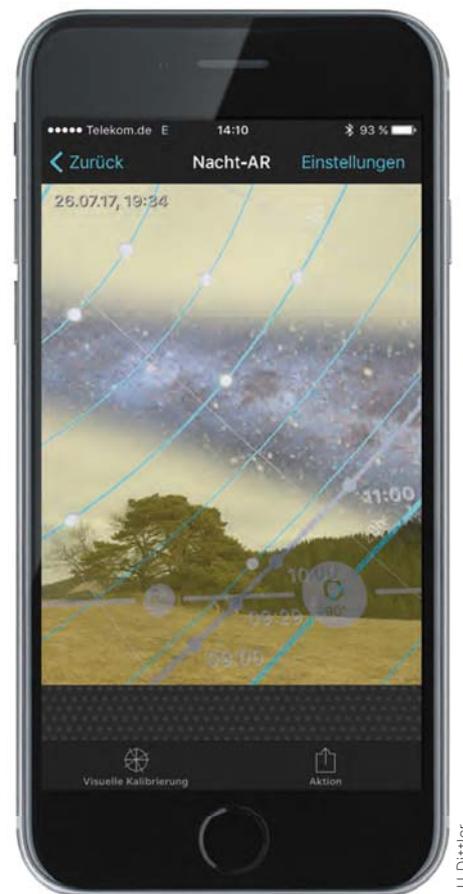
Aufnahmepraxis

Hat man einen geeigneten dunklen Ort für die Milchstraßenfotografie gefunden, so ist das Equipment meist schnell aufgebaut. Große Sorgfalt sollte anschließend dem manuellen Fokussieren gewidmet werden. Gerade da die lichtstarken Objektive mit möglichst weit geöffneter Blende betrieben werden sollten,

ergibt dies einen kleinen Schärfentiefenbereich, so dass zur exakten Fokussierung das vergrößerte LiveView-Bild der Kamera hilfreich sein kann. Auch die ISO-Empfindlichkeit sollte so hoch eingestellt werden, dass das Rauschen des Sensors noch nicht stört – ISO 1600 bis ISO 12000 sind je nach Chip durchaus möglich. Die Aufnahmen sollten unbedingt im verlustfreien RAW-Format gespeichert werden, um bei der Bildverarbeitung einen möglichst großen Einfluss nehmen zu können. Ein eventuell vorhandener Bildstabilisator sollte ausgeschaltet sein.

Als Faustregel für die Belichtungszeit kann die »500-Regel« gelten: 500 geteilt durch die Brennweite des Objektivs ergibt die maximale Belichtungszeit in Sekunden, in der die Sterne noch punktförmig und nicht als Striche abgebildet werden. Die so errechnete Belichtungszeit sollte jedoch nur als erster Anhaltspunkt dienen – von hier ausgehend sollte man verschiedene Belichtungszeiten ausprobieren.

► Ullrich Dittler



U. Dittler

▲ Abb. 4: **Um schon tagsüber planen zu können, wie sich nachts die Milchstraße über dem Beobachtungsort präsentieren wird, sind entsprechende Apps – wie beispielsweise PhotoPills – für Smartphones und Tablet-PCs hilfreich, da diese das Bild der Milchstraße zum gewünschten Beobachtungszeitpunkt mit dem aktuellen Kamerabild kombinieren.**

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Teleskop-Tuning: Justage – aber was?

Über die Justage lässt sich das Optimum aus der eigenen Optik herausholen. Im ersten Teil geht es um die Frage, was überhaupt justiert werden kann und sollte.

Die Teleskopjustage anfassen? Das ist für viele Sternfreunde ein Angstthema. Man verlässt sich darauf, dass das Gerät irgendwann einmal eine Werksjustage erhalten hat – und seitdem keiner Belastung ausgesetzt gewesen ist. Solange man sicher weiß, dass eine Optik gut abbildet, ist das auch kein Problem. Man kann aber davon ausgehen, dass viele Teleskope durch diese Einstellung weit abseits ihrer wahren Leistungsfähigkeit verwendet werden.

Eine korrekte Justage sollte immer als der Schlüssel dazu verstanden werden, dem eigenen Teleskop die beste Leistung zu entlocken. Dazu gilt es zu wissen, was justiert werden kann, und wie man diese Justage erfolgversprechend angeht oder auch die Justagemöglichkeiten in der Praxis verbessern kann.

Was kann und sollte justiert werden?

Auf jeden Fall sollten Hauptspiegel und die Objektiv-Baugruppe justiert werden. Die optische Achse, also jener Teil des Bildfeldes mit optimaler Bildwiedergabe, beginnt hier. Die Justage aller weiteren Elemente wie Fang- bzw. Sekundärspiegel, Korrektoren, Okularauszug und Zenitspiegel bzw. -prisma muss die optische Achse gerade und mittig in den Okularauszug und damit auch mittig und gerade in Okular und Kamera hineinbringen. Dort muss sie bleiben, auch wenn der Okularauszug rotierbar ist oder der Zenitspiegel gedreht wird.

Hier muss der Fachmann ran

Innerhalb eines Objektivs oder Korrektors werden die Linsen durch Abstandsplättchen oder Distanzringe justiert. Abstandsplättchen wählt der Feinoptiker in genau abgestuften Materialstärken aus. Die Linsen werden zusätzlich rotationskollimiert. Sie dürfen dann nicht mehr verdreht werden und auch die Abstandsplättchen müssen an Ort und Stelle bleiben, da sie sich sonst nicht mehr auseinanderhalten lassen. So ein Objektiv lässt man besser unangetastet. Sollte tatsächlich eine Demontage nötig sein, zum Beispiel nach einem Wasserschaden oder wegen Pilzbefall, so sollte man auf dem matten Linsenrand nach Justagemarken in Form von



▲ Abb. 1: Justierschrauben sollten immer gut zugänglich und leicht benutzbar sein.

Bleistiftstrichen suchen – oder sie selbst anbringen. Wasserfeste Stifte bergen die Gefahr, dass sie zuweilen mit Lösemitteln wie Isopropanol leicht abwaschbar sind.

Distanzringe werden vor allem gern in günstigen Objektiven zur Justage verwendet. Sie sind aus einem flexiblen Material, das durch kleine Madenschrauben in der Fassung verschoben und auch eirig gedrückt wird. Durch die Linsenkrümmung verschieben und verkippen sich die Linsen dann entsprechend der Deformation. Auch hier sollte man nicht unbedingt etwas verän-

dern, denn dreht man eine der Schrauben zu weit herein, kann diese am Linsenrand hängen bleiben und einen Muschelbruch oder Schlimmeres verursachen.

Wo die Justage festgelegt ist

In einigen wenigen Fällen sind unterschiedliche optische Flächen fest miteinander verbunden und können nicht justiert werden. Ein bekanntes Beispiel sind vor allem kleinere Maksutov-Cassegrains. Während bei größeren »Maks« meist der Sekundärspiegel vom Meniskus-Korrektor getrennt ist, verwenden kleinere Geräte ein Optikedesign, bei dem der Sekundärspiegel einfach auf die Krümmung des Meniskus aufgedampft wird. In seltenen Fällen erhält der Fangspiegel einen eigenen Schliff in diesem Bereich der Linse. Dadurch liegen dann nicht nur drei Flächen zueinander fest, sondern bezüglich des Strahlengangs ist der Sekundärspiegel durch etliche Zentimeter Lichtweg und den Hauptspiegel vom Rest des Korrektors getrennt. Bei solchen Geräten muss die Justage sich zwangsläufig an diesem Element orientieren. Ist der Korrektor perfekt hergestellt, kann das sogar eine Erleichterung sein, weil sich alle anderen Elemente am Meniskus-Korrektor ausrichten lassen.

► Sven Wienstein



▲ Abb. 2: Leicht zu übersehen – dieser Okularauszug kann mit kleinen Madenschrauben auf die richtige Spur gebracht werden.

S. Wienstein

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

MIT GROSSER ÖFFNUNG AUF DIE SONNE

Erste Beobachtungen mit dem Prototyp eines neuen H α -Schmidt-Cassegrain-Teleskops von Baader Planetarium

Die Beobachtung der Sonne im schmalen Band des H α -Lichts begeistert eine immer größere Gemeinde von Amateurastronomen. Der Anblick ist spektakulär, werden doch, gegenüber der Beobachtung im Weißlicht, filigrane Strukturen in der Chromosphäre und Protuberanzen sichtbar. Mit ihren neuen H α -Schmidt-Cassegrain-Teleskopen geht Baader Planetarium ganz neue Wege bei der Sonnenbeobachtung. Ein Prototyp stand für erste Beobachtungen zur Verfügung.

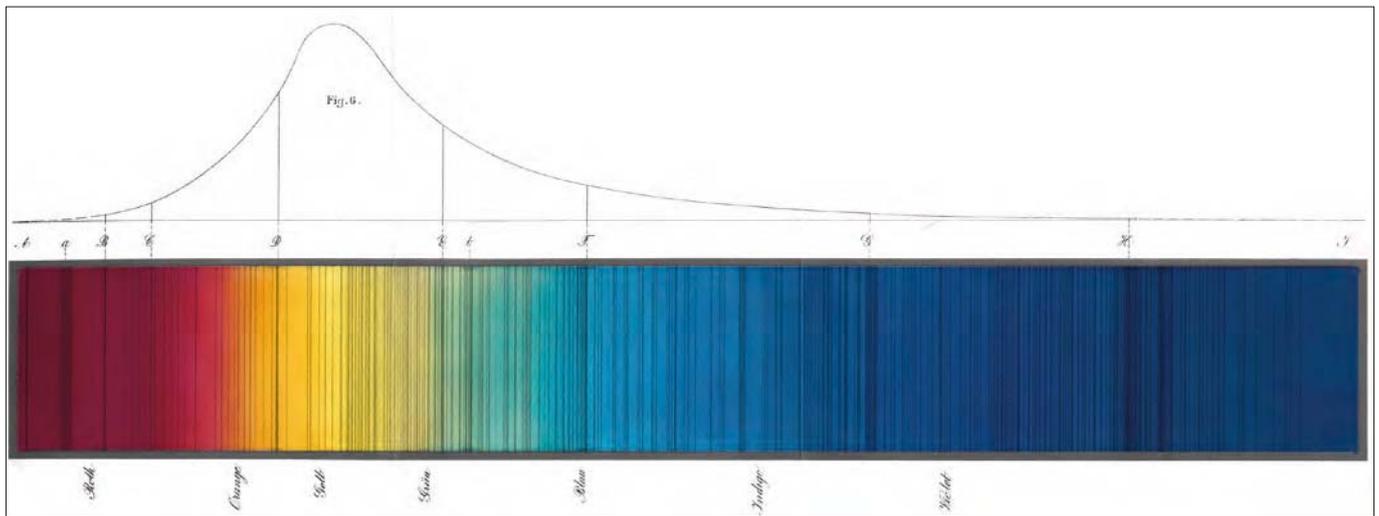
Das für das menschliche Auge sichtbare Licht des elektromagnetischen Spektrums liegt etwa zwischen 380nm (Violett) und 780nm (Dunkelrot). Als Joseph von Fraunhofer 1814 das Spektroskop entwickelte und erstmals das sichtbare Spektrum in seine einzelnen Farben zerlegen konnte, sah er darin Linien, die er jedoch nicht deuten konnte. Er vermaß 570 von ihnen, die auch nach ihm als Fraunhofer'sche Linien benannt wurden. Erst Jahre später entdeckten Gustav Robert Kirchhoff und Robert Bunsen, dass man jedem chemischen Element eine spezifische Anzahl und Anordnung von Spektrallinien zuordnen kann.

Johann Jacob Balmer konnte 1885 vier Linien im sichtbaren Spektrum dem Wasserstoff zuordnen, deren Abstand zueinander mit abnehmender Wellenlänge enger wurde. Er entdeckte eine Gesetzmäßigkeit und entwickelte die Balmer-Formel, mit der sich die Wellenlänge der Spektrallinien des Wasserstoffatoms berechnen lassen. Balmer bezeichnete diese Linien im sichtbaren Spektrum, ausgehend von der Linie mit der größten Wellenlänge, mit H α , H β , H γ und H δ .



K. von Schauder

◀ Abb. 1: Ein Prototyp des neuen H α -Schmidt-Cassegrain-Teleskops von Baader Planetarium im Einsatz.



Oswald's Klassiker der exakten Wissenschaften.
Verlag W. Engelmann, Leipzig, 1889 / Archiv K. v. Schauroth

▲ Abb. 2: Die Fraunhofer'schen Linien im Spektrum der Sonne erlauben Rückschlüsse auf die chemische Zusammensetzung der Sonnenatmosphäre.

Beobachten in H α

Damit die faszinierenden Strukturen des Wasserstoffs auf der Sonne sichtbar gemacht werden können, bedarf es einer sehr aufwendigen Konstruktion und Beschichtung eines Filters. Der Großteil des Lichtes muss geblockt werden, nur ein ganz schmales Band von weniger als 0,1nm, also einem Ångström, lässt Licht hindurch. Wird dieses Band genau über die H α -Linie des Wasserstoffs (656,28 nm) gelegt, so werden die Konturen des Elements kontrastreich und in roter Farbe sichtbar. Dabei gilt: je schmalere das Band, desto kontrastreicher, aber auch dunkler das Bild.

Die Herausforderung für die Hersteller solcher Sonnentelkope besteht nicht nur in der Produktion engbandiger H α -Filter, sondern auch im Lichtweg innerhalb des Teleskopsystems. Da das Band so extrem eng ist, muss das Licht möglichst parallel durch den Filter geleitet werden. Hat ein Teleskop ein kleines Öffnungsverhältnis, werden die Strahlen zum Rand hin in einem immer flacher werdenden Winkel zum Okular geführt. Muss dieses Licht dann noch durch den H α -Filter geleitet werden, so liegt das flach eintreffende Licht nicht mehr direkt auf der H α -Linie und die Folge sind zum Rand des Bildes stark abnehmende Details und geringer werdender Kontrast.

Unterschiedliche Konzepte

Um dieses Problem zu lösen, haben Hersteller zwei unterschiedlich Konzepte entwickelt. Wird der Filter vor der Öffnung des Teleskops platziert, so treffen die Strahlen parallel ein und zeigen über das gesamte Bildfeld einen gleichmäßigen Kontrast. Welches Teleskop mit welchem Öffnungs-

verhältnis dahinter sitzt, ist dann unerheblich. Die tatsächliche Öffnung des Sonnentelkops hängt damit von der Größe des Filters ab. Da eine größere Öffnung mehr Details zeigt, ist das Streben danach leider auch sehr kostspielig. Kann man einfache H α -Teleskope mit 60mm Öffnung schon ab 2000€ erwerben, liegen Sonnentelkope dieser Bauart mit Öffnungen über 200mm schon jenseits der 30.000€-Marke. Diese Systeme werden z.B. von den US-amerikanischen Unternehmen Coronado und Lunt vertrieben.

Die von Baader-Planetarium vertriebene Filterserie SolarSpectrum beschreitet einen anderen Weg. Vor dem Teleskop sitzt ein Energieschutzfilter, der die Infrarotstrahlung reflektiert und nur das Licht von 610 bis 690nm durchlässt. Damit kommt der größte Teil der schädlichen und aufheizenden Sonnenenergie nicht ins Teleskop, die wesentliche H α -Linie wird jedoch nicht blockiert. Im weiteren Lichtweg kommt nun das Öffnungsverhältnis des Teleskops ins Spiel und der Strahlengang wird zum Rand hin flacher. Ein weiteres optisches Modul, das telezentrische System, richtet die Strahlen wieder parallel aus ($\geq f/30$) und leitet sie durch den H α -Filter. Hinter dem Filter sorgt ein Reducer für einen akzeptables und dem Seeing angepasstes Öffnungsverhältnis. Da bei diesem Konzept der H α -Filter hinter dem Teleskop platziert ist, kann die Größe des Filters immer verhältnismäßig klein und unabhängig von der Öffnung des Teleskops sein. Die Größe und Kosten des Energieschutzfilters setzen hier bisher die Grenzen für den Amateurastronomen. Ist ein Energieschutzfilter mit 75mm Durchmesser schon ab 275€ zu haben, werden für 180mm Durchmesser schon knapp 1500 € aufgerufen – zuzüglich einer geeigneten Fassung.

Gratwanderung

Baader Planetarium versucht mit den neuen Systemen eine Gratwanderung zwischen möglichst großer Öffnung und bezahlbarem Energieschutzfilter. Und das, was sich zurzeit in der Testphase befindet und nun in Form von zwei Prototypen existiert, übersteigt das bisherige Vorstellungsvermögen eines Sonnenbeobachters – zumindest theoretisch. Auf Basis von Celestron Schmidt-Cassegrain-Teleskopen und SolarSpectrum-Filtern entwickelte das Mammendorfer Unternehmen zwei Systeme mit 9¼ und 11 Zoll Öffnung. Die resultierenden fotografisch nutzbaren Brennweiten liegen bei 2820mm und 3360mm.

Die Herausforderungen für dieses Projekt waren umfangreich. Die Filter der SolarSpectrum-Serie sind vorhanden, es musste jedoch das Problem des riesigen Energieschutzfilters gelöst werden, eine neue Telezentrik und ein Reducer (Telekompressor) mit extremer Brennweitenreduzierung entwickelt werden. Die letzten beiden Bestandteile konnten recht schnell umgesetzt werden. Die Kosten für einen zusätzlichen feinoptisch polierten Energieschutzfilter mit einem Durchmesser von 2350mm bzw. 2800mm hätten jedoch die Verkaufspreise in unrealistische Höhen schnellen lassen.

Das Unternehmen entwickelte daher ein neues Verfahren, auf vorhandene und fertig geschliffene und polierte Schmidt-Platten eines Schmidt-Cassegrain-Teleskops mehrere Filterschichten aufzubringen, die u.a. das Infrarot-Licht blocken sowie eine Restreflexion von nur 0,2% aufweisen. Nach vielen Versuchen gelang dies und der Weg zu einem Sonnentelkop für den Amateurbereich mit bisher unerreichter Öffnung war frei.

K. v. Schaurroth



▲ Abb. 3: Aufbau und Strahlengang des 11-Zoll-Sonnenteleskops. Der Strahlengang durch das Filter verläuft weitestgehend parallel.

Prototyp im Test

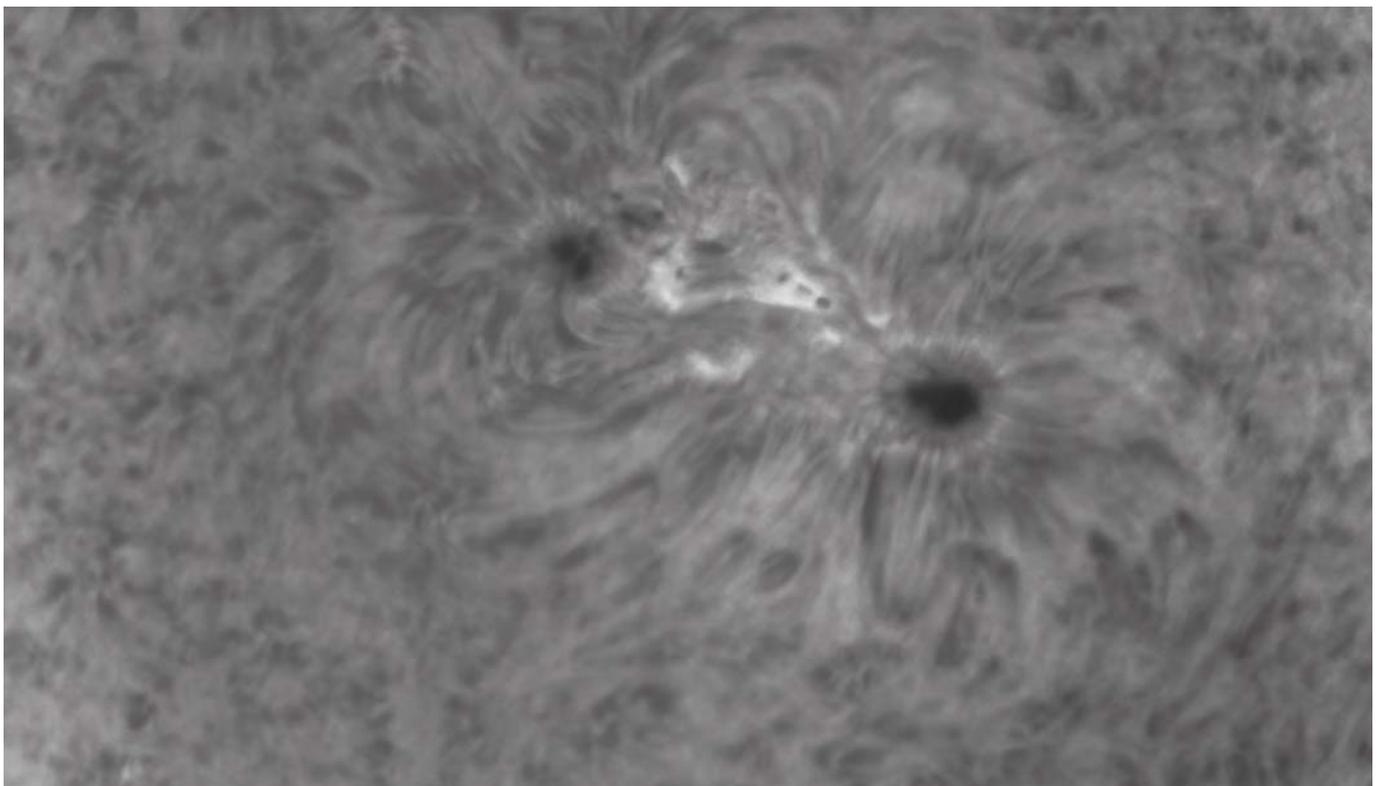
Die beiden Ha-Teleskope unterscheiden sich kaum von serienmäßigen 9¼-Zoll und 11-Zoll Celestron Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskopen. Einzig die Schmidtplatte erlaubt keinen Einblick mehr ins Innere auf den Hauptspiegel. Sie schim-

mert effektiv, da das meiste Licht durch die Energieschutzbeschichtung reflektiert wird.

Mit einem Öffnungsverhältnis von $f/10$ bietet das C11 von Celestron schon eine resultierende Brennweite von 2800mm. Die 3-fach Telezentrik erhöht nun das Verhältnis auf $f/30$ mit 8400mm Brennweite und richtet die Strahlen weitestgehend paral-

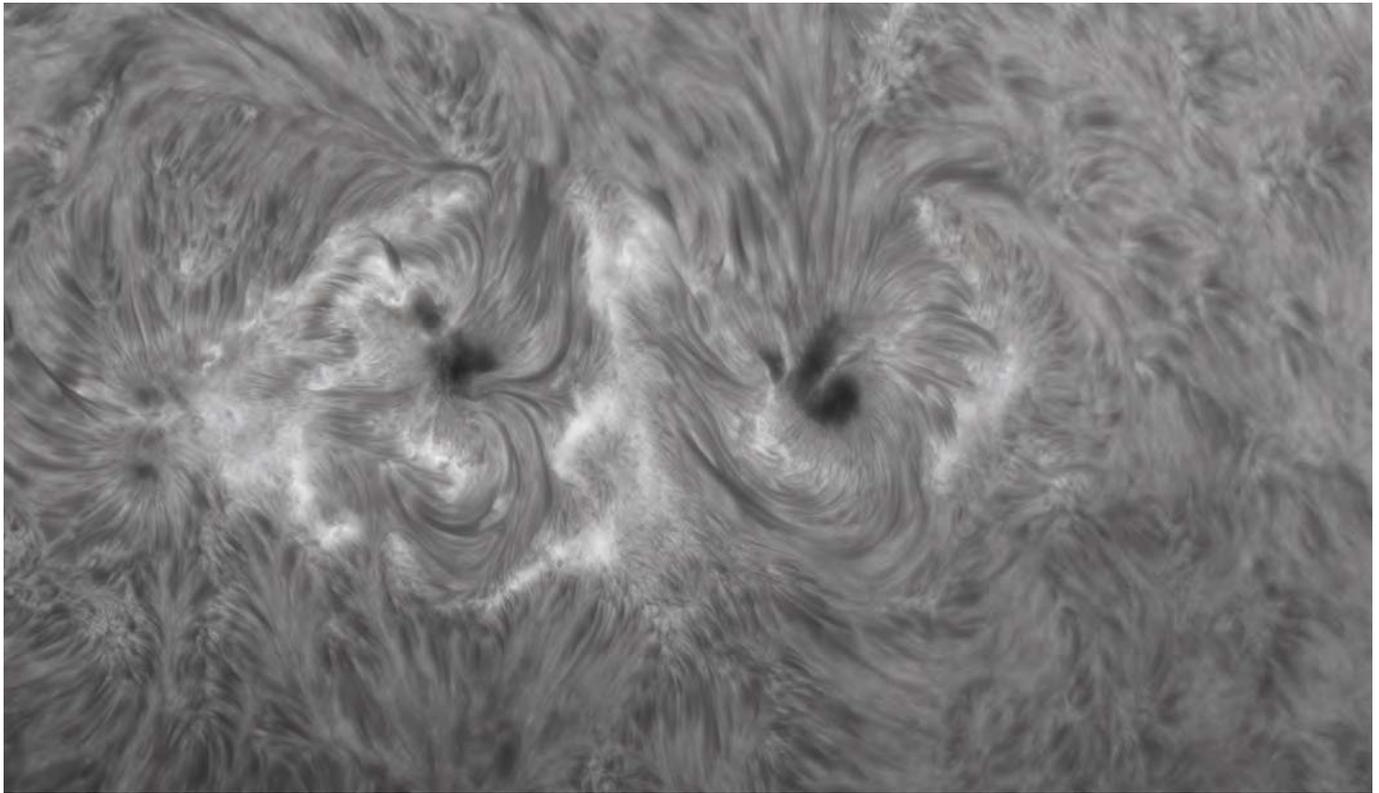
lel für den Ha-Filter aus. Hinter dem Filter bewirkt der 0,4x-Telekompressor eine Reduktion auf $f/12$ mit moderaten 3360mm Brennweite. Das C9¼ bietet hier 2820mm Brennweite. Der neue Telekompressor von Baader liefert ein korrigiertes Bildfeld von 16mm Durchmesser bei Nutzung der vollen Öffnung des Teleskops.

K. v. Schaurroth



▲ Abb. 4: Unschärfe Aufnahme des kleinen Sonnenflecks AR12644. Die 3360mm Brennweite des Baader 11-Zoll-Ha-SC-Teleskops und die Auflösung von 0,34 Quadratbogensekunden pro Pixel der Kamera verlangen nach ausgezeichnetem Seeing, das während der Testphase nicht vorhanden war.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 5: Die Sonnenflecken AR12565 und AR12557. Ein sehr gutes Seeing und die Brennweite von 2820mm des Baader 9¼-Zoll-Ha-SC-Teleskop ermöglichten ein gelungenes und scharfes Sonnenbild. *Andreas Murner*

Bei Teleskopen mit großen Öffnungen und langen Brennweiten spielt das Seeing eine große Rolle. Neben dem notwendigen ruhigen atmosphärischen Seeing muss auch die Luftbewegung innerhalb des Tubus auf ein Minimum reduziert werden. Die Luft im Inneren wird nicht nur durch die eintreffenden Strahlen auf die Optik leicht aufgeheizt, sondern auch durch das Auftreffen auf die einzelnen, zum Teil schwarzen Bauelemente des Teleskops. Hierfür entwickelte Baader Reflexionschirme, die frontseitig auf den Tubus und das Fangspiegelgehäuse gesteckt werden und somit das wärmende Sonnenlicht weitestgehend vom Gehäuse fernhalten. Damit die Reflexionsschirme auch ihre Funktion behalten, muss das Teleskop stets auf die Sonne ausgerichtet sein.

Die große Öffnung beider Prototypen hat rechnerisch zwei große Vorteile gegenüber kleiner dimensionierten Teleskopen. Das Auflösungsvermögen eines Teleskops steigt mit der Größe der Öffnung. Nach Rayleigh kann ein 60mm-Teleskop Details in der Größe von 2,3 Bogensekunden abbilden. Das 9¼-Zoll-Teleskop steigert die Auflösung auf 0,6 Bogensekunden und beim 11-Zoll-Teleskop gar auf 0,5 Bogensekunden. Um die Potentiale beider Prototypen ausnutzen zu können, benötigt man keine Kamerasensoren mit besonders kleinen Pixeln. Schon Sensoren mit einer Pixelgröße von $8\mu\text{m}^2$ können theoretisch die volle Auflösung der Teleskope abbilden.

Der zweite Vorteil großer Öffnungen ist das Lichtsammelvermögen. Ein engbandiges Ha-Filter reduziert das zur Verfügung stehende Licht massiv, was sich in längeren Belichtungszeiten der Kamera bemerkbar macht. Aber gerade kurze Belichtungszeiten werden für das Lucky-Imaging-Verfahren benötigt, um das Seeing »einzufrieren«. Tatsächlich hat man mit beiden Prototypen hinter dem Telekompressor noch ausreichend Licht zur Verfügung, um mit entsprechenden Kameras Belichtungszeiten von 1/1000 Sekunden und kürzer zu nutzen.

Herausforderungen

Ein kleines technisches Manko entdecken wir an dem System. Das Fokussieren an der Sonne über die Verschiebung des Hauptspiegels offenbart eine bekannte Schwäche der Schmidt-Cassegrain-Teleskope. Durch die einfache Mechanik verkippt der Hauptspiegel (Spiegelshifting) und erschwert das Erkennen des Fokuspunktes. Eine einfache Lösung für dieses Problem wäre die Montage eines stabilen Okularauszugs bei der späteren Serienproduktion.

Baader Planetarium hat mit der Entwicklung dieser Systeme die Grenzen des Machbaren erreicht. Nicht nur die Konstruktion und Technik waren eine Herausforderung, auch die Anwendung verlangt von den Fotografen ausdauernde Eigenschaften. Beide Teleskope

benötigen durch ihre Brennweite und Öffnung ein hervorragendes Seeing, um aus einer Videosequenz ausreichend Bildmaterial für ein gelungenes Foto zu generieren – Seeingbedingungen, die in Mitteleuropa eher selten anzutreffen sind. Erwischt man einen dieser raren Momente, wird man mit Details der Sonne belohnt, die bisher dem Amateurastronomen versagt blieben.

Laut Hersteller soll bei der Markteinführung, deren genauer Zeitpunkt noch nicht feststeht, neben dem 9¼-Zoll- und 11-Zoll-Tubus mit Energieschutzfilter auch eine Version mit 8-Zoll-Öffnung verfügbar sein. Die Preise für die drei Tubusgrößen sollen bei rund 3000€, 4000€ und 5400€ liegen. Hinzu kommen noch etwa 800€ für Telezentrik, Telekompressor und diverse Adapter.

► Kai v. Schaurath

| DER AUTOR |

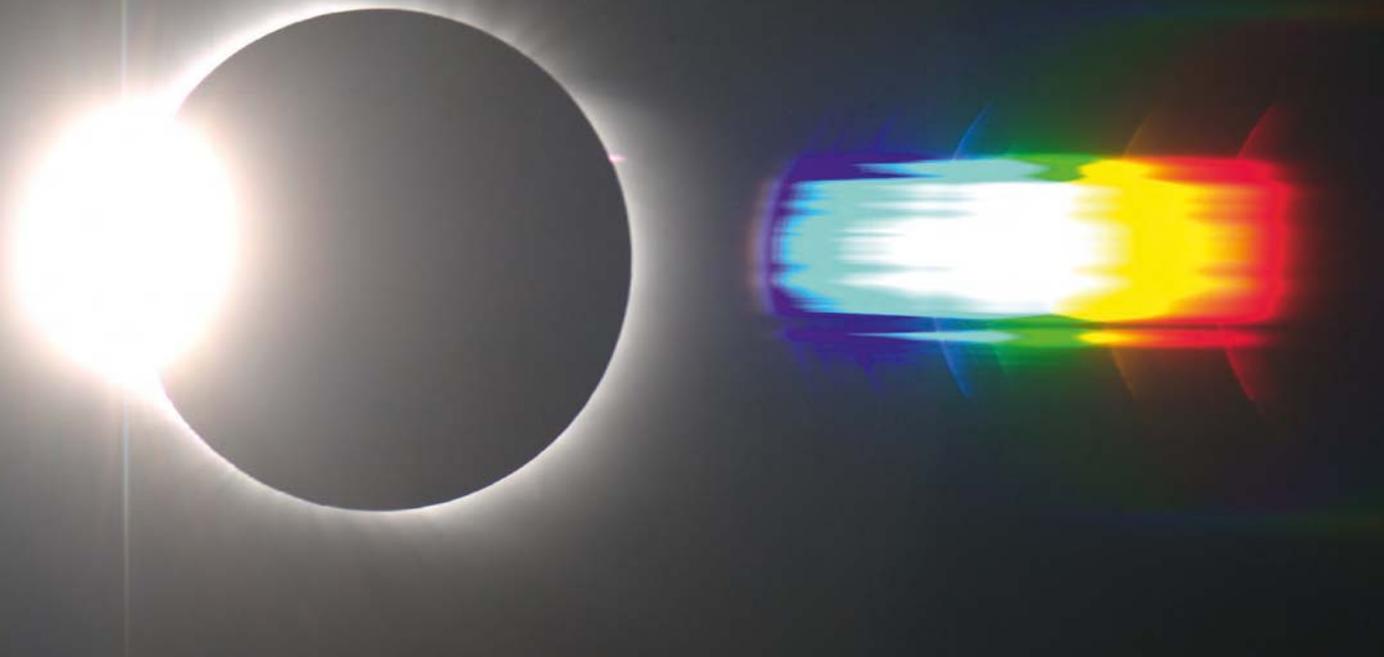
Kai v. Schaurath interessiert sich insbesondere für die Technik von Teleskopen, sammelt seit Jahren historische Instrumente und betreibt auf La Palma das ATHOS Centro Astronómico.



SURFTIPPS

- Baader Planetarium

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a9065



▲ Abb. 1: Das Flash-Spektrum der totalen Sonnenfinsternis vom 1.8.2008. Es sind die markantesten Emissionslinien erkennbar und markiert. Bernd Gährken

DAS FLASH-SPEKTRUM DER CHROMOSPHERE

⇌ INTERAKTIV 



Mario Weigands Leidenschaft sind Hardware, Software und ihre Anwendung. Wenn Sie sich in seiner Rubrik ein bestimmtes Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fa

Spektroskopie bei einer Sonnenfinsternis

Am 21. August wird in den USA eine totale Sonnenfinsternis zu beobachten sein. Eine tolle Gelegenheit um spektakuläre Fotos der Sonnenkorona zu machen und ein außergewöhnliches Bild der Chromosphäre: ein sogenanntes Flash-Spektrum!

Bei der alltäglichen Sonnenbeobachtung dominieren das Licht der Photosphäre und auch das Streulicht, das unsere Atmosphäre verursacht. Die Emissionslinien der Chromosphäre bleiben unsichtbar, denn ihr Leuchten ist viel schwächer, da es in alle Richtungen abgegeben wird. Es fällt nur auf, wenn die Chromosphäre über dem Sonnenrand isoliert betrachtet und dadurch das Leuchten verschiedener Elemente im Plasma der oberen Schichten sichtbar wird. Solche Beobachtungen sind aber nur mit größerem technischen Aufwand möglich.

Neues Element

Anders ist es, wenn der Mond die Sonnenscheibe abdeckt. Eine totale Sonnenfinsternis bietet daher die ideale Gelegenheit, mit einfachen Mitteln ein Emissionsspektrum der Chromosphäre zu gewinnen. Gelingt dies, erhält man nebeneinander aufgereiht mehrere Abbildungen der Chromosphäre in verschiedenen Farben, die jeweils ihren Ursprung in einer Emissionslinie haben. Dominant sind die Wasserstofflinien der Balmerreihe, Kalzium H und K und das einfach ionisierte Helium. Letz-

teres wurde mittels dieser Methode im Jahr 1868 als Element entdeckt.

Die Bezeichnung »Flash-Spektrum« stammt von C.A. Young (1870) und erklärt sich mit der kurzen Zeitspanne, während der die Emissionslinien der Chromosphäre aufleuchten. Im Verhältnis zum Durchmesser der Sonne ist die Chromosphäre nur eine dünne Schicht. Da die totale Phase insgesamt nur wenige Minuten dauert, beträgt die Phase, in die Chromosphäre optimal sichtbar ist, nur wenige Sekunden. Die Chromosphäre hat von uns aus gesehen einen Winkeldurchmesser von nur etwa 10". Aufgrund der hohen Eigenbewegung des Mondes ist eine gute zeitliche Abstimmung bei der Fotografie notwendig. Das Flash-Spektrum muss direkt zu Beginn oder zum Ende der Totalität aufgenommen werden.

Auch die Korona besitzt als heißes, dünnes Gas ein Emissionslinienspektrum. Es weist aufgrund der höheren Temperatur aber andere Linien als die Chromosphäre auf. Da die Korona jedoch keine so scharfen Strukturen besitzt, ist das resultierende Spektrum bei ihr diffus und Emissionslinien sind ohne Verwendung eines Spalts nur schwer bis gar nicht zu identifizieren.

Das Spektrum erzeugen

Für das Zerlegen des Lichts in seine Farben wird die spaltlose Spektroskopie angewendet, bei der das gesamte Abbild der Chromosphäre aufgespalten wird. Eine kostengünstige Realisie-

rung gelingt mit einem Transmissionsgitter, einem planparallelen Glas mit vielen feinen parallelen Riefen oder dunklen Linien, an denen das Licht gebeugt und zur Interferenz gebracht wird. Solche Gitter gibt es in Standard-1¼-Zoll-Filterfassungen im Handel, womit sich das Gitter leicht in den Strahlengang integrieren lässt. Für Flash-Spektren sind Blaze-Gitter gegenüber normalen Gittern mit dunklen Linien aufgrund der begrenzten Zeit von großem Vorteil, da bei ihnen die Lichtausbeute im Spektrum besonders hoch ausfällt.

Für ein schönes Ergebnis, das das Spektrum der Chromosphäre (1. Beugungsordnung) zusammen mit der »normalen« verfinsterten Sonne (0. Ordnung) zeigt, muss der Abstand zwischen Chip und Gitter optimal gewählt werden. Der Beugungswinkel hängt von der Wellenlänge λ und der Anzahl der Gitterlinien pro Millimeter L ab. Die am weitesten verbreiteten Gitter weisen 100 oder 200 Linien/mm auf. Wie groß der Abstand x zwischen der 0. Ordnung und einer bestimmten Wellenlänge der 1. Ordnung in der Brennebene ist, lässt sich mit folgender Formel in mm berechnen:

$$x = \frac{d \cdot \lambda \cdot L}{1000000}$$

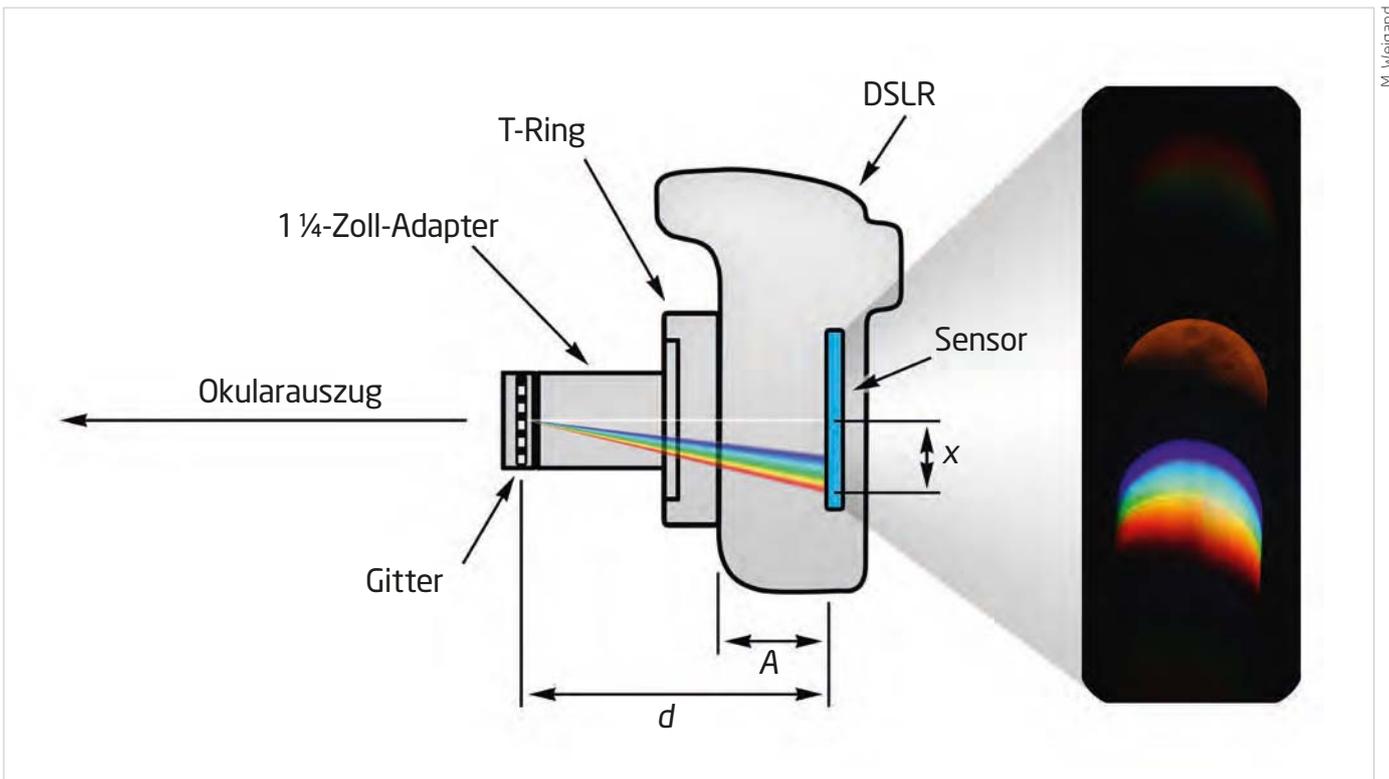
Dabei ist d der Abstand zwischen Gitter und Chip in mm und die Wellenlänge wird in nm eingesetzt, z.B. 400nm für das blaue oder 700nm für das rote Ende des Spektrums. So kann berechnet werden, ob alles auf den Sensor passt.

Beispiel: Ein Gitter mit 100 Linien/mm wird in einen 1¼-Zoll-Stutzen geschraubt, der wiederum über einen T-Ring mit einer DSLR verbunden ist. Mit den typischen Auflagemaßen (siehe Surftipp) ergibt sich insgesamt ein Gitter-Chip-Abstand von etwa $d = 90\text{mm}$. Die H α -Linie bei 656nm wird auf dem Chip folglich 5,9mm entfernt von dem Objekt bzw. der 0. Ordnung dargestellt. Testen lässt sich die Methode ganz ungefährlich bei Objekten wie einem hellen Stern oder dem Mond. Mit recht einfachen Mitteln lässt sich ein Flash-Spektrum der Chromosphäre als eine schöne Ergänzung zu den »pretty pictures« herstellen. Zugleich kann die Methode der historischen Entdeckung des Heliums vor fast 150 Jahren nachvollzogen werden. Schöne Beispiele für Flash-Spektren vergangener Finsternisse sind in den Surftipps zu finden. ► Mario Weigand

SURFTIPPS

- Brian Dennison's Flash-Spektrum-Webseite
- Sonnenfinsternis-2008-Bilder von Bernd Gärken
- Flash-Spektrum als Astronomy Picture of the Day
- Auflagemaße verschiedener Kamerasysteme

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a9067](https://oc1m.de/a9067)



▲ Abb. 2: Konfiguration zur Aufnahme eines Flash-Spektrums bestehend aus Gitter, 1¼-Zoll-Adapter, T-Ring und DSLR. Distanz A ist das Auflagemaß der jeweiligen Kamera, d der Abstand zwischen Gitter und Sensor und x der Abstand der 0. und 1. Ordnung. Rechts ein Beispiel anhand des Mondes.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Für ein paar PERLEN LICHT

Eine Spritztour ans Ende der Welt zur *anderen* Sonnenfinsternis des Jahres

Ein halbes Jahr vor der totalen Sonnenfinsternis in den USA lockte am 26. Februar eine ringförmige Finsternis in den Süden Südamerikas und -afrikas. Ihre Besonderheit war ein sehr schmaler Ring, was ungewöhnliche Fotos versprach. Daniel Fischer hat sich auf den Weg in den Süden Argentiniens gemacht.

13.000 Kilometer: So weit war das Ziel, die argentinische Südprovinz Chubut, von meiner nordrheinwestfälischen Heimat entfernt, sagte der Online-Rechner. Aber so gradlinig – entlang eines Großkreises – ging das in der Realität natürlich nicht: Von Frankfurt über Madrid nach Buenos Aires und weiter nach Esquel ging es mit dem Flugzeug. Insgesamt ist man fast 15 Stunden in der Luft, anschließend waren noch vie-

le Stunden im Mietwagen auf der Ruta 40 nötig, um jenen schmalen Streifen zu erreichen, in dem der Mond von der Sonne ein paar Sekunden lang nur noch einen Ring zurücklassen würde. War dieser Aufwand nötig? Doch die Verlockung war einfach zu groß: Sonnenfinsternisse mit besonders schmalen Ringen, bei denen der Mond gerade eben zu weit entfernt ist, um die Sonne komplett zu bedecken, sind etwas ganz Besonderes. Für das Auge bleibt immer noch so viel von der gleißend hellen Sonnen-»Oberflä-

che« – der Photosphäre – frei, dass ein direkter ungeschützter Blick zur Sonne unmöglich ist.

Chromosphäre und Korona – alles da

Kameras aber kann man das zumuten: früher mit unempfindlichem Film geladen, heute mit elektronischen Sensoren bestückt, die den Strahlungsschwall der restlichen Sonnensichel tolerieren. Spannend sind dabei nur die

◀ Abb. 1: Kurz vor dem Schließen des Sonnenrings über der Pampa Südargentiniens: Zwischen den Spitzen der stark überstrahlten Sonnensichel steht der Neumond vor der inneren Sonnenkorona, links und rechts ist auch etwas Chromosphäre zu erkennen – und links auch eine große Sonnenprotuberanz.

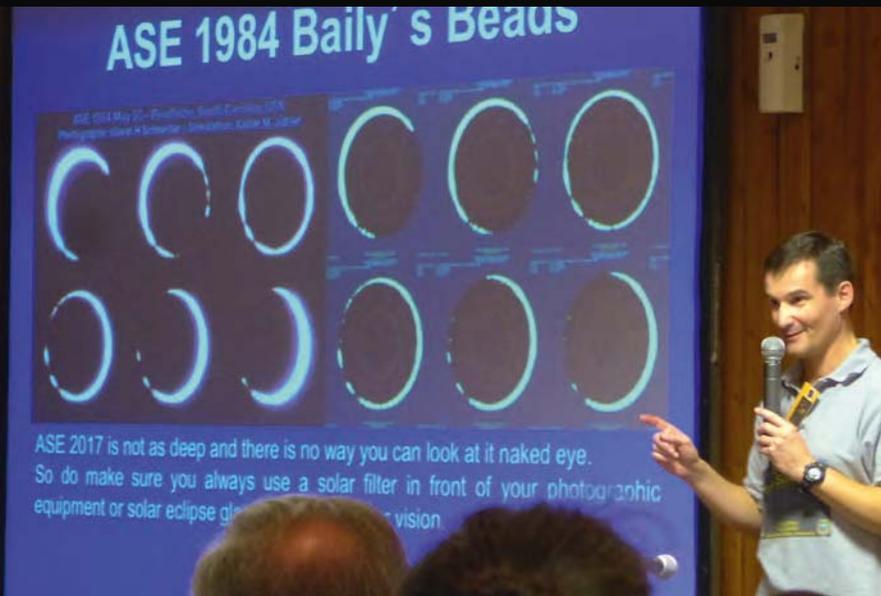
Minuten vor und nach der eigentlichen Ringphase: Wenn der Ring noch eine Lücke aufweist, erscheinen dort hinter dem Rand des Neumonds die Chromosphäre – die rotglühende Schicht der Sonnenatmosphäre direkt über der Photosphäre – und darüber auch der hellste Innenbereich der Korona. Das Sahnehäubchen sind jeweils einzelne Lichtkleckse der Photosphäre, die wie Perlen auf dem Chromosphärenbogen am Rand des Mondes sitzen: Baily's Beads werden sie nach ih-

rem Entdecker genannt. Sie entstehen durch die Täler, die den Mondrand ein wenig einschneiden. Nach klassischer Fotografie 1999 bis 2010 sollte nun erstmals eine Digitalkamera zeigen, was sie damit anfangen konnte. Und zwar ein besonders einfaches – und altes – Exemplar: Es hätte ja auch sein können, dass ihre Elektronik oder Optik die Lichttour doch übel nehmen würden.

Außer der spannenden Finsternis selbst lockten noch drei weitere Aspekte quasi

ans Ende der Welt. Das Zielgebiet lag nämlich mitten in Patagonien, der Südhälfte der südlichsten Länder Südamerikas, Chile und Argentinien. Da waren zum einen häufige E-Mails eines Ausnahme-Sonnenfinsternis-Jägers aus Frankreich, Xavier Jubier, der einen Reisebegleiter suchte – und mit dem ich die Leidenschaft für den Randbereich der Streifen ringförmiger Sonnenfinsternisse teile: Hier werden die beschriebenen Phänomene am Mondrand dramatisch in die Länge

D. Fischer



▲ Abb. 2: Xavier Jubier erklärt auf der Tagung in Esquel, wie das mit den Baily's Beads funktioniert.

gezogen, weil der Mond quasi am Sonnenrand entlang schrammt. Insbesondere Baily's Beads sind viel länger zu sehen – und Jubier ist wohl der Spezialist auf diesem Planeten, der am präzisesten berechnet, welches Muster von Beads an welchem Punkt auf der Erdoberfläche zu sehen sein wird.

Astroparadies Patagonien

Jubier erzählte auch von einer großen astronomischen Tagung, zu Sonnenfinsternissen wie zu astronomischer Öffentlichkeitsarbeit, die unmittelbar vor der Finsternis in der einzigen größeren Stadt weit und breit, jenem Esquel eben, stattfinden würde: meist auf Spanisch zwar, aber Eintritt frei und allerlei internationale Finsternis-Prominenz dabei. Das dritte Argument für Patagonien schließlich waren grandiose Erfahrungen einer Finsternis daselbst im Juli 2010 gewesen, als die total verfinsterte Sonne ein Grad hoch über dem Anden-Hauptkamm gestanden hatte – an wolkenlosem Himmel höchster Transparenz. Das war im Südwinter ein Riesen-Glücksfall gewesen, aber jetzt im Spätsommer war die Wetterstatistik ausgezeichnet. Und am besten etwas östlich der Anden, in der Finsterniszone 350km südlich von Esquel. Exotische Landschaften, Astrokollegen aus fernen Ländern und ein seltenes Himmelschauspiel: Das genügte als Anreiz ...

Die Kleinstadt Esquel: auf 43° südlicher Breite gelegen, knapp östlich der Anden, mit Vegetation, die an das Vorland der Alpen erinnerte, darüber ein dunkelblauer Himmel und ein eher mediterranes Klima. Die Tagung mit rund 100 Teilnehmern fand im Gemeindezentrum statt, mit vielen Postern und Exponaten zur Astronomiedi-



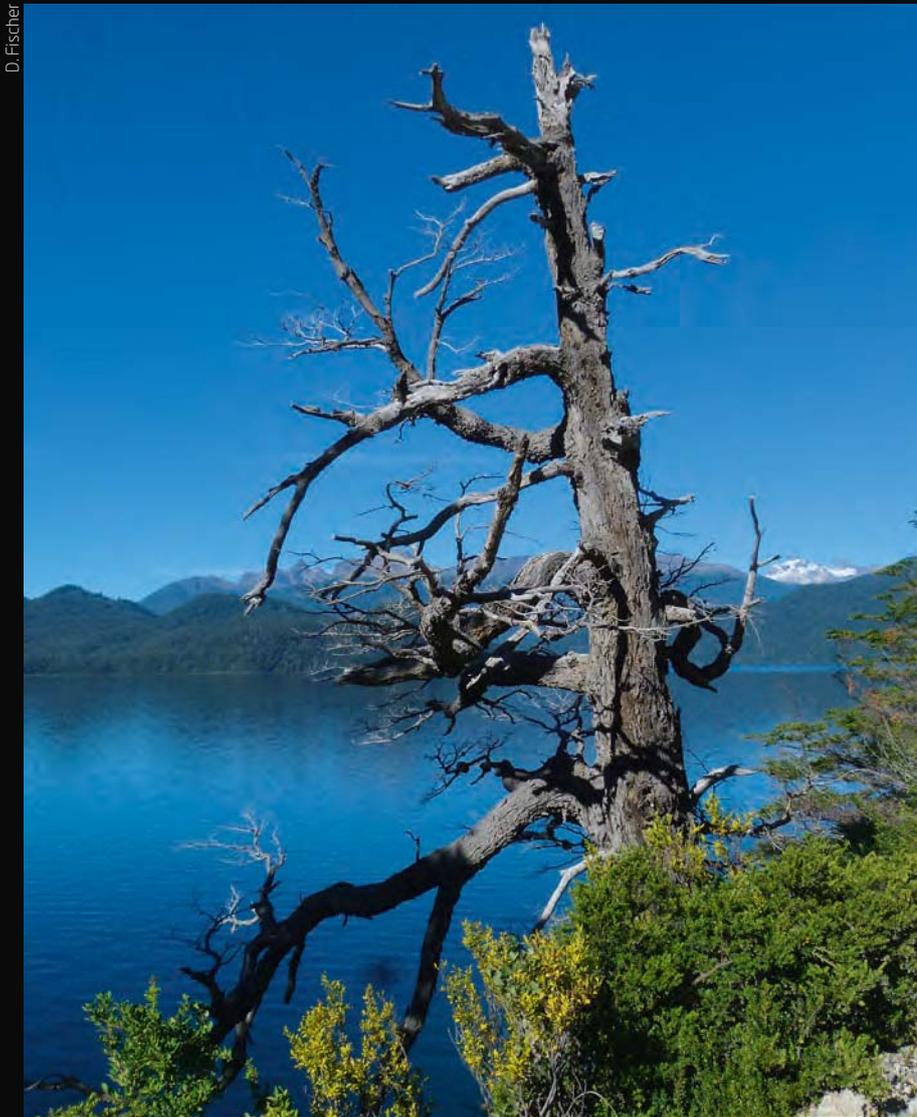
▲ Abb. 3: Ricardo A. Bernatene demonstriert seinen Sonnenfinsternis-Simulator – in direkter Sicht (a) und als Schattenprojektor (b,c).

daktik und Sonnenfinsternissen in Südamerika – und Vorträgen nach einem nicht immer durchschaubaren Zeitplan. Unvermittelt fand ich mich kaum nach der Ankunft schon auf der Leinwand wieder: Ein Astronom aus Argentinien hatte in seinen Vortrag sowohl ein Bild meiner selbst (von einer Finsternis-tagung 1995 in Bolivien) als auch Aufnahmen von mir – von der 2010-er Patagonien-Finsternis – eingebaut, ohne zu wissen, dass ich im Auditorium sitzen würde...

Sonnenfinsternis zum Selbermachen

Die Finsternis-Vorträge befassten sich mit der Vielzahl der Phänomene, die in den kritischen Minuten zu beobachten sind und Jubier trug über das Muster der Perlschnur vor, das in Argentinien zu erwarten war. Die Beiträge zur Astronomiedidaktik waren reichhaltig und mit mangelhaften Spanischkenntnissen nicht immer leicht zu verfolgen – aber besonders aus dem Rahmen fiel der argentinische Physiker Ricardo A. Bernatene mit einem exakt maßstabsgetreuen Modell des Erde-Mond-Systems. Damit lässt sich eine Menge demonstrieren, mit der echten Sonne als sie selbst übrigens: Von der kleinen Erde aus hat der Mond denselben Durchmesser wie sie. Und so lässt sich einmal mit der »Erde« am Auge (und einer Finsternisbrille natürlich) eine perfekte Sonnenfinsternis simulieren, während andererseits der »Mond« einen realistischen Halb- und Kernschatten auf die »Erde« wirft. Fotos dieses Modells erregten im Internet schon einiges Aufsehen, und es gibt schon mindestens einen präzisen Nachbau in den USA.

Der Tag zwischen Tagung und Finsternis bot Gelegenheit für einen Ausflug in den nahen Parque Nacional Los Alerces, der nun wirklich feinstes Alpen-Flair versprühte – samt Blick auf den Gletscher Torreccillas. Von der heimischen Tierwelt ließ sich der Puma, vor dem allortigen Tafeln warnen, zwar nicht blicken, wohl aber ein kein bisschen scheues patagonisches Stinktier. Am Nachmittag setzten wir uns dann in Bewegung: Jubier, ein amerikanischer Rentner auf Weltreise, den wir bei der Mietwagenabholung kennen gelernt hatten und der sich uns spontan angeschlossen hatte, und ich – immer nach Süden auf der Ruta Nacional 40, die einen Ruf als kleine »Traumstraße« des Landes, aber auch für über weite Strecken ausgesprochene Ödnis hat. In der Tat ist die Landschaft hier nicht gerade abwechslungsreich: flach, der Andenkamm weit weg, die Vegetation



▲ Abb. 4: Impressionen aus dem Nationalpark Los Alerces, mit dem strahlend weißen Gletscher im Hintergrund.

nur noch Gestrüpp, im Wesentlichen endlose Zäune beiderseits der schnurgeraden Straße. Abwechslung verschaffen eigentlich nur kilometerlange »Desvios«, wenn die Fahrbahn plötzlich ungeteert neben der Piste verläuft, die gerade repariert wird.

In der Zone der Finsternis

Ein anderer Quell der Spannung war allerdings zunächst noch die unklare Versorgung mit Benzin: Streiks in den Häfen hatten in den Tagen vor unserer Ankunft zu großen Engpässen geführt, und vor den wenigen Tankstellen gab es lange Schlangen. Am Abend durchquerten wir den in West-Ost-Richtung verlaufenden Finsternisfad in Nord-Süd-Richtung auf dem Weg zu einem Quartier in der Region. Angesichts der Perlschnursimulationen Jubiers hatten wir uns klar für den Nordrand entschieden, ein paar Kilometer nur innerhalb des Streifens



▲ Abb. 6: Der Beobachtungsplatz an der Ruta Nacional 40 mitten in der Pampa Patagoniens.



▲ Abb. 5: Festlegung des Beobachtungsortes anhand einer Simulation der Baily's Beads – auf einem Notebook direkt vor Ort am Straßenrand.

der Ringförmigkeit für vielleicht eine halbe Minute Ring und reichlich Chromosphäre und Lichtperlen. Wie es der Zufall wollte, fand sich praktisch genau an der idealen Koordinate eine Art Mauer aus Geröll, nebst einem kleinen roten Schrein, der dem argentinischen »Robin Hood« und Volksheiligen Gauchito Gil gewidmet sein dürfte. Wenn das kein Zeichen des Himmels war...

Am Morgen des Finsternistages hatten sich auch letzte Schleierwolken verzogen, die am Abend noch etwas Sorgen bereitet hatten: erneut strahlend blauer Himmel! Wieder geht die Fahrt quer durch den Streifen der Ringförmigkeit, vorbei an einem improvisierten großen Beobachtercamp mitten im Nirgendwo, aber genau auf der Zentrallinie: Dort würde die Ringphase zwar eine Minute dauern, aber dafür wären die spannenden Erscheinungen bei Schließen und Aufreißen des Rings viel schneller vorbei. Wieder am ausgeguckten Platz bleiben wir allein (und Verkehr ist auf der RN 40 so weit südlich oh-



▲ Abb. 7: Die letzten Minuten vor dem Schließen des Rings, einmal mit einem Filter (a), dann ohne (b-h): Während die grell überstrahlten Hörnerspitzen aufeinander zu eilen, erscheinen nacheinander die innere Korona, eine Protuberanz, die Chromosphäre und immer mehr Baily's Beads.

nehin eher eine Rarität) – bis auf einen lokalen Radioreporter: In sehr gebrochenem Spanisch zu erklären, warum wir hier auf die »Perlas de Baily« warten würden und nicht bei allen anderen in dem Camp, war auch ein astronomisches Abenteuer. Ansonsten vergeht die Zeit des Wartens und der partiellen Finsternis mit Optiktests und Spielereien mit der auf das Autoblech per Lochkamera projizierten Phase wie im Fluge.

Die entscheidenden Sekunden

Irgendwie war es schon seltsam: Da war man ein Drittel ihres Umfangs um die Erde gereist, stand nun buchstäblich mitten im Nirgendwo an einem mathematisch festgelegten Punkt, auf den der Schatten des Mondes zuraste – und in der Hand nur eine sechs

Jahre alte Bridgekamera alias Superzoom mit schon einigen Macken, dazu ein Schnipsel Filterfolie, um die partiellen Phasen korrekt belichtet aufnehmen zu können. Kein Teleskop, kein Stativ – und nur vage Erwartungen, was gleich kommen würde. Diese Kamera hatte zuvor dreimal mit maximalem Zoom – einer Kleinbild-Brennweite von 735mm entsprechend – auf die total verfinsterte Sonne geblickt, 2013 durch ziemlich dicke Wolken (in Uganda), 2015 durch das Fenster eines Flugzeugs und 2016 durch dünne Wolken (in Indonesien). Jedes Mal waren zu Beginn und Ende der Totalität die Chromosphäre, Baily's Beads und hier und da auch eine Protuberanz zu sehen gewesen, eine wie die Chromosphäre rot leuchtende Verdichtung der unteren Sonnenkorona. Aber nun war ja alles anders, mit der trotz ihrer Schlankheit immer noch ext-

rem hellen Sonnensichel, deren Hörnerspitzen nun immer schneller aufeinander zu eilen. Auch der Himmel hatte sich deutlich verdunkelt, mit einem kuriosen Helligkeitsmuster sogar, aber längst nicht so dramatisch wie kurz vor einer Totalität. Und etwas kühler geworden war es auch.

Minuten vor dem Ring: weg mit dem Filter, den Fokus halten (den der Autofokus nach den Tests zuvor deutlich besser findet als alle manuellen Tricks) und das Objektiv mit maximalem Zoom auf die Sonne gerichtet. Das Bild im digitalen Sucher – für solche Experimente niemals direkt durch die Optik schauen, aber das geht bei dieser Art von Kamera ohnehin nicht – ist natürlich schneeweiß von der dramatisch überbelichteten Sonnensichel. Aber da, in der Lücke zwischen den Hörnerspitzen: eindeutig



▲ Abb. 8: Die südliche Milchstraße und die Große Magellansche Wolke unter perfektem Himmel – die Kamera belichtete 60 Sekunden vom Autodach.



D. Fischer

▲ Abb. 9: Typische Straßenszene in Patagonien: Ortschaften liegen typischerweise 100 km auseinander.

ein schwach leuchtender Bogen! Keine Frage: Das ist die innere Sonnenkorona, angeblich doch nur während totaler Sonnenfinsternisse zu sehen, silhouettiert durch den Rand des Mondes. Der weitere Verlauf des Schauspiels ist nun bestens im digitalen Sucher zu verfolgen: Die Lücke wird schmaler, die Korona vielleicht noch etwas deutlicher – und dann erscheint am Mondrand auch die Chromosphäre. Zunächst noch durchbrochen von Mondbergen, dann als durchgehender Bogen – und schließlich tauchen auch Lichtperlen auf dem rosa Streifen auf. Und dann schließt sich der Ring, die Fotoserie ist vorbei – und zwar für länger, denn just mit Schließen des Rings streikt die Elektrik der alten Kamera, die erst kurz nach erneutem Aufbrechen des Rings wieder zur Besinnung kommt (und so tut, als sei nichts gewesen).

Triumph in Facundo

Noch im Dämmerlicht der frühen zweiten Partialität ziehe ich mich in unseren Wagen zurück, um die Ausbeute auf einem Notebook zu überprüfen und zu verarbeiten. Auf dem Bildschirm sind noch viel mehr Details von Korona und Chromosphäre als im Sucher zu

erkennen – und die letztere ist trotz 1/2000 Sekunde und Blende 8 bei ISO 100 schon fast überbelichtet. So klar hatte ich sie halt noch nie vor der Linse gehabt. Die meisten »Beads« dagegen sind regelrecht eingebrennt, eindeutig zu viel des Guten: Sollte es je wieder eine Sonnenfinsternis bei so klarem Himmel geben, wäre ein Graufilter bereitzuhalten. Nach dem Ende der Finsternis fahren wir noch einmal etwas nach Süden, um im Dörfchen Facundo nahe der Zentrallinie, das die lokalen Medien zur Finsternis-Hochburg erkoren hatten – in der Mehrzweckhalle einem üppigen Mittagessen, gesponsert vom Bürgermeister, beizuwohnen. Wieder und wieder muss ich die Bilder auf dem Notebook zeigen – und einem britischen TV-Team ein Interview geben, für eine Sendung eines amerikanischen Networks am Vorabend der Totalen: Ob das wohl in die Sendung kommt...?

Das war schon der Anfang vom Ende: Erst noch ein Abstecher nach Osten in einen abwechslungsreicheren Teil Patagoniens mit einem spektakulären versteinerten Wald, Sichtungen von Guanakos (der Wildform des Alpakas) und einer Herde Nandus, der großen südamerikanischen Laufvögel, dem Besuch in einem einsamen Restaurant mit er-

staunlich schnellem Internet, so dass die Bilder noch am selben Tag im World Wide Web landen – und einem Stopp mitten in der Pampa, über der sich ein atemberaubender und natürlich mondloser Nachthimmel aufspannt, mit der Milchstraße durch den Zenit, dem Kreuz des Südens, den Magellanschen Wolken und im Nordwesten kopfstehend dem Orion – 43 Grad Süd halt. So dunkel ist es, dass ich das Sky Quality Meter in der Reisetasche einfach nicht finden kann. Wieder in Buenos Aires zeigt es dann in der letzten und abermals klaren Nacht 17,3, Größenklassen pro Quadratbogensekunde an, nur eine Handvoll Sterne sind zu erkennen (und ist das schöne Planetarium der Stadt sommerhalber geschlossen). Nach genau einer Woche endet die 27.000km-Spritztour wieder in Frankfurt – ob sich das gelohnt hat: Ist das überhaupt eine Frage?! ▶ Daniel Fischer

SURFTIPPS

- Finsternisbilder aus Argentinien
- Der Himmel über Patagonien
- Der Bernatene-Simulator

 [Kurzlink: oc1m.de/a9073](https://oc1m.de/a9073)



BLICK ZUM »TIE FIGHTER«

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

◀ Abb. 1: Die Galaxien NGC 4725 (Mitte), NGC 4747 (oben links) und NGC 4712 (rechts).

Für diese Rubrik habe ich eine erst vor kurzem, am 28. März und 24. April 2017, entstandene Bilderserie ausgewählt: Das Hauptobjekt ist NGC 4725, eine Balkenspiralgalaxie, die von Wilhelm Herschel 1785 entdeckt wurde. Östlich davon befindet sich die Galaxie NGC 4747, deren Gezeitenschweife durch Interaktion mit NGC 4725 verursacht werden. Am westlichen Rand ist noch NGC 4712 zu sehen, entdeckt von John Herschel. Das System ist aber mit gut 200 Millionen Lichtjahren deutlich weiter weg als die beiden interagierenden Galaxien in etwa 40–45 Millionen Lichtjahren Entfernung.

Verführerischer Name

Der Gedanke zur Aufnahme kam mir, als ich mir im interstellarum Deep Sky Atlas eine zuvor für den Abend ausgewählte Himmelsregion genauer ansah. Als langjähriger Star-Wars-Fan fiel mir natürlich sofort die Galaxie NGC 4725 auf, die dort den Beinamen »Tie Fighter« trägt. Eine kurze Onlinerecherche lieferte dann die notwendigen Informationen und Beispielbilder, die mich überzeugten, dass es sich um ein lohnendes Ziel handeln würde.

Ich bin dann am Abend des 28. März um 19:45 MESZ raus zu meiner kleinen Privatsternwarte unweit des Hauses gegangen und habe das Rolltor der Kuppel geöffnet, damit ein entsprechender Temperaturengleich stattfinden konnte. Etwa eine halbe Stunde später wurde dann Regulus im Löwen angefahren und der 10-Zoll-Carbon-Newton mit Hilfe einer Bahtinov-Maske via Live-View der Nikon DSLR (APS-C Format) scharfgestellt. Mit der GoTo-Steuerung war das Zielobjekt schnell angefahren, eine Testaufnahme mit ISO 3200 bei 15s gemacht und mehrfach korrigiert, bis der gewünschte finale Bildausschnitt erreicht war. Als Nachführkorrektur für die von mir genutzte EQ8-Montierung verwende ich den MGEN-II Autoguider. Hier wurde ein entsprechender Stern im Feld des 9/50mm Suchers mit 180mm Brennweite ausgesucht und für gut 5min testweise nachgeführt. Nachdem dies zufriedenstellend verlaufen ist, stellte ich noch die Aufnahmeparameter am MGEN ein und startete die Belichtungsreihe. Zur Sicherheit überprüfte ich dann alle 70–80min das Geschehen in der Kuppel – die Kamera sowie die Position vom Fernrohr zur Kuppelöffnung.

Da der Wecker am nächsten Morgen unbarmherzig läuten würde, habe ich die Aufnahmeserie um 1:00 MESZ beendet. Im An-

schluss, bis zum frühen Morgen, wurden dann noch Darks mit Hilfe des MGEN angefertigt. Diese mögen zwar nicht auf das Zehntelgrad die exakt gleiche Temperatur haben wie die zuvor aufgenommenen Lights, aber hier in Mitteleuropa sind wir ja nicht mit so vielen Aufnahmeächten gesegnet, so dass mir die Zeit zu kostbar ist, um die Darks gleich nach Aufnahme eines Lights durchzuführen. Das SQM-L zeigte während der Nacht Werte zwischen 20,9 und etwas über 21 an – anhängig vom Zubettgehen der Nachbarn und der damit verbundenen Abnahme der Lichtverschmutzung.

Feine Details und Staubbänder

Einige Tage später erfolgte dann die Bearbeitung der gewonnenen Daten im Programm PixInsight. Mit Ausnahme der Darks, die ja in der Aufnahmenacht erstellt worden sind, hatte ich die anderen Kalibrierungsdateien (Flats, Bias) schon als Masterdateien auf der Festplatte, die Position der Kamera im Okularauszug wurde ja nicht geändert.

Im Bearbeitungsprozess zeigten sich dann sehr feine Details in den Galaxien – Staubbänder und sogar zarte Ha-Knötchen, bzw. die Gezeitenschweife in der Galaxie NGC 4747. Da das Feedback in einem Onlineforum auf das finale Ergebnis positiv ausgefallen ist und man NGC 4725 nicht so häufig sieht, habe ich mich entschlossen, es für die Rubrik »Mein bestes Astrofoto« auszuwählen.

►Michael Schmidt

IM DETAIL

Technik und Bearbeitung

Optik: 10-Zoll Lacerta Newton 254/1200mm

Montierung: Skywatcher EQ8 mit MGEN-II Autoguider

Kameras und Belichtungszeit: Nikon DSLR D5300(a), 42×600s

Nachbearbeitung: PixInsight

SURFTIPPS

- Astrobin-Seite des Autors

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a9075

NACHBARN UND ANDERE HIGHLIGHTS



▲ Abb. 2: Unser galaktischer Nachbar, die Große Magellansche Wolke, ist das Highlight am südlichen Sternhimmel. Die Aufnahme entstand am 28. Januar 2017 von Barreal in Argentinien aus mit einem Teleobjektiv und einer Canon EOS 6da bei 85mm Brennweite und 800 ISO. Die Belichtungszeit betrug 150min. *Tommy Nawratil*



▲ Abb. 3: Die Galaxie Messier 51, die Strudelgalaxie, im Sternbild Jagdhunde. Das Bild entstand am 27. März 2017 von Teuschnitz aus. Verwendet wurden ein 200mm-Newton bei 920mm Brennweite und eine Canon EOS 450Da bei 200 ISO. Die Belichtungszeit betrug 16×10min. *Daniel Förtsch*

▼ Abb. 1: Abell 21, der Medusanebel, ist ein Planetarischer Nebel im Sternbild Zwillinge. Das Bild entstand am 25. März 2017 mit einem 254mm-Newton bei 1000mm Brennweite und einer Atik 383L+ mit einer Belichtungszeit von 8×1800s in H α , 23×1200s in [OIII] und je 9×300s je RGB von Eggersdorf aus. *Frank Iwaszkiewicz*



GRÖSSENVERGLEICH

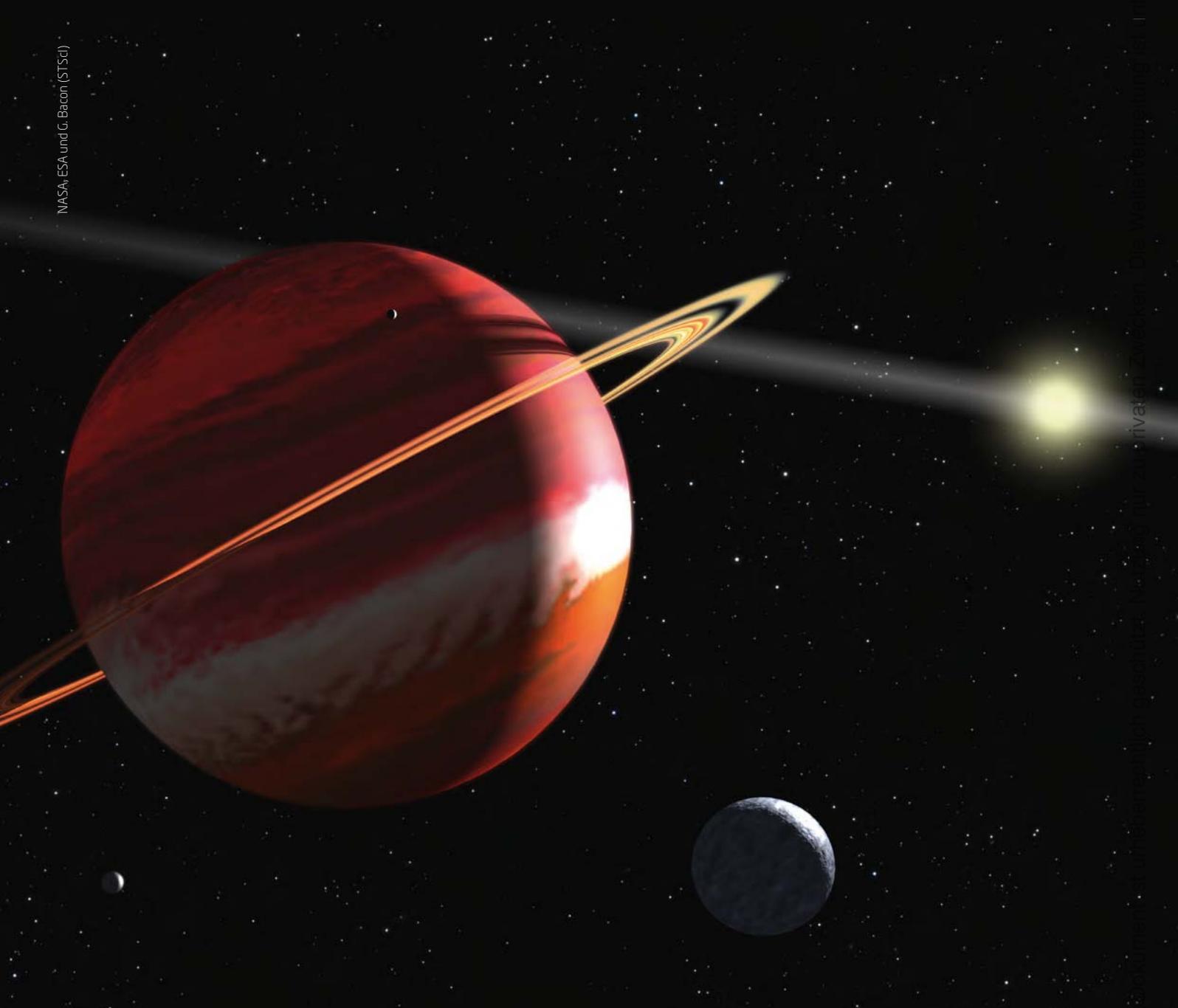


▲ Abb. 1: Rund um seine Opposition ist ein Planet der Erde am nächsten und erscheint am Himmel damit auch besonders groß. Wie groß – oder besser: wie klein – er dann ist, verdeutlicht diese Montage: Anfang April stand Jupiter in Opposition. Das Bild des größten Planeten im Sonnensystem und seiner Monde wurde am 7. April aufgenommen, genau wie die Ansicht des Erdmonds. Die Montage zeigt die realen Größenverhältnisse am Himmel. Verwendet wurden ein 102mm-Maksutov-Teleskop bei einer Brennweite von 1300mm und eine Kamera vom Typ ALCCD-5L-IIc. *Björn Hoffmann*

»HERR WALKER, WIE HABEN SIE DEN ERSTEN EXOPLANETEN VERLOREN?«

Ende 1995 gaben Schweizer Astronomen die Entdeckung des ersten extrasolaren Planeten um einen normalen Stern bekannt. Bereits vor 30 Jahren allerdings, am 18. Juni 1987, hatten kanadische Astronomen mit mehreren möglichen Exoplaneten Aufsehen erregt. Das Echo in der Fachwelt blieb jedoch eisig, am Ende zweifelten die Forscher sogar selbst. Mehrere ihrer Kandidaten stellten sich Jahre später allerdings als echt heraus. Was also ging damals schief? Fragen an den emeritierten Professor Gordon Walker von der University of British Columbia, der das Team leitete.

NASA, ESA und G. Bacon (STScI)



▲ Abb. 1: Künstlerische Darstellung des im Jahr 2000 bestätigten Planeten im Epsilon Eridani. Schon Gordon Walker und sein Team fanden vor 30 Jahren Hinweise auf einen Planeten um den 10,5 Lichtjahre entfernten Stern.

Abenteuer Astronomie Als Sie 1987 Ihre vielbeachtete Pressekonferenz gaben, waren Ihre Daten eigentlich noch gar nicht spruchreif?

► **Gordon Walker:** Der Auftritt war im Rahmen einer der halbjährlich stattfindenden Konferenzen der American Astronomical Society, und die wollen immer gern die Forschungsarbeit einer Einrichtung in der Stadt hervorheben, wo sie tagen. Damals war das Vancouver, aber der erste Kandidat wollte nicht, da hat die University of British Columbia uns ausgeguckt: Die Jagd nach Planeten ist ja immer populär. Das Problem war nur: Wir waren noch nicht weit genug mit unserer Arbeit und sicher nicht bereit zu sagen, wir hätten definitiv Exoplaneten gefunden.

Abenteuer Astronomie Was für eine Art von Messungen war das?

► **Gordon Walker:** Dieselbe Methode, die etwa auch die Schweizer einsetzten: Wir maßen die Radialgeschwindigkeit ausgewählter Sterne, also wie sie sich entlang der Sichtlinie relativ zur Erde bewegen. Ein Planet würde einen kleinen periodischen Effekt auslösen, aber der war winzig: Der Jupiter zum Beispiel lässt die Sonne mit 13m/s vor- und zurückwandern. Und die Spektroskopie erlaubte Anfang der 1970er Jahre nur Messungen von 1km/s Genauigkeit! Das mussten wir unbedingt ändern, am besten gleich um mindestens einen Faktor 10.

Abenteuer Astronomie Und wie haben Sie das geschafft?

► **Gordon Walker:** Indem wir zum einen die bis dahin verwendeten Fotoplaten durch eine spezielle elektronische Kamera ersetzten – und zum anderen eine Zelle, gefüllt mit Fluorwasserstoff, in den Strahlengang brachten. Ein extrem giftiges und ätzendes Gas, das aber dem Licht von Sternen ein schönes Muster von Absorptionslinien aufprägt – gegen das sehr kleine Verschiebungen der Linien im Sternspektrum selber gemessen werden können, darunter solche durch die schwankende Radialgeschwindigkeit.

Im Dezember 1978 probierten wir unseren riskanten Aufbau an einem kanadischen 1,2-Meter-Teleskop aus – und es funktionierte auf Anhieb, die Messgenauigkeit war mit einem Schlag zehnmal besser. Mit einer weniger gefährlichen Version begannen wir dann 1979 eine 12-jährige Messreihe mit

dem Canada-France-Hawaii Telescope auf Hawaii: Wir bekamen vier Nächtpaare pro Jahr, in denen wir die Radialgeschwindigkeit von 23 Hauptreihensternen der Spektralklassen F, G und K maßen, dazu sechs Eichsterne. Eine sehr langwierige Prozedur, zudem ohne irgendwelche Veröffentlichungen.

Abenteuer Astronomie Bis auf eben jene Konferenz der American Astronomical Society 1987. Im Abstract Ihres wissenschaftlichen Vortrags dort ist im Wesentlichen zu lesen, was alles nicht gefunden wurde, erst am Ende werden »ein paar Fälle scheinbar realer Geschwindigkeitsveränderungen« angedeutet, die »Begleiter mit ein paar Jupitermassen implizieren« würden, aber noch nicht signifikant seien.

► **Gordon Walker:** So war es, aber ein junger Mitarbeiter wurde wohl bei den Interviews etwas von der Begeisterung davongetragen. Während die Presse anfangs positiv berichtete, blieben die Kollegen durchweg sehr skeptisch: Zu oft schon waren Planeten fremder Sterne verkündet worden, die sich dann als Irrtümer entpuppt hatten – und jetzt waren wir auch noch mit dieser ganz neuen Messtechnik gekommen. Das Thema war so unpopulär, dass sich niemand aufrufen wollte, unsere Anstrengung zu wiederholen.

Die Stimmung in unserem dreiköpfigen Team verschlechterte sich zunehmend, und der anfangs so engagierte Kollege verließ uns schließlich, weil er in der Gegend keine Festanstellung fand – und er war so verärgert, dass er alle reduzierten Daten löschte! In mühevoller Arbeit musste ich sie mit einem anderen Kollegen rekonstruieren – und dann zerstritten wir uns, wie wir sie präsentieren sollten. Er wollte in den Messungen unbedingt nur nach kreisförmigen Bahnen suchen, wofür es eigentlich keinen Grund gab, und am Ende schienen alle unsere Kandidaten so schwach, dass wir sie 1995 gewissermaßen widerriefen.

Abenteuer Astronomie Das war aber auch wieder nicht richtig.

► **Gordon Walker:** Allerdings! Drei Sterne, bei denen wir Hinweise auf Exoplaneten gesehen hatten, Gamma Cephei, Beta Geminorum und Epsilon Eridani, haben tatsächlich welche, mit Eigenschaften, die zu unseren Analysen passten, aber das konnte eine andere Arbeitsgruppe erst sehr viel später – in den 2000er Jahren – bestätigen. Un-



▲ Abb. 2: Gordon Walker in Schutzkleidung mit der Fluor-Wasserstoff-Zelle am Canada-France-Hawaii Telescope.

ser Pech war, dass wir wegen der begrenzten Beobachtungszeit mit dem Canada-France-Hawaii Telescope nur eine Handvoll Sterne überwachen konnten – und die besten Fälle darunter waren ausgerechnet komplexer Natur. Gamma Cephei zum Beispiel ist ein Doppelstern: Hätten wir uns mit diesem System intensiver befasst, hätten wir vielleicht auch selber die Anwesenheit des Planeten überzeugend beweisen können. Aber so ist halt die Wissenschaft...

Die Fragen stellte Daniel Fischer

➤ SURFTIPPS

- »Memoiren« von Walker
- Zeitungsbericht über die verpasste Entdeckung

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a9081



SPACE CHECKER


 INTERAKTIV

Space Checker ist unsere Rubrik für Astrokids zwischen 8 und 14 Jahren. Wenn auch Du von Deinem Experiment berichten möchtest, dann schreibe uns eine E-Mail an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder bei Facebook.

Das Sonnensystem als Papierstreifen

Wie man sich mit einfachen Mitteln die Entfernung zu den Planeten veranschaulichen kann

Wir lernen zwar in der Schule viel, jedoch wurde uns nie richtig erzählt, wie groß unser Sonnensystem wirklich ist. Bei unserer Rechercharbeit haben wir Zahlen herausgefunden, unter den wir uns aber noch nichts wirklich vorstellen konnten. Daher haben wir uns die Größe des Sonnensystems einmal mithilfe eines Papierstreifens veranschaulicht.

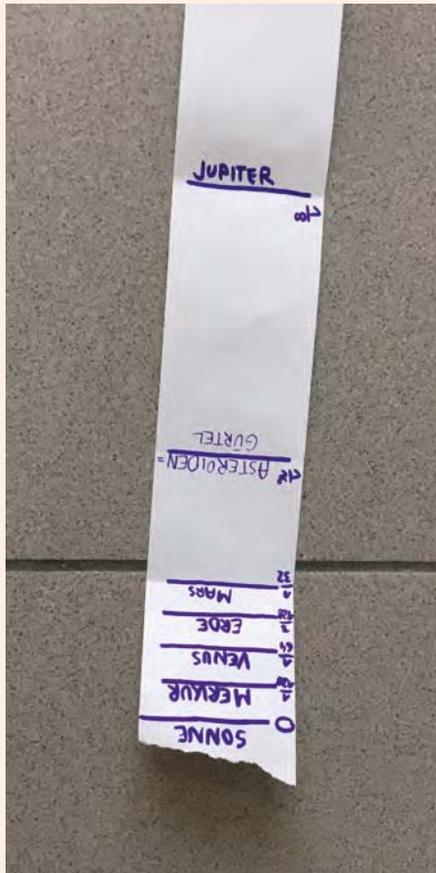


▲ Abb. 1: Iris Emberger, Katharina Traudtner und Katharina Wurm (von links) mit ihrem Papiermodell des Sonnensystems. *Johanna Mares*

Für unser »Modell« braucht ihr zum Beispiel ein Stück einer Papier- oder Kassenrolle, das so lang ist wie eure Armspannweite. Dieses faltet ihr in der Mitte. An das eine Ende schreibt ihr »Pluto«, auf das andere »Sonne« und in der Mitte (am gefalteten Strich) ergänzt ihr »Uranus« & » $\frac{1}{2}$ «.

Legt den Uranus und die Sonne aufeinander und faltet die Mitte – dort kommen »Saturn« & » $\frac{1}{4}$ « hin. Nach der halben Distanz von Saturn und Sonne befindet sich dort der Jupiter (1/8). Zwischen dem Jupiter und der Sonne liegt auf halber Strecke der Asteroidengürtel (1/16) Dann liegt zwischen Asteroidengürtel

und Sonne nach halber Distanz der Mars (1/32). Legt den Mars und die Sonne aufeinander, dann ergibt sich die Venus (1/64), Venus und Mars aufeinandergelegt ergeben die Erde. Merkur liegt auf halbem Weg zwischen Venus und Sonne. Zwischen Uranus und Pluto liegt der Neptun (3/4).



Wenn zwischen dem Mond und uns bereits eine so unfassbar große Entfernung liegt, wie sollen wir dann jemals die Chance bekommen, andere Sonnensysteme zu erforschen, geschweige denn zu bevölkern?

Fremde Planeten um anderen Sonnen

Außerhalb unseres Sonnensystems wurden vor kurzer Zeit mithilfe eines Spezialteleskops erdähnliche Planeten entdeckt, einer davon ist 490 Lichtjahre entfernt. Aber wie lang ist ein Lichtjahr überhaupt? Und würden wir es überleben, so eine Distanz in einem Raumschiff zurückzulegen? Ein Lichtjahr sind 9,5 Billionen Kilometer, das sind 9.500.000.000.000km. Als Vergleich: Die Raumsonde Voyager 1 startete 1977 von der Erde und erreichte 2013, also 36 Jahre später, einen Abstand von 18 Milliarden Kilometern. Der Exoplanet hat also mehr als die 250.000-fache Entfernung und man könnte ungefähr abschätzen, dass man auch über 250.000 Mal so lange dorthin benötigt. Rechnet selbst!

Wir finden es absolut faszinierend, wie wahnsinnig groß das Weltall einfach ist. Auf unserer Erde wird alles allein von uns beansprucht, doch da draußen gibt es so viel Unbekanntes und Unerkanntes, von dem der Mensch niemals fähig sein wird, Besitz zu ergreifen.

Schon allein deswegen sollten wir gut auf unseren Planeten aufpassen und ihn nicht zerstören, denn wir würden es nie lebend auf einen anderen Planeten in einem anderen Sonnensystem schaffen. Wir haben nur diese eine Chance und diese eine Erde. Nutzen wir sie.

► Iris Emberger, Katharina Traudtner und Katharina Wurm, Schülerinnen der 4D der BRG Draschestraße in Wien

▲ Abb 2: Mit Falten und einfachem Zusammenrechnen lassen sich die Positionen der Planeten auf dem Papierstreifen eintragen.

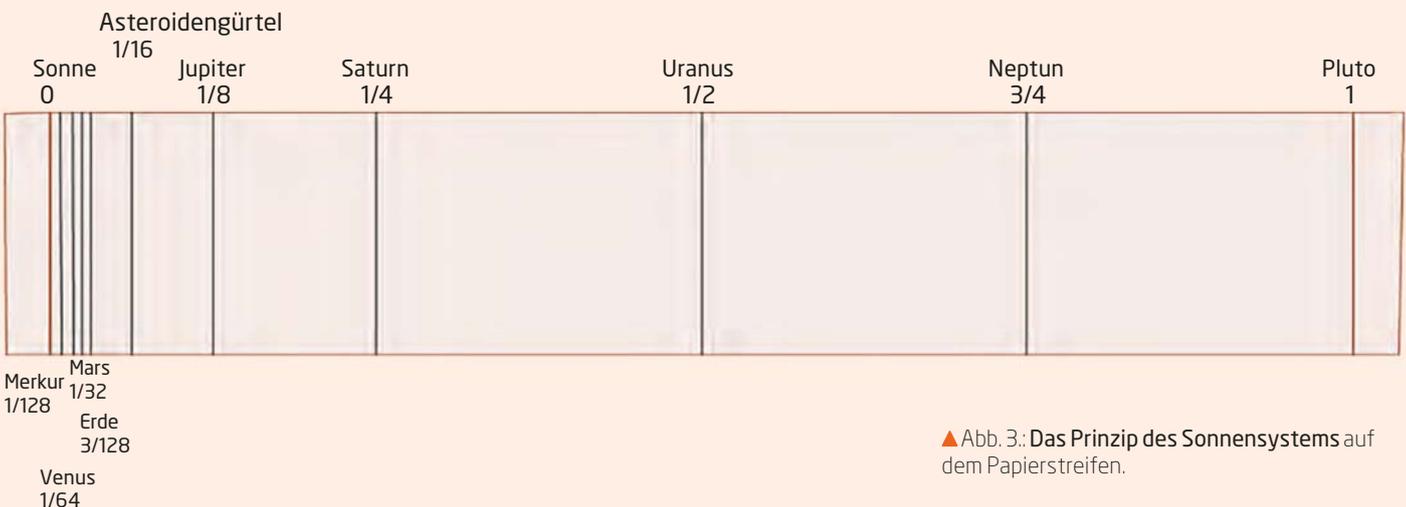
Unvorstellbare Entfernungen

Der Mond ist auf dem Papierstreifen auf derselben Höhe wie die Erde und somit der nächste Himmelskörper zur Erde. Allerdings beträgt diese Distanz bereits über 350.000km, das wäre eine neunmalige Autofahrt um unseren Planeten. Wie lang würde dann eine Reise zu unserem nächsten Planeten dauern? Auf dem Papierstreifen sieht die Entfernung zwischen Erde und Mars aus wie ein Katzensprung. Wenn die Erde 100 Einheiten breit wäre, wäre der Mond 3000 Einheiten weit entfernt, der Mars hingegen un-

gefähr 428.000 Einheiten. In den nächsten 10-15 Jahren ist eine bemannte Reise zum Mars geplant. Wissenschaftler rechnen mit einer ungefähren Reisedauer von sechs bis acht Monaten.

Zum äußersten Objekt in unserem Papier-Sonnensystem, dem Zwergplaneten Pluto, bräuchte man vermutlich 20-25 Jahre, was an sich nicht so lang wäre, aber wie soll man genügend Treibstoff, Essen und Trinken lagern, ohne dass das Raumschiff zu schwer wird?

Es gibt unglaublich viele unerforschte Planeten um andere Sonnen. Diese liegen allerdings außerhalb unseres Sonnensystems.



▲ Abb. 3.: Das Prinzip des Sonnensystems auf dem Papierstreifen.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Wenn die Sonne im Treppenhaus kulminiert

Zwei interessante Astronomieprojekte bei Astrotreff.de

Im Internetforum Astrotreff.de wurde ein Beispiel dafür präsentiert, wie sich mit ganz einfachen Mitteln praktische Astronomie betreiben lässt, und ein Schüler bei einem Projekt zur Astrofotografie unterstützt.



ManfredMolkenthin

▲ Abb. 1: Ein Baum als Landmarke zur Wintersonnenwende 2004.

Praktische Astronomie kann man auf vielfältige Weise betreiben, oft mit ganz einfachen Mitteln, etwa zur Bestimmung der Mittagshöhe der Sonne über dem lokalen Horizont rund um die Wintersonnenwende. Idealerweise sollten die Messungen mittags um 12 Uhr erfolgen. Wenn es nur um prinzipielle Messungen geht, kann die Zeitgleichung, also der Unterschied zwischen der wahren und der mittleren Sonnenzeit, genauso vernachlässigt werden wie die Einhaltung der exakten Uhrzeit. Will man aber die geographische Breite aus den Daten ableiten, muss die Messgenauigkeit höher sein. Im Astrotreff wurde eine durchaus skurrile Lösung

vorgestellt, wie man zumindest ungefähr den Zeitpunkt des Wintersolstitiums bestimmt. Angesichts des bei uns zwischen November und Januar typischen Wetters ist dies allerdings eher ein Projekt, das sich über mehrere Jahre erstreckt.

Sonne schaut durchs Schlüsselloch

Der Themenstarter wohnt in einem Haus, dessen Lage nur um 3° gegenüber der Südrichtung abweicht und wo das Licht der Sonne – ähnlich wie bei einer Lochkamera – durch ein Schlüsselloch fällt und sich auf einer 6m von der Tür entfernten Wand ab-

zeichnet. Hier wurde über viele Jahre hinweg »die Unterkante der Sonne markiert« und man kann »ablesen, welcher Tag gerade ist oder ob der Nachmittag schon begonnen hat«. Interessant ist dabei der Vergleich der eigenen Messungen an der Wand mit den Angaben in einem Programm wie »Stellarium«. Mit einer senkrechten Zusatzmarkierung ist die Ganggenauigkeit der »Kulminationsuhr« nachprüfbar. Eine kleine Ungenauigkeit zwischen Messung und Markierung erklärt sich vermutlich durch die Verwendung des inzwischen veralteten Programms Skyplot, mit dem Breite und Länge nur auf volle Minuten genau eingegeben werden können.

Manfred Holkenhain



▲ Abb. 2: Aufnahmen der Sonne 16 Sekunden vor und exakt zum Kulminationszeitpunkt am 30.12.2015. Die Markierungen an der Wand zeigen ältere Messungen zur Wintersonnenwende

Daraus ergibt sich ein maximaler Fehler von ±4min in Bezug zu einer an der Wand angebrachten »Vergleichsuhr«.

Landmarken zur Wintersonnenwende

Besondere topographische Merkmale wie weit entfernte Türme, Berge oder auch Bäume können ebenfalls zur groben Bestimmung der Winter- und der Sommersonnenwende verwendet werden. In dem Thread wird als natürliche »Markierung« des Wintersolsti-

tiums ein Baum in der Sichtlinie zur Sonne vorgestellt. Prinzipiell kann man aber jede sich bietende Örtlichkeit verwenden.

Astrofotografie als Schulprojekt

Astronomische Schulprojekte sind in der aktuellen Schullandschaft die große Ausnahme. Umso bemerkenswerter ist es, wenn ein Schüler für seine Jahresarbeit das Thema Astrofotografie auswählt. In einem Astrotreff-Thread fragt er nach, welche Kamera er bei einem Budget von 200€ erwerben sollte, wobei es ihm nicht darauf ankommt, »das perfekte Bild von einem Nebel mit allen Details und Farben zu bekommen«, sondern dass er sich »mit dem Thema beschäftigt habe und bei der Präsentation auch was vorzeigen kann«.

Sehr schnell wird klar, dass der vorgesehene Finanzrahmen nicht reichen wird – obwohl auch viele Gegenbeispiele genannt werden – und dass neben der Kamera aufgrund der Erddrehung natürlich auch eine parallaktische Montierung benötigt wird. Als ein Ausweg werden Strichspuraufnahmen mit bereits vorhandenen (gebrauchten) Kameras ohne Fernrohr vorgeschlagen: Sie wirken sehr ästhetisch und geben die Bewe-

INTERAKTIV

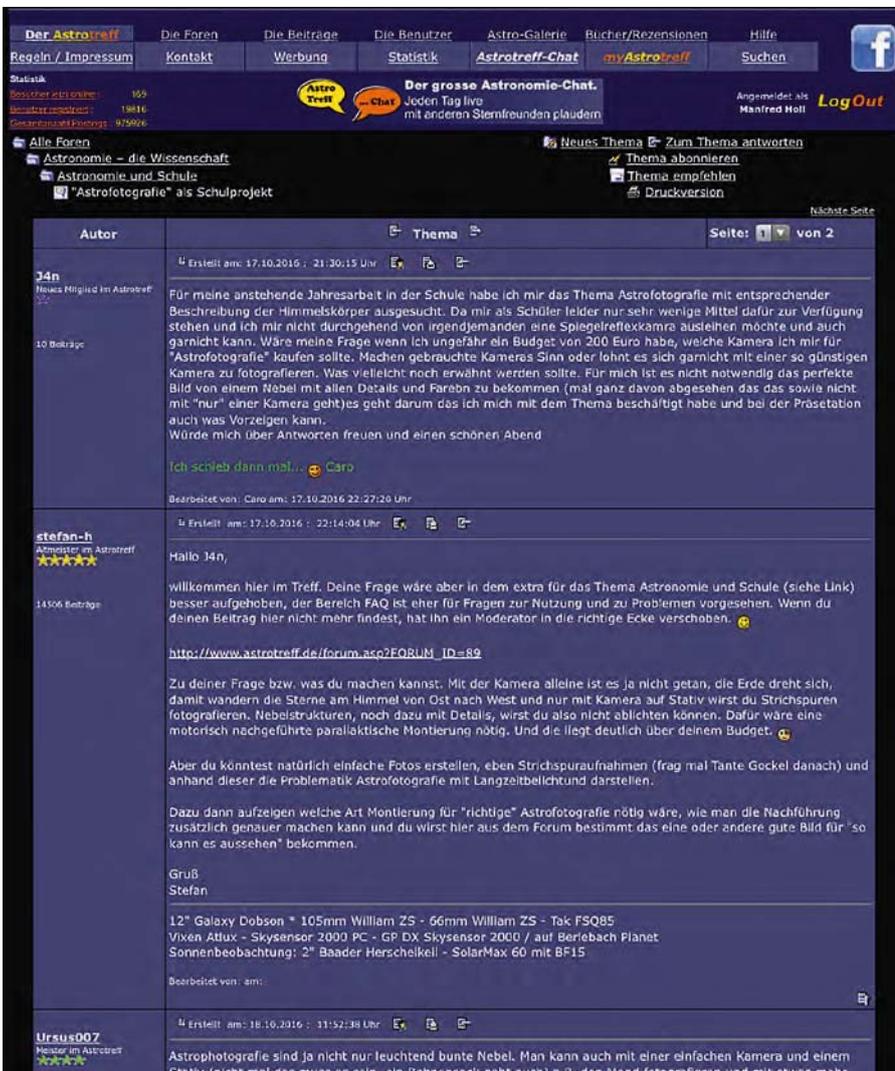
Netznews
Im Dschungel der Foren verbirgt sich manche Rosine – an dieser Stelle ausgegraben und aufbereitet. Dies geschieht exklusiv mit unserem Partner Astrotreff. Ausgewählt wurden Themen, die bei Erscheinen dieses Heftes nicht unbedingt aktuell, aber für den praktischen Beobachter dennoch von großem Interesse sein können.

SURFTIPPS

- Kulmination der Sonne im Treppenhaus
- Astrofotografie als Schulprojekt

KurzLink: oc1m.de/a9085

astrotreff.de



gungsdynamik am Himmel wieder. Bei der Kamera müssen allerdings Blende, Belichtungszeit und Empfindlichkeit manuell einstellbar sein und es sollte auch ein Fernauslöser gegen Verwackelung verwendet werden. Daher kommt hier eher eine Spiegelreflex- als eine Systemkamera mit automatischer Einstellung infrage. Zudem sollte ein Stativ für eine feste Aufstellung der Kamera verwendet werden. Die Bilder kann man dann mit Stacking-Programmen weiterverarbeiten.

Genügt die Leihkamera?

Für den Schüler bestand zudem die Möglichkeit, eine Canon EOS 550D mit Zoomobjektiv von der Schule auszuleihen, Aufnahmen damit scheiterten bisher aber am Wetter. Es wird daher die Frage diskutiert, ob diese Kamera überhaupt für das Projekt geeignet sei, wodurch sich weitere wichtige Kriterien ergeben, die für die Auswahl von Bedeutung sind – etwa eine »Live-View-Funktion« oder eine »Bahtinov-Maske« als Hilfe zum Scharfstellen.

Ein wichtiger Vorschlag ist, dass man bei dem Schulprojekt nicht so sehr die Bilder, sondern mehr das astronomisch-technische Vorwissen in den Mittelpunkt der Arbeit stellen sollte. Auch das kann ja letzten Endes Ergebnis der unvoreingenommenen Projektarbeit sein.

► Manfred Holl

◀ Abb. 3: Screenshot zum Astrotreff-Thread über Astrofotografie als Schulprojekt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



Abenteuer Astronomie Heft 7,
Müllers Universum

LESERBRIEFE

Zu Ihrem in Heft 7 publizierten Beitrag hätte ich folgende Fragen: Wenn das All möglicherweise unendlich ist und dies auch schon im Urknall war, wie ist es dann möglich, dass es dennoch expandiert?

In einem unendlichen All könnte de facto alles unendlich oft vorkommen. Ist dies so zu verstehen, dass es auch von uns Menschen unendlich viele Kopien geben muss oder muss das nicht zwingend so sein?

Peter Reinhard

Wir können auch in einem unendlichen Universum die Expansion feststellen. Die Astronomen greifen sich aus dem (möglicherweise unendlichen) Universum eine weit entfernte Galaxie

(oder Supernova) heraus und bestimmen ihre kosmologische Rotverschiebung. Können sie sich mit weiteren Methoden (beispielsweise mit veränderlichen Sternen, den Cepheiden; oder aufgrund der Kenntnis der absoluten Helligkeit von Supernovae Typ Ia) die Entfernung beschaffen, so können sie kosmologische Parameter bestimmen, also Hubble-Parameter, Anteile Dunkler Materie und Dunkler Energie. Das legt wiederum das Expansionsverhalten des Universums fest.

Hier der Versuch einer Analogie: Wenn Sie den Abstand zweier Schiffe auf dem Meer bestimmen, müssen Sie nichts über die Größe des Meeres oder die Lage der Meeresufer wissen. Hier stehen die Schiffe für die Galaxien und das Meer



für das Universum. Auch wenn das Universum unendlich ist, ist es nicht zwingend, dass es unendlich viele Kopien von Menschen gibt. Wir könnten sogar dennoch die einzigen sein, weil wir am einzigen Ort in dem unendlichen Kosmos leben, wo alle Bedingungen für Leben erfüllt sind.

Andreas Müller

Astronomie vor Ort

Neuigkeiten und Veranstaltungen unserer Partner-Sternwarten

Sternwarten und Astrovereine sind überall im deutschen Sprachraum vertreten. Unsere Partner-Sternwarten haben die Möglichkeit, aktuelle Veranstaltungen und Neuigkeiten an dieser Stelle zu kommunizieren und ihre Einrichtungen und Aktionen ausführlich vorzustellen. Wir möchten diese Möglichkeit auch weiteren Sternwarten anbieten – werden Sie unser Partner!



Bayern

**Verein der Freunde
der Sternwarte Regensburg e.V.**
Adresse: Ägidienplatz 2,
D-93047 Regensburg
www.sternwarte-regensburg.de

Öffentliche Führung
jeden Freitag **ab 21:00 Uhr**

Fr. 19.05.2017, 20:00 Uhr:
Von der Vielzahl der Welten –
die Geschichte der Außerirdischen
Dr. Michael Hedenus,
Sternwarte Regensburg

Nordrhein-Westfalen

**Astronomie-Werkstatt
Sterne ohne Grenzen**
Adresse: Sülzgürtel 42,
D-50937 Köln
www.sterne-ohne-grenzen.de

Sternwanderungen
Blick auf die Schätze des Nachthimmels
mit bloßem Auge und mit den Fernglä-
sern und Teleskopen der Sternwarte. Ein
unvergessliches Naturerlebnis.

Mai
Fr. 19.05.2017, 23:00–01:00 Uhr
Sa. 20.05.2017, 23:00–01:00 Uhr
Do. 25.05.2017, 22:00–24:00 Uhr
Fr. 26.05.2017, 21:30–23:30 Uhr
Sa. 27.05.2017, 22:00–24:00 Uhr

Juni
Fr. 09.06.2017, 21:00–23:00 Uhr
Sa. 10.06.2017, 21:30–23:30 Uhr
So. 11.06.2017, 09:00–15:00 Uhr

Österreich

**Astronomischer Arbeitskreis
Salzkammergut / Sternwarte Gahberg**
Adresse: Sachsenstraße 2,
AT-4863 Seewalchen
www.astronomie.at

Sternwarte Gahberg: Führungen jeden
10., 20. und 30. des Monats.
Nähere Infos unter www.astronomie.at
bzw. Servicetelefon **07662-8297**

Mai
Sa. 20.05.2017, 21:00 Uhr
Sternwartennacht. Jupiter, Saturn
Di. 30.05.2017, 21:30 Uhr
Jupiter, Saturn, Mond

Juni
Sa. 10.06.2017, 22:00 Uhr
Sternwartennacht.
Mond bei Saturn, Jupiter
Di. 20.06.2017, 22:00 Uhr
Jupiter, Saturn
Fr. 30.06.2017, 22:00 Uhr
Jupiter, Saturn, Mond

Juli
Mo. 10.07.2017, 22:00 Uhr
Vollmond, Jupiter, Saturn
Fr. 14.07.2017, 22:00 Uhr
Jupiter, Saturn
Fr. 28.07.2017, 21:00 Uhr
Astronomie am Attersee
An der Promenade in Seewalchen beim
Cafe Eiszeit

Schweiz

**Astronomische
Vereinigung Kreuzlingen**
Adresse: Breitenrainstrasse 21,
CH-8280 Kreuzlingen
www.avk.ch

Sternwarte geöffnet
jeden Mittwoch ab 19:00 Uhr.
Sternwarte geöffnet
**Zusätzlich Veranstaltungen des Plane-
tariums** jeden Mittwoch, Freitag, Samstag
und Sonntag

Aktuelle Shows und Showtermine unter
www.avk.ch, telefonisch (Mo - Fr 14 - 17 Uhr):
+41 71 677 3800 oder per Mail an:
info@planetarium-kreuzlingen.ch

Fr. 19.05.2017,
20:00 Uhr: U2 - die Musikshow
Sa. 20.05.2017,
15:00 Uhr: Von der Erde ins Universum
16:45 Uhr: Ferne Welten, Fremdes Leben
So. 21.05.2017,
14:00 Uhr: Das Kleine 1 x 1 der Sterne
15:45 Uhr: Limit - Expedition zum Rand
der Welt
Mi. 24.05.2017,
14:45 Uhr: Kaluoka'hina - Das Zauberriff
16:15 Uhr: Das kleine 1 x 1 der Sterne
19:00 Uhr: Öffentlicher Sternwarten-Abend
Sa. 27.05.2017,
15:00 Uhr: Milliarden Sonnen
16:45 Uhr: Geheimnis Dunkle Materie
So. 28.05.2017,
14:00 Uhr: Ferne Welten - Fremdes Leben
15:45 Uhr: Kaluoka'hina - Das Zauberriff
Mi. 31.05.2017,
14:45 Uhr: Das kleine 1 x 1 der Sterne
16:15 Uhr: Die Entdeckung des Weltalls
19:00 Uhr: Öffentlicher Sternwarten-Abend

DER STERNENPARK

Nationalpark Eifel auf der ITB 2017



Helmut Gassen-Eifel Tourismus (ET) GmbH

▲ Abb. 1: Vertreter aus Politik, Wirtschaftsförderung und Touristik aus der Eifel verschafften sich einen Eindruck von der Präsentation der »Sternenregion Eifel«.

Das Thema Astrotourismus stand in diesem Jahr unter maßgeblicher Beteiligung des Sterneparks Nationalpark Eifel und der Astronomie-Werkstatt »Sterne ohne Grenzen« im Mittelpunkt der Internationalen Tourismus Börse in Berlin (ITB). Unter dem Titel »Gazing into the night skies' sparkling diamonds« gaben Experten Aufschluss über die Herausforderungen für die internationale Reiseindustrie, um den Astrotourismus in einer nachhaltigen und verantwortungsvollen Art und Weise zu realisieren.

Die Fachvorträge von Dr. Andreas Hänel, Dr. Sybille Schroer und Harald Bardenhagen

verdeutlichten nicht nur die steigende ökonomische Bedeutung der »Reisen zum Sternegucken«, sondern klärten auch über die Bedrohung der Dunkelheit durch Lichtverschmutzung – und was man dagegen tun kann – auf. Spannende Beispiele verschiedener Angebote aus Tunesien und dem Iran öffneten den Blick dafür, wie sich Kultur, Landschaftserlebnis bei Tage und bei Nacht geschickt kombinieren lassen. Und während der Paneldiskussion unter Moderation von Dr. Franz Hölker wurde auch auf die Probleme hingewiesen, die entstehen, wenn man weite Reisen zu einem sternreichen Nachthimmel unternehmen muss. »Ich plädiere

für ein Recht auf Dunkelheit und einen sternreichen Nachthimmel, ohne weit reisen zu müssen!«, postulierte Bardenhagen. Jede Fernreise erzeuge nun mal auch eine erhebliche CO₂-Belastung. »Wenn die Reisenden aber mit dem Gedanken „So einen schönen Sternenhimmel möchte ich auch zu Hause haben“ wieder zurück kämen, dann können Astrofernreisen einen wichtigen Beitrag zur Aufklärung und für eine geänderte Beleuchtungspraxis in Deutschland leisten«, resümierte Bardenhagen, der diesbezüglich mit touristischen Initiativen in Tunesien, Indien und im Iran bereits in Kontakt steht.

Der Stand des Sterneparks wurde von über tausend Touristikern und Privatpersonen besucht: auf der einen Hälfte des 80 m²-Standes wurde der Nationalpark »bei Tage« und auf der anderen Seite der Sternepark »bei Nacht« präsentiert. »Eyecatcher« waren das »Tandem-Sonnenteleskop« und die große »Tiermodell-Sternkartenscheibe«. Ein Ratespiel animierte die Besucher zum aufmerksamen Studium der Rollup-Poster über das Projekt »Sternenregion« und über die International Dark-Sky Association, die somit praktisch auch ihren Premierenauftritt auf der ITB hatte.

► Harald Bardenhagen

➤ SURFTIPPS

- Sternepark Eifel auf der ITB

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a9089](https://www.kurzlink.de/a9089)

Beobachten einmal anders: Der Astronomische Arbeitskreis Salzkammergut lädt am Freitag, 28. Juli 2017 ab 21 Uhr zur **Astronomie am Attersee ein** – mit transportablen Teleskopen am Ufer des Sees an der Promenade in Seewalchen, direkt im Cafe Eiszeit, das »gastronomisch« verwöhnt. Ein ungewöhnlicher Platz zum Beobachten, aber voll mit südländischem Flair und einem Hauch von Urlaub und Freiheit.

Astronomischer Arbeitskreis Salzkammergut



MARKTPLATZ

APM: Eine Sonnenfinsternis als Geschäftsmodell



Es dürfte sich herumgesprochen haben, dass es am 21. August 2017 in den USA eine totale Sonnenfinsternis gibt. Die »SoFi« beginnt über dem Nordpazifik, bevor sie die USA von Westen nach Osten durchquert. Ein ca. 100 Kilometer breiter Kernschatten überzieht die Bundesstaaten Oregon, Idaho, Wyoming und dann Nebraska, Kansas, Missouri, Illinois, Kentucky, Tennessee, North Carolina, Georgia und South Carolina. Die Maximale für etwa zwei Minuten und 40 Sekunden wird im Süden von Illinois erreicht. Die vier größten Städte entlang des Eclipse-Weges (Lincoln/Nebraska, Kansas City/Missouri, St. Louis/Missouri und Nashville/Tennessee) liegen alle an deren Rand. Bei Charleston in South Carolina erreicht der Kernschatten den Atlantik, wo die Sonnenfinsternis etwa 600 Kilometer südwestlich der Kapverden bei Sonnenuntergang endet. Ein ähnliches Ereignis gab es 1999 in Europa sowie 2015 als partielle Sonnenfinsternis.

Viele werden sich daran erinnern, wie schwierig es bereits Wochen vor dem Ereignis war, sich die absolut notwendigen Schutzbrillen für die Beobachtung zu besorgen. In den Tagen und Stunden vor dem Naturschauspiel waren die SoFi-Brillen überhaupt nicht mehr oder nur zu extrem teuren Preisen zu bekommen.

Ausgelöst durch die Berichterstattung in den Medien etwa 14 Tage vor dem Spektakel ging der Run auf die Brillen los. Niemand, weder die Optiker noch die Astronomie-Fachgeschäfte, hatten mit einem derartigen Bedarf an Schutzbrillen gerechnet.

An diese Situation erinnerte man sich bei APM-Telescopes in Saarbrücken. Markus Ludes, ein erfahrener Astronom und Teleskopbauer, der schon für Institutionen wie ESA oder NASA Teleskope gebaut hat und seinen amerikanischen Partner Andrew Lunt, ein ausgewiesener Sonnenteleskopspezialist, haben extra ein eigenes Unternehmen

gegründet, das sich dem Thema Sonnenfinsternis widmet. Die TSE17 GmbH – abgeleitet aus den Worten Total Solar Eclipse 2017 – befasst sich seit September 2016 mit Produkten für die Sonnenfinsternis. Als wohl einziges Unternehmen weltweit sind die SoFi-Brillen und Folien der TSE17 GmbH sowohl in Europa als auch in den USA getestet bzw. zertifiziert. Die höchsten Sicherheitsauflagen zum Schutz der Augen wurden als Maßstab zu Grunde gelegt. Die von dem Unternehmen eingesetzten ND5-Filterfolien aus schwarzem Polymer zählen nachweisbar zu den besten der Welt.

Inzwischen verfügt die TSE 17 GmbH über Produktionskapazitäten in enormer Höhe. Auflagen von 100–200 Millionen Brillen sind problemlos umsetzbar. Das Besondere dabei ist, dass der Kunde seine eigenen Ideen, was Formgebung und Gestaltung angeht, einbringen kann. Schon ab einer kleinen Auflage von 1000 Stück können die Brillen

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



TSE17/APM-Telescopes

Novitäten und Nachrichten von Herstellern und Händlern.

Diese Inhalte werden von unseren Sponsoren gestellt und sind nicht redaktionell bearbeitet.

TSE17/APM-Telescopes



len mit dem Logo des Käufers versehen werden. Alle Schritte der Produktion erfolgen in Deutschland bzw. Europa.

Eine Vielzahl weiterer interessanter Produkte für die Beobachtung der Sonne, gerade und auch bei der Sonnenfinsternis, wie Solar-Ferngläser, Filter für Teleskope und

Ferngläser, spezielle Sonnenfilterhüte oder Schutzfolien für Autoscheiben mit eingnähtem ND5 Filter, runden die Produktpalette ab.

Vor wenigen Tagen erst wurden die Produkte auf zwei Fachmessen in New York vorgestellt. Ob es Augenärzte oder Optiker auf der Vision Expo East oder Astronomie-Begeister-

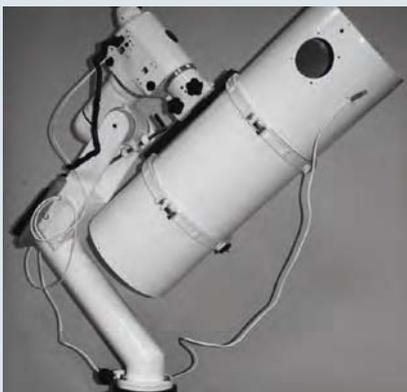
te und Fachhändler auf der NEAF Show waren, der Gemeinschaftsstand der APM-Telescopes und der TSE17 GmbH war immer bestens besucht. In den vielen Beratungsgesprächen zeigte sich aber auch, dass es in den USA 2017 nicht anders sein wird als zuvor in Europa. So richtig vorbereitet ist man aktuell noch nicht auf die Sonnenfinsternis.

Wohl dem, der in den letzten Wochen vor dem 21. August genügend Eclipse Shades, wie die Amerikaner zu den SoFi-Brillen sagen, gekauft hat. Dieses kleine »Stück Papper« dürfte fast wertvoller als Gold werden in den Tagen und Stunden vor dem Ereignis. Das Team von APM-Telescopes und der TSE17 jedenfalls freuen sich, das Naturschauspiel vor Ort miterleben zu können. Zuvor beantworteten die Mitarbeiter aber auch gerne Fragen zu dem Thema und geben Anregungen, wie man mit einem Cent-Artikel für sein Unternehmen großartige Werbung machen kann, eignet sich eine SoFi-Brille doch ideal als Give-away oder Werbegeschenk für Kunden. Und natürlich kann man mit dem Wiederverkauf der Brillen auch Geld verdienen.

Für Interessierte hier der Link: www.tse-17.com oder die E-Mailadresse: info@tse-17.com

Lacerta: Meridianflip Adieu

Die Lacerta Knicksäule ermöglicht es, mit Teleskopen bis zu 1200mm Tubuslänge ohne Meridianflip zu arbeiten. Sie wurde als Betonsäulen-Aufsatz entwickelt und für mittlere Breiten optimiert, kann aber auch mit einem stabilen TriLac-101 Tripod kombiniert werden.



Lacerta

Warum ist es vorteilhaft, ohne Meridianflip arbeiten zu können?

- oft beginnt man am Osthimmel zu fotografieren, aber ist das Objekt mal über dem Meridian, dann besteht die Gefahr, dass der Tubus durch die Nachführung am Tripod/an der Säule anstößt

- man kann dann zwar einen Meridianflip machen, aber die Kabel können sich verheddern, und beim Newton kommen die Spikes höchst selten mit dem vorherigen genau zur Deckung

- auch das Bildfeld muss neu eingerichtet werden, ein neuer Leitstern gefunden, kalibriert und das Guiding neu gestartet werden

- all dies ist der Nachtruhe bzw. dem nächtlichen Liebesleben des Astrofotografen abträglich

Mit der Knicksäule kann man nun so lange belichten wie man will, ohne lästiges Hindernis.

Kleinigkeiten, aber...

- die Knicksäule ist so dimensioniert, dass der gemeinsame Schwerpunkt von Teleskop und Gegengewicht exakt über dem Anbindungspunkt zum Tripod bzw. Betonsäule liegt.

- einnorden ist ohne Werkzeug möglich, dank großer Stellschraubengriffe

- abnehmbare Holzplatte für Handbox, Autoguider, Taschenlampe usw...

- unter der Holzplatte, in Kniesäule ist genügend Platz für weiteres Equipment...

Weitere Informationen:

<https://lacerta-optics.com/s/knick>

Justier mein Billigröhrchen!

Die Faszination der Himmelsbeobachtung zieht erfreulich weite Kreise. Mancher, der sich spontan ein möglichst billiges Teleskop kauft, ist aber zunächst ernüchtert über dessen Handhabung. Wie gut, wenn es im Bekanntenkreis einen Amateurastronomen gibt!



P. Hombach

▲ Abb. 1: Die Optik ist ok, die Montierung lässt zu wünschen übrig. Auch als erfahrener Amateurastronom kann man nur begrenzt bei der Inbetriebnahme eines Billigteleskops helfen.

Du bist doch Sterngucker!, sagt neulich ein Kollege von mir freudig. »Ich hab da mal so'n Teleskop gekauft. Kannst du da mal drüber gucken?« Ich ahne, was jetzt kommt und erkundige mich nach dem Preis des guten Stücks. Der liegt deutlich unterhalb von Gut und Böse. »Wo hast du es denn gekauft?« Der Kollege nennt einen Versandhandel, der nicht nach Teleskophändler, sondern eher nach einem Anbieter von Scherzartikeln klingt. »Bring mal mit«, sage ich und lege schon mal Werkzeug raus.

We call it a Klassiker

Da hat jemand mal Mondkrater oder den Saturnring gezeigt bekommen und möchte jetzt selbst ein Teleskop. Im Idealfall fragt der solchermaßen motivierte Einsteiger den Astrofreak seines Vertrauens vorher, was denn ein geeignetes Instrument für Anfänger wäre.

Das hat ein Kollege getan. Ich habe ihm ein paar grundlegende Dinge gesagt, die er so oder ähnlich bei jedem Besuch in einer Volksternwarte gehört hätte: Zum Kennenlernen

des Himmels am besten lieber mit einem guten Fernglas anfangen. Wenn Teleskop, dann gibt es bei Newtons mehr Optik für's Geld, dafür machen kleine Refraktoren für Planetenbeobachtung in Stadtnähe Sinn und man hat keine Scherereien mit der Justage. Auch der Hinweis, dass die beste Optik nix taugt, wenn die Montierung Schrott ist bzw. dass man statt mitgelieferter Billo-Okulare sich lieber wenige, aber anständige kaufen soll. »Das ist wie bei der Stereoanlage«, erkläre ich dem Kollegen, seines Zeichens Hi-Fi-Spezialist. »Der beste Verstärker nützt nichts, wenn du schlechte Boxen dranhängst. Bei Teleskop entsprechen die Optik dem Amp und die Okulare den Speakern!« Dennoch landete irgendwie das Billigröhrchen bei ihm.

Rettungsversuch am offenen Himmel

Es kommt die Gelegenheit, da der Kollege seine Neuerwerbung in meinen Garten stellt. Es ist ein kleiner Newton auf einer – nennen wir es ruhig – Spielzeugmontierung. Die

Optik ist von der Größe her ok. Mit so einem Dreizöller wird er schon was sehen können. Beim Blick durch den leeren Okularauszug scheinen Fang- und Hauptspiegel zunächst vorschiffmässig konzentrisch. Der Okularauszug selbst schlackert allerdings nach Lämmerchwanz-Art. Der winzige Sucher heißt so, weil man sicher damit suchen, aber kaum etwas finden wird. Er lässt sich zwar verstellen, doch bei der leisesten Berührung landet das Fadenkreuz wieder im Nirwana. Das Einstellen und Nachführen eines Objektes ist selbst für erfahrene Sternfreunde mühsam. Wie soll das ein Anfänger schaffen? Der Anblick des ersten angepeilten Sterns ist ernüchternd. Allen Schraubversuchen zum Trotz bleibt das Sternbild länglich. Der Kollege ist gleichwohl begeistert, als ich sein Teleskop (mit einem von meinen Okularen...) auf M 31 richte. Na, geht doch. Aber das Gerät muss ich mir nochmal vorknöpfen. Ich wollte mir schon immer mal einen Jusierlaser kaufen. Der ist vermutlich teurer als das kleine Teleskop. Dann mache ich in meinem Garten eine Justier-Ambulanz für Billigteleskope auf. ▶ Paul Hombach

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Buch: Als die Götter noch mit Menschen rangen

Sternbilder sind wie Hausnamen, die es auf dem Land noch gibt. Man braucht sie heutzutage nicht, um eine Adresse zu finden. Aber wer am Ort lebt, weiß, wer gemeint ist. Und er kennt die Familien-Geschichten, die mit den Namen verknüpft sind. Wenn an einem Sternwartenabend die Besucher keine Zahlen mehr aufnehmen können, kommt antiker Klatsch gerade recht. Die Verstrickungen von Perseus, Andromeda, Kassiopeia und Kepheus sind ein unterhaltsamer Zugang zum Sternenhimmel.

Susanna Hislop ist Schauspielerin und Publizistin. Sie hat für »Als die Götter noch mit Menschen rangen« Mythen zusammengetragen, die sich um Sternbilder ranken.

IM DETAIL

Susanna Hislop, Hannah Waldron:

Als die Götter noch mit Menschen rangen, Quadriga-Verlag, 2016, ISBN: 978-3-86995-089-1, 32€

Der Untertitel der deutschen Ausgabe, »Geschichten, die uns die Sterne erzählen«, ist unglücklich, da er esoterisch angehaucht klingt und den Inhalt des Buchs auf den Kopf stellt. Nicht die Sterne erzählen. Menschen dichten Geschichten über die Himmelsfiguren. Hislop hat, wie im Fall des Orion, in verschiedenen Kulturen so viele gefunden, »dass ich mehr als nur eine Kindheit gebraucht hätte, um jeder einzelnen voller Ehrfurcht lauschen zu können«. Die Britin bildet die Mythologie nicht systematisch ab. Ihre Texte zu den 88 Sternbildern gehen kaum in die Tiefe und sind durchzogen von persönlichen Eindrücken. Bei Andromeda schlüpft die Autorin gar in die Rolle der griechischen Prinzessin. Das Buch eignet sich nicht als Nachschlagewerk. Der lockere Erzählstil und die von Hannah Waldron beige-steuerten holz-



schnittartigen Illustrationen ergeben aber ein Schmöckerbuch für wolkenverhangene Tage.

► Stefan Zaruba

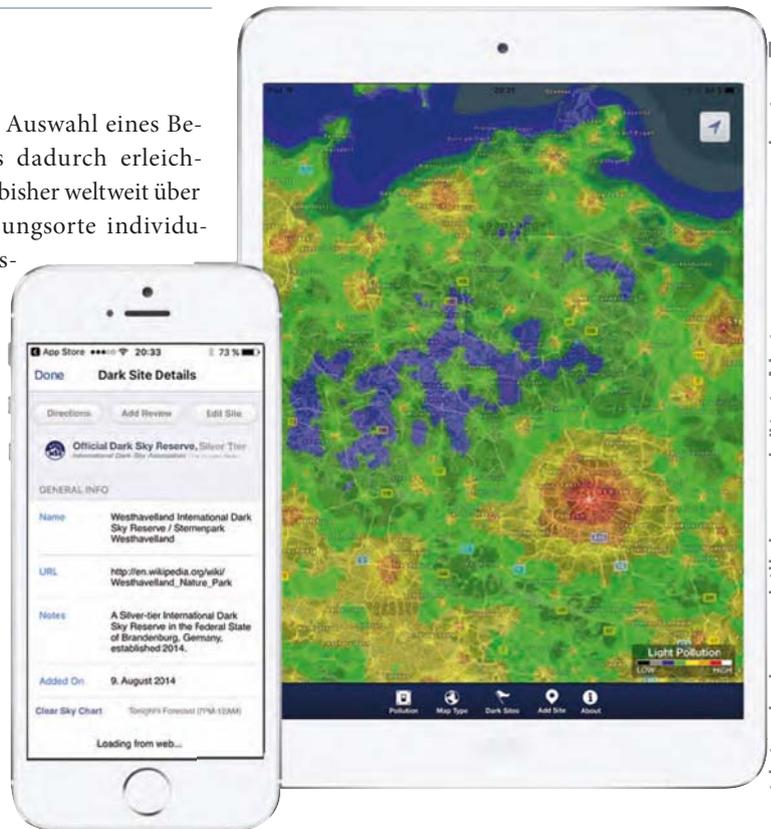
iOS-App: Dark Sky Finder

Bekanntermaßen sind die Beobachtungsbedingungen im deutschsprachigen Raum für viele Amateurastronomen nicht optimal. Viele Beobachter wohnen in Städten, so dass mehr oder weniger lange Fahrten zum Beobachtungsort nötig sind. Zur sorgsamsten Planung eines Astroabends gehören damit nicht nur die Auswahl der Beobachtungsobjekte und die Vorbereitung des dafür notwendigen Equipments, sondern auch die Suche eines geeigneten, also hinreichend dunklen Beobachtungsortes – denn ein dunkler Himmel ist bekanntlich durch nichts zu ersetzen.

Dabei kann die für iPhone und iPad erhältliche App Dark Sky Finder hervorragende Dienste leisten: Die App enthält weltweite Lichtverschmutzungskarten und kann diese in Kombination mit Satellitenaufnahmen oder Kartendarstellungen präsentieren. Durch Hineinzoomen lässt sich detailliert die Lichtverschmutzung im Umfeld einzelner Städte darstellen, so dass schnell zu sehen ist, wo es im Umfeld die besten Beobachtungsbedingungen gibt – oder ob sich eine etwas weitere Fahrt lohnt, um noch bessere Bedingungen vorzufinden.

Zudem kann die Auswahl eines Beobachtungsortes dadurch erleichtert werden, dass bisher weltweit über 10.000 Beobachtungsorte individuell von Hobbyastronomen beschrieben und beurteilt wurden. Und jeder Beobachter, der einen guten Beobachtungsort gefunden hat, kann diesen markieren und anderen Beobachtern empfehlen, so dass man sich dort gegebenenfalls zur gemeinsamen Beobachtung trifft – dann hätte man durch die App nicht nur einen dunklen Beobachtungsort, sondern auch neue Astro-Freunde gefunden!

► Ullrich Dittler



IM DETAIL

iOS-App: Dark Sky Finder, 53 MB, Version 2.1, iOS 5.1 oder höher, 2,99 €

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



Termine für Sternfreunde Juni/Juli 2017

Aspekt 2017 – Tagung der VdS-Fachgruppe Spektroskopie

9.6.-11.6.2017

CH-6066 St. Niklausen

H α -Treff für Sonnenbeobachter

17.6.2017

D-65428 Rüsselsheim

Explore Science im Luisenpark – Wissenschaft für Kinder

21.6.-25.6.2017

D-68165 Mannheim

40. Sonnentagung der VdS-Fachgruppe Sonne

23.6.-25.6.2017

D-21029 Hamburg

INTERAKTIV



Planen Sie eine Veranstaltung? Melden Sie uns Ihren Termin möglichst frühzeitig an termine@abenteuer-astronomie.de.

[Kurzlink: oc1m.de/a9094](https://oc1m.de/a9094)

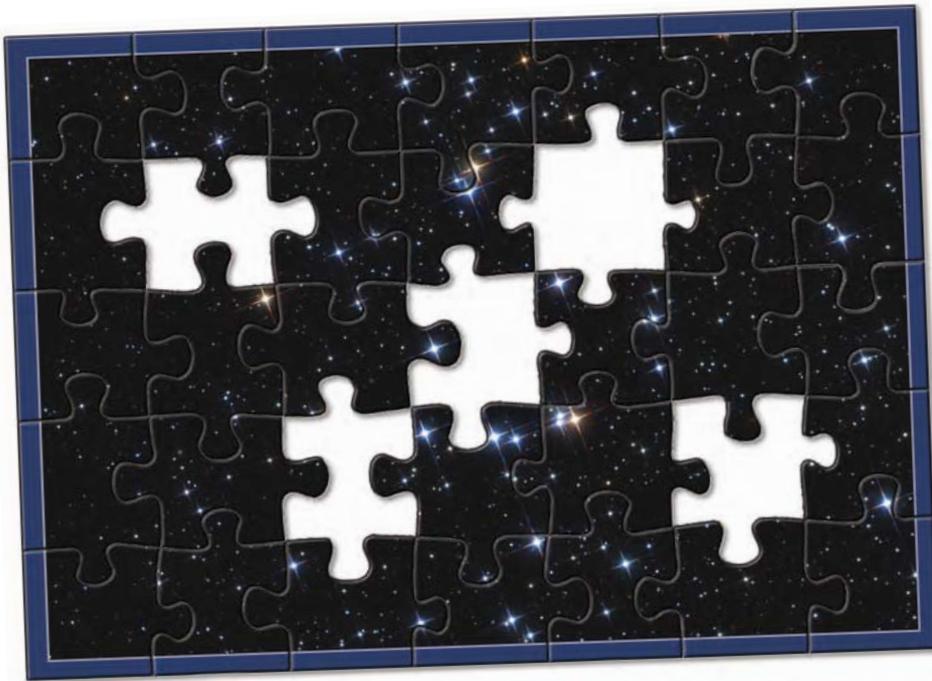
Sächsisches Sommernachtsteleskoptreffen

28.7.-30.7.2017

D-01609 Peritz

Raten und gewinnen!

Rätsel-Spaß der Extra-Klasse steuert unser Autor Steffen Behnke in jeder Ausgabe durch sein Bilderrätsel bei. Gesucht wird ein astronomisches Objekt, zu gewinnen gibt es interessante Preise. Können Sie mit Ihrem Wissen punkten? Dann ist unser Bilderrätsel genau das Richtige für Sie. Aber welches astronomische Objekt versteckt sich denn nun hinter diesem Ausschnitt?



GEWINNER

Die Gewinner des Astro-Puzzles in Abenteuer Astronomie 8 sind:

- Thomas Techert, Gerstetten
- Harald Braun, Mauer bei Amstetten
- Marie-Theres Veidt, Weilrod

Alle Gewinner erhalten je ein Exemplar des Handbuchs Astrofotografie.

Auflösung aus Heft 8: IC 410 und NGC 1893

Das Sternbild Fuhrmann bietet einige interessante Nebel und Sternhaufen, wie zum Beispiel IC 410, den »Kaulquappennebel«. Es handelt sich um einen 12.000 Lichtjahre entfernten Emissionsnebel mit vielen Staubwolken und dem eingebetteten Sternhaufen NGC 1893. Visuell lässt sich IC 410 am besten mit einem [OIII]-Filter beobachten und die »Kaulquappen« mit einem UHC-Filter. *Steffen Behnke*

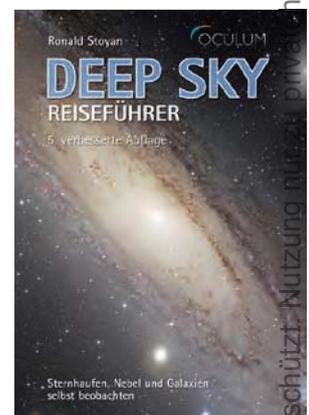
Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir diesmal drei Mal den »Deep Sky Reiseführer«.

Er begleitet den Leser zu den Sehenswürdigkeiten des Nachthimmels: Sternhaufen, Nebel, Galaxien.

Der Reiseführer beschreibt insgesamt 345 Ziele, darunter 110 Messier-Objekte, sowie Schaustücke aus dem NGC und IC, dazu die schönsten Doppelsterne und die interessantesten Veränderlichen. 320 weitere Objekte sind zusätzlich mit Kurzbeschreibungen und Daten gelistet.

Über 300 Zeichnungen zeigen die Objekte so, wie man sie im Fernrohr tatsächlich sieht. Beobachter aus lichtverschmutzten Stadtregionen finden ebenso Empfehlungen wie erfahrene Beobachter unter dunklem Himmel, für die besondere Herausforderungen aufgenommen wurden.

Der Deep Sky Reiseführer ist auf die Karten des Deep Sky Reisatlas abgestimmt. Durch Verweise im Buch lassen sich direkt die richtigen Atlaskarten finden.



Deep Sky Reiseführer
Ronald Stoyan, 256 Seiten, Hardcover, 24cm × 17cm, durchgehend farbig, 29,90€.

Bitte teilen Sie uns Ihre Lösung sowie Ihren Namen und Ihre Anschrift bis zum 26. Juni 2017 via Facebook-Nachricht, per E-Mail an: gewinnspiel@abenteuer-astronomie.de oder auf dem Postweg (Oculum-Verlag GmbH, Obere Karlstr. 29, 91054 Erlangen), Betreff »Astro-Puzzle«, mit und gewinnen Sie mit etwas Glück den Deep Sky Reiseführer.

Vor 100 Ausgaben: interstellarum 9

Die Plejadennebel visuell



▲ Abb. 1: Andreas Alzner mit seinem 360mm-Dobson.

Als ich vor 25 Jahren die Literatur zu frühen visuellen Studien der Plejadennebel studierte, faszinierte mich vor allem die Unsicherheit der Beobachtungen und die Diskrepanz der Ergebnisse. Nach eingehenden Untersuchungen am 18-Zoll Dearborn-Refraktor (das »Sirius B-Fernrohr«) bezweifelten die Doppelsternspezialisten S.W. Burnham und G.W. Hough sogar die Existenz von Nebeln in den Plejaden überhaupt und somit die positiven Beobachtungen des Entdeckers Tempel.

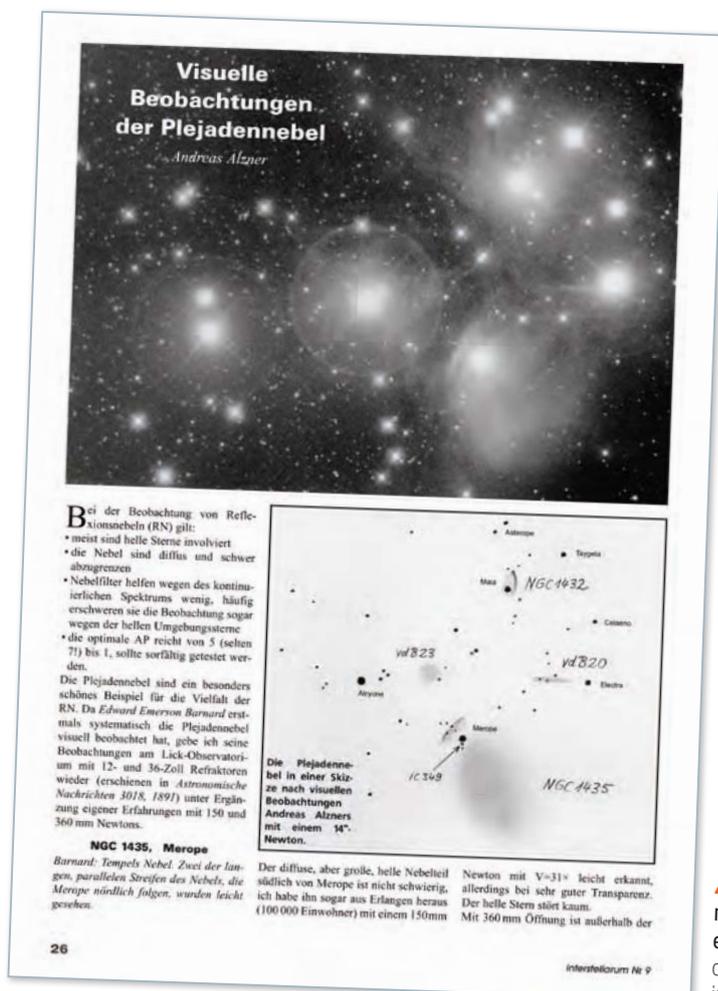
Wer heute die Plejadennebel visuell beobachten möchte, kann zwar mit unzähligen fotografischen Ergebnissen vergleichen, aber er sieht sich vor allem mit dem Problem der zunehmenden Lichtverschmutzung und der häufig auftretenden hohen Luftfeuchtigkeit konfrontiert. Zur Zeit der Beobachtungen für interstellarum Nr. 9 im Winter 1992/1993 kamen mir die Beobachtungen mit einem 360mm-Newton bei gutem Landhimmel relativ problemlos und sicher vor – dies erscheint heute ganz anders.

Mit keinem Deep-Sky-Objekt tue ich mich visuell heute so schwer wie mit den zarten und diffusen Schleiern, welche die Plejaden einhüllen. Dies gilt für den großen Newton (der Hauptspiegel ist inzwischen neu be-

legt und er verfügt auch über einen neuen Fangspiegel) ebenso wie für andere Optiken. Eine 15-fache Vergrößerung bei ca. 60mm Öffnung und ein guter Mittelgebirgshimmel scheinen die Mindestvoraussetzung für eine gute, sichere Beobachtung des großen

Meropenebels südlich vom Stern zu sein. Das einstmals so eindrucksvoll erscheinende Filament nordöstlich von Merope ist im 360mm-Newton viel schwieriger und unsicherer auszumachen als schwache Cirrusnebel-Filamente mit [OIII]-Filter.

So eindrucksvoll fotografische Ergebnisse dank Digitalkameras und moderner Bildbearbeitung auch sein mögen – manche »einfachen« visuellen Beobachtungen sind trotz technischer Fortschritte etwa bei der Okularentwicklung schwieriger denn je. Der Mensch ist nach Freud »sozusagen eine Art Prothesengott geworden« und bewegt sich überdies in einem besonderen Umfeld, für welches einige Mitmenschen den Begriff »Anthropozän«, also das von der Menschheit merklich beeinflusste Zeitalter, vorgeschlagen haben. Deswegen sollte man sich die besten Bedingungen für diese faszinierende Nebellandschaft reservieren – ich werde es dieses Jahr wieder im Oktober in den Alpen versuchen. ▶ Andreas Alzner



▲ Abb. 2: Der Bericht über die visuelle Beobachtung der Plejadennebel in interstellarum 9.

SURFTIPPS

- interstellarum 9 zum Download

Kurzlink: oc1m.de/a9097

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

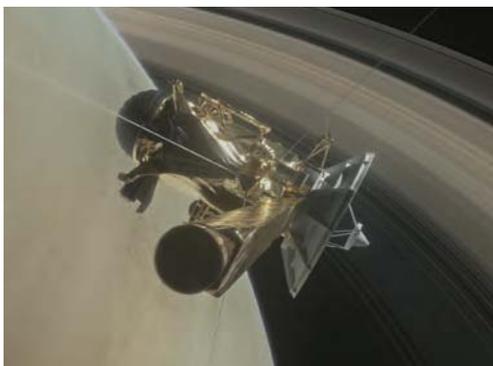
Abenteuer Astronomie 10, im Handel ab 21. Juli 2017

S. Voltmer



▲ Die »SoFi« des Jahres: Berichte und Tipps zur Sonnenfinsternis in den USA

NASA/JPL-Caltech



▲ Vor dem spektakulären Ende: Die Ergebnisse der Cassini-Mission



A. Pikhart

▲ VV Cephei: Eine seltene Sternfinsternis selbst beobachten

Kontakt

Abo-Service

Neue Abonnements, Adressänderungen, Fragen zum Bezug
aboservice@abenteuer-astronomie.de
 (0049) 09131-970694

Redaktion

Einsendungen, Fragen zu Artikeln, Leserbrief
redaktion@abenteuer-astronomie.de
 (0049) 9131-9774664

Anzeigen

Aufträge, Mediadaten, Preise
anzeigen@abenteuer-astronomie.de

Facebook

facebook.com/AbenteuerAstronomie

Twitter

twitter.com/abenteuerastro

Website

www.abenteuer-astronomie.de

Impressum

Abenteuer Astronomie
 ISSN 2366-3944

Verlag

Oculum-Verlag GmbH, Obere Karlstr. 29,
 91054 Erlangen, Deutschland

Geschäftsführung

Marion Faisst, Ronald Stoyan

Herausgeber

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Dr. Stefan Deiters

Redaktion

Daniel Fischer, Paul Hombach, Christian Preuß

Kolumnen

Steffen Behnke, Dr. Stefan Deiters,
 Prof. Ullrich Dittler, Michael Feiler, Daniel Fischer, Kay
 Hempel, Manfred Holl, Paul Hombach, Karl-Peter Julius,
 Dr. Andreas Müller, Nico Schmidt, Andreas Schnabel,
 Lambert Spix, Ronald Stoyan, Stefan Taube,
 Dr. Mario Weigand, Stefan Zaruba

Korrektur

Verena Tießen, Manfred Holl, Paul Hombach,
 André Knöfel

Anzeigenleitung

Marion Faisst

Abo-Service

Melanie Jessen

Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

Grafik

Arnold Barmettler,
 Carina Koch, Dieter Reimann

Vertrieb

IPS Pressevertrieb GmbH, Meckenheim

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Händler

APM
 Lacerta
 Vixen

Sternwarten

Astronomischer Arbeitskreis Salzkammergut
 Sterne ohne Grenzen, Köln
 Sternwarte Kreuzlingen
 Sternwarte Regensburg

Medien

Astrotreff.de
 CalSky.com
 CCD-Guide

Privatpersonen

Daniel Buergin
 Pierre Capesius
 Prof. Dr. Ullrich Dittler
 Constantin Lazzari
 Dirk Lorenzen
 Franz-Peter Pauzenberger
 Arne Ristau
 Daniel Schmid
 Erich Suter
 Kurt-Peter Zirn

Wir danken allen
 Unterstützern herzlich!

EXPERTEN-BEIRAT

Arnold Barmettler
 Prof. Dr. Ullrich Dittler
 Prof. Dr. Ulrich Heber
 Volker Heinrich
 Dr. Sebastian Heß
 Manfred Holl

Bernhard Hubl
 André Knöfel
 Dr. Harald Krüger
 Dr. Detlef Koschny
 Burkhard Leitner
 Dr. Andreas Müller

Andreas Pfoser
 Herbert Raab
 Dr. Jürgen Rendtel
 Harrie Rutten
 Nico Schmidt
 Waldemar Skorupa

Lambert Spix
 Wolfgang Vollmann
 Dr. Mario Weigand

Hinweise für Leser

Bildorientierung: Allgemein: Norden oben, Osten links; Planeten: Süden oben, vorangehender Rand links (wie im umkehrenden Teleskop)

Datenquellen: Himmelsalmanach 2017

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

Deep-Sky-Objekte: DS (Doppelstern), OC (Offener Sternhaufen), PN (Planetarischer Nebel), GN (Galaktischer Nebel), GC (Kugelsternhaufen), Gx (Galaxie), Qs (Quasar), As (Sternmuster)

Kartenverweise: Deep Sky Reiseatlas (DSRA), interstellarum Deep Sky Atlas (isDSA), Fotografischer Mondatlas (FMA)

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.