

Titelbild: So stellt sich ein Künstler die Oberfläche des Planeten TRAPPIST-1f vor. Ob der Planet in rund 40 Lichtjahren Entfernung aber tatsächlich so aussieht, weiß man noch nicht. NASA/JPL-Caltech

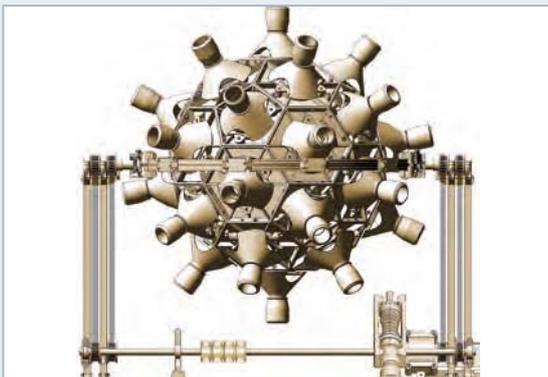
REDAKTION IM EINSATZ

BoHeTa 2017

Es gibt wohl kaum einen Ort, wo man sich besser über die Möglichkeiten der modernen Amateurastronomie und die Kreativität in der Szene informieren könnte, als die alljährliche Bochumer Herbsttagung (»BoHeTa«). Die 36. Ausgabe, erstmals seit Jahren in einem anderen Hörsaal, dessen Eingang auf dem komplex dreidimensionalen Uni-Campus nur dank üppiger Ausschilderung durch die Veranstalter zu finden war, machte da keine Ausnahme. Das Potpourri der Vorträge in den neun Stunden des 11. November 2017 reichte von originellen Lösungen bei besonders preisgünstigem Sternwarten-Bau über Missverständnisse bei Polarlichtern bis zu Planetenforschung und Astrophysik auf Profi-Niveau – aber von Amateur- oder Schulastronomen in Eigenregie durchgeführt.

Dazu gehörte zum Beispiel die Messung von Lichtkurven des Zwergplaneten Haumea in Farbe, die eine regelrechte »Kartierung« des Football-förmigen Körpers im Kuipergürtel inklusive bunter Flecken ermöglichte. Oder die Überwachung zahlreicher Aktiver Galaktischer Kerne an der Haffner-Sternwarte bei Würzburg, die von einem naturwissenschaftlichen Labor für Schüler und einer Universität gemeinsam betrieben wird, eine bemerkenswerte Konstruktion. Da wird auch schon mal die Nacht durchgemessen – und die Daten sind so gut, dass sie in wissenschaftlichen Arbeiten Verwendung finden.

Auch der Teide Observatory Tenerife Asteroid Survey



M. Nicolai

(TOTAS) gehört in diese semiprofessionelle Kategorie: Asteroiden-Fans, die mit dem eigenen Equipment in Hertenheim quasi den Himmel leer beobachtet hatten, bekamen Beobachtungszeit mit einem ESA-Teleskop auf Teneriffa und konnten damit prompt erheblich mehr Fänge einfahren – drei Kometen inklusive. Es muss aber nicht knallharte Forschung sein: Auch ungewöhnliche Ideen zur Didaktik und Öffentlichkeitsarbeit kommen auf der BoHeTa zum Zuge, seit dort die alljährlichen Reiff-Preise verliehen werden. Besonderes Aufsehen erregte diesmal der Selbstbau eines Planetariumsprojektors aus 3D-Druck-Teilen an einer Schule in Hannover.

► Daniel Fischer



Stefan Deiters

Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

gibt es Leben auf anderen Planeten oder Monden? Diese Frage beschäftigt die Wissenschaft und Öffentlichkeit nicht erst, seit wir in Science-Fiction-Filmen regelmäßig mit außerirdischen Lebensformen konfrontiert werden. Deren Aussehen entspringt der Fantasie der Autoren – die Wissenschaft ist noch nicht soweit, hier irgendwelche konkreten Aussagen machen zu können. Für unseren Hauptartikel hat der Astrobiologe Johannes Leitner den gegenwärtigen Wissensstand zusammengefasst (Seite 16). Ergänzt wird der Artikel durch ein Interview zum Thema (Seite 22).

Das Interview mit Persönlichkeiten aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie künftig immer im vorderen Teil des Heftes. Auch sonst gibt es einiges Neues ab dieser Ausgabe: So fragt Andreas Müller künftig »Fakt oder Fiction?«. Es soll um Themen im Grenzbereich von »Science« und »Fiction« gehen. So beschäftigt er sich in diesem Heft mit der Frage, was denn dran ist am Warp-Antrieb. Für Astrofotografen gibt es künftig eine besondere Herausforderung: »Hubble vs. Amateure«. Das Faszinierende an diesem ja eigentlich sehr ungleichen Wettbewerb ist, was für spektakuläre Bilder heute auch von Amateuren gemacht werden. In der ersten Folge beweist dies unser Leser Michael Schmidt (Seite 54).

In »Stoyans Sky« beschreibt unser Herausgeber diesmal keine Himmelregion, sondern ein Projekt, mit dem er sich schon seit langem beschäftigt und das ihm sehr am Herzen liegt: den interstellarum Deep Sky Guide. Er soll eine Ergänzung des beliebten Deep Sky Atlas sein. Für die exklusive Premiumausgabe des Guides läuft derzeit eine Crowdfunding-Aktion (Seite 48).

Auch sonst gibt es in diesem Heft noch einiges zu entdecken. Lassen Sie sich also überraschen. Eine interessante Lektüre wünscht

Ihr

Stefan Deiters

Wissen

First Light

- 8 Nah trifft fern
- 9 Asteroiden belästigen eine Gravitationslinse
- 10 Wie gemalt

Fischers fantastische Zahlen

- 12 2,6 Milliarden Jahre nach dem Urknall

Deiters' erstaunliche Fakten

- 13 Auch über dem Olympus Mons gibt es noch Wolken

Fakt oder Fiction

- 15 Mit Warp-Geschwindigkeit durch das All

Hauptartikel

16 Auf der Suche nach Leben im All

Wo man es vermutet, wie es aussehen könnte

Interview

- 22 Lisa Kaltenegger

Hintergrund

- 24 Das Objekt aus den Tiefen der Milchstraße

Update

- 28 Nicht ganz so ferne Welten
- 29 Neues altes Ziel für die NASA

Müllers Universum

- 30 Wie entstand das Sonnensystem?

Astro-Abc

- 31 L wie Libration

16

Auf der Suche nach LEBEN IM ALL

Wo man es vermutet, wie es
aussehen könnte

Himmel

Wichtige Ereignisse

- 32 Abschied von den Aldebaran-Bedeckungen
- 33 Zwei Abendsterne geben sich die Ehre
- 33 Mars in den Fängen des Skorpions

Aktuell im Sonnensystem

- 34 Der Mond im Februar/März
- 35 Die Planeten im Februar/März
- 36 Sonne aktuell
- 37 Kometen aktuell
- 38 Planeten aktuell

Jetzt am Abendhimmel

- 41 Sternbild-Streifzüge
- 42 Mond Spaziergang
- 43 Fernglas-Wanderung
- 44 Deep-Sky-Schätze f. Stadtbeobachter
- 45 Deep-Sky-Schätze f. Landbeobachter

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!



Praxis

Spix' Spechteltipps

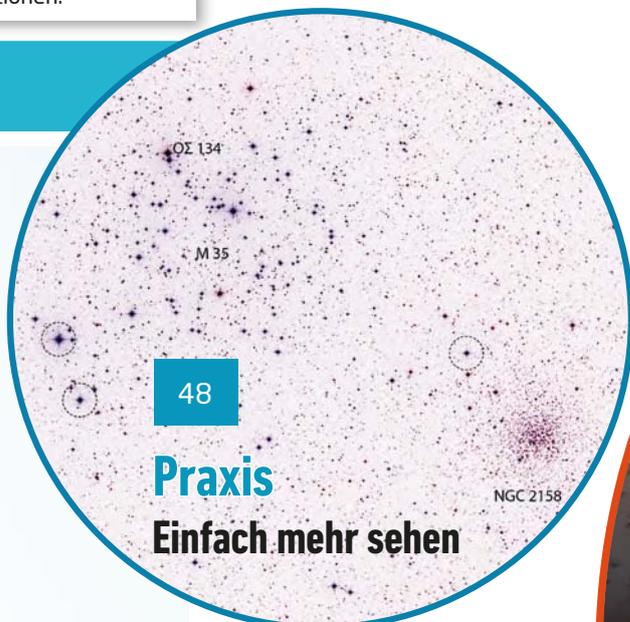
46 Je dunkler, desto besser

So findet man den optimalen Beobachtungsplatz

Stoyans Sky

48 Einfach mehr sehen

Der Weg zum interstellarum Deep Sky Guide



Praxis

Einfach mehr sehen



Pentax KP - die TWAN-Kamera?

Technik

Hubble vs. Amateure

54 Der Orionnebel mit einem 10-Zoll-Newton

Technik-Test

56 Die »The World at Night« Kamera

Die Pentax KP im Test

Praxis-Check

62 Gelungene Neuauflage

Das Takahashi Mewlon 180C im Test

Dittlers Fotoworkshop

66 Kometen-Fotografie

Astro-Hacks

68 Wenn es klemmt: die Gurtzange hilft

Teleskop-Tuning

69 Aufgebohrt - mehr Okulardurchmesser

Weigands Techniktipps

70 Einstieg in die messende Astronomie

Fabrikneu

72 Neuheiten

Gewaltiger Einschlag

Ein Besuch beim Barringer-Krater in Arizona



Space Checker

Unsere Rubrik für Kids

Wie Skywalker die Welt sehen, Seite 92



Erlebnis

Artikel

74 Der Krater und der Geschäftsmann

Ein Besuch beim Barringer-Krater in Arizona

Mein bestes Astrofoto

78 Das Auge Gottes

Leser-Galerie

80 Drei Nebel

Rückblick

82 Himmel und Hölle



Szene

Astrofotografie-Workshop

85 Perfekte Bilder unter perfektem Himmel

Astronomie vor Ort

86 Das geheime Leben der Sterne

Termine/Leseraufruf

87 Wissenschaftler suchen alte Nordlicht-Beobachtungen

Diskurs & Diskussion

90 Eine Astronomie – zwei Welten

Netznews

91 Sternfreunde im Netz

Space Checker

92 Wie Skywalker die Welt sehen

Rezensionen

93 Das unbekannte Universum

93 Spacecraft 3D

Leserbriefe

94 Leserbriefe

Astrorätsel

95 Vier verflixte Fehler

Vor 100 Ausgaben

97 interstellarum 13

Interview

» Frau Kaltenecker, wie finden wir das erste Alien?«

Rubriken

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

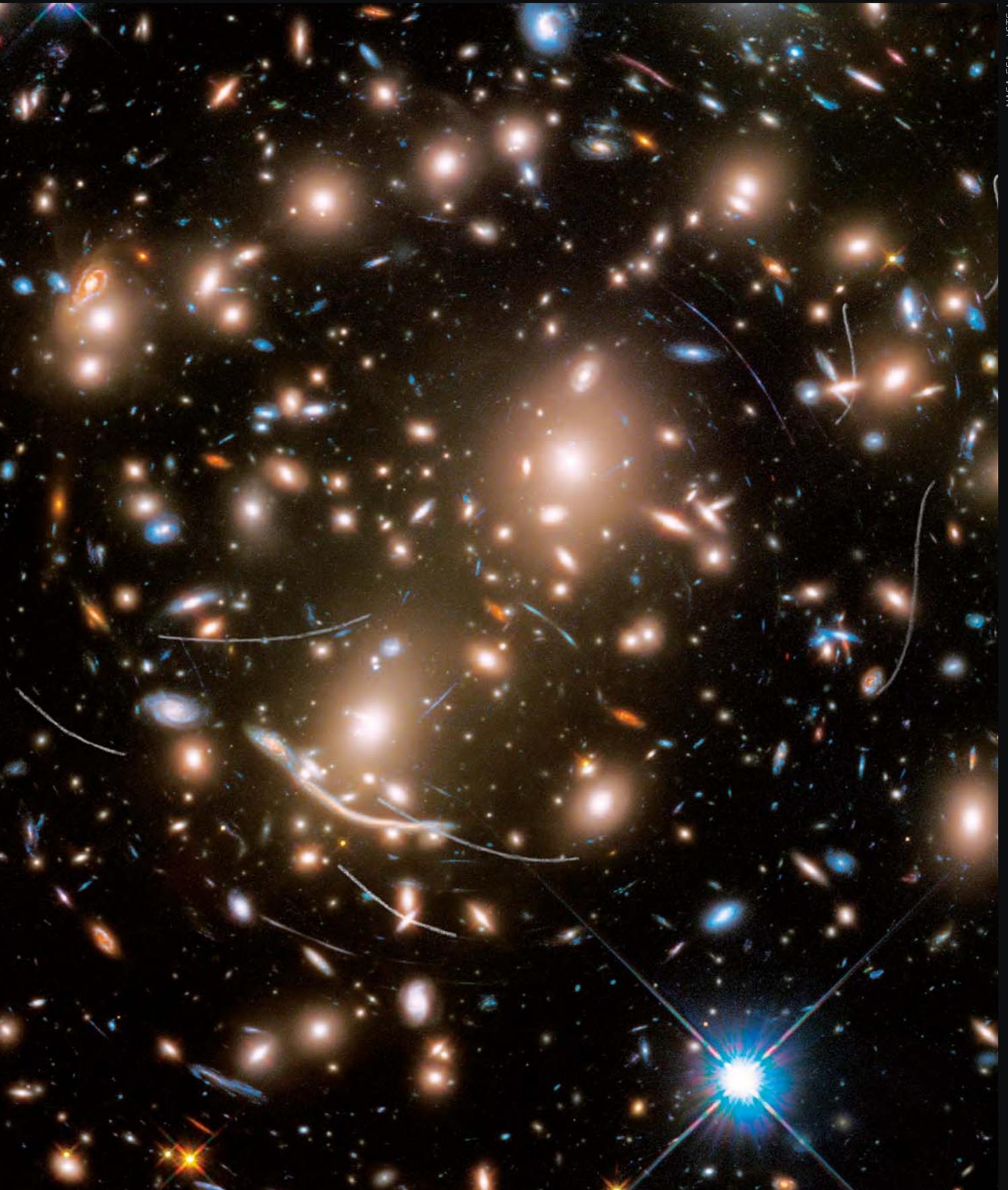


NAH TRIFFT FERN

Zum neunten Mal nahe am Jupiter

▲ Abb. 1: Der NASA-Orbiter Juno hat sich auf seiner langgestreckten Ellipsenbahn am 24. Oktober zum neunten Mal dem Jupiter angenähert – wieder hat seine kleine Kamera JunoCam dabei faszinierende, aber blasse Nahaufnahmen seiner Wolken geliefert, und wieder haben Amateur-Bildverarbeiter daraus spektakuläre Ansichten des damals aus Erdsicht hinter der Sonne verborgenen Planeten erzeugt. Die Geometrie ist eine ganz andere als bei teleskopischen Aufnahmen von der Erde aus, da sozusagen im Tiefflug einige Bereiche der Jupiterwolken der Kamera viel näher als andere sind.

Asteroiden belästigen eine Gravitationslinse



NASA, ESA und STScI

▲ Abb. 2: Eigentümliche Spuren finden sich auf dieser kuriosen Aufnahme des Weltraumteleskops Hubble des Galaxienhaufens Abell 370: Dessen gelblich erscheinende Galaxien wirken als Gravitationslinse auf andere Galaxien weit hinter ihm, deren verzerrte Bilder hier und da als bläuliche Bögen in Erscheinung treten. Aber es sind auch etliche weißliche Bögen zu erkennen: Das sind die Spuren von Asteroiden, die während der Aufnahmen, die für dieses tiefe Bild kombiniert wurden, vor dem Haufen her gehuscht waren. Ihre Bewegung durch den Raum – im Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter und allesamt so schwach, dass sie unbekannt waren – hat im Zusammenspiel mit der Bahn Hubbles um die Erde zu den gekrümmten Bahnstücken geführt.

WIE GEMALT

Ein Nachtfoto eines Raketenstarts
wie ein Gemälde



▲ Abb. 3: Start einer Atlas-V-Rakete am 15. Oktober 2017 um 3:28 Uhr morgens Ortszeit am Cape Canaveral mit dem geheimen Satelliten NROL-52.



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

Ziemlich genau 13 Milliarden Jahre

ist das Licht des Quasars ULAS J134208.10+092838.61 zur Erde unterwegs: ein neuer Entfernungsrekord für den grell leuchtenden Kern einer aktiven Galaxie, die wir – bei einer Rotverschiebung von 7,54 – zu einem Zeitpunkt nur 700 Millionen Jahre nach dem Urknall sehen. Der Verursacher des Quasar-Phänomens ist beachtlich: ein Schwarzes Loch mit rund 800 Millionen Sonnenmassen. Dass es damals schon solche Giganten gab, weist auf »Saat«-Löcher mit 1000 Sonnenmassen bereits 70 Millionen Jahre nach dem Urknall hin, die dann exponentiell angeschwollen sind. Auch die Galaxie, in der der Quasar sitzt, war damals schon weit entwickelt, voll Staub und Gas mit schweren Elementen: Sie hatte bereits Episoden starker Sternentstehung hinter sich.

SURFTIPPS

- Informationen zum Rekord-Quasar
- Bericht über den Rekord-Sonnensturm

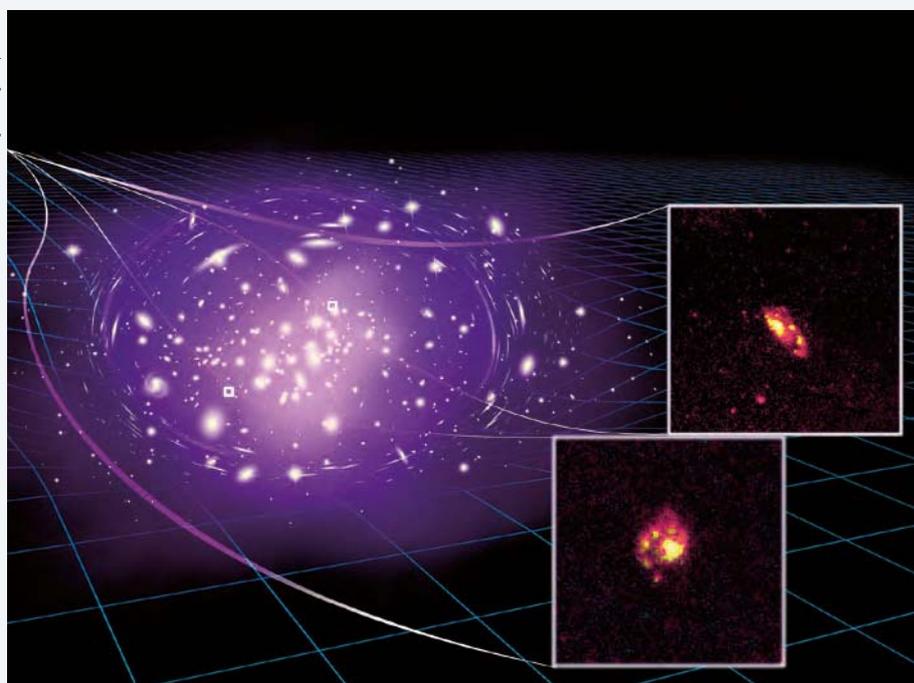
[Kurzlink: oc1m.de/a13012](https://oc1m.de/a13012)

2,6 Milliarden Jahre nach dem Urknall

gab es bereits eine ordentliche Spiralgalaxie – wobei wir über das Aussehen von A1689B11 überhaupt nur deswegen Bescheid wissen, weil eine kosmische Gravitationslinse als »Zusatzteleskop« mithilft und gleich zwei stark vergrößerte Bilder an den Himmel wirft. Damals begann sich gerade die heutige Vielfalt der Galaxientypen zu entwickeln und die ersten Spiralgalaxien entstanden. Das gelinnte Exemplar ist mit einer Rotverschiebung von 2,54 das früheste bisher

entdeckte: Seine Struktur ist noch primitiv und der Durchmesser mit vielleicht 20000 Lichtjahren eher gering, aber die Sternentstehungsrate von gut 20 Sonnen pro Jahr ist beachtlich. Und die Rotation dieser Galaxie ist geordnet und passt – soweit man das über diese Distanz, das Licht war über elf Milliarden Jahre unterwegs, überhaupt sagen kann – zur klassischen Dichtewellen-Theorie. Im heutigen Kosmos besitzen etwa 70% der Galaxien Spiralarme.

James Josephides



▲ Abb. 1: Schematische Darstellung der Vergrößerung der fernen Spiralgalaxie: Ein Galaxienhaufen in der Sichtlinie wirkt als Linse.

Neun Nächte nacheinander Polarlicht

mit nur einer Nacht Pause dazwischen hat es 111 zeitgenössischen Dokumenten zufolge vom 10. bis 19. September 1770 gegeben – und zwar in Ostasien, sehr weit weg von der polnahen Zone, in der normalerweise Aurora auftritt. Es muss einer der größten und vor allem längsten geomagnetischen Stürme der Geschichte gewesen sein oder eher eine Abfolge eines Sturms nach dem anderen: Verantwortlich war wohl ein extrem angespanntes Aktivitätsgebiet auf der Sonne, das sich durch Flecken außerordentlicher Größe manifestier-

te. Es darf vermutet werden, dass es mehrmals kurz nacheinander koronale Massenauswürfe in Richtung Erde geschickt hat, die das Erdmagnetfeld fast permanent in einiger Unruhe hielten. Der berühmteste und größte geomagnetische Sturm mag das »Carrington-Ereignis« von 1859 sein, aber der wochenlange Sturm von 1770 ist interessanter, wenn es um die maximal mögliche Wirkung der Sonne auf die Erde geht. Und die ist – im Hinblick auf die Sicherheit technischer Systeme – ein bedeutender Forschungsgegenstand.

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

Auch über dem Olympus Mons gibt es noch Wolken

Als höchster Berg des Sonnensystems gilt der Olympus Mons auf dem Mars. Der gewaltige Schildvulkan erhebt sich rund 22km über das mittlere Planetenniveau und sogar 26km über die umgebende Tiefebene. Auf dem flachen Gipfel des Vulkans beträgt der Luftdruck weniger als ein Zehntel des durchschnittlichen Luftdrucks auf der Marsoberfläche – und dieser ist ohnehin schon gering: Er beträgt im Schnitt rund 0,6 Prozent des mittleren Luftdrucks auf der Erde. Allerdings ist die dünne Atmosphäre des Roten Planeten vergleichsweise ausgedehnt, ihre Dichte nimmt mit zunehmender Höhe über der Oberfläche also weniger stark ab, als es auf der Erde der Fall ist. So gibt es über Olympus Mons manchmal sogar noch Wolken. Auch Staub ist in der dünnen Atmosphäre über dem Vulkan noch nachzuweisen.



NASA/MSSDC

▲ Abb. 1: Der gewaltige Vulkan Olympus Mons hat einen Durchmesser von 600km und erhebt sich 26km über die umgebende Tiefebene.

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://www.kurzlink.de/oc1m.de/fb)

Von der ISS werden auch Satelliten gestartet

Die Internationale Raumstation ISS wird auch zum »Start« von Satelliten genutzt. Es handelt sich dabei um Minisatelliten, sogenannte CubeSats, die mithilfe von Versorgungsraumschiffen zur Station gebracht werden. Als CubeSats bezeichnet man Mini-Satelliten mit einer Standardgröße von 11,35×10×10 Zentimetern, wobei mehrere Einheiten auch zu einem größeren Cubesat zusammengesetzt werden können.

Diese kleinen Satelliten sind in den letzten Jahren immer populärer geworden, lassen sie sich doch relativ preisgünstig entwickeln und ins All bringen: Oft reisen sie beim Start größerer Satelliten einfach mit in den Erdorbit oder werden von der ISS aus ausgesetzt. Das japanische Weltraumlabor Kibo verfügt dazu über einen sogenannten »CubeSat deployer«.



NASA

▲ Abb. 2: »Start« von zwei CubeSats von der ISS.

Mit Apollo 4 fing alles an

Die erste »richtige« Apollo-Mission war Apollo 4: Es war der erste Testflug der Rakete Saturn V. Während der Mission, die am 9. November 1967 gestartet wurde, sollte insbesondere der Wiedereintritt in die Erdatmosphäre mit hoher Geschwindigkeit getestet werden. An Bord befanden sich mehrere Kameras, die Bilder vom Abtrennen der verschiedenen Raketenstufen aufnahmen. Aus dem Kommandomodul wurden Aufnahmen der Erde gemacht.

Der erste bemannte Testflug im Rahmen des Apollo-Programms war dann Apollo 7 im Oktober 1968. Mit Apollo 4 begann die Apollo-Missionszählung: Nach einem tragischen Unglück im Januar 1967, bei dem die drei für den ersten bemannten Apollo-Flug vorgesehenen Astronauten während eines Tests durch ein Feuer auf der Startrampe ums Leben kamen, wurde ihre Mission nachträglich als »Apollo 1« bezeichnet. Eine Mission mit dem Namen Apollo 2 und 3 gab es offiziell nicht.



NASA

▲ Abb. 3: Blick aus dem Kommandomodul von Apollo 4 auf die Erde.

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

FAKT ODER FICTION?

MIT WARP-GESCHWINDIGKEIT DURCH DAS ALL

Der Warp-Antrieb ist eine Erfindung des Star-Trek-Universums, um in vertretbarer Reisezeit mit Überlichtgeschwindigkeit in ferne Bereiche der Galaxie vorzudringen. Ist das technisch machbar?

Nach Albert Einsteins Spezieller Relativitätstheorie kann die Lichtgeschwindigkeit nicht überschritten werden. Sie beträgt im Vakuum rund eine Milliarde Kilometer pro Stunde. Schon wenn man etwa 20% der Lichtgeschwindigkeit erreicht, geschehen seltsame Dinge, die von Einsteins Theorie vorhergesagt und in Experimenten bestätigt wurden: Die Zeit vergeht für schnell bewegte Uhren langsamer, die Länge schnell bewegter Objekte wird verkürzt. Zeit und Länge sind also relativ. Das ist eine Konsequenz der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.

Das Problem des interstellaren Raumflugs

Lassen Sie uns zum Nachbarstern Proxima Centauri reisen. Licht benötigt für diese Distanz schon vier Jahre. Mit aktueller Technologie dauert die Reise nach Proxima mit einer bemannten Rakete etwa 10.000 Jahre. Das Problem war den Machern von Star Trek natürlich bekannt. Sie mussten es irgendwie umgehen, dass die Enterprise mit jahrelangen, langweiligen Reisen durch das leere Weltall beschäftigt war. Die Lösung war der Warp-Antrieb, eine fiktive Technologie, um Raumschiffe schneller als das Licht fliegen zu lassen. Wie es genau funktioniert, darüber schwieg sich die Serie natürlich aus.

Science-Fiction inspiriert Wissenschaft

Der mexikanische Physiker Miguel Alcubierre veröffentlichte 1994 eine Idee mit dem Titel »Der Warp-Antrieb: hyperschnelles Reisen im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie«. Er fand eine Art Raumzeit-Welle, auf der die Enterprise gewissermaßen »surft«. Vor dem Raumschiff benötigt man eine Masse, die das Schiff per Gravitation anzieht. Hinter der Enterprise »schiebt« die Raumzeit an. Hier gibt es eine Energieform, die in der Kosmologie gut bekannt ist: Dunkle Energie. Sie weist einen negativen Druck auf und wirkt deshalb antigravitativ. In der Kosmologie sorgt das für die beschleunigte Expansion; bei Alcubierre schiebt sie ein Raumschiff. Genau hier liegt allerdings das Problem: Woher soll ein Ingenieur eine Energieform mit negativem Druck bekommen? Selbst Scotty, den erfindischen Chefindingenieur der Enterprise, hätte dies vor große Probleme gestellt.

Der Clou des Alcubierre-Warp-Antriebs ist, dass von außen betrachtet das Raumschiff tatsächlich schneller als das Licht ist! Am Ort des Raumschiffs bewegt es sich jedoch immer langsamer als Licht. Dieser merkwürdige Effekt kommt dadurch zustande, dass die Raumzeit – und damit auch Ab-

stände – expandieren. Von außen betrachtet, legt das Raumschiff eine gedehnte, größere Strecke zurück. Das Prinzip funktioniert also, allerdings nur in der Theorie. Spock würde sagen: »Faszinierend!«

Wo stehen wir technologisch?

Leider sind wir sehr weit von einer Realisierung des Warp-Antriebs entfernt. Kosmologen haben ja nicht einmal die Natur der Dunklen Energie verstanden. Aktuell gibt es auch keinen Raketenantrieb, der eine bemannte Kapsel auch nur in die Nähe der Lichtgeschwindigkeit bringen würde.

Aber es gibt Fortschritte. Die Breakthrough-Starshot-Initiative hat zum Ziel, winzige Geschosse per Laserstrahl von der Erde auf satte 20% der Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen, so dass sie mit diesem Anfangskick in 20 Jahren bis zu Proxima fliegen könnten. Die nur wenige Gramm leichten Geschosse sind kommunikationsfähige Raumsonden, die sogar Minikameras und Sensoren an Bord haben! Vor Ort könnten die Sonden mit einer Art Segel gebremst werden, auf das die Strahlung des Centaurisystems trommelt. Um sicher zu gehen, dass wenigstens ein paar Sonden am Ziel ankommen, sollen Hunderte gestartet werden. Bon Voyage!

► Andreas Müller

► Abb. 1: Leben suchen Astronomen nicht nur im Sonnensystem, sondern auch auf extrasolaren Planeten. In den letzten Jahren wurden zahlreiche erdgroße Planeten und »Supererden«, wie auf dieser künstlerischen Darstellung, entdeckt, die theoretisch Leben beherbergen könnten – wenn denn die Bedingungen stimmen.

AUF DER SUCHE NACH LEBEN IM ALL

Wie Wissenschaftler im Sonnensystem und anderswo nach außerirdischen Lebensformen fahnden



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



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

Nicht nur die Suche nach intelligentem Leben im All bewegt die Wissenschaftler seit vielen Jahren: Schon der Nachweis von einfachsten Mikroorganismen auf einem anderen Planeten oder Mond innerhalb oder außerhalb unseres Sonnensystems wäre eine wissenschaftliche Sensation. Doch wie stehen die Chancen dafür, außerirdisches Leben nachzuweisen und wie gehen Forscher dabei vor?

Eine Sequenz von Primzahlen (2, 3, 5, 7, 11, 13) im binären Format »10–11–101–111–1011–1101« – so oder so ähnlich könnte die langersehnte Botschaft beginnen, auf die zahlreiche Astronomen rund um die Welt seit mehr als 50 Jahren geduldig warten. Eine Sequenz von Primzahlen im binären Format, für die als einzige Ursache ein Signal einer außerirdischen Zivilisation infrage kommt. Carl Sagan, Schriftsteller und Wissenschaftler, der heute als ein Pionier der Astrobiologie gilt, verwendete eine solche Botschaft in seinem Roman *Contact*, um der fiktiven irdischen Astronomin Eleanor Arroway eine Botschaft von Außerirdischen zu übermitteln. Daneben prägte er in seinem Roman einen Satz, der bis heute für zahlreiche Astrobiologen als Quelle der Inspiration in ihrem Bestreben, außerirdische Lebensräume zu finden, gilt: Wenn wir wirklich allein wären, wäre das nicht eine riesige Platzverschwendung?

Was ist Leben?

Wenn wir aber nicht darauf warten wollen, dass eine außerirdische Zivilisation uns entdeckt, sondern selbst die Entdecker sein wollen, müssen wir zunächst zwei Fragen beantworten: Auf welchen Planeten oder Monden könnte sich Leben entwickelt haben und wie könnten wir dieses entdecken? Leben ist dabei ganz allgemein zu sehen, denn schon längst geht es den Wissenschaftlern dabei nicht mehr nur um hochentwickelte außerirdische Zivilisationen: Selbst einfachste Mikroorganismen würden eine Sensation darstellen und unser Weltbild für immer verändern.

Doch wonach suchen wir eigentlich genau, was ist das – Leben? Ausgehend von einer einzigen Stichprobe des Lebens – dem Irdischen – wäre es vermessen, Leben ausschließlich mit den terrestrischen Charakteristika

zu definieren, so dass es bis heute keine offiziell anerkannte Definition von Leben gibt. Hypothesen gibt es jedoch zahlreiche. Viele davon instrumentalisieren Strategien wie einen Stoffwechsel und ein sich selbst erhaltendes chemisches System, Reproduktionsfähigkeit inklusive. Doch kann jedes dieser für das irdische Leben bewährten Konzepte kritisch hinterfragt werden. Ein Beispiel sind schon Maultiere: Dabei handelt es sich um Hybride aus einer Pferdestute und einem Eselhengst, die gezüchtet werden und nicht eigenständig reproduktionsfähig sind. Doch gewiss würde ihnen niemand deswegen den Status des Lebenden absprechen.

Oder auch der Stoffwechsel, die Gesamtheit der chemischen Reaktionen in Organismen, bei denen aus verschiedenen Ausgangsstoffen über biochemische Vorgänge die Körpersubstanz erhalten wird und darüber hinaus Ener-



▲ Abb. 2: Die Oberfläche des Jupitermonds Europa: Nur wenige Kilometer dick ist die schützende Eiskruste, unter der ein gewaltiger Ozean vermutet wird.

gie für die Vielfalt der ablaufenden Prozesse zur Verfügung gestellt wird. Doch nur ein kleiner Blick neben die drei Domänen des Lebens auf der Erde (Archaeaen, Bakterien und Eukaryoten) auf die Viren offenbart in diesem Zusammenhang viele Fragen: Viren gelten nämlich nicht als Lebewesen, weil sie keine eigenständige Reproduktion durchführen können und auf den Stoffwechsel einer Wirtszelle angewiesen sind – eine Einordnung, die heute von einer zunehmenden Zahl von Wissenschaftlern hinterfragt wird, ist doch selbst der Mensch nicht in der Lage, ohne die Hilfe von Mikroorganismen essentielle Stoffwechselreaktionen durchzuführen. So wie Viren häufig die Notwendigkeit einer »assistierten Reproduktion« zugeschrieben wird, könnten wir bei den Menschen von einem erforderlichen »assistierten Stoffwechsel« sprechen.

SURFTIPPS

- The Extrasolar Planets Encyclopaedia
- SCI.E.S.COM, Homepage des Autors

 **Kurzlink:** oc1m.de/a13018

Angeln ohne passenden Köder

Wenn wir nun die Frage stellen, wie Leben auf anderen Himmelskörpern entdeckt werden könnte, dann landen wir oft bei Experimenten, welche gezielt nach Stoffwechselprodukten irdischer Lebensformen suchen. Doch häufig zeigt es sich dabei auch, dass typische Endstoffe irdischer Stoffwechselreaktion nicht zwangsläufig immer biologischen Ursprungs sein müssen. Methan wäre ein solcher Endstoff, der sowohl biotisch als auch abiotisch, zum Beispiel durch vulkanische Phänomene, in die Atmosphäre gelangen kann. Viele auf den ersten Blick erfolgsversprechende Messungen müssen so kritisch gesehen werden. Eine eindeutige Zuordnung ist oftmals nicht möglich.

Darüber hinaus stehen die Wissenschaftler auch vor dem Problem, dass wir zwangsläufig nur nach Stoffwechselprodukten irdischer Lebensformen suchen können. Es ist jedoch nicht klar, ob ein außerirdischer Organismus, der sich anpasst an die jeweiligen Bedingungen in seinem Lebensraum, sich ähnlich entwickelt wie sein irdisches Gegenstück. So können wir uns die Suche nach Leben auf den Planeten in unserem Sonnensystem bildlich als ein Angeln ohne

passenden Köder vorstellen. Die Aufgabe der Astrobiologie liegt unter anderem darin herauszufinden, welche Köder auf den potentiellen Habitaten in unserem Sonnensystem eine wahrscheinliche Entdeckung von Leben ermöglichen könnten.

Leben auf dem Mars?

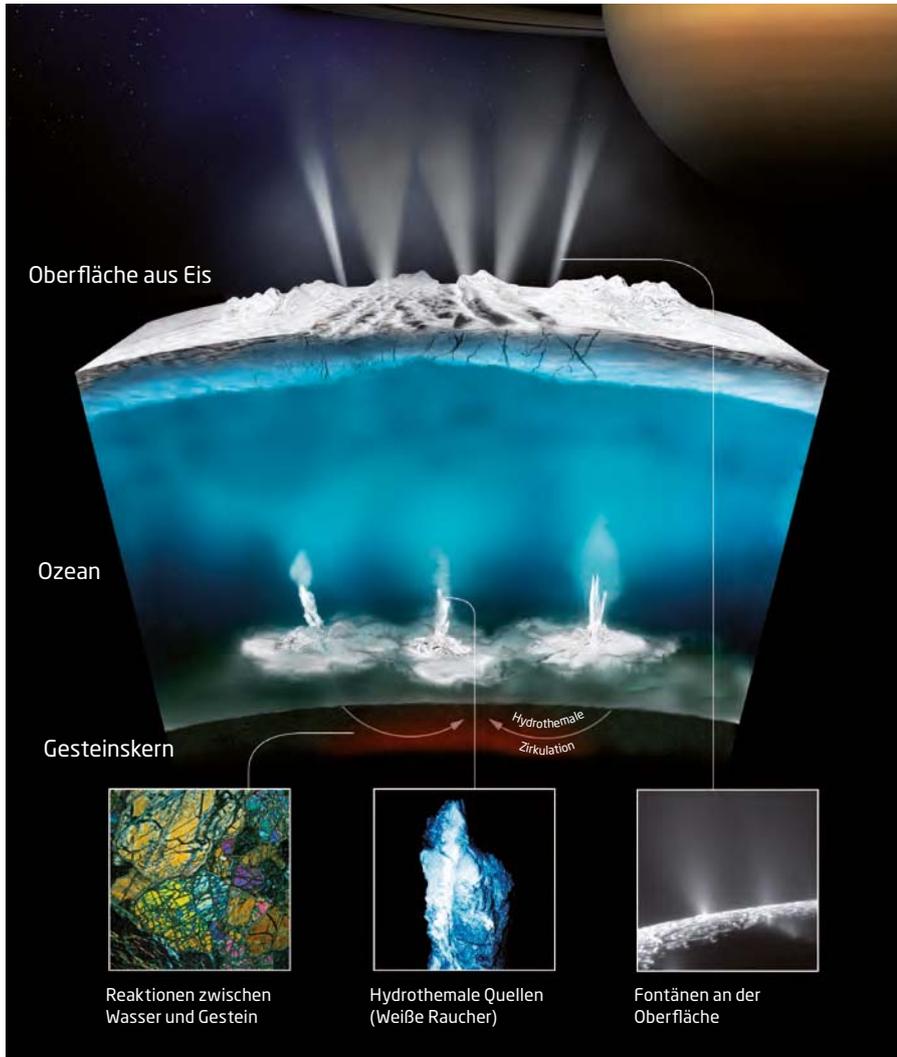
Neben der Frage, wonach wir eigentlich genau suchen, ist natürlich auch die Frage, wo wir suchen sollen, von großer Bedeutung. Einerseits wäre hier natürlich unser Sonnensystem, wo wir mit unserem Heimatplaneten auch gleichzeitig den Prototypen eines habitablen Planeten finden, zu nennen. Daneben gibt es jedoch auch noch andere Himmelskörper, die die Astrobiologen seit vielen Jahren beflügeln und deren Hoffnung aufrecht erhalten, außerirdisches Leben auch in unserer unmittelbaren solaren Nachbarschaft zu entdecken.

Ein Kandidat ist unser Nachbar im Sonnensystem: Schon seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts lieferten einzelne Untersuchungen Indizien dafür, die zumindest auf die Möglichkeit von Leben auf dem Mars hindeuten. Doch bis heute ließen sich keine endgültigen Beweise finden. Den spannenden Entdeckungen, wie dem Vorhandensein der prinzipiellen chemischen Bausteine des Lebens und Wassereis oder jahreszeitlich schwankenden Anreicherungen mit Methan in der Marsatmosphäre, stehen die erhöhte Strahlenbelastung auf der Oberfläche des Mars oder das Fehlen eines globalen planetaren Magnetfeldes, aber auch Messungen von Perchloraten im Marsboden gegenüber. Vielleicht werden zukünftige Marsmissionen weitere und eindeutige Hinweise auf Leben finden, doch für viele Astrobiologen ist nicht mehr der Mars das aussichtsreichste Objekt für außerirdisches Leben im Sonnensystem – bessere Chancen rechnen sie sich bei den Eismonden der großen Gasplaneten Jupiter und Saturn aus.

Faszinierende Eismonde

Der Jupitermond Europa mit seinem unterirdischen Ozean mit einer Tiefe von bis zu 100km ist geschützt durch eine nur einige Kilometer dicke Eiskruste und stellt ein solches potenzielles Habitat dar. 2012 gelang es Wissenschaftlern erstmals mit dem Hubble-Weltraumteleskop etwas zu beobachten, was später als eine Eruption von Wasserdampf aus der Südpolregion des Mondes interpretiert wurde. Etwa 200km über die Eiskruste reichte die Wasserdampf Wolke, aber bis heute ist es noch nicht restlos geklärt, ob es sich dabei um ein einmaliges Ereignis handelte, oder ob diese Eruptionen episodischer Na-

NASA/JPL-Caltech/Southwest Research Institute



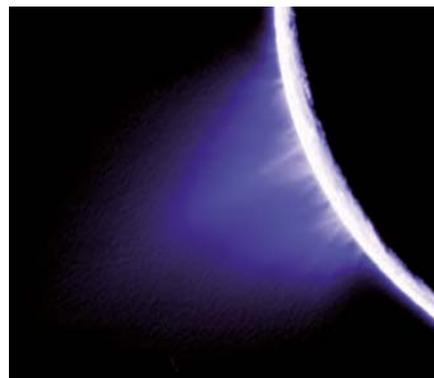
▲ Abb. 3: Im Ozean unter der Oberfläche des Saturnmonds Enceladus könnte es Bedingungen geben, die die Existenz von Leben ermöglichen. Die Energie könnte aus hydrothermalen Quellen kommen.

tur sind und immer dann auftreten, wenn Europa seinen jupiterfernsten Punkt durchläuft.

Sollte dies zutreffen, könnte sich auch bei Europa die Gelegenheit eröffnen, ohne ein Durchbohren oder Durchschmelzen der Eiskruste, durch die Untersuchung der Bestandteile dieser Wasserdampfwolke Hinweise auf die Zusammensetzung des unterirdischen Ozeans zu erhalten. Falls es dort tatsächlich Leben geben sollte, dann bestünde die Möglichkeit so zumindest organische Moleküle, die in Zusammenhang mit diesem Leben stehen, zu entdecken.

Leben auf Enceladus?

Doch nicht nur der Eismond Europa, sondern auch der Saturnmond Enceladus revidieren die ursprüngliche Annahme, dass Leben nur in der sogenannten habitablen Zone um einen Stern – also dort, wo flüssiges Wasser auf der Oberfläche theoretisch möglich ist – zu finden sein könnte. Sowohl für Europa als auch für Enceladus gehen viele Wissenschaftler heute davon aus, dass sich in diesen gewaltigen Wasserreservoirs alle notwendigen Zutaten für Leben (Was-



▲ Abb. 4: Die von der Raumsonde Cassini entdeckten Fontänen aus der Südpolargegend des Saturnmonds Enceladus.

ser als Lösungsmittel, die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor und Schwefel, kurz CHNOPS, und ein Energielieferant in Form von hydrothermalen Quellen) finden könnten.

Dabei bietet Enceladus mit seinen gewaltigen Wassergeysiren ebenfalls die großartige Möglichkeit, diese unterirdische Wasserwelt ohne komplizierte Bohrungen direkt zu analysieren. Die im September 2017 erfolgreich been-

dete Cassini-Mission flog im Zuge ihrer 13-jährigen Missionsdauer auch einige Male durch diese Wassereisfontänen, die sich viele Kilometer ins All erstrecken. Bei diesen Messungen wurden neben Wasser auch Kohlendioxid, Methan, Wasserstoff, Ammoniak und viele weitere Moleküle entdeckt.

Diese Bestandteile analysierend, gehen die Astrobiologen Ruth-Sophie Taubner und Simon Rittmann mit ihren Kollegen von der Universität Wien sowie von den Universitäten Linz, Hamburg und Bremen der Frage nach, ob Leben, wie wir es kennen, unter den auf Enceladus herrschenden Bedingungen bestehen könnte.

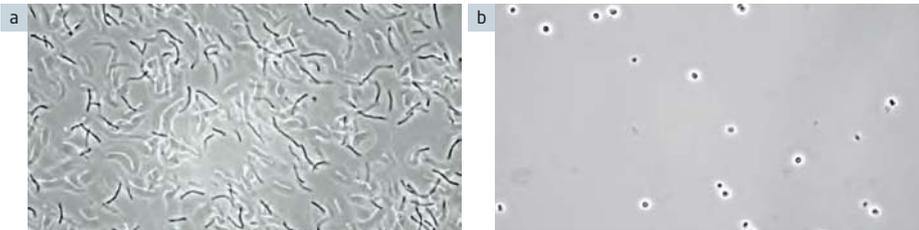
Die Wissenschaftler arbeiten mit Methanogenen, also methanbildenden Mikroorganismen, die vollkommen unabhängig von Sonnenlicht nur über die Umwandlung von beispielsweise Wasserstoff und Kohlendioxid zu Wasser und Methan ihre lebensnotwendige Energie beziehen. Diese Art von Archaeen gilt als eine der ältesten bekannten Lebensformen auf unserem Planeten. Die Gruppe um Taubner stellte bei ihren Experimenten den unterirdischen Ozean von Enceladus so präzise wie möglich in Bezug auf seine Zusammensetzung, die Temperatur und den Druck unter Laborbedingungen nach und konnte dabei erstmalig zeigen, dass Methanogene fähig sind, unter Enceladus-ähnlichen Bedingungen nicht nur zu überleben, sondern auch zu wachsen. Diese Entdeckung gilt als wegweisend für die Wissenschaft: So ist es zwar mittlerweile von einer Vielzahl von Mikroorganismen bekannt, auch unter den widrigsten Bedingungen im Weltraum zumindest überleben zu können oder unter Marsbedingungen auch wachsen zu können, doch für die Lebensbedingungen in den Ozeanen der Eismonde ist dies weltweit der erste Befund.

Leben auf fernen Welten

Spätestens seit der Entdeckung des ersten extrasolaren Planeten um einen sonnenähnlichen Stern im Jahr 1995 durch Michel Mayor gilt das Interesse der meisten Astrobiologen nicht mehr nur den Planeten und Monden im Sonnensystem, sondern der Vielzahl von Exoplaneten, die ebenfalls für Leben geeignet sein könnten. So wurden in den letzten 23 Jahren mehr als 3700 extrasolare Planeten entdeckt, immerhin 41 davon mit einer Masse bis zum 2,5-Fachen der Erdmasse und mit einer großen Bahnhalbachse von bis zu 1AE.

Solche Planeten könnten auf den ersten Blick als erdähnlich bezeichnet werden. Jedoch umkreisen die meisten dieser extrasolaren Planeten rote Zwergsterne, sind also für Leben, wie wir es kennen, auf den ersten Blick kritisch zu

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



► Abb. 5: Die beiden in Wien untersuchten methanbildenden Mikroorganismen in 1000-fach vergrößerten Phasenkontrastbildern: Methanothermobacter marburgensis DSM 2133 (a) und Methanothermococcus okinawensis DSM 14208 (b). Die Organismen können vollkommen unabhängig von Sonnenlicht ihre lebensnotwendige Energie beziehen. Ruth-Sophie Taubner

sehen. Die habitable Zone um rote Zwergsterne befindet sich sehr nahe am Zentralstern – so nahe, dass von vielen Astronomen angenommen wird, dass sich diese Nähe negativ auf die Bewohnbarkeit der umlaufenden Planeten auswirken könnte. Die Planeten kämen dem Stern gefährlich nahe, häufig befinden sie sich in einer gebundenen Rotation und die starke Infrarotstrahlung würde eine besondere Herausforderung für die Entwicklung von Leben darstellen.

Leider endet mit einigen fundamentalen Parametern zum Zentralstern, der Masse und der Bahnhalbachse der extrasolaren Planeten in den meisten Fällen unser Wissen über diese Objekte. Dadurch ist deren tatsächliche Habitabilität – insbesondere auch in Ermangelung des Wissens, ob und wenn ja, welche Atmosphäre diese Planeten besitzen – mit dem gegenwärtigen Datenmaterial nicht zu klären. Doch einige extrasolare Planeten gibt es, die heute in aller Munde sind und die die Fantasie von Astronomen beflügeln. Ein solches System ist der rote Zwergstern Trappist-1 mit seinen acht bekannten Exoplaneten. Trappist-1 d, -e, -f und -g gelten dabei als astrobiologisch interessant und -e, -f und -g liegen auch innerhalb der habitablen Zone. Wissenschaftler vermuten, dass es sich

dabei um reine Ozeanwelten handeln könnte. Aber noch wissen wir zu wenig über diese Planeten, um ernsthafte Spekulationen über das Vorhandensein von Leben anstellen zu können.

Einsame Erde oder galaktischer Zoo?

Es ist unumstritten, dass es für die Entstehung von Leben, wie wir es kennen, mehr braucht als nur die richtige Masse oder den richtigen Bahnhalbachsendurchmesser. Peter D. Ward und Donald Brownlee diskutierten schon 2001 in ihrem Buch »Unsere einsame Erde« Faktoren, die für die Entstehung von Leben von Bedeutung sind und schlossen in ihre Betrachtungen auch Parameter wie die stellare Nachbarschaft, Bahneigenschaften, geologische Prozesse wie Plattentektonik und astronomische Voraussetzungen wie die Position in der Galaxis mit ein. Ihre Schlussfolgerung war, dass einfachste Formen von Leben weit verbreitet sein könnten, komplexeres Leben erachten sie aber als eher unwahrscheinlich. Viele andere Astronomen wie beispielsweise Dirk Schulze-Makuch und William Bains teilen diese Meinung nicht, sondern gehen in ihrem Buch

»The Cosmic Zoo« eher von einem sprichwörtlichen galaktischen Zoo mit vielen habitablen Welten aus.

Führt man sich die Größenordnungen des Weltraums vor Augen – die letzten Untersuchungen des Hubble-Weltraumteleskops ergaben, dass es vermutlich mehr als eine Billion Galaxien gibt und nur eine einzige davon, unsere Milchstraße, zwischen 100 und 400 Milliarden Sterne beheimatet –, dann erscheint es doch als äußerst unwahrscheinlich, dass wir tatsächlich der einzige Planet in diesen unendlichen Weiten sind, der komplexes und auch technologisch entwickeltes Leben hervorgebracht hat. Einzig die Distanzen zwischen diesen hypothetischen Welten könnten zu groß sein, als dass wir jemals in der Lage sein werden, einen endgültigen Beweis für die Existenz von hochentwickelten außerirdischen Zivilisationen zu führen. Doch wenn wir uns auf Mikroorganismen konzentrieren, dann dürfte es nur mehr eine Frage der Zeit sein, bis wir wissen, dass wir nicht alleine sind.

Gefahr durch Außerirdische?

Stephen Hawking bereitet dennoch die Möglichkeit hochentwickelter Zivilisationen Unbehagen. Anlässlich einer 50-Jahre-Jubiläumsfeier von SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) äußerte er sich von der Existenz intelligenter außerirdischer Lebewesen überzeugt, warnte aber auch gleichzeitig vor Versuchen der Kontaktaufnahme und dem Senden von Botschaften, welche die Erde zu einem Leuchtfeuer im Kosmos machen. Er meinte, dass fortschrittliche Aliens wohl ein Nomadenleben führen würden und versuchen, alle Planeten, die sie

Q IM DETAIL

Klassisches Leben versus exotischen Leben

»Leben ist ein sich selbst erhaltendes System mit der Fähigkeit zur Darwinschen Evolution«. Diese sehr allgemein gehaltene Hypothese über die Natur von Leben von Gerald Joyce unterstreicht die Problematik »Leben« zu definieren, da dieser Ansatz keine schlüssigen Parameter liefert, nach denen mittels Experimenten auf anderen Planeten und Monden nach Leben geforscht werden kann. Eine andere Hypothese von John Baross definiert die Eigenschaften klassischen terrestrischen Lebens folgendermaßen: (1) Leben besitzt einen Stoffwechsel, (2) Leben befindet sich im thermischen Ungleichgewicht

mit seiner Umgebung, (3) die Aufrechterhaltung des Stoffwechsels, der Aufbau von Strukturen wie Zellen, der Energiehaushalt und die Informationsweitergabe sind eine Konsequenz der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor und Schwefel, den Basiselementen des irdischen Lebens, (4) das Lösungsmittel für terrestrische Biomoleküle ist in erster Linie Wasser, (5) das Leben auf der Erde ist als eine Konsequenz von Mutationen entstanden, wobei auch das Anpassen an sich verändernde Umweltbedingungen und das Aussterben von schlecht angepas-

ten Organismen von Bedeutung ist (Darwin'sche Evolution).

Diese zweite Hypothese liefert für die Suche nach extraterrestrischen Lebensformen zwei Anhaltspunkte: einerseits dort zu suchen, wo es Wasser in einem beliebigen Aggregatzustand gibt, und andererseits nach Stoffwechselprodukten zu forschen. Doch eine zentrale Ungewissheit bleibt auch mit dieser Überlegung bestehen: Wir wissen nicht, ob Leben in extraterrestrischen Lebensräumen ebenfalls Wasser als Lösungsmittel verwendet und auch nicht, ob außerirdische Lebensformen auf den gleichen sechs Basiselementen beruhen.

finden, zu erobern und zu kolonisieren. Käme einer außerirdische Rasse zur Erde, dann wäre dieses Szenario wohl mit der Landung von Christoph Columbus in Amerika zu vergleichen und wir alle wissen, was aus den Ureinwohnern wurde. Viele seiner Kollegen teilen diese Ansicht jedoch nicht und für viele Wissenschaftler stellt sich auch die Frage, was uns mehr Angst macht: zu wissen, dass wir nicht alleine sind, oder zu wissen, dass wir es sind – in einem nahezu unermesslichen Universum.

► Johannes Leitner

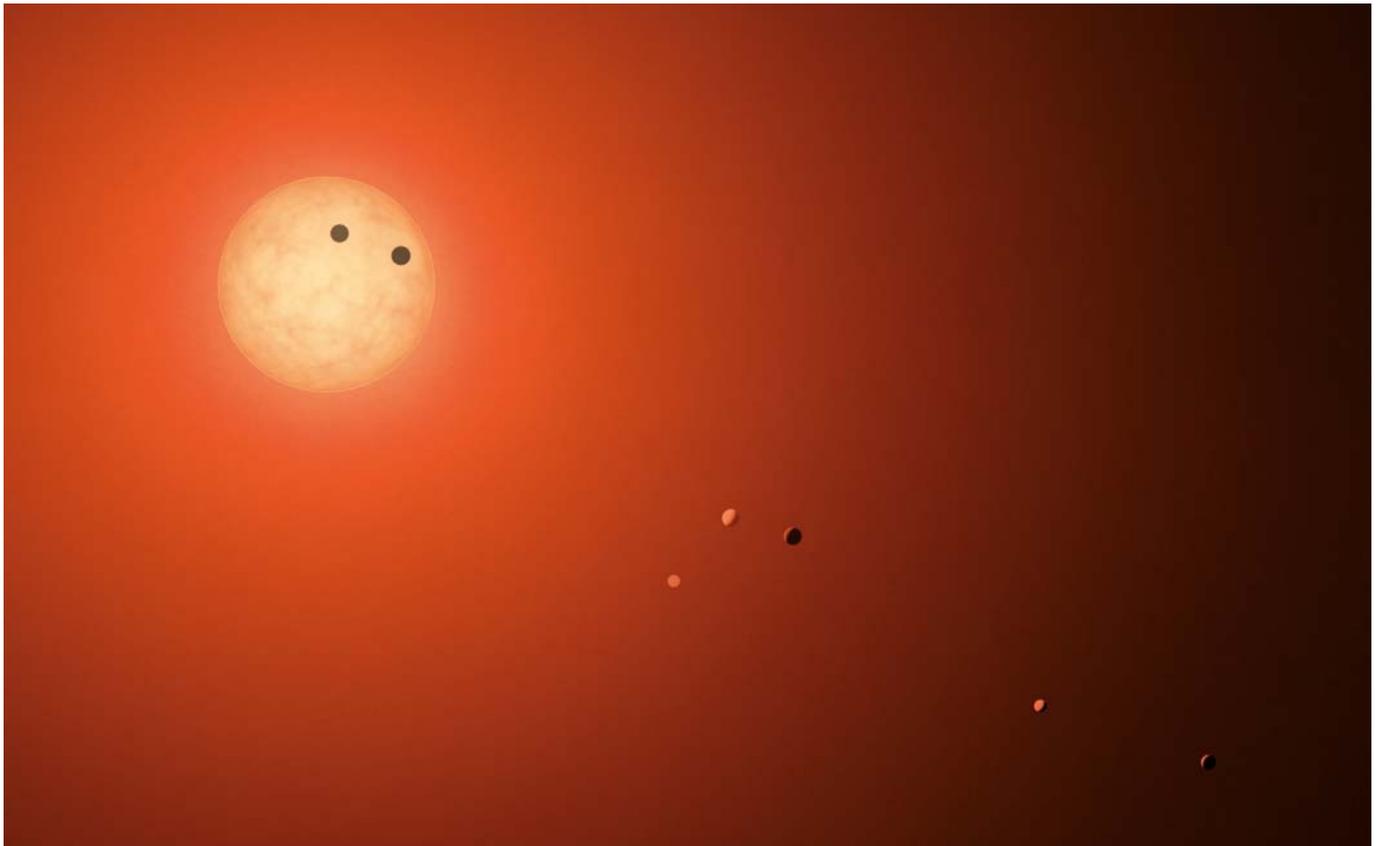
Literatur

[1] Ward, Peter D. und Brownlee, Donald: Unsere einsame Erde, Springer Verlag 2001
Schulze-Makuch, Dirk und Bains, William: The Cosmic Zoo: Complex Life on Many Worlds, Springer Verlag 2017

[2] Turse, Carol; Leitner, Johannes; Firneis, Maria und Schulze-Makuch, Dirk: Simulations of Prebiotic Chemistry under Post-Impact Conditions on Titan, in: Life, 3, 538 (2014).

| DER AUTOR |

Dr. Johannes Leitner arbeitet als Lektor an der Universität Wien und ist als selbständiger Trainer im Bereich der Begabtenförderung in MINT-Fächern für Kinder und Jugendlichen tätig. Daneben ist er auch in der Erwachsenenbildung zu primär astronomischen und physikalischen Themen engagiert und als Hochschuldidaktiker tätig. Sein wissenschaftliches Hauptarbeitsgebiet ist die Erforschung der Möglichkeit von exotischen Formen von Leben in extrasolaren Umgebungen.



▲ Abb. 6: Das System TRAPPIST-1 mit seinen sieben Planeten in einer künstlerischen Darstellung. Auf einigen könnte es theoretisch flüssiges Wasser geben.

Anzunehmen, dass dies immer so sein muss, wäre vermessen, ja schon fast die Renaissance eines geozentrischen Denkansatzes.

Wissenschaftler an der Universität Wien sind einen Schritt weitergegangen: In einer verallgemeinerten Hypothese zu Leben – exotischem Leben – haben sie das Wasser durch ein allgemeines Lösungsmittel ersetzt. Rein theoretisch kann natürlich auch Leben aus der Gas- oder einer festen Phase nicht ausgeschlossen werden, doch die Vorteile von Flüssigkeiten sind unzweifelhaft. Daneben muss aber die Chemie von Leben immer als abhängig von den Umweltbedingungen und vom verfügbaren Lö-

sungsmittel gesehen werden, so dass eine ausschließliche Konzentration auf die irdischen sechs Basiselemente nicht zwangsläufig überall so umgesetzt sein muss.

Einige Wissenschaftler diskutierten in diesem Zusammenhang bereits die Möglichkeit den Kohlenstoff durch Silizium zu ersetzen, doch gegenwärtig ist dies noch äußerst spekulativ und die Vorteile von Kohlenstoff überwiegen bei Weitem. Gezeigt werden konnte mittlerweile jedoch, dass die Verwendung eines alternativen Lösungsmittels möglich ist. In einem an die berühmte Simulation von Miller und Urey angelehnten Experiment verwendeten die

Wiener Forscher ein Gemisch aus Wasser und Ammoniak als alternatives Lösungsmittel – mit dem Hintergedanken ein Lösungsmittel zu untersuchen, welches vor allem in den unterirdischen Ozeanen von Eismonden zu finden ist. Sie konnten so zeigen, dass es ebenfalls zur Entstehung von Aminosäuren, den Bausteinen des Lebens, kommt. Dieser Befund ist insofern sehr spannend, als er aufzeigt, dass eben auch in den Ozeanen der Eismonde mit ihren eigenen Umweltbedingungen und einem alternativen Lösungsmittel die Entstehung von zumindest den Bausteinen des Lebens äußerst wahrscheinlich ist.

» FRAU KALTENEGER, WIE FINDEN WIR DAS ERSTE ALIEN? «

Lisa Kaltenegger, Direktorin des Carl Sagan Institute und Associate Professor an der Cornell University im US-Bundesstaat New York, ist die vielleicht bekannteste Vertreterin der Astrobiologie. Abenteuer Astronomie sprach mit der geborenen Österreicherin über die Trends in dieser modernen Wissenschaft vom Leben auf anderen Welten.

► Abb. 1: So könnte es auf der Oberfläche des Planeten TRAPPIST-1f aussehen. Das System liegt rund 40 Lichtjahre entfernt im Sternbild Wassermann. Mit künftigen Teleskopen sollte es möglich werden, mehr über die Atmosphäre und mögliches Leben auf dem Planeten zu erfahren.

Abenteuer Astronomie Frau Kaltenegger, im Dezember hat die NASA zwei Finalisten für die nächste große interplanetare Mission im New-Frontiers-Programm ausgewählt – und sowohl die Mission »Comet Astrobiology Exploration Sample Return« wie die Drohne »Dragonfly«, die mehrfach auf dem Saturnmond Titan landen würde, sind vor allem astrobiologisch motiviert. Ein neuer Trend?

► **Lisa Kaltenegger:** Unser Sonnensystem hat viele unerforschte Welten, und insbesondere Titan hat eine ganz besondere Stellung, weil er der einzige andere Körper ist, auf dem es flüssige Seen gibt. Zwar aus Ethan und Methan, aber Kollegen im Carl Sagan Institute hier haben die Grundlagen erforscht, wie es Leben unter solchen Bedingungen geben könnte: Eine komplett zweite Genesis wäre das, Leben ganz anders als unseres. Eine bahnbrechende Entdeckung – natürlich würde das Auffinden von Lebensspuren einem Ruck in unserem Weltbild gleichkommen.

Die Suche nach Leben im All wird in unserer Zeit gerade zur Wirklichkeit, eine ganz spezielle Zeit in der Menschheitsgeschichte. Das James Webb Space Telescope, das 2019 starten soll, wird zum ersten Mal in der Menschheits-

geschichte in der Lage sein, nach Spuren von Leben auf Planeten, die um andere Sonnen kreisen, zu suchen. Schauen Sie an den Himmel hinauf in einer dunklen Nacht: Einer von fünf Sternen da draußen wird von einem Planeten umkreist, der wie unserer sein könnte. Wenn das nicht atemberaubend ist!

Meine Arbeit konzentriert sich darauf, Planeten anderer Sterne zu modellieren, um Spuren von Leben nicht zu verpassen, sollten sie ein wenig anders aussehen als wir uns das gemeinhin vorstellen. Auf unserem Planeten gibt es beeindruckende Lebensformen, wie z.B. biofluoreszierende Lebensformen, die harte UV-Strahlung verwerten. Wenn es im Universum Leben gibt, dann bin ich mir ziemlich sicher, dass es uns – genauso wie die neuen Welten – mit seiner Vielfalt überraschen wird. Allein in unserer Milchstraße haben wir an die 200 Milliarden Sonnen, das heißt an die 40 Milliarden mögliche andere Erden – und dann gibt es noch Milliarden anderer Galaxien da draußen. Wenn es nur uns gäbe, das wäre die größere Überraschung – aber als Wissenschaftler sind beide Antworten spannend. Die Suche in unserem Sonnensystem zeigt uns, ob wir allein im Sonnensystem sind und ob Leben in ganz anderen Umgebungen auch entste-



► Abb. 2: Die Astrobiologin Lisa Kaltenegger.

SURFTIPPS

- Homepage von Lisa Kaltenegger

 **Kurzlink:** oc1m.de/a13022

hen oder überleben kann. Die Erforschung von Planeten um andere Sterne zeigt uns, wie wir in dieses faszinierende Universum hineinpassen.

Abenteuer Astronomie Sie haben im Sommer 2017 eine über 50-seitige Übersichtsarbeit darüber veröffentlicht, »wie man bewohnbare Welten und Anzeichen für Leben charakterisiert«. Welche heute schon existierenden Werkzeuge kann die Astronomie vor allem einsetzen, um die »habitablen« Planeten unter den bisherigen Funden ausfindig zu machen?

► **Lisa Kaltenegger:** Wenn ein Planet in der habitablen Zone liegt und klein genug (kleiner als ca. zwei Erdgrößen) ist und dadurch ein Felsplanet wie unsere Erde sein sollte, dann gibt es keinen besseren oder schlechteren. All diese Planeten – oder keiner – könnten Leben beherbergen. Wir müssen uns die Atmosphäre eines solchen Planeten ansehen, um zu sagen, welcher »besser« oder »schlechter« ist für Leben, wie wir es kennen. Welcher der »beste« ist, das ist mehr eine PR-Strategie, damit die Begeisterung für jeden neuen Planeten zunimmt. Der eine hat die gelbste Sonne, der andere die erdähnlichste Größe, der nächste umkreist den sonnennächsten Stern und

so weiter. Alle sind spannend. Am einfachsten wird die Untersuchung von erdähnlichen Planeten generell, wenn sie um die nächsten Sterne kreisen, dann kommt mehr Licht bei uns an, weil sie nicht so weit von uns weg sind. Das heißt die spannendsten sind die bei uns in der Nähe. Sogar unser Nachbarstern Proxima Centauri hat so einen Planeten. Näher geht es nicht.

Abenteuer Astronomie 2009 waren Sie Co-Autorin eines ziemlich aufsehenerregenden Papers, das der Astrobiologie nach den ersten Erfolgen ein dunkles Jahrhundert ohne nennenswerte Fortschritte voraussagte – sehen Sie das immer noch so?

► **Lisa Kaltenegger:** Der 2009er Artikel hinterfragte die Einstellung, dass wir Leben ganz einfach finden, weil es genauso aussehen wird wie bei uns. Wenn sie wissen wollen, wie das Leben auf einem Planeten mit Lebensspuren in der Atmosphäre aussieht, dann wird es extrem große Teleskope brauchen, um dies über interstellare Distanzen zu erforschen. Aber ob wir allein sind im Universum, unter welchen Bedingungen Leben entstehen kann, unsere mögliche Zukunft und ob andere Erden sich schneller entwickeln, all diese Fragen können wir viel schneller beantworten. Mein Review dieses Jahr hat die neuen

Ideen und Entwicklungen des ganzen Feldes und vieler Forscher hoffentlich gut zusammengewoben, damit man einen guten Überblick bekommt, wie viel sich in der Forschung in den letzten Jahren getan hat. Je mehr Licht wir von einem Planeten – oder Exoplaneten – einfangen, desto mehr können wir darüber herausfinden, größere Teleskope und mehr Beobachtungzeit pro Planet helfen uns da. Und ich finde, speziell in der Exoplanetenforschung haben wir Erfolge durch die vielen innovativen Ideen.

Die Fragen stellte Daniel Fischer

Literatur

[1]

Kaltenegger, L.: How to Characterize Habitable Worlds and Signs of Life, in: Annual Review of Astronomy and Astrophysics, Vol. 55, 433 (2017) <https://doi.org/10.1146/annurev-astro-082214-122238>

[2]

Schneider, J. et al.: The far future of exoplanet direct characterization, in: Astrobiology, Vol. 10, 121 (2010) <https://doi.org/10.1089/ast.2009.0371>

DAS OBJEKT AUS DEN TIEFEN DER MILCHSTRASSE

Astronomen entdecken erstmals Asteroiden oder Kometen von jenseits des Sonnensystems

Zum ersten Mal ist ein Himmelskörper im Sonnensystem entdeckt worden, der anderswo in der Galaxis entstanden ist und nur zu Besuch war: 'Oumuamua hat seine Sonnen- und Erdnähe längst hinter sich und enteilt auch den größten Teleskopen – die vorher aber ein wenig über seine Natur herausfinden konnten.

Unerwartet war die Entdeckung keineswegs gewesen: Die Milchstraße muss voll von »entlaufenen« Kleinkörpern sein, die irgendwann auch mal durch das Sonnensystem fliegen, sagen Theoretiker schon lange voraus – und begannen sich bereits Sorgen zu machen, dass noch keiner aufgespürt worden war. Die Vorhersage ist eine direkte Konsequenz aus dem zunehmenden Verständnis über den Beginn des Sonnensystems: Junge Planetensysteme sollten recht unruhige Orte sein, die an ihren Rändern große Mengen Planeten-Baumaterial in den Raum zwischen den Sternen verlieren. Wachsende und auf ihre endgültigen Bahnen wandernde Riesenplaneten bringen mit ihrer Schwerkraft andere Kleinkörper auf Fluchtgeschwindigkeit, die dann ungebunden durch den interstellaren Raum ziehen –

und irgendwann auch mal in die Nähe eines anderen Sterns gelangen, um dann in einer Hyperbel an ihm vorbeizuschleifen.

Warten auf Hyperbeln

Die deutlich hyperbelförmige Bahn ist das entscheidende Kriterium für die Identifikation eines interstellaren Besuchers: Er kommt aus einer Raumrichtung und entschwindet in eine andere, eine geschlossene Bahnellipse ist ebenso ausgeschlossen wie der Grenzfall Parabel, der in der Regel bei einem vom Rand des Sonnensystems stammenden Kometen vorliegt. Zwar sind über 300 Kometen beobachtet worden, deren Bahnen leicht hyperbolisch sind, aber in jedem Fall konnte das der Schwerkraftwirkung eines Planeten zugeschrieben werden, der die ursprünglich gebundene Bahn leicht verbogen

hatte. Auf tatsächlich interstellaren Bahnen waren bisher nur Staubteilchen nachgewiesen worden, von Raumsonden eingefangen. Aber dann kam im Oktober 2017 jenes Himmelsobjekt, das zunächst als Komet C/2017 U1 (PANSTARRS) registriert wurde – und schon nach den ersten Positionsmessungen eine außergewöhnlich hyperbolische Bahn zu haben schien.

Entdeckt worden war der punktförmige Himmelskörper 20. Größe am 19. Oktober auf den täglichen Bildern der Himmelüberwachung mit dem Pan-STARRS-Teleskop auf Hawaii, auch auf Aufnahmen der Vornacht wurde er gefunden. Andere Beobachter wurden dann sofort alarmiert. In der Nacht vom 24. auf den 25. Oktober war der beobachtete Bahnbogen am Himmel fünf Tage lang – und die Schlussfolgerung bereits klar: »Sofern es keine schwerwiegenden Probleme mit der Astrometrie gibt, sind nur

◀ Abb. 1: Künstlerische Darstellung einer möglichen Gestalt des interstellaren Gasts 'Oumuamua – wie der Besucher aus einer anderen Welt tatsächlich aussieht, weiß man nicht.



stark hyperbolische Bahnen die einzigen gangbaren Lösungen«, hieß es in einem Minor Planet Electronic Circular des für Kleinkörper im Sonnensystem zuständigen Minor Planet Center (MPC): »Sollten weitere Beobachtungen die ungewöhnliche Natur dieses Orbits bestätigen, dann könnte dies der erste klare Fall eines interstellaren Kometen sein.«

Asteroid oder doch Komet?

Die bereits im ersten Zirkular angegebene Bahnexzentrizität von 1,2 hat sich als völlig korrekt erwiesen, die Einordnung als Komet hingegen schien sich rasch als Fehler zu entpuppen: Binnen weniger als 24 Stunden benannte das MPC den Fund schon in A/2017 U1 um – das A steht für Asteroid. Auch besonders lang belichtete Aufnahmen hatten nämlich keiner-

lei Gas- und Staubhülle («Koma») gezeigt, wie sie ein ordentlicher Komet im damaligen Sonnenabstand von 1,2AE eigentlich noch ausbilden sollte. Ein interstellarer Asteroid also? Verblüffend, denn die Prozesse bei der Entstehung von Planetensystemen sollten um Zehnerpotenzen mehr Kometen mit gefrorenen Gasen als felsige Asteroiden in den Raum schleudern. Und vielleicht auch gar nicht so eindeutig: Als 'Oumuamua am 9. September mit 87,4km/s durch den sonnennächsten Punkt der Bahn – Abstand: 0,255AE – raste, war das Objekt nämlich noch lange nicht entdeckt. Es ist somit keine Aussage darüber möglich, ob es in der größten Sonnenhitze nicht doch zu etwas Ausgasung gekommen war. Der Winkelabstand von der Sonne betrug damals aus Erdsicht nur 9°, die Helligkeit vermutlich etwa 21^m. Das war völlig unbeobachtbar. Zur Entdeckung war es tatsächlich erst ge-

kommen, als 'Oumuamua fünf Tage nach seiner Erdnähe – 0,16AE am 14. Oktober – nahezu der Sonne gegenüberstand. Extrem tiefe Aufnahmen mit mehreren Großteleskopen ließen in den folgenden zwei Wochen immer nur einen rasch schwächer werdenden Lichtpunkt ohne irgend etwas Diffuses drumherum erkennen.

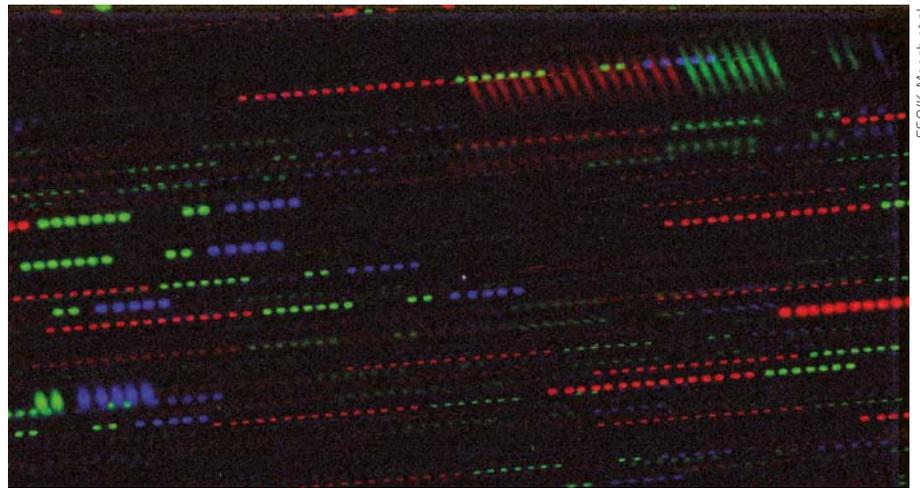
Auch sonst gab es nicht viel zu sehen: Mehrere Spektren zeigten keinerlei klare Absorption oder Emission, und die Farbe war neutral mit einer leichten Rötung. Lange nicht so rot allerdings wie manche Bewohner des äußeren Sonnensystems, eher wie ein unauffälliger Asteroid des Typs C oder D – oder aber ein recht typischer Kometenkern, der sich auf seiner langen Reise durch den interstellaren Raum durch Beschuss mit kosmischer Strahlung eine feste Kruste zugelegt hat. Auch deswegen wird 'Oumuamua auf seiner Reise fort

von der Sonne noch so lange wie möglich verfolgt: Es könnte ja sein, dass sie ihn so erwärmt hat, dass doch noch Gas unter der Kruste nach draußen drängt. Freiliegendes Eis gibt es jedenfalls definitiv nicht.

Vielsagende Lichtkurven

Am interessantesten an 'Oumuamua war sein erheblicher Lichtwechsel: Im Lauf von Stunden schwankte die Helligkeit um bis zu 2,5 Größenklassen oder einen Faktor zehn! Zunächst analysierten die Astronomen hinter jedem (Groß-)Teleskop nur ihre eigene meist spärliche Fotometrie und kamen auf unterschiedliche Perioden zwischen 6,9 und 8,3 Stunden. Doch als mehr und mehr Messungen veröffentlicht waren, stellte sich heraus, dass die einzelnen Schnipsel der Lichtkurve einfach nicht zusammenpassten! Man musste etliche Daten – ohne triftigen Grund – unter den Tisch fallen lassen, um den Rest mit einem einfach rotierenden Himmelskörper zu erklären. Alle Messungen gemeinsam beschreiben kann hingegen eine komplexe Rotation mit einer Taumbewegung, die sich 'Oumuamua schon bei seiner Entstehung in einer Kollision zugezogen haben und die viele Jahrtausende ungedämpft beibehalten werden kann. Leider ist auch die Summe der Fotometrie nicht gut genug, um die komplizierte Rotation exakt zu beschreiben – womit wiederum Aussagen über die Gestalt des Körpers unsicher werden.

Aus der enormen Amplitude der Lichtkurve hatten die ersten Analysen geschlossen, dass der Himmelskörper ausgesprochen länglich sein musste, mit einem Verhältnis der längsten zur kürzesten Achse von 4:1 bis 10:1. Das ist zwar exotisch, aber nicht ganz ohne Beispiel im Sonnensystem, wo aber nur große und langsam rotierende Asteroiden mit solch einer Form bekannt sind. Über die genauen Ausmaße 'Oumuamuas weiß man nichts, da ihn alle Teleskope nur als Punktquelle sahen und über die Reflektivität seiner Oberfläche nur spekuliert werden kann: Zwischen 100 und ein paar hundert Metern liegen plausible Werte für die Größe. Die vermeintliche Rotationsperiode von rund sieben Stunden hätte dann bedeutet, dass solche Kräfte an dem länglichen Körper zerrten, so dass er eine hohe



▲ Abb. 2: 'Oumuamua mit einem Großteleskop aufgenommen – Bilder durch verschiedene Farbfilter wurden auf den sich bewegendem Himmelskörper gestackt, so dass Sterne zu bunten Punktzeilen wurden. Die Farbe des Kleinkörpers dagegen: fast neutral.

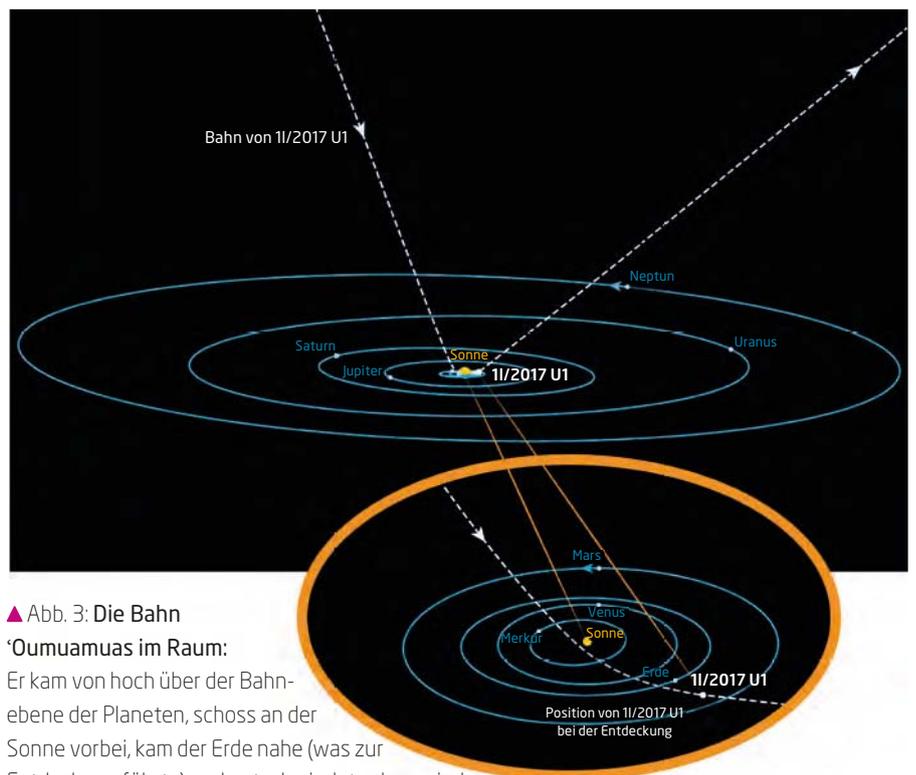
Dichte und/oder innere Festigkeit besitzen müsste. All diese Aussagen sind nun wieder mit Vorsicht zu genießen, da sich weder Form noch wirkende Kräfte so einfach ableiten lassen wie bei einfacher Rotation. Überdies deutet sich in Lichtkurven in verschiedenen Farben vage an, dass auch Farbunterschiede auf der Oberfläche wie ein roter Fleck mit zum Lichtwechsel beitragen.

Herkunft unbekannt

Bleibt noch der andere große Datensatz zu 'Oumuamua: die Vermessung seiner Bahn am Himmel über einen guten Monat hinweg. Zurück gerechnet kam 'Oumuamua aus dem Sternbild Leier, wo er vor zehn Jahren mit

40. Größe unauffindbar gewesen wäre. Die 30^m-Grenze wurde erst diesen Januar überschritten und wird im Mai 2018 erneut erreicht sein. In 10 Jahren sind es wieder 40^m, dann im Pegasus. Gemäß seiner Hyperbelbahn saust 'Oumuamua mit denselben 26,8 km/s aus dem Sonnensystem heraus, mit denen er einst eingedrungen war – aus Sicht der Milchstraße hat die Sonnenpassage die Bahn stark abknicken lassen.

Wo sich 'Oumuamua in den Jahrtausenden davor aufgehalten hat, lässt sich relativ zuverlässig zurückrechnen: Das hat viele Astronomen veranlasst, nach engen Begegnungen mit anderen Sternen zu suchen, die womöglich gar der Ursprungsort sein könnten. Wie lange 'Oumuamua im interstellaren Raum un-



▲ Abb. 3: Die Bahn 'Oumuamuas im Raum: Er kam von hoch über der Bahnebene der Planeten, schoss an der Sonne vorbei, kam der Erde nahe (was zur Entdeckung führte) und entschwindet schon wieder.

SURFTIPPS

- Alle Fachveröffentlichungen zu 11/2017 U1

[Kurzlink: oc1m.de/a13026](https://oc1m.de/a13026)

ESO/K. Meech et al.

ESO/K. Meech et al.

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

IM DETAIL

Eine neue Klasse der Himmelskörper

Die Internationale Astronomische Union hat rasant gehandelt, nachdem die interstellare Natur des Besuchers klageworden war: Nach Konsultationen auf höchster Ebene wurde binnen Tagen ein neues Zählsystem für solche Körper eingeführt und Fall Nummer eins auch gleich getauft. Die interstellaren Objekte – gleich ob asteroiden- oder kometenartig – werden mit dem Großbuchstaben I und einer vorangestellten Nummer katalogisiert, analog zu den periodischen Kometen des Sonnensystems,

deren erster (Halley) die Nummer 1P trägt. Der erste Fund darf nun wahlweise 1I oder 1I/2017 U1 oder 1I/'Oumuamua oder 1I/2017 U1 ('Oumuamua) genannt werden – was prompt zu ersten Kontroversen geführt hat. Zum einen kann das große I leicht mit einer römischen 1 oder einem kleinen L verwechselt werden – und warum muss der Eigenname der Nr. 1 ausgerechnet mit dem stimmlosen glottalen Plosiv der hawaiischen Sprache, dem 'Okina, beginnen? Die Verwendung dieses diakritischen Zei-

chens gehört in den USA inzwischen (wieder) zum »guten Ton« und ist teils sogar gesetzlich vorgeschrieben, sorgt aber für viel Verwirrung: Auch wenn es so ähnlich aussieht, ist es weder ein Apostroph noch ein öffnendes halbes Anführungszeichen. Den Namen hatte sich das Pan-STARRS-Entdeckerteam ausgedacht: Er bedeutet ungefähr Sendbote oder Pfadfinder aus der Ferne. Das „Ou“ wird dabei langgezogen und betont, das „muamua“ schnell mit fallender Tonhöhe gesprochen.

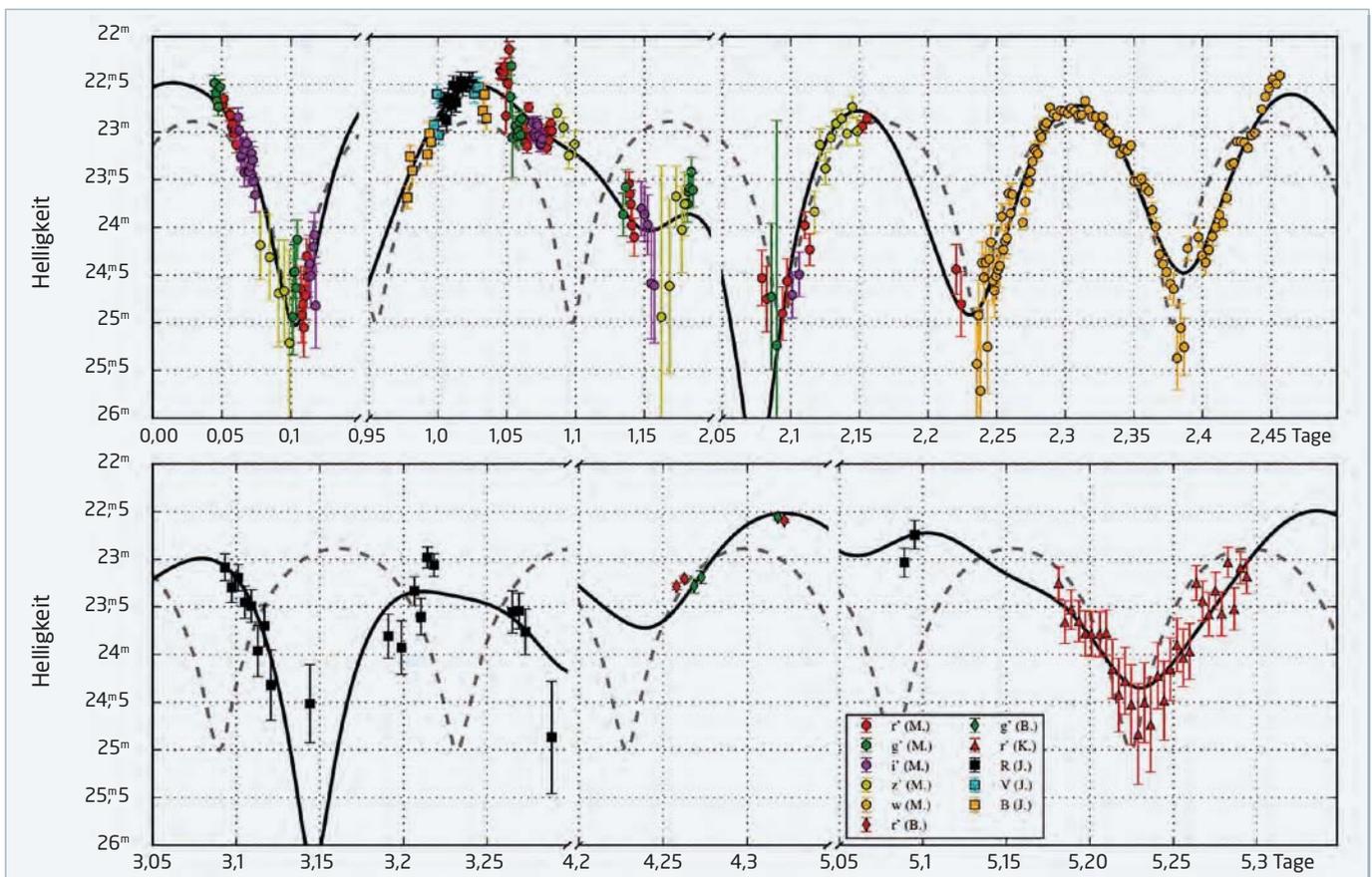
terwegs war, ist allerdings völlig unbekannt: vielleicht schon Jahrmilliarden mit mehreren Umläufen um die Milchstraße, vielleicht nur Jahrtausenden. Für letzteres spricht die Geometrie der Ankunft bei der Sonne: Eine Reihe potenzielle Kandidaten-Sterne oder -Sternhaufen in ihrer Nähe könnten als Geburtsort sogar passen, aber keiner überzeugt wirklich.

Aus dem einen Fund sind auch Abschätzungen über die Häufigkeit interstellarer Besucher möglich: Zu jedem Zeitpunkt sollten grob 10.000 Exemplare der 100-Meter-Klas-

se der Sonne näher als der Planet Neptun sein, rund zehn Jahre bleiben und dabei aber kaum zu entdecken sein: Ohne die Erdnähe wäre auch 'Oumuamua nicht ins Netz gegangen. Das nächste ganz große Himmelsüberwachungssystem, das Large Synoptic Survey Telescope, wird nach 2022 vielleicht einen Verwandten pro Jahr aufstöbern können. Aber wer weiß, ob es wirklich so kommt – was zu der kühnen Idee geführt hat, 'Oumuamua mit Raumsonden hinterherzujagen. In den kommenden Jahren entfernt er sich

noch mit 30 bis 28 km/s und wäre mit heutiger Raketen- wie Sondentechnik niemals einzuholen. Aber schon gibt es das »Projekt Lyra«, das – noch als reines Planspiel – über exotische Minisonden nachdenkt, die mit einer starken Rakete oder auftrickreichen Bahnen 'Oumuamua in Jahr(zehnt)en doch noch erreichen könnten. Auch wenn wir vom ersten größeren interstellaren Fund so viel Konkretes letztlich nicht gelernt haben: Für Inspiration hat er reichlich gesorgt.

► Daniel Fischer



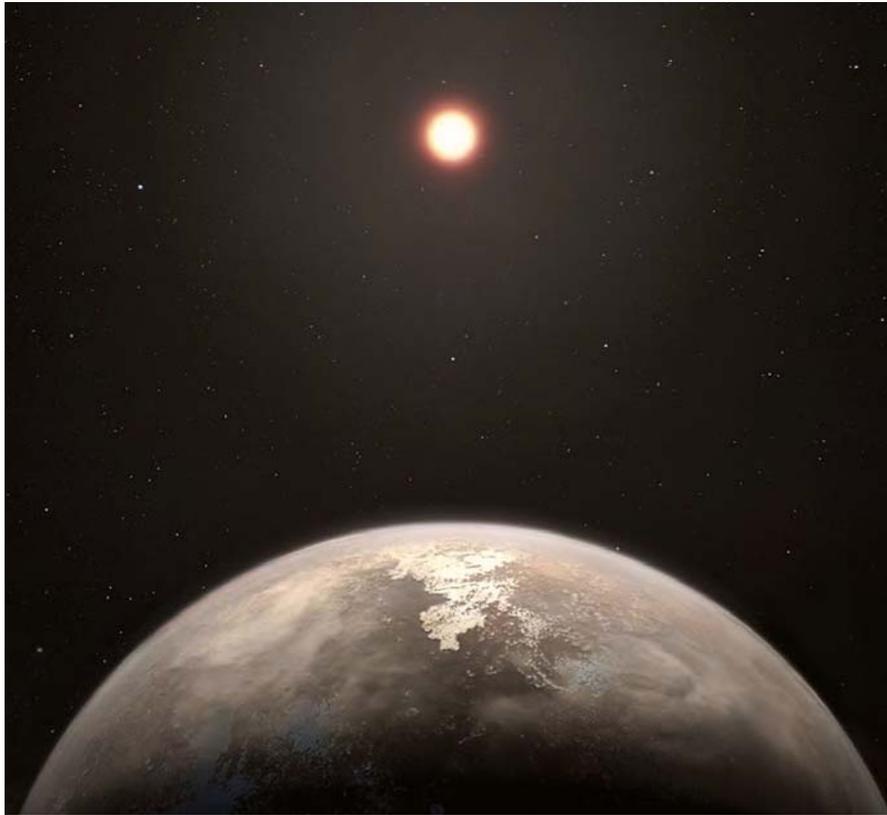
▲ Abb. 4: Die gesammelte Fotometrie von 'Oumuamua - Helligkeit in verschiedenen Farben gegen laufende Tage - und zwei Versuche, sie zu modellieren. Auch die beste einfache Periode von 6,8 Stunden (gestrichelte Linie) kann es nicht, dafür aber die Annahme eines taumelnden Körpers (durchgezogene Linie).

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

NICHT GANZ SO FERNE WELTEN

Weitere Planeten um Proxima Centauri und lebensfreundliche Welt um Ross 128?

ESO/M. Kommeser



▲ Abb. 1: So könnte der entdeckte Planet um den Roten Zwergstern Ross 128 aussehen.

Der Stern Proxima Centauri ist der unserer Sonne am nächsten gelegene Stern und schon deswegen für Astronomen von besonderem Interesse. Der rote Zwergstern, der eine deutlich geringere Masse und Helligkeit als unsere Sonne besitzt, ist wenig mehr als vier Lichtjahre von uns entfernt. 2016 wurde um Proxima Centauri ein etwa erdgroßer Planet entdeckt. Seitdem bemühen sich Astronomen herauszufinden, ob es um den Stern mehr als nur diesen einen Planeten gibt.

Staub deutet auf weitere Planeten hin

Dank Beobachtungen mit dem Radioteleskopverbund ALMA in der chilenischen Atacama-Wüste gibt es dabei nun einen ersten Erfolg: Die Astronomen entdeckten in dem System kalten Staub. Das Material dürfte in etwa dem Staub gleichen, der sich auch im Asteroidengürtel oder im Kuipergürtel unseres Sonnensystems findet.

Der Staub um Proxima Centauri konzentriert sich in einem Gürtel in einigen hundert Millionen Kilometern Entfernung vom Stern. Die Gesamtmasse des Staubs schätzen die Astronomen auf etwa ein Hundertstel der Erdmasse. Die Tem-

peratur des Gürtels dürfte bei ungefähr minus 230 Grad Celsius liegen, was grob der Temperatur im Kuipergürtel entspricht.

Die Astronomen fanden außerdem Hinweise auf einen zweiten Staubgürtel in noch größerer Entfernung von Proxima Centauri, der entsprechend kälter sein müsste. Der Planet Proxima Centauri b ist nur etwa vier Millionen Kilometer vom Zentralstern entfernt und liegt damit

deutlich innerhalb der beiden Gürtel. Die Funde könnten nach Ansicht der Astronomen bedeuten, dass auch Proxima Centauri ein Mehrfachplaneten-System besitzt, in dem es in der Vergangenheit Kollisionen gab, durch die der Staub entstand.

Planet um inaktiven Roten Zwerg

Um den Zwergstern Ross 128 in elf Lichtjahren Entfernung entdeckten Astronomen zudem einen Planeten, der seine Sonne alle 9,9 Tage umrundet und der in etwa so groß wie die Erde sein sollte. Ross 128 gilt als inaktiv, bei dem Stern sind also – anders als bei anderen Roten Zwergsternen – kaum heftige Strahlungsausbrüche zu erwarten, die es potentiell Leben auf dem Planeten schwermachen würden. Die Entdeckung gelang den Astronomen mithilfe des Spektrographen HARPS am 3,6-Meter-Teleskop der ESO in La Silla und der Radialgeschwindigkeitsmethode.

Die Temperaturen auf der Oberfläche des Planeten um Ross 128 könnten zwischen 20 und –60 Grad Celsius liegen. Damit ist unsicher, ob sich der Planet tatsächlich in der habitablen Zone befindet. Der Planet wäre aber der uns am nächsten gelegene Planet mit halbwegs erträglichen Temperaturen um einen nicht aktiven Roten Zwergstern.

Ross 128 kommt uns übrigens immer näher: Aus der Eigenbewegung des Zwergsterns haben Astronomen berechnet, dass der derzeit noch elf Lichtjahre entfernte Zwergstern in rund 79.000 Jahren der Erde näher sein wird als Proxima Centauri.

► Stefan Deiters



▲ Abb. 2: Künstlerische Darstellung der mit dem Radioteleskopverbund ALMA entdeckten Staubgürtel um Proxima Centauri.

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

ESO/M. Kommeser

NEUES ALTES ZIEL FÜR DIE NASA

US-Präsident Trump ordnet Rückkehr zum Mond als ersten Schritt auf dem Weg zum Mars an



NASA/ISC

▲ Abb. 1: Astronaut Harrison Schmitt während der Apollo-17-Mission auf dem Mond im Dezember 1972. Schmitt war der bislang letzte Mensch, der den Mond betreten hat.

Gerüchte gab es schon länger und bereits die Rede von US-Vizepräsident Mike Pence beim ersten Treffen des wieder eingerichteten National Space Council im Oktober hatte darauf hingedeutet: Der Mond soll wieder stärker in den Fokus der amerikanischen Weltraumbehörde NASA rücken. Mitte Dezember unterzeichnete US-Präsident Donald Trump im Weißen Haus dann die Space Policy Directive 1 und schuf damit Fakten – allerdings ohne einen Kosten- oder Zeitrahmen zu nennen.

Die Direktive, so Trump, sei der erste Schritt, um amerikanische Astronauten zurück zum Mond zu bringen – für eine langfristige Erkundung. »Dieses Mal werden wir nicht nur unsere Flagge aufstellen und Fußabdrücke hinterlassen. Wir werden die Grundlagen für eine spätere Mission zum Mars und vielleicht auch zu anderen entfernteren Welten legen.«

Die Zeremonie fand zum 45. Jahrestag der Landung von Apollo 17 auf dem Mond statt – die bislang letzte bemannte Mondmission. Auch Apollo-17-Astronaut Harrison Schmitt war bei der Unterzeichnung dabei. »Heute versprechen wir, dass er nicht der letzte Mensch auf dem Mond bleiben wird«, so Trump. Konkretere Details zu den Plänen wurden nicht bekannt. Die-

se erwarten Experten frühestens im Februar im Rahmen der anstehenden Haushaltsplanungen.

Mond statt Asteroid

Für die NASA bedeutet die Ankündigung in Teilen eine Rückkehr zu den Plänen, die US-Präsident George W. Bush nach der Columbia-Katastrophe im Jahr 2003 der Raumfahrtbehörde verordnet hatte: Damals sollte ein ganz neues Trägerraketen- und Transportsystem entwickelt werden, mit dem sowohl die ISS versorgt als auch bemannte Expeditionen zum Mond und später zum Mars durchgeführt werden konnten. Der Mond sollte nach den Bush-Plänen bereits in den 2020er Jahren von Astronauten besucht werden, der Mars dann bis zum Jahr 2030. Schon bald war man allerdings weit hinter den Zeitplan zurückgefallen und die Kosten waren aus dem Ruder gelaufen.

Unter US-Präsident Barack Obama änderte sich die Strategie daher: Das inzwischen als Space Launch System bezeichnete Trägerraketen-system sollte zusammen mit dem Raumschiff Orion nun nicht mehr zur Versorgung der ISS, sondern zur Erkundung des Weltraums jenseits der ISS-Umlaufbahn genutzt werden. Auf dem Weg zum Mars war zudem keine Rückkehr zum

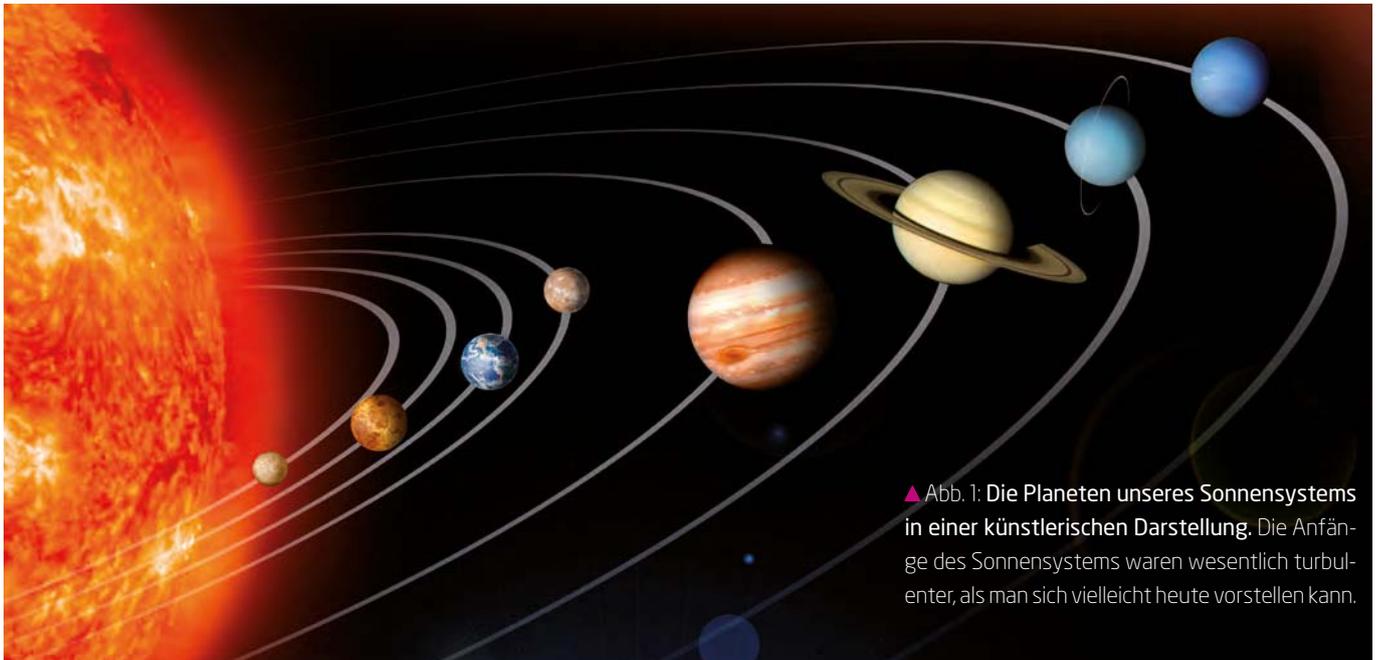
Mond, sondern eine bemannte Mission zu einem Asteroiden vorgesehen. Die Versorgung der ISS wurde kommerziellen Anbietern überlassen.

Eine Raumstation im Mondorbit?

Man darf gespannt sein, wie sich die jüngsten Ankündigungen aus dem Weißen Haus nun auf konkrete Projekte der NASA auswirken werden, beispielsweise auf das Space Launch System. Manche Beobachter erwarten, dass Trump den privaten Sektor noch deutlich mehr beteiligt, als dies bislang der Fall war. Interessant wird auch sein, wie viele Mittel dem Wissenschaftsprogramm der NASA künftig zur Verfügung stehen werden.

Eine Rückbesinnung auf den Mond hatte sich nicht nur bei der NASA in den letzten Monaten angedeutet. Auch bei der europäischen Raumfahrtagentur ESA und der russischen Raumfahrtagentur Roscosmos steht der Mond inzwischen wieder hoch im Kurs. So denken die an der ISS beteiligten Staaten über eine »Deep Space Gateway« genannte Raumstation nach, die um den Mond kreisen und praktisch als Nachfolger der ISS dienen könnte. Die Raumstation wäre nicht permanent besetzt, könnte aber als Basis für weitere Missionen dienen. ▶ Stefan Deiters

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



▲ Abb. 1: Die Planeten unseres Sonnensystems in einer künstlerischen Darstellung. Die Anfänge des Sonnensystems waren wesentlich turbulenter, als man sich vielleicht heute vorstellen kann.

WIE ENTSTAND DAS SONNENSYSTEM?

Unser Sonnensystem scheint uns heute so vertraut, dass wir uns kaum vorstellen können, dass es einmal nicht da war. Seine Entstehungsgeschichte begann allerdings vor »erst« 4,5 Milliarden Jahren und war erstaunlich turbulent.

Auf der Erde finden wir überall Rohstoffe, doch woher kommen die eigentlich alle? Die leichtesten und häufigsten Elemente Wasserstoff und Helium verdanken wir den ersten Minuten nach dem Urknall. Erst einige hundert Millionen Jahre später entstanden die schwereren Elemente bis Eisen im Innern von Sternen durch Kernfusion. In Sternexplosionen, aber auch durch verschmelzende Neutronensterne, bildeten sich die schwersten chemischen Elemente wie Silber, Blei und Gold.

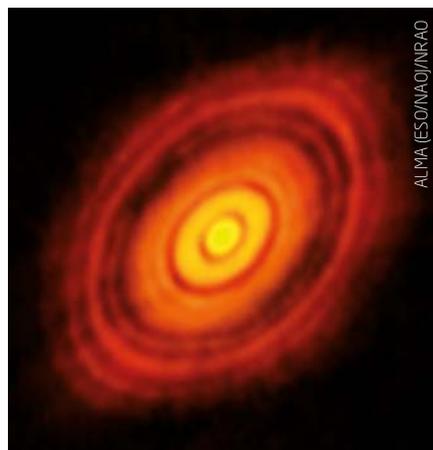
Dieser »Elemente-Cocktail« war in einer einige zehn Lichtjahre großen Materiewolke enthalten. Spuren der Zerfallsprodukte von radioaktivem Eisen (Fe-60) deuten darauf hin, dass bei der Entstehung des Sonnensystems eine oder mehrere nahe Supernovae durch ihre Druckwelle Teile der Wolke verdichteten. Durch den so »angeschobenen« Gravitationskollaps konnten Sonne und Planeten entstehen.

Protostellare Scheibe und Planeten

Sterne entstehen in eiskalten, schwarzen Staubwolken wie dem Pferdekopfnebel im

Orion. Die Gravitation lässt Teile der Wolke zusammenstürzen. Turbulent bewegtes Material gerät dabei in Rotation. Wie weiche Tonmasse auf einer sich drehenden Töpferscheibe flacht deshalb das Material zu einer Scheibe ab. Reibungsprozesse und magnetische Vorgänge in der Scheibe sorgen dafür, dass Material ins Zentrum dieser protostellaren Scheibe strömt. Dort entstand die Sonne.

Die ESO veröffentlichte 2014 eine Aufnahme des Radioteleskopverbunds ALMA, das das



▲ Abb. 2: Radiowellenfoto des Systems HL Tau im Sternbild Stier.

nur rund eine Million Jahre alte Sonnensystem HL Tau zeigt, das sich in 450 Lichtjahren Entfernung im Sternbild Stier befindet. In diesem extrem frühen Stadium kann man bereits indirekt Planeten in der Scheibe nachweisen. Sie verraten sich in dem Foto als dunkle Ringe, weil sie ihre Planetenbahnen von leuchtendem Staub freiräumen. Das, was jetzt erst in HL Tau passiert, geschah in unserem Sonnensystem vor 4,5 Milliarden Jahren.

Gasriesen auf Wanderschaft

Riesige Gasplaneten bildeten sich schon in den ersten etwa 100.000 Jahren. Jenseits der sogenannten Eislinie gehen Wasserdampf und andere Gase direkt in eine feste Eisform über. Anfangs noch kleine »Eisklumpen« wachen über Aufsammeln von Materie an. Dort, an dieser Barriere bei ungefähr dem fünffachen Abstand Erde-Sonne, entstanden die Gasriesen Jupiter und Saturn. Innerhalb der Eislinie sind es eher gesteinsartigen Planeten wie die Erde.

Neue Erkenntnisse in der Dynamik von Planetensystemen in Verbindung mit Beobachtungen in unserem Sonnensystem zeichnen ein verblüffendes Bild: Jupiter und Saturn wa-

ren nicht schon immer an der Stelle, wo wir sie heute beobachten. Sie bewegten sich durch das Sonnensystem und befanden sich sogar in einem nur etwa 1,5-fachen Abstand der Erde zur Sonne. Diese Migration wurde durch komplexe Wechselwirkungen mit der Umgebung ausgelöst: die Gravitationswirkungen von Sonne und Planeten sowie den Planeten untereinander, aber auch in Verbindung mit Resonanzeffekten. Darüber hinaus könnte der Vorbeizug eines nahen Sterns das Sonnensystem durcheinandergewirbelt haben.

Jupiter und Saturn machten schließlich eine große Wende (die sogenannte »Grand Tack«) und wanderten wieder zurück nach außen, dorthin, wo wir sie heute beobachten. Das Grand-Tack-Modell erklärt sehr elegant die kleine Masse von Mars und die heutige Gestalt des Asteroidengürtels zwischen Mars und Jupiter.

Weit draußen: Kuiper-Ring und Oort'sche Wolke

In den Randzonen des Sonnensystems sammelte sich eine Vielzahl von Kleinkörpern in einer flachen, ringförmigen, sich drehenden Struktur: dem Kuiper-Gürtel. Im Prinzip gehören Zwergplanet Pluto und weitere transneptunische Objekte zu diesem Gürtel. Noch weiter draußen muss die sogenannte Oort'sche Wolke entstanden sein, die eher kugelförmig ist und bis heute nicht direkt be-

obachtet werden kann. Astronomen schließen indirekt auf die Existenz der Oort'schen Wolke, weil langperiodische Kometen mit Umlaufzeiten größer als 200 Jahren aus ihr zu kommen scheinen.

Über den Ursprung der Oort'schen Wolke streitet die Fachwelt noch: Vielleicht entstanden ihre Objekte viel weiter innen und wurden durch die Gravitationswechselwirkung mit Gasriesen wie Jupiter ins äußere Sonnensystem geschleudert. Oder die Oort'sche Wolke ist ein Überbleibsel der Interaktion von Sonne und Nachbarsternen.

Angriff der Killerasteroiden und Leben

Die Wanderung der Riesenplaneten soll vor etwa vier Milliarden Jahren viele Asteroiden und Kleinkörper auf neue Bahnen gebracht haben. Brocken von ein bis 50 Kilometern Größe flogen unkontrolliert durchs Sonnensystem. In diesem sogenannten »Großen Bombardement« wurde auch der Erdmond getroffen. Das Mondgesicht, wie wir es heute kennen, entstand, als eine Vielzahl von Körpern den Mond traf und seine Oberfläche aufschmolz. Das erkaltete Material bildete die dunkelgrau aussehenden »Meere«.

Noch später, vor rund drei Milliarden Jahren, bildeten sich die ersten Lebensformen auf der Erde – flüssiges Oberflächenwasser spielte dabei offenbar eine wichtige Rolle, genau

⇐ 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

wie hydrothermale Wärmequellen. Hier stehen wir erst am Anfang zu verstehen, wie der Übergang von der unbelebten in die belebte Natur geschehen konnte. Noch scheint unser Sonnensystem in dieser Beziehung einzigartig zu sein, doch das muss nicht so bleiben.

► Andreas Müller

Astro-ABC: L wie Libration

Mit Libration wird eine Taumelbewegung des Mondes bezeichnet. Der Mond wendet dem irdischen Betrachter eigentlich immer die gleiche Seite zu. Es ist das bekannte

»Mondgesicht«, das mal mehr, mal weniger von der Sonne beleuchtet, immer in Richtung Erde zeigt. Einfach gesagt, dreht sich der Mond im Laufe einer Erdumrundung einmal

um die eigene Achse, man spricht von einer gebundenen Rotation. Dennoch ist es über einen längeren Zeitraum hinweg betrachtet möglich, mehr als die Hälfte der Mondoberfläche zu sehen. Dank verschiedener Taumelbewegungen sind maximal 59%

◀ Abb.1: Die unterschiedliche Libration lässt das Mare Crisium mal randnah (a), mal runderlicher (b) erscheinen

der Mondlandschaft beobachtbar, natürlich nie mehr als 50% gleichzeitig. Die Libration ist das Ergebnis mehrerer Effekte. Da ist zunächst ein Taumeln in ost-westlicher Richtung. Dadurch kann man dem Mann im Mond sozusagen bis zu $\pm 7,9^\circ$ hinter die Ohren schauen. Diese »Libration in Länge« entsteht durch die Kombination von gleichbleibender Rotation des Mondes um die eigene Achse mit einer sich ändernden Geschwindigkeit entlang seiner elliptischen Bahn. Hinzu kommt eine Pendelbewegung in nord-südlicher Richtung, wodurch abwechselnd Mondregionen im Nord- oder Südpolbereich leicht zum Betrachter hin gekippt sind. In den täglichen Mondgrafiken auf S. 30 markiert ein kleiner roter Punkt die Stelle auf dem Mond, die gerade der Erde am stärksten zugeneigt ist. ► Paul Hombach



ABSCHIED VON DEN ALDEBARAN-BEDECKUNGEN

Bedeckung von α Tauri durch den Mond am Abend des 23. Februar

Die Bedeckung des hellen Aldebarans durch den Mond am 23. Februar 2018 ist die letzte bei uns sichtbare Bedeckung dieser Art für längere Zeit. In den vergangenen Monaten war es regelmäßig zu Aldebaran-Bedeckungen gekommen, nun folgen nur noch sechs bei uns unsichtbare Bedeckungen bis zum September 2018. Eine neue Serie von Bedeckungen des Aldebaran durch den Mond startet dann erst im Jahr 2033.

Aldebaran ist ein rund 65 Lichtjahre entfernter Roter Riese mit dem 45-fachen Durchmesser der Sonne. Bei diesem Stern handelt es

sich um ein Mehrfachsystem mit sehr schwachen Begleitern zwischen $11^m,3$ und $13^m,6$ in Abständen von 30 bis $300''$. Bei hoher Auflösung in Zeit und Winkel kann man bei einer Sternbedeckung solche schwachen Begleiter nachweisen. Weiterhin können zeitlich hochaufgelöste Lichtkurven der Bedeckung eine Bestimmung des Durchmessers des Sterns möglich machen.

Bei der Bedeckung am 23. Februar erfolgt der Eintritt am dunklen Rand des zu 54% beleuchteten zunehmenden Mondes und bietet sich zur Aufzeichnung einer Lichtkurve an.

Bei Eintritt herrscht zwar noch Dämmerung, aber Aldebaran gehört zu den hellen Sternen und kann leicht gefunden werden. Der Austritt erfolgt am hellen Rand. Um bei der Beobachtung des Austritts nicht vom Stern überrascht zu werden, sollte das Instrument über die Dauer der Bedeckung (17:53:09,2 MEZ bis 18:53:48,3 MEZ für den Referenzort) auf die Position von Aldebaran nachgeführt bleiben. Für visuelle Beobachtungen kann der helle Mond mit einem Rotfilter, durch welchen der rote Aldebaran gut durchscheint, in seinem Licht gedämpft werden. ▶ Konrad Guhl



▲ Abb. 1: Das Sternbild Stier mit dem rötlichen Aldebaran. Im Februar lässt sich für längere Zeit zum letzten Mal die Bedeckung des roten Riesensterns durch den Mond beobachten. *Bernhard Hubl*

CCD-Guide

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

Zwei Abendsterne geben sich die Ehre

Merkur trifft Venus am 3./4. März

Am 9. Januar stand die Venus von der Erde aus gesehen noch hinter der Sonne. Nun wird sie allmählich nach Sonnenuntergang am Abendhimmel sichtbar – und bleibt dort nicht allein: Der lichtschwächere Planet Merkur steht am Abend des 3. März nur rund 1° westlich der Venus auf gleicher Höhe über dem Horizont. Am Abend des 4. März steht er praktisch ebenso eng nordwestlich, also »rechts oberhalb«. Merkur ist am Tag des Rendezvous –0,3^m hell, Venus –3,9. So gesehen ist Merkur keine Konkurrenz für den Abendstern. Dennoch ist er derjenige, der sich in den folgenden Tagen bes-

ser in Szene setzt. Merkur zeigt im März die beste Abendsichtbarkeit des Jahres. Bis zum 15. März, wenn Merkur mit 18,4° seinen größten östlichen Winkelabstand zur Sonne erreicht, ist sein Vorsprung auf den Abendstern auf rund 4° angewachsen. Danach rückt er wieder an die Sonne heran, während Venus erst im August ihre größte Elongation einnimmt. Auf dem Weg zurück begegnet Merkur abermals Venus, am 22. März steht Merkur wieder auf gleicher Höhe, jetzt aber 5° westlich und nur noch 2,3^m hell. Merkur ist damit zum schwierigen Fernglasobjekt geworden und beendet sein Abendgastspiel. ▶ Paul Hombach

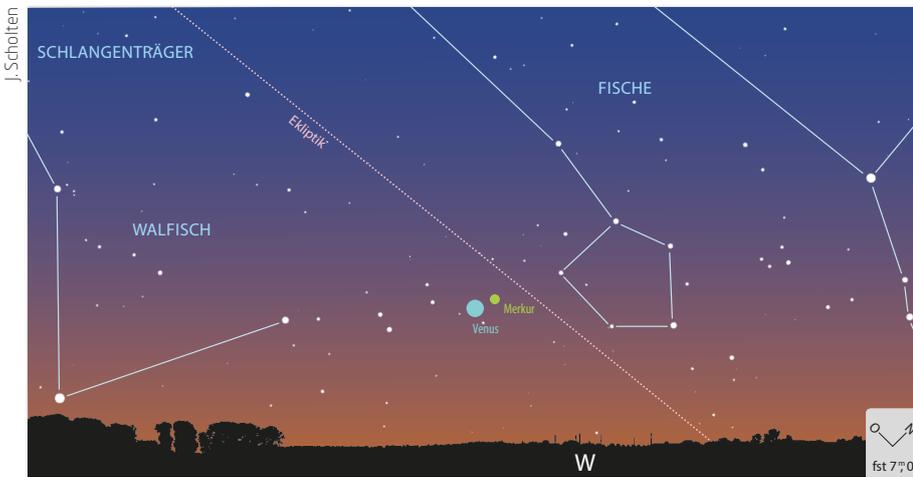


Abb. 2: Merkur und Venus am 4. März 2018 um 19:00 MEZ.

Roter Planet in den Fängen des Skorpions

Mars nahe β Sco am 1. Februar

Mars zieht im Moment seine Bahn recht südlich am Himmel. Seit Jahresbeginn ist er von der Waage, wo er am 7. Januar nah an Jupiter vorbeizog, in den Skorpion gewandert. Am 30. Januar hat er die Grenze zwischen beiden Sternbildern überquert. Direkt dahinter liegt der 2,6^m helle Stern β Scorpii, der nördlichste der drei hellen Sterne, die die westliche Schere des himmlischen Spinnentiers markieren. Er ist ein schon mit kleinen Teleskopen leicht zu trennender Doppeltstern, dessen beide Komponenten 13,5" auseinanderliegen. Tatsächlich ist jeder der beiden für sich ein Dreifachsystem, so dass β Scorpii aus insgesamt sechs Sonnen be-

steht. Am Tag seiner engen Begegnung mit β Scorpii kann Mars in Sachen Strahlkraft das Sternsystem mit 1,2 aber locker übertrumpfen. Im Teleskop ist Mars gegenwärtig mit 5,6" noch unattraktiv. Das wird sich in einigen Wochen gründlich ändern: Mars setzt seine Wanderung entlang der Tierkreissternbilder fort und wird dabei immer größer und heller. ▶ Paul Hombach



Abb. 3: Mars und β Sco am 1. Februar um 5:00 MEZ.

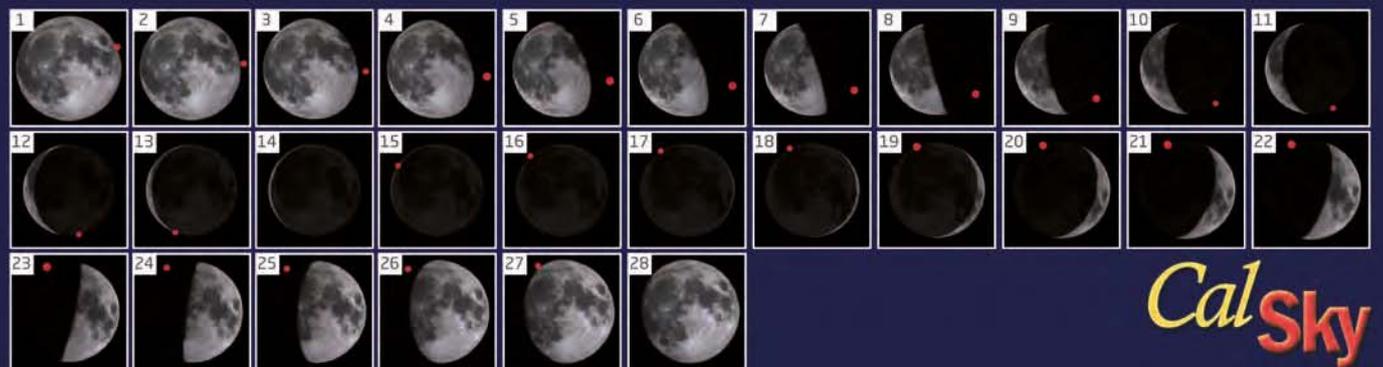
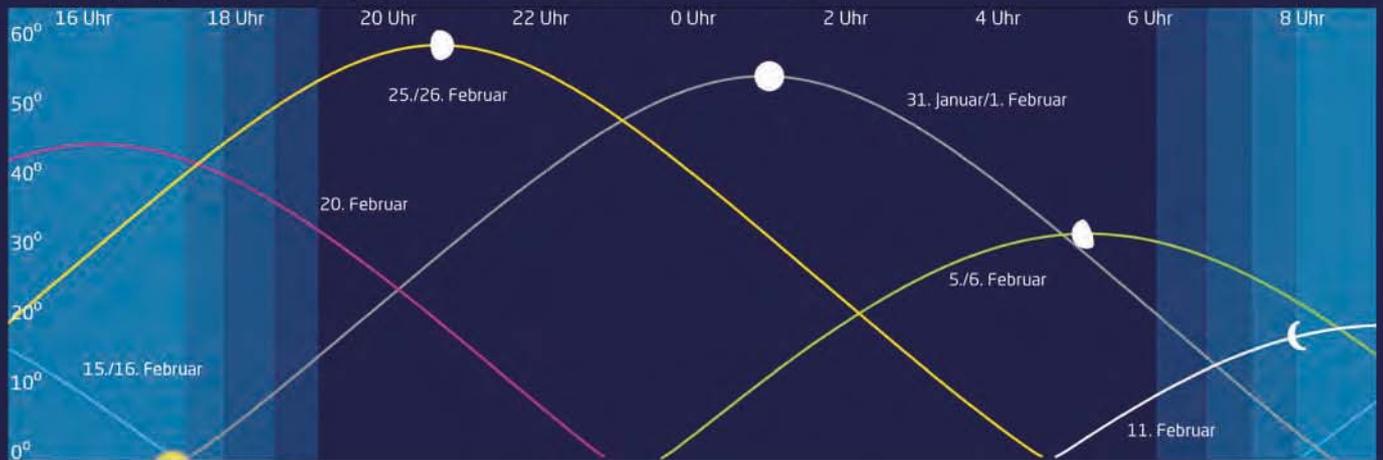
Astronomische Ereignisse im Februar 2018/März 2018			
1.2.	4:09	MEZ	Mars (1 ^m 2) 22' O β Scorpii
1.2.	18:51	MEZ	Mond 0,1° N Regulus, Bed. nördlich 55,2° N/10° O
5.2.	9:24	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,019°)
7.2.	9:18	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,861°)
7.2.	16:54	MEZ	Mond: Letztes Viertel
8.2.	4:20	MEZ	Mond bedeckt Zuben Elakrab (3 ^m 9), Bedeckung am hellen Rand
15.2.	22:05	MEZ	Neumond
17.2.	13:27	MEZ	Merkur: obere Konjunktion
20.2.	2:01	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -6,045°)
21.2.	18:25	MEZ	Mond bedeckt μ Cet (4 ^m 3), Bed. am dunklen Rand, streifend nördlich 54,0° N/10° O
21.2.	22:17	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,789°)
23.2.	9:09	MEZ	Mond: Erstes Viertel
23.2.	17:53	MEZ	Mond bedeckt Aldebaran (0 ^m 9), Bedeckung am dunklen Rand, Taghimmel
25.2.	19:48	MEZ	Mond: Goldener Henkel sichtbar
1.3.	6:31	MEZ	Mond 0,4° E Regulus
2.3.	1:51	MEZ	Vollmond
4.3.	6:40	MEZ	Merkur (-1 ^m 2) 1,1° W Venus (-3 ^m 9, sichtbar am Abend)
4.3.		MEZ	Neptun Konjunktion
5.3.	14:18	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 5,936°)
6.3.	16:49	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,777°)
9.3.	12:20	MEZ	Mond: Letztes Viertel
11.3.	4:26	MEZ	Mond 1,5° NO Saturn
15.3.	16:10	MEZ	Merkur (-0 ^m 3) größte Elongation Ost (18,4°), Abendhimmel
17.3.	14:12	MEZ	Neumond
18.3.	10:10	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -5,339°)
20.3.	17:15	MEZ	Frühlingspunkt
21.3.	2:01	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,663°)
21.3.	21:12	MEZ	Mond 0,1° N 5 Tau, Bed. nördlich 55,7° N/10° O
22.3.	21:27	MEZ	Mond bedeckt 75 Tau (5 ^m), Bedeckung am dunklen Rand
22.3.	23:38	MEZ	Mond 0,6° E Aldebaran
23.3.	23:45	MEZ	Mond bedeckt 119 Tau (4 ^m 3), Bedeckung am dunklen Rand
24.3.	16:35	MEZ	Mond: Erstes Viertel
28.3.	20:18	MESZ	Mond 2,6° O Regulus
29.3.	2:50	MESZ	Venus (-3 ^m 9) nur 4,1' W Uranus (5 ^m 9, sichtbar am Abend)
31.3.	14:37	MESZ	Vollmond

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

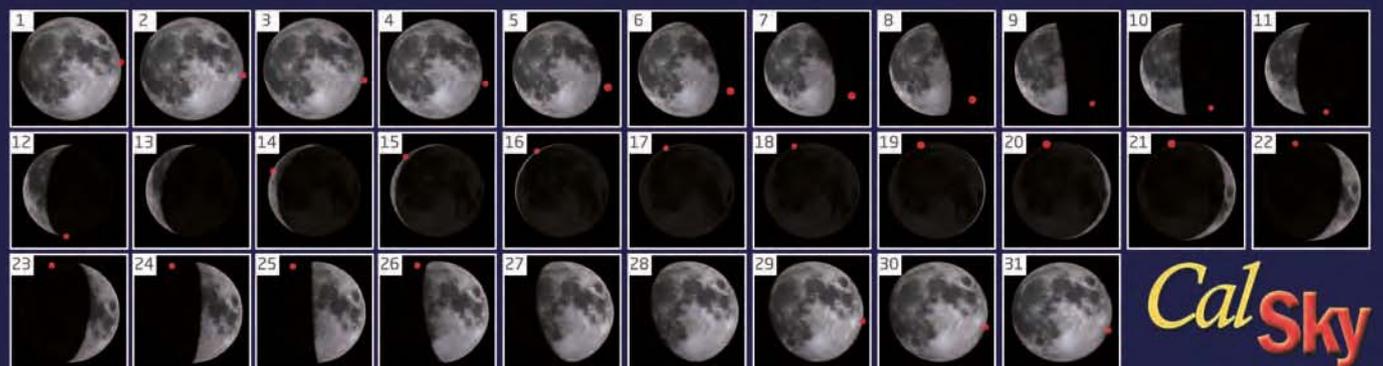
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Der Mond im Februar/März

Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im Februar 2018



Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im März 2018

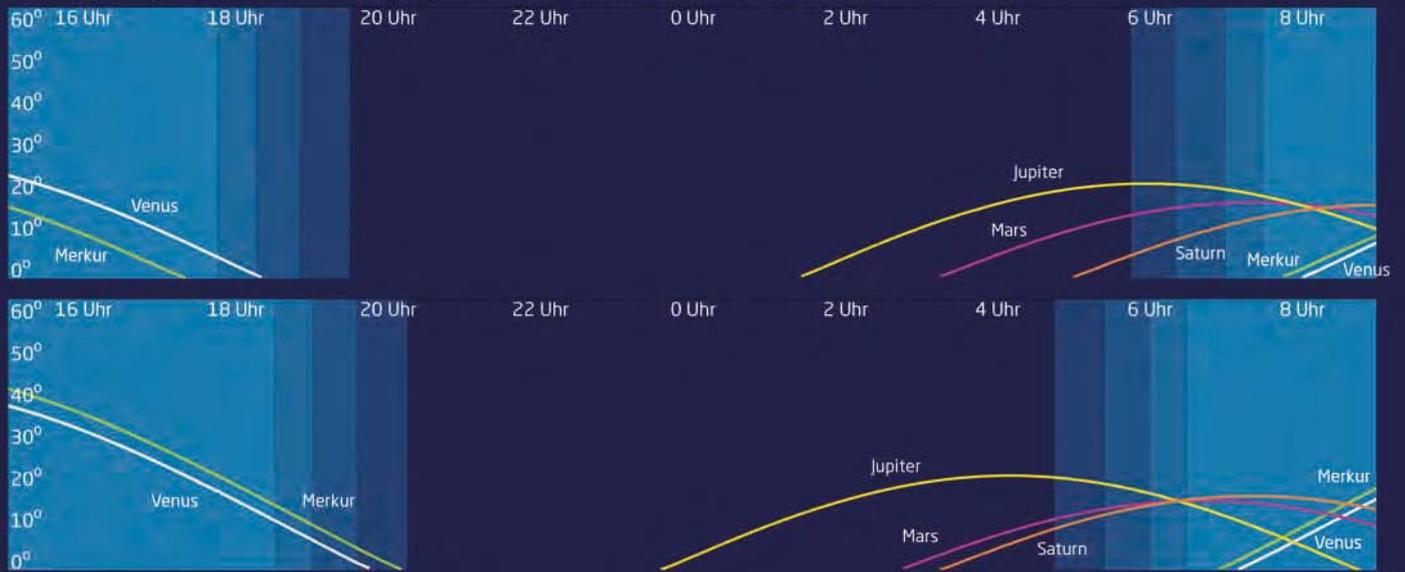


Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform www.CalSky.com erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

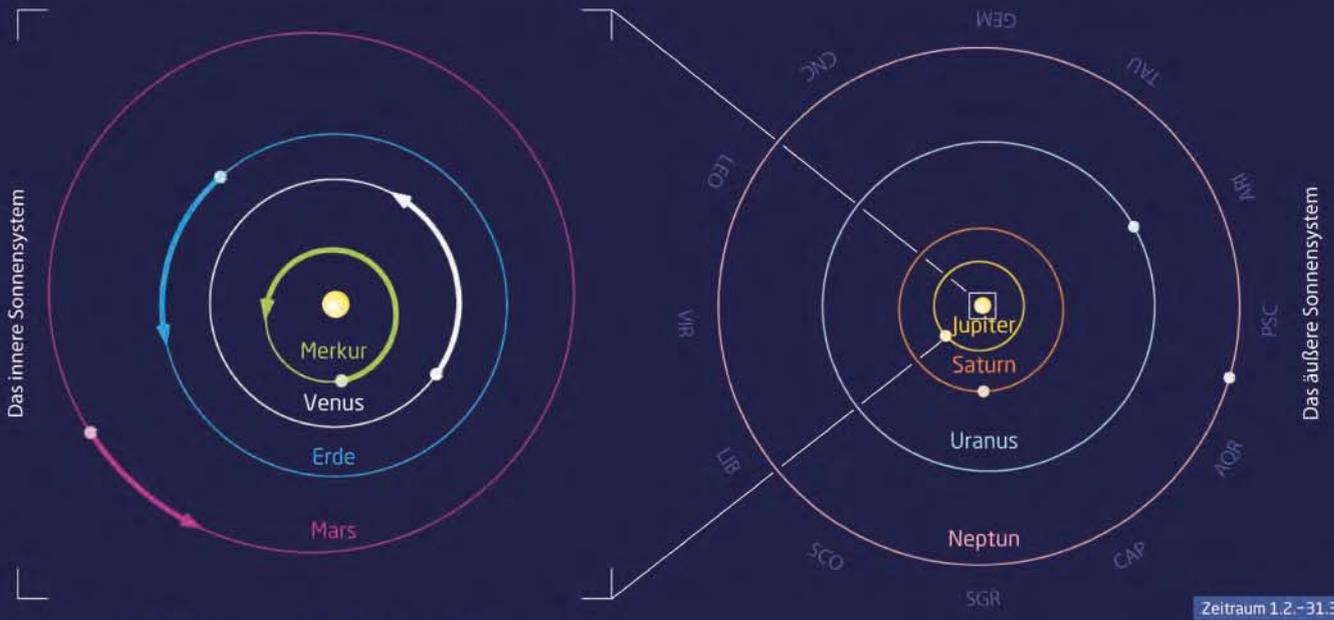
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Die Planeten im Februar/März

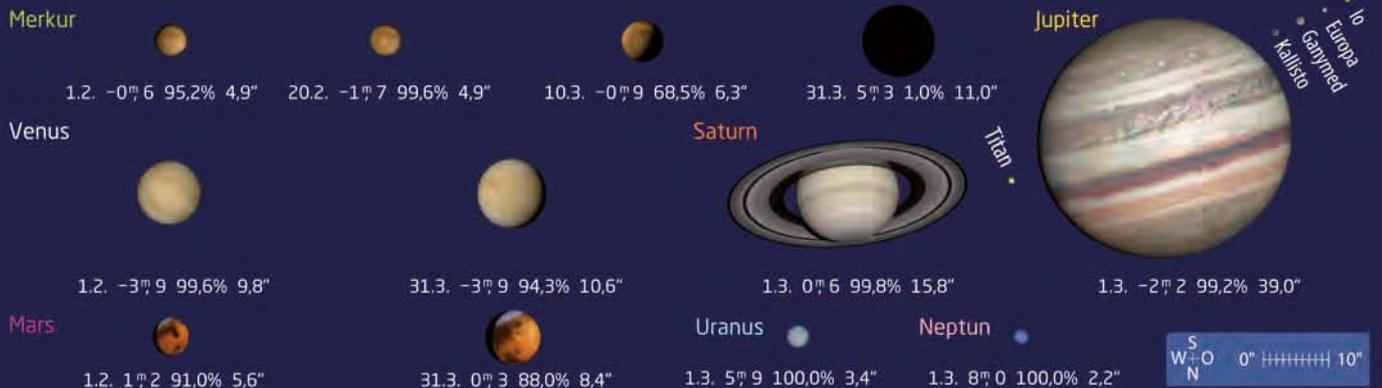
Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Februar (oben) und März (unten) 2018



Planeten: Bahnen im Februar und März 2018

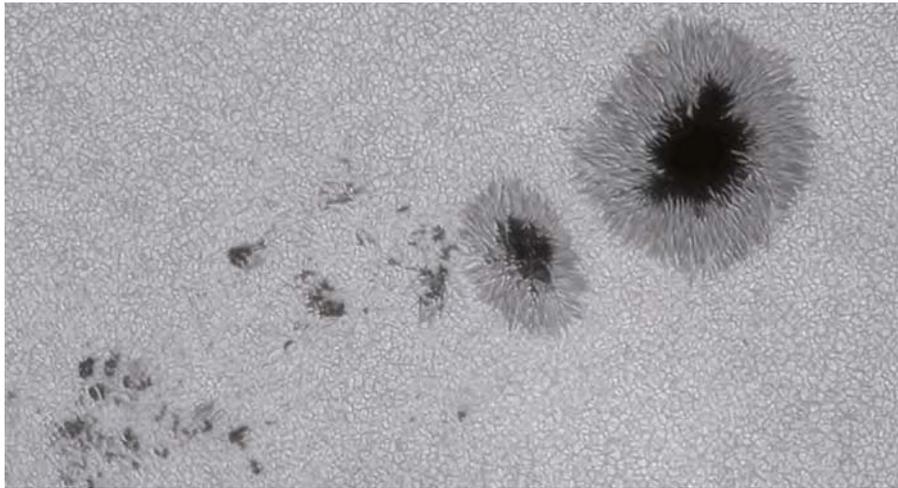


Planeten: Anblick im Fernrohr im Februar und März 2018



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

Sonne aktuell: Stärken und Schwächen



▲ Abb. 1: Sonnenfleckengruppe AR (1)2674 am 5.9.2017 um 12:50 MESZ mit einem 180mm-Refraktor, Solar Continuum, Herschelkeil und PG G3 IMX174-Kamera. Marcel Süßli

Der Ende August begonnene Aktivitätsschub setzte sich im September fort. Verantwortlich dafür waren die beiden Aktiven Regionen (1)2673 auf der Süd- und (1)2674 auf der Nordhalbkugel der Sonne. Sie veränderten sich binnen Stunden, wurden größer und bildeten zunehmend Penumbren und kleine Flecken aus. Die Aktive Region (1)2674 erreichte sogar die höchste Stufe F nach der Waldmeier-Klassifikation. Die AR (1)2674 hingegen war zunächst eine J-Gruppe, die plötzlich binnen eines Tages an Größe zunahm und mehr und mehr Flecken in ihrem Umfeld aufbaute. Auffallend bei beiden Gruppen, die zeitweise mit einer Sonnenfinsternisbrille mit bloßem Auge zu sehen waren, war die im Weiß- und im H α -Licht und auf Magnetogrammen sichtbare, völlig wirre Struktur, was auf eine hohe magnetische Aktivität hinwies.

Im H α -Licht umfasste die aktivste Phase nur den 6. und 7. September. Sie begann mit einem X2,2-Flare aus der AR (1)2673, dem rund drei Stunden später der stärkste Ausbruch des 24. Zyklus folgte: ein X9,3-Flare samt koronalem Massenauswurf. Damit einher ging ein geomagnetischer Sturm der Klasse G3 und man durfte zu Recht auf ein Polarlicht hoffen. Leider wurden die Erwartungen auch dieses Mal nicht erfüllt, es konnte bei uns kein Polarlicht gesehen werden. Am 7. September stieg aus der nunmehr sehr randnahen AR (1)2673 noch ein X1,3-Flare auf. Die AR (1)2674 blieb indes, trotz ihrer Größe und von einigen M-Flares abgesehen, nahezu inaktiv. Beide Gruppen zeigten bei Annäherung an den Westrand sehr bald deutliche Zerfallerscheinungen. Zur Überraschung vieler Beobachter tauchten beide Gruppen Ende Septem-

ber als AR (1)2682 (alt: (1)2673) und (1)2683 (alt (1)2674) erneut auf und setzten – beide nur noch als sehr stabile J-Gruppen – zu ihrer zweiten Rotation an.

Der durch die beiden Fleckengruppen induzierte Aktivitätsanstieg führte zwar zu hohen Relativzahlen und einem hohen Monatsmittel, zeigte aber auch die Schwäche dieser Zyklusphase auf: Nach dem Durchgang der großen Gruppen schloß die Aktivität im Süden nahezu ein, während sich der Norden deutlich aktiver zeigte. So war der Norden am 23. und 24. September fleckenfrei, der Süden jedoch vom 10. bis zum 19. September. Insgesamt konnten im September neun neue Fleckengruppen gesehen werden, obwohl es eigentlich nur 7 waren.

Demgegenüber fiel der Oktober völlig ab. Es gab nur drei neue Fleckengruppen, darunter die AR (1)2673/(1)2682, die jetzt die Nummer (1)2685 trug, und die AR (1)2674/(1)2683 mit der neuen Bezeichnung AR (1)2686 bei ihrer dritten Rotation.

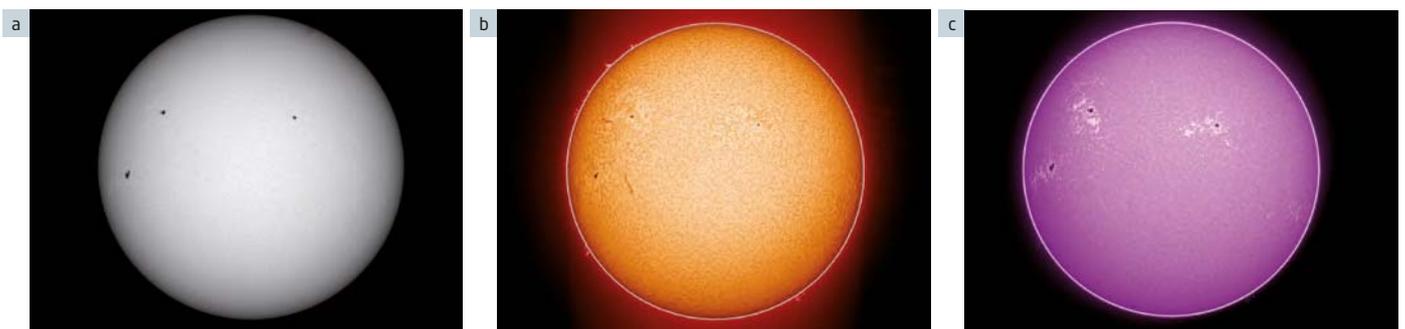
Man kann also damit rechnen, dass es bis zum Minimum im Jahr 2020 oder später noch den einen oder anderen Aktivitätsschub geben und die Beobachtung der Sonne nicht langweilig werden wird.

► Manfred Holl

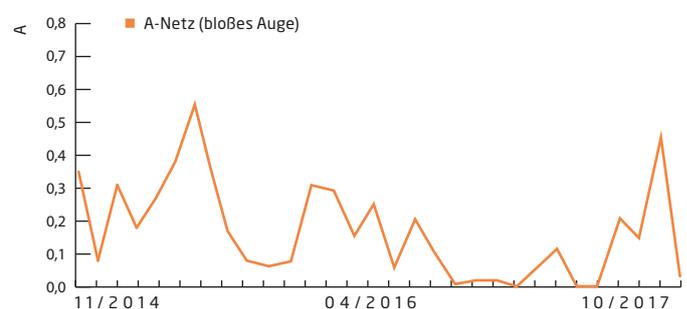
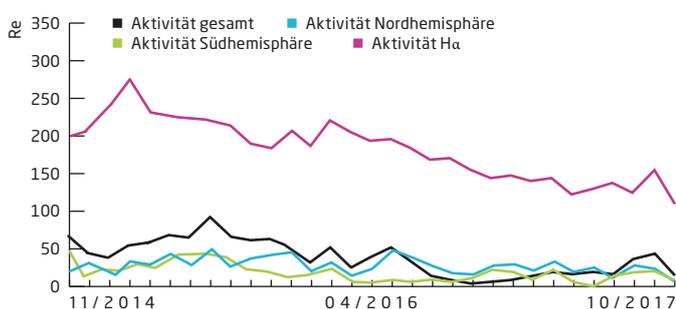
SURFTIPPS

- Sonnenobservatorium Kanzelhöhe
- Polarlicht-Vorhersage

[🔗 Kurzlink: oc1m.de/a13036](https://oc1m.de/a13036)



▲ Abb. 2: Sonnenaktivität am 27.9.2017 mit den Regionen AR (1)2681, (1)2682 und (1)2683 im Weißlicht (a, Refraktor 76/570mm, Kamera: PointGrey Grasshopper3-U3-28S5M), H α -Licht (b, mit Coronado Solarmax 90-Filter) und im Kalzium-Licht (c, mit Lunt CaK-Modul). Ullrich Dittler



Kometen aktuell: Nur ein hellerer Komet zum Winterende

Am 28. September 2017 wurde von Aren Heinze im Rahmen des ATLAS-Projekts auf dem Mauna-Loa-Observatorium der Universität Hawaii der Komet C/2017 T1 (Heinze) entdeckt. Dieser stand am 4. Januar 2018 mit nur 33 Millionen Kilometern Abstand in Erdnähe und war von unserem mitteleuropäischen Himmel aus mit ca. 9^m5 optimal zu beobachten. Leider verschlechtern sich die Beobachtungsbedingungen des Kometen im Spätwinter deutlich. Der Komet zieht durch den westlichen Teil des Pegasus in den Wassermann steil in Richtung Süden. Aufgrund seiner Sonnennähe, die er am 21. Februar 2018 mit 0,58AE Abstand durchlaufen wird, nimmt seine Helligkeit sogar wieder etwas zu und sollte zwischen 9^m5 bis 10^m betragen.

Die beste Zeit C/2017 T1 (Heinze) zu beobachten, ist die 1. Februarwoche, wenn der Komet zum Ende der astronomischen Dämmerung noch Höhen von gut 20° über dem Westhorizont erreicht. Der abnehmende Mond stört vor allem ab dem 3. Februar nicht mehr die Beobachtung. Ab Mitte Februar verschwindet Komet Heinze endgültig vom Abendhimmel und ist dann nur noch sehr niedrig am Morgenhimmel, kurz vor Beginn der astronomischen Dämmerung, zu sehen. Hierbei erreicht der Komet eine Horizonthöhe von gerade einmal 10°. So braucht man einen dunklen und klaren Himmel, um den Schweifstern überhaupt noch zu Gesicht zu bekommen, da auch sei-

► Abb. 1: Rückblick auf den Herbst; Der Komet C/2017 O1 (ASASSN) im Perihel am 14.10.2017. Im Februar und März kann nur der Komet C/2017 T1 (Heinze) an seine Helligkeit heranreichen. *Norbert Mrozek*

ne Koma aufgrund der nach wie vor geringen Entfernung zur Erde recht diffus erscheinen wird. In der Nacht vom 26. auf den 27. Februar zieht Komet Heinze knapp 1° östlich am Kugelsternhaufen Messier 15 vorbei. Leider stört zu diesem Zeitpunkt der fast volle Mond den Morgenhimmel. Im März gehen die Helligkeit und sein Horizontabstand schließlich weiter zurück. Aufgrund der immer kürzer werdenden Nächte lohnt dann eine Beobachtung dieses Schweifsterns kaum noch. Weitere Kometen mit einer voraussichtlichen Helligkeit von mehr als 10^m sind im Spätwinter an unserem Himmel leider nicht zu sehen.

Erwähnenswert wäre noch der Komet C/2016 R2 (PANSTARRS). Dieser befindet sich zum Ende der astronomischen Dämmerung in 60 bis 70 Grad Höhe und ist somit optimal zu beobachten. Aufgrund seiner Helligkeit von rund 11^m5 sind allerdings größere

Fernrohre und ein dunkler Nachthimmel erforderlich. Komet PANSTARRS zieht Anfang Februar in nur wenigen Grad Abstand östlich an den Plejaden im Sternbild Stier vorbei und bewegt sich weiter in den östlichen Teil des Sternbilds Perseus. Erst Anfang Mai 2018 wird der Komet sein Perihel durchlaufen.

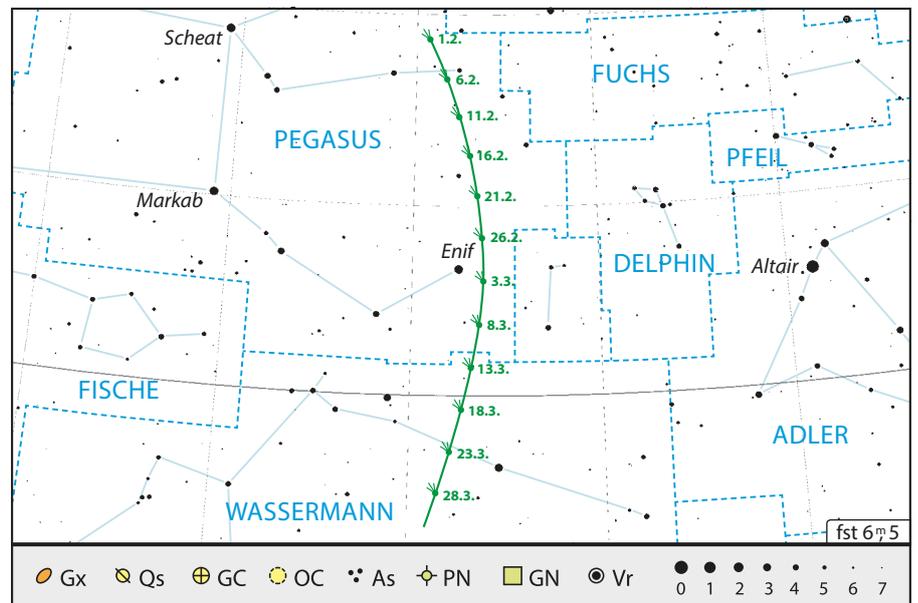
Um den kurzperiodischen Kometen 185P/Petrew am Abendhimmel zu beobachten, benötigt man ebenfalls ein größeres Teleskop. Denn auch dieser Schweifstern, der eine Umlaufzeit von 5,5 Jahren besitzt, erreicht nur eine Helligkeit von rund 11^m und steht am 11. Februar 2018 in Sonnennähe. Eventuell könnte er in dieser Zeit sogar noch ein klein wenig heller werden. Er wandert im Laufe des Februar und März durch die Sternbilder Fische, Walfisch und Stier sehr schnell in östlicher Richtung über unseren Himmel.

► Andreas Schnabel

SURFTIPPS

- VdS Fachgruppe Kometen
- Aktuelle Kometen bei Seiichi Yoshida
- Aktuelle Kometen auf Winnies Kometenseite
- Kometarium.com
- Kometen bei The Sky Live

Kurzlink: oc1m.de/a13037



▲ Abb. 2: Der Komet C/2017 T1 (Heinze) im Februar und März 2018.

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

J. Scholten

Kometen im Februar/März 2018						
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erw. Helligkeit	
C/2017 T1 (Heinze)	28.9.2017	21.2.2018 (0,58 AE)	4.1.2018 (0,22 AE)	Dezember 2017 bis Februar 2018	9 ^m 5 bis 10 ^m 5	
C/2016 R2 PANSTARRS	7.9.2016	9.5.2017 (2,60 AE)	22.12.2017 (2,05 AE)	November 2017 bis Juni 2018	11 ^m 5 bis 11 ^m 0	
185P/Petrew	18.8.2001	27.1.2018 (0,93 AE)	17.2.2018 (1,33 AE)	Februar bis März 2018	11 ^m 0	

Planeten aktuell: Meeresgott stürmt die Planetenlücke



▲ Abb. 1: Neptun und Triton am 14.11.2017. Auf dieser Infrarotaufnahme ist ein Komplex heller Sturmgebiete in der Neptunatmosphäre am Rand des Planeten zu sehen. Triton wurde auf dieser Aufnahme leicht aufgehellt. Aufgenommen mit einem 40cm Newton und Baader 610-nm-Longpass-Filter von Rubyvale in Australien aus. *Anthony Wesley*

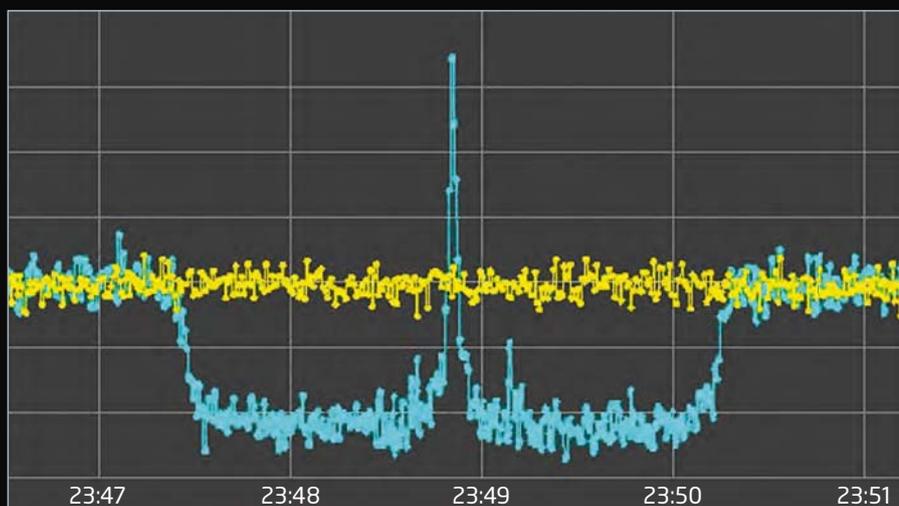
Alle fünf klassischen, mit bloßem Auge sichtbaren, Planeten lassen sich zu unterschiedlichen Zeiten in den kommenden Wochen am Himmel blicken: Venus und Merkur zeigen sich im März nach Sonnenuntergang in der Abenddämmerung, Jupiter ist in der zweiten Nachthälfte zu sehen, Mars und Saturn können am Morgenhimmel gefunden werden. In der Rückschau ist es aber der ferne Neptun, der in einer planetenarmen Zeit für Schlagzeilen sorgte.

Neptun macht es spannend!

Das seltene Ereignis einer Sternbedeckung durch den Neptunmond Triton bot am 5. Ok-

tober 2017 versierten Amateurastronomen die Chance, die Wirkung der dichten Lufthülle des fernen Himmelskörpers zu erleben. Highlight war ein ausgeprägter »central flash« zu Mitte der Sternfinsternis auf der Zentrallinie. Hier hat die Atmosphäre Tritons das Licht des dahinter stehenden Sterns in Richtung der Beobachter gelenkt, was sich deutlich in der gewonnenen Lichtkurve ablesen lässt. Zu sehen war der Effekt in Teilen Frankreichs und vor allem in Portugal: »Wir waren zur richtigen Zeit am richtigen Ort«, so die glücklichen Beobachter Rui Goncalves und Maximo Ferreira.

Im Herbst 2017 stand Neptun im Sternbild Wassermann am frühen Abendhimmel und



▲ Abb. 2: Lichtkurve (blau) der Sternbedeckung durch Triton am 5. Oktober: Der zentrale Lichtblitz zur Mitte der Bedeckung, aufgenommen mit einem 50cm-Teleskop, übertraf sogar die eigentliche Sternhelligkeit (gelbe Kurve)! *Rui Goncalves, Maximo Ferreira, David Dunham/IOTA*

war ein überraschend lohnendes Ziel für größere Amateurteleskope. Wie schon in den Vormonaten präsentierte sich der Meeresgott von seiner stürmischen Seite. Anthony Wesley gelang von Australien aus eine beeindruckende Fotoserie eines aufziehenden Sturmkomplexes am Neptunrand.

Begegnung in der Dämmerung

Venus zog sich im November als Morgenstern zurück, Jupiter lugte wieder hinter der Sonne hervor. Auf ihren unterschiedlichen Wegen kamen sich die beiden hellen Planeten am Morgen des 13. November 2017 sehr nah. Im deutschen Sprachraum fiel das Ereignis außer im Norden den Wolken zum Opfer. Stuart Atkinson im englischen Kendal erhaschte einen Blick auf das Rendezvous.



▲ Abb. 3: Tele-Aufnahme der Begegnung von Venus (oben) und Jupiter am 13.11.2017 von Nordostengland aus. *Stuart Atkinson*

Zwei Abendsterne tauchen auf

Venus nähert sich im Schnecken-tempo ihrer Abendsichtbarkeit. Anfang März ist der Abstand zur Sonne endlich groß genug, damit Venus nach Sonnenuntergang in der Abenddämmerung gesehen werden kann. Ihr Auftauchen fällt mit dem Beginn Merkurs bester Abendsichtbarkeit des Jahres zusammen. Am 3. und 4. März stehen beide »Abendsterne« nah beieinander über dem Westhorizont. Mars hält sich noch am Morgenhimmel auf. Der Rote Planet begegnet am 1. Februar dem Stern β Scorpii. Im Teleskop bietet Mars weiterhin noch einen bescheidenen Anblick. Sein Durchmesser wächst von Anfang Februar bis Ende März aber von knapp 6" auf rund 8" Durchmesser. Mars nähert sich Saturn an, der ebenfalls am Morgenhimmel vertreten ist. Jupiter wird zum Planeten der zweiten Nachthälfte. Ende März geht er bereits vor Mitternacht auf.

► Paul Hombach

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für Februar/März 2018

Sternbild-Streifzüge:
Großer Hund

Fernglas-Wanderung:
Sternhaufen aller Art

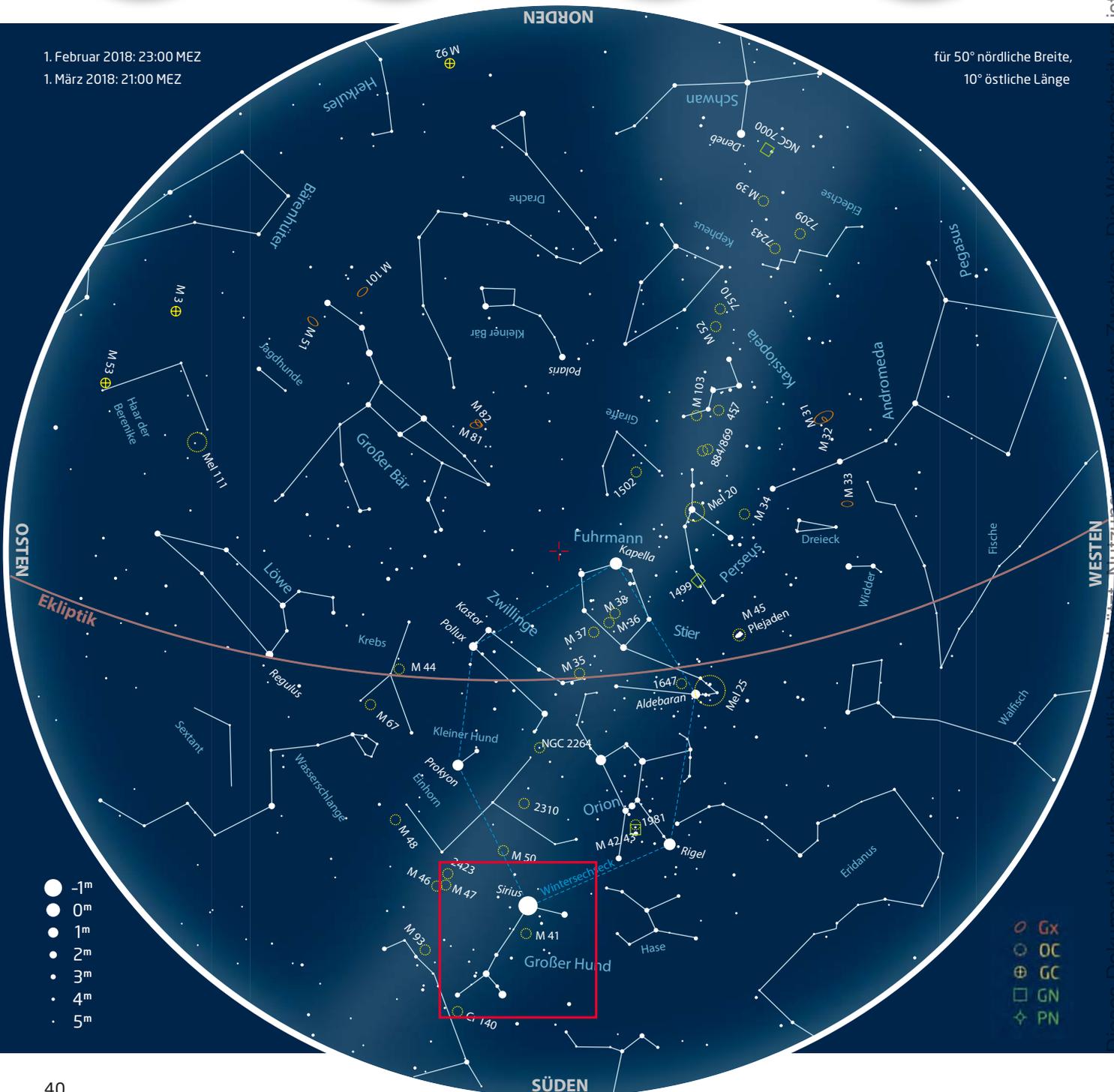
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
M 41 - Sternhaufen
im Extrembereich

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
NGC 2362 - Der Tau-Ca-
nis-Majoris-Haufen



1. Februar 2018: 23:00 MEZ
1. März 2018: 21:00 MEZ

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

Sternbild-Streifzüge: Großer Hund

Der Große Hund ist – zusammen mit dem Kleinen Hund – nicht nur der treue Begleiter des Himmelsjägers Orion, er ist auch das Sternbild mit dem hellsten Stern des gesamten nächtlichen Himmelszelts: Sirius. Zurückzuführen ist das auf die hohe Leuchtkraft von 25 Sonnenleuchtkräften (wobei der Stern »nur« 70 Prozent größer als unsere Sonne ist) und auf seine Erdnähe. Denn mit 8,6 Lichtjahren Entfernung zählt er zu den nächsten Sternen überhaupt; nur ein paar lichtschwache Zwergsterne stehen uns noch näher, so dass es der strahlende Winterstern auf Platz 5 schafft.

Gerade durch das Attribut als hellster Stern ist Sirius oft in der Fantasy- und Science-Fiction-Literatur anzutreffen. Sogar im von Lukian von Samosata um das Jahr 150 verfassten Mondreise-Abenteuer »Wahre Geschichten«, der ersten Science-Fiction-Geschichte überhaupt, tauchen auf geflügelten Eicheln reitende Soldaten von einem Planeten um Sirius auf, die im Krieg zwischen Mond und Sonne mitkämpfen.

Fruchtbares Niltal, verbrannte Erde

Im Alten Ägypten begann das Jahr mit dem für die Landwirtschaft wichtigsten Ereignis: die jährliche Flut des Nils, die sog. Nilschwemme. Sie machte das trockene Land fruchtbar, wovon Wohlstand und Reichtum des ganzen Pharaonenreiches abhing. Zeitlich fiel das mit Sirius' Wiedererscheinen am sommerlichen Morgenhimmel zusammen, so dass der Hauptstern des Großen Hundes für den Jahresanfang stand und die nahende Überschwemmung anzeigte.

War der Stern in Ägypten als Sopdet (ägyptisch) bzw. Sothis (griechisch) bekannt, hieß er bei den Griechen Seirios. In Homers Epos »Ilias« wurde Sirius' Strahlkraft mit der glänzenden Rüstung von Achilles verglichen. Aus dem antiken Griechenland stammt auch der Begriff »Hundstage« für die heißesten Sommertage. Anders als in Ägypten galt hier der zurückkehrende Hundstern als böses Zeichen, in dem er mit seiner entsetzlichen Hitze das ganze Land verbrannte und austrocknete.

Sternhaufen und Exoten

Durch die Nähe zur (kaum auffälligen) Wintermilchstraße findet man im Großen Hund vor allem Offene Sternhaufen. Allen voran M 41 (schon mit bloßem Auge sichtbar), aber auch

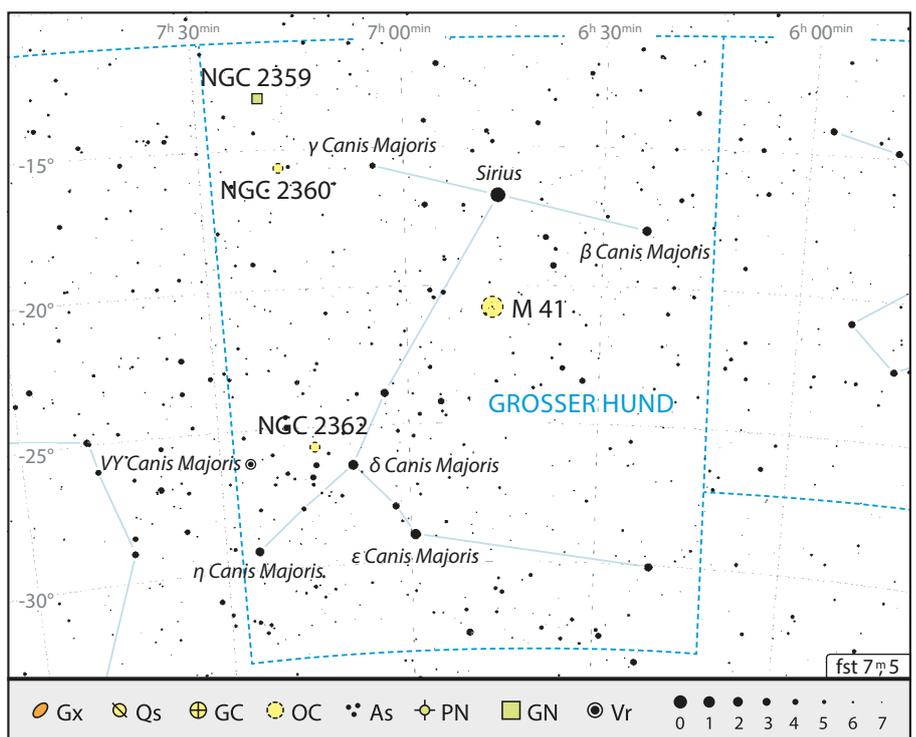


▲ Abb. 1: Orions treuer Jagdbegleiter: der Große Hund, mit dem strahlenden Sirius als Nasenspitze.

NGC 2360 und NGC 2362 lohnen sich auf jeden Fall. Für Freunde von schwachen diffusen Nebeln ist NGC 2359, auch als »Thors Helm« bekannt, empfehlenswert. Hier stirbt ein massereicher Riesenstern, der seit ungefähr 100.000 Jahren seine äußeren Atmosphärenschichten abstößt. Das Objekt ist einer von zwei sogenannten Wolf-Rayet-Nebeln, die mit Amateurteleskopen erreichbar sind.

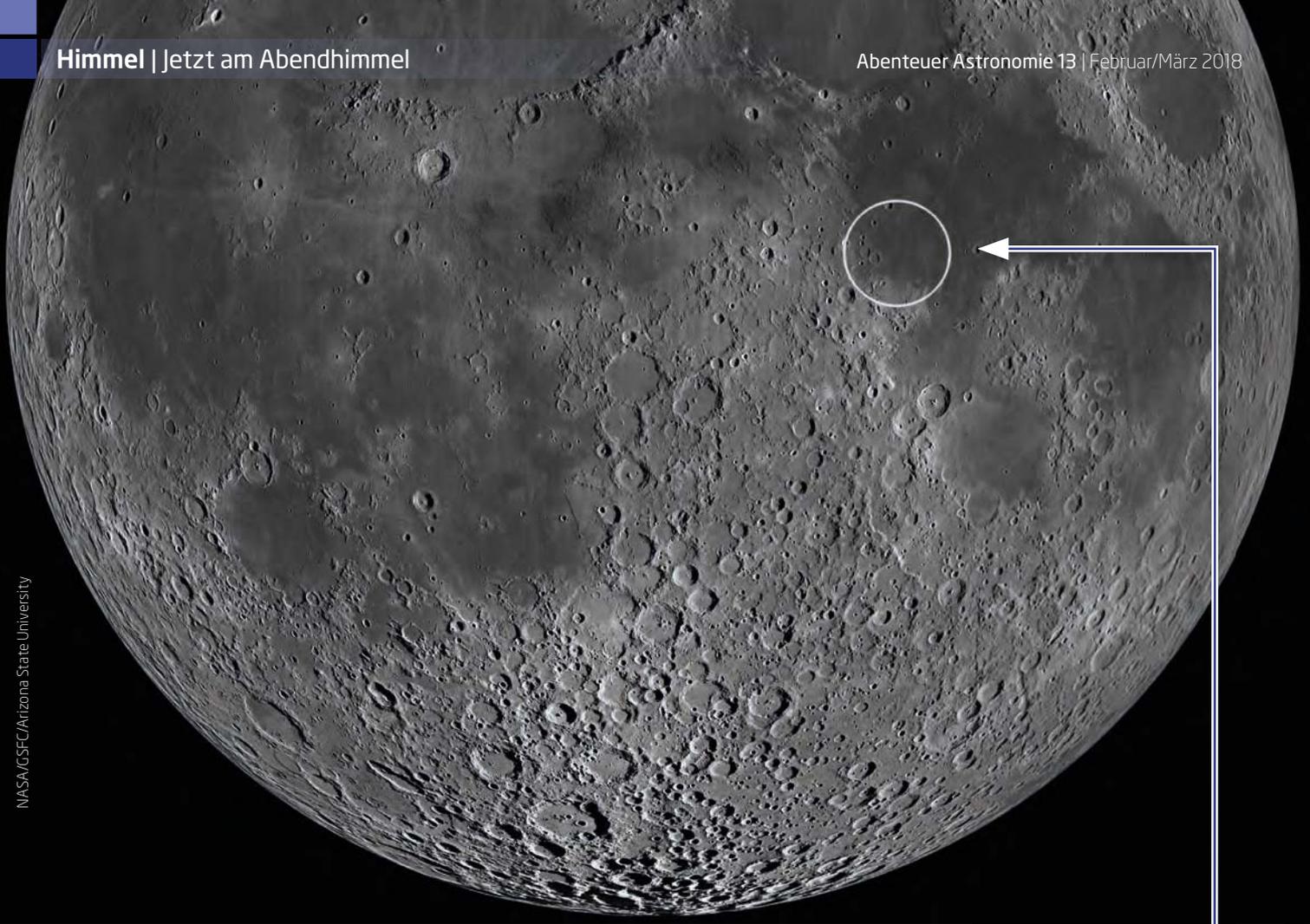
Ein weiterer stellarer Exot des Sternbilds ist VY CMa, denn bei diesem veränderlichen (zwischen 7^m8 und 8^m6) Roten Überriesen handelt es sich um einen der größten bekannten Sterne. Mit seinem 1400-fachen Sonnendurchmesser würde er sich in unserem Planetensystem bis jenseits der Jupiterbahn erstrecken! Dabei strahlt er mit der 300.000-fachen Sonnenleuchtkraft.

► Nico Schmidt



▲ Abb. 2: Übersichtskarte des Sternbilds Großer Hund mit den Beobachtungsempfehlungen.

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



▲ Abb. 1: Im Südwesten des Mare Tranquillitatis befindet sich der Ort der ersten bemannten Mondlandung.

Mond-Spaziergang: The Eagle has landed

»Houston, Tranquility Base here. The Eagle has landed.« ist wohl einer der berühmtesten Sätze der Raumfahrtgeschichte. Er wurde am 20. Juli 1969 um 22:17 MESZ von dem amerikanischen Apollo 11-Astronauten Neil Armstrong ausgesprochen, nachdem die Mondlandefähre »Eagle« erfolgreich auf der Oberfläche des Mare Tranquillitatis (Meer der Ruhe) aufgesetzt hatte. Jeder Beobachter, der mit seinem Teleskop selbst einen Mondspaziergang unternimmt, sollte wenigstens einmal einen Abstecher an diesen historischen Ort machen, um dem damaligen Ereignis visuell so nahe wie möglich zu kommen.

Erste Orientierung bei Sabine und Ritter

Als Startpunkt zum Ort des Geschehens der ersten bemannten Mondlandung sollen die beiden Ringgebirge Sabine (30km) und Ritter (29km) dienen. Sie zeigen sich als fast identisch erscheinendes Paar in der südwestlichen Ecke des Mare Tranquillitatis. Ein nur wenige Kilometer breiter Zwischenraum trennt die Einschläge. Bei beiden Kratern sind die Wälle in weiten Teile in das In-

tere abgerutscht. Auch der Grund erscheint bei Sabine und Ritter sehr ähnlich: mit Lava gefüllt, relativ eben und mit einigen flachen konzentrischen Erhebungen. Im Norden von Ritter liegen ebenso dicht an dicht die beiden Satellitenkrater Ritter C (14km) und Ritter B (14km).

Basis im Meer der Ruhe

Die so genannte Tranquility Base, der genaue Landepunkt der Mondfähre, wurde in den 1970er Jahren offiziell als »Statio Tranquillitatis« auf Mondkarten verzeichnet. Drei Kleinkrater in der näheren Umgebung erhielten zu Ehren der drei Astronauten der Apollo-11-Crew die Namen Aldrin, Collins und Armstrong. Um sich dem Ort des Geschehens visuell zu nähern, eignet sich das Kraterpaar Sabine und Ritter sehr gut. Am besten verlängert man den geschwungenen Bogen Ritter B, Ritter C, Ritter und Sabine in der Vorstellung nach Osten. Bei optimalem Seeing wird mit etwas Glück Aldrin (3km) als Erster der drei »Astronautenkrater« sichtbar. Weiter



▲ Abb. 2: Östlich von den beiden Kratern Sabine und Ritter liegt die so genannte »Statio Tranquillitatis«.

östlich folgen in gleichen Abständen Collins (2km) und Armstrong (4km). Dazu ist ein leistungsstarkes Teleskop mit einer Öffnung ab 100mm erforderlich. Noch ein Stück näher an die Statio Tranquillitatis gelangt man über den südöstlich von Aldrin gelegenen Satellitenkrater Sabine C (3km), der jedoch schwieriger auszumachen ist als die drei nördlich gelegenen Krater. ▶ Lambert Spix



▲ Abb. 1: Im Sternbild Großer Hund finden sich im Feldstecher sichtbare Offene Sternhaufen verschiedenster Kataloge. Rolf Löhr

Fernglas-Wanderung: Sternhaufen aller Art

In klaren Winternächten bildet der hellste Stern unseres Nachthimmels, Sirius, den südlichen Abschluss des Wintersechsecks. Und wenn es die Horizontsicht zulässt, sollte man dies zu einem Trip durch die südlicheren Gefilde des Sternbilds Großen Hund nutzen.

Glanzlichter beim Hundstern

Wandert man von Sirius ziemlich genau gen Osten, so trifft man nach etwa 7,5° auf den Offenen Sternhaufen NGC 2360. Bei Problemen mit dem Aufsuchen kann man γ CMa als Hilfe benutzen, dann sind es nur noch etwas mehr als 3°. Sehr nützlich zum Schätzen von Entfernungen ist dabei die Kenntnis des relativen Sehfelds des eigenen Fernglases.

Wenn man beim einzigen NGC-Haufen unserer Tour angekommen ist, erblickt man einen recht hellen Nebel, der je nach Himmelsgüte und eigener Optik leicht körnig wirkt.

Noch leichter zu finden ist 4° südlich von Sirius der hellste und bekannteste Haufen im Großen Hund, nämlich Messier 41. Bei gutem Himmel erscheint er völlig aufgelöst und etwa vollmondgroß. Einzelne Sterne scheinen sich zu Gruppen oder Linien zusammengeschlossen zu haben.

Um die Hundepfoten herum

Wer sich noch weiter südlich bis zu den »Hundepfoten« um ϵ und η CMa durch den Horizontdunst kämpfen kann oder gar in südlicheren Breiten beobachtet, der sollte unbe-

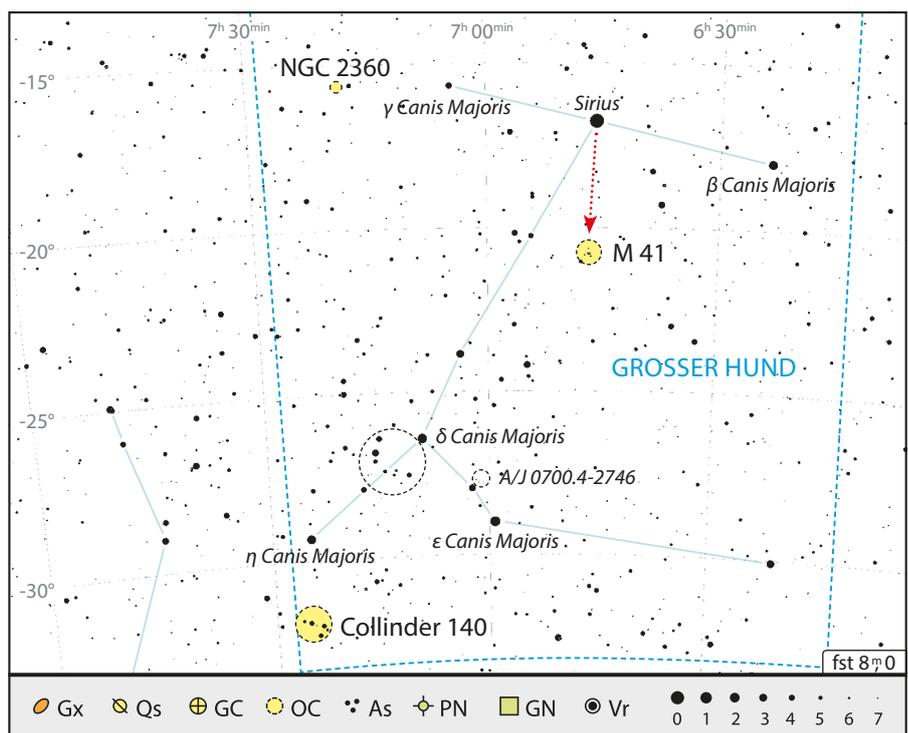
dingt nach Collinder 140 Ausschau halten. Der Sternhaufen befindet sich 2,5° südlich von η CMa und erscheint als längliches Objekt, dessen hellste 7–8 Sterne an einen Fisch oder eine Kaulquappe erinnern.

Wahrscheinlich kein physisches Objekt, jedoch ein schönes halbkreisförmiges Sternmuster bilden etwa acht Sterne mit einer Helligkeit von 4^m bis 6^m etwa 1,5° östlich von Wezen bzw. δ CMa. Es erinnert an den aufgeblähten Schirm der Kitesurfer. Noch findet sich für dieses Sternmuster nach meinen Recherchen in kei-

nem Katalog ein Name – wie wäre es also mit »Wezen's powerkite«?

Geht man von Wezen in Richtung Adhara bzw. ϵ CMa, trifft man nach 2° auf σ CMa. Im Fernglas erkennt man westlich um ihn herum eine knapp vollmondgroße Zusammenballung von etwa neun Sternen zwischen 7^m und 9^m, katalogisiert als Sternmuster A/J 0700.4-2746. Bei höher Vergrößerung unscheinbar, im Fernglas bleibt aber der deutliche Eindruck eines Sternhaufens.

► Kay Hempel



▲ Abb. 2: Auffindkarte der Objekte für das Fernglas im Sternbild Großer Hund.

CCD-Guide

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



▲ Abb. 1: Der Sternhaufen Messier 41 im Sternbild Großer Hund aufgenommen mit einem 4,5-Zoll-Newton-Teleskop mit 440mm Brennweite. *Michael Deger*

▲ Abb. 2: Zeichnung von Messier 41 mit einem 8-Zoll-Newton bei 40-facher Vergrößerung. *Michael Vlasov*

Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: M 41 – Sternhaufen im Extrembereich

M41, der offene Sternhaufen im Sternbild Großer Hund, befindet sich mit einer Deklination von mehr als -20° für Stadtbeobachter im beobachtungstechnischen Extrembereich: Zum einen muss die Nachbarbebauung bzw. -vegetation des Teleskopstandortes eine derart tiefe Horizontbeobachtung überhaupt zulassen und zum anderen verschluckt die in Stadtlagen häufig besonders stark ausgeprägte Aufhellung in »Bodennähe« die meisten Objekte. Diese Hindernisse sollten einem Ausflug zu M 41 aber auf keinen Fall entgegenstehen, gehört der Haufen doch mit einer scheinbaren Helligkeit von $4^m,5$ zu den hellsten Deep-Sky-Objekten der Messierliste. Und in der Tat widersteht der mit einer Ausdehnung von $35'$ recht großflächige Sternhaufen überraschend hartnäckig auch die hohen Aufhellungen einer Großstadt, im Falle des Verfassers immerhin denen der Metropole Köln.

Leicht zu finden?

Ein erster Blick in die Sternkarte lässt vermuten, dass M 41 auch ohne Navigationsystem leicht auffindbar ist: Der Sternhaufen liegt nur knapp 4° vom unübersehbar strahlenden Sirius entfernt – und das noch in ziemlich direkter südlicher Richtung. Empfohlen wird daher häufig ein einfacher Teleskop-Schwenk von Sirius nach Süden. Nach den Erfahrungen des Verfassers ist jedoch der südliche Himmelsbereich des $-1^m,5$ hellen α Canis Majorum (CMA) ein mit durchweg kleinen Sternen gepflasterter Himmelsabschnitt, in dem man sich und das Zielobjekt leicht verlieren kann. Zudem strahlt das helle Licht des Sirius weit in seine Umge-

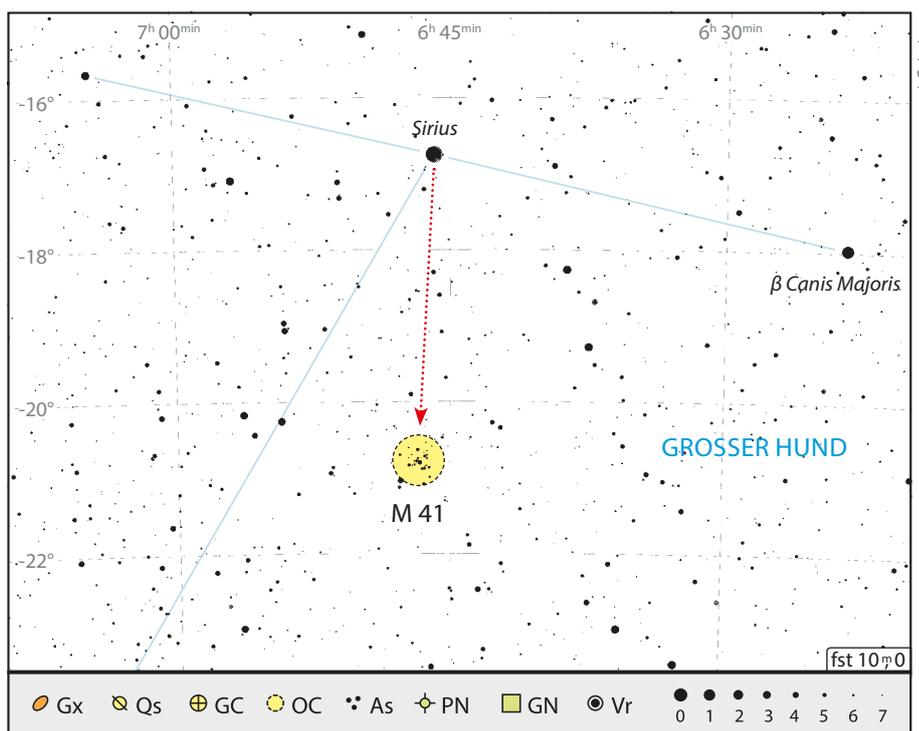
bung aus. Bei Auffindungsproblemen empfiehlt sich daher ein Umweg per Starhopping: von Sirius zunächst zum südwestlich gelegenen und ebenfalls recht hellen Mirzam oder β CMA. Von hier aus wieder im »Zick-Zack-Kurs« zurück zu den Sternen 8, 6 und 7 CMA, die einen markanten, nach Osten geöffneten Halbkreis bilden, dann weiter in südöstlicher Richtung zu einem auffälligen Sternpaar. Mit einer Vergrößerung von $25\times$ dürfte sich nun M 41 bereits am östlichen Okullarrand zeigen.

Atemberaubendes City-Objekt

Der Haufen selbst gehört nach Einschätzung des Verfassers zu den schönsten City-Objekten, die der Stadthimmel zu bie-

ten hat. Südöstlich begrenzt der auffällige 12 CMA den Haufen, der bei 50-facher Vergrößerung okularfüllend rund 25 bis 30 gleich helle Sterne offenbart. Bei leichter Erhöhung der Vergrößerung kann die Zahl der Haufenmitglieder bis auf 50 Sterne anwachsen, die dann ein fast atemberaubendes Bild bieten. Besonders schön: ein Sternpaar im Zentrum, dessen orangene Färbung sogar am Stadthimmel erkennbar ist. Höher als $75\times$ sollte man allerdings nicht gehen. Denn dann könnte der Haufencharakter verloren gehen, der M 41 gerade die besondere Faszination verleiht und ihn auch und gerade für Stadtastronomen zu einem absoluten »must see« macht.

► Karl-Peter Julius



▲ Abb. 3: Auffindkarte von Messier 41 im Sternbild Großer Hund.

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



▲ Zeichnung von NGC 2362 mit einem 16-Zoll-Teleskop bei 138-400-facher Vergrößerung. *Anna Ebeling*

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: NGC 2362 - Der Tau-Canis-Majoris-Haufen

Der Offene Sternhaufen NGC 2362 liegt südlich des Himmelsäquators im Sternbild Großer Hund und ist ein sehr schönes Objekt für mittlere Teleskope. Er wurde erstmals im Jahre 1654 vom italienischen Naturforscher und Priester-astronomen Giovanni Battista Hodierna erwähnt. Charles Messier hatte ihn nicht in seinem Nebelkatalog verzeichnet, aber William Herschel entdeckte ihn am 6. März 1785. Der Sternhaufen ist rund 5000 Lichtjahre von uns entfernt und sein Alter wird auf 4–5 Millionen Jahre geschätzt. Er hat eine Winkelausdehnung von $8 \times 8'$ bei einer scheinbaren Helligkeit von $4^m 1$.

Heller Stern als Namensgeber

Der Haufen ist im Winter tief am Horizont zu finden. Über den hellsten Stern des Nachthimmels Sirius (α CMa) gelangt man über die gedachte Linie des Sternbildes Großer Hund zu den Sternen σ^2 CMa und δ CMa. Von letzterem Stern schwenkt man $2,5^\circ$ in Richtung Nordost. Dort befindet sich der Stern Tau Canis Majoris (τ CMa), welcher das Zentrum des Offenen Sternhaufens NGC 2362 bildet. Von diesem hellen Hauptstern hat der Sternhaufen auch seinen Namen bekommen. Der Stern hat eine Helligkeit von $4^m 4$ und ist wie der Haufen ca. 5000

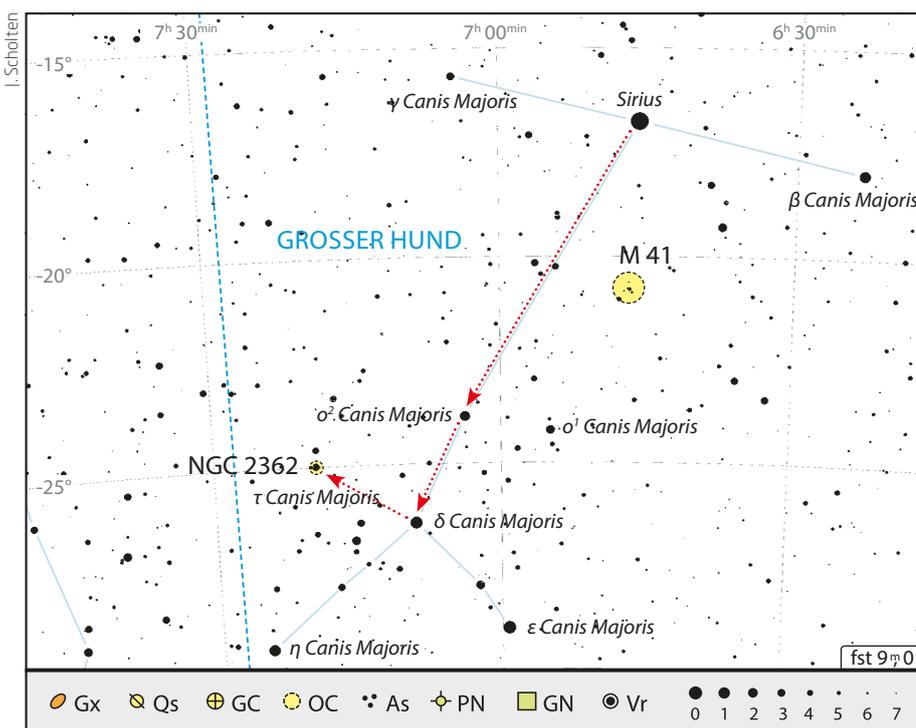
▲ Abb. 1: Der Sternhaufen NGC 2362 im Sternbild Großer Hund aufgenommen mit einem 20-Zoll-RC-Teleskop bei 4492mm Brennweite. *Bernhard Hubl und das CEDIC Team*

Lichtjahre von uns entfernt. Wahrscheinlich ist er ein Haufenmitglied, um den sich all die anderen Sterne gruppieren.

Ein Schmuckstück am Winterhimmel

Im Fernglas ist meist nur der Hauptstern τ CMa zu sehen, manchmal ist auch ein schwacher Nebel um den Stern herum zu erkennen. Mit einem kleinen Teleskop und niedriger Vergrößerung werden die Haufensterne durch den hellen Hauptstern regelrecht überstrahlt. Da der Haufen recht klein ist, können weitere Sterne erst mit höherer Vergrößerung erkannt werden. Innerhalb eines Radius von $4'$ sind etwa 40 Sterne gruppiert. Zum Haufen gehören rund 60 Sterne.

Etwa 15-20 Sterne mit Helligkeiten von 10^m bis 12^m sollte man ab einem 20cm-Teleskop bei hoher Vergrößerung sehen können. Die Haufensterne gehören mit 500.000 Sonnenleuchtkräften zu den hellsten bekannten Sternen. Ab einer Vergrößerung von $150\times$ werden zwei Begleiter des Hauptsterns sichtbar, die 10^m bis 11^m hell sind. Für viele Sternfreunde ist der Tau-Canis-Majoris-Haufen ein vergleichbares Schmuckstück wie der Doppelsternhaufen η & χ im Perseus – ein weißer Brillant, der von dichten Sternenglitzern umgeben ist. Es ist deshalb sehr lohnend, ihn in kalten Winternächten tief am Horizont aufzusuchen.



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte des Tau-Canis-Majoris-Haufens im Sternbild Großer Hund.

► Michael Feiler

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

JE DUNKLER, DESTO BESSER

So findet man den optimalen Beobachtungsplatz

Für die erfolgreiche Himmelsbeobachtung gibt es eine entscheidende Voraussetzung: einen dunklen Nachthimmel. Schwach leuchtende Nebel, Galaxien oder Kometen wirken umso kontrastreicher gegenüber dem Himmelshintergrund, je dunkler dieser ist. Aber auch schwache punktförmig erscheinende Himmelsobjekte wie z.B. Sterne oder die Monde des Saturn sind dann besser sichtbar.

Gute Beobachtungsbedingungen sind in Deutschland aufgrund der zunehmenden Lichtverschmutzung nur noch außerhalb der Städte zu finden. Aber auch da wird es immer schwieriger einen geeigneten Beobachtungsplatz zu entdecken, da Industrieanlagen, Straßenbeleuchtung, Flutlichtanlagen und Leuchtreklamen den Nachthimmel stark aufhellen.

Fernab der Städte

Zur ersten Orientierung auf der Suche nach einem dunklen Beobachtungsplatz können sogenannte Lichtverschmutzungskarten hilfreich sein. Diese zeigen mehr oder

weniger detailliert den Grad der Lichtverschmutzung eines bestimmten Ortes an. Im Internet finden Sie dazu Informationen unter den Stichwörtern »Lichtverschmutzungskarten« und »Deutschland«. Auf guten Straßenkarten oder z.B. bei GoogleEarth finden Sie weitere Orientierung bei der ersten Suche.

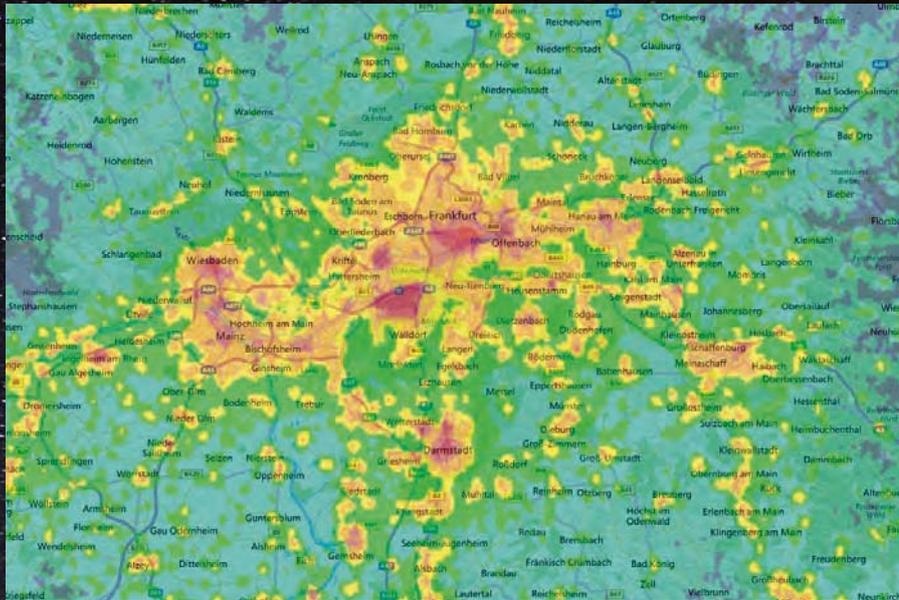
Achten Sie bei der Wahl des Standortes auf eine Entfernung von gut 30km zu größeren Städten und Ballungszentren. Nur dort erscheinen die Lichtkegel der Städte so schwach, dass die entsprechende Himmelsrichtung nicht zu stark aufgehellt ist. Aber auch zu kleineren Gemeinden und Dörfern sollte der Abstand einige Kilometer betra-

gen, da nächtliche Straßen- und Gebäudebeleuchtung den Nachthimmel empfindlich aufhellen kann. Dabei sollte das Gelände möglichst eben und nicht von Bergen oder Hügel eingeschlossen sein, die die Horizontsicht einschränken.

Bei Tageslicht

Als nächster Schritt ist ein Besuch des möglichen Beobachtungsplatzes bei Tage hilfreich. So lernt man die noch unbekannte Fahrstrecke und die Bedingungen vor Ort kennen. Besonders nach Schnee oder Regen sollten die Zufahrtswege noch gut befahrbar sein, damit man unter Umständen nicht

▲ Abb. 1: Ein Beobachtungsplatz ohne Lichtverschmutzung ist in Deutschland praktisch nicht zu finden. *Oliver Henze*



◀ Abb. 2: Ausschnitt aus einer Lichtverschmutzungskarte mit dem Großraum Frankfurt.

Jurij Stare, www.lightpollutionmap.info, Earth Observation Group, NOAA National Geophysical Data Center

mitten in der Nacht liegen bleibt. Wenn jetzt die Horizontsicht, besonders in Richtung Süden – dort wo die Sterne ihre höchste Stellung über dem Horizont erreichen – frei ist, haben Sie einen möglichen Beobachtungsort entdeckt.

Und im Dunkeln

So richtig einschätzen können Sie den neuen Beobachtungsort aber erst im Dunkeln. Jetzt macht sich eine Lichtverschmutzung durch Städte und Ortschaften, Skybeamer, direkt sichtbare Straßenlaternen und

Blendung durch vorbeifahrende Autos bemerkbar. Hier ist besonders wieder der Südhorizont zu überprüfen. Wenn sich jetzt noch in einer sternklaren Nacht die Milchstraße als reich strukturiertes Band zeigt, haben Sie einen guten Platz für die Himmelsbeobachtung gefunden. Ein Standort gänzlich frei von Lichtverschmutzung ist allerdings in Deutschland kaum zu erwarten.

Darüber hinaus können Sie sich bei einer Sternwarte in Ihrer Nähe nach geeigneten Beobachtungsmöglichkeiten erkundigen. Vielleicht gibt es bereits eine Gruppe von Sternfreunden mit einem geeigneten Beobachtungsort, den Sie nutzen können. Denn gemeinsam beobachten macht gleich doppelt Spaß.

► Lambert Spix

⇐ INTERAKTIV 

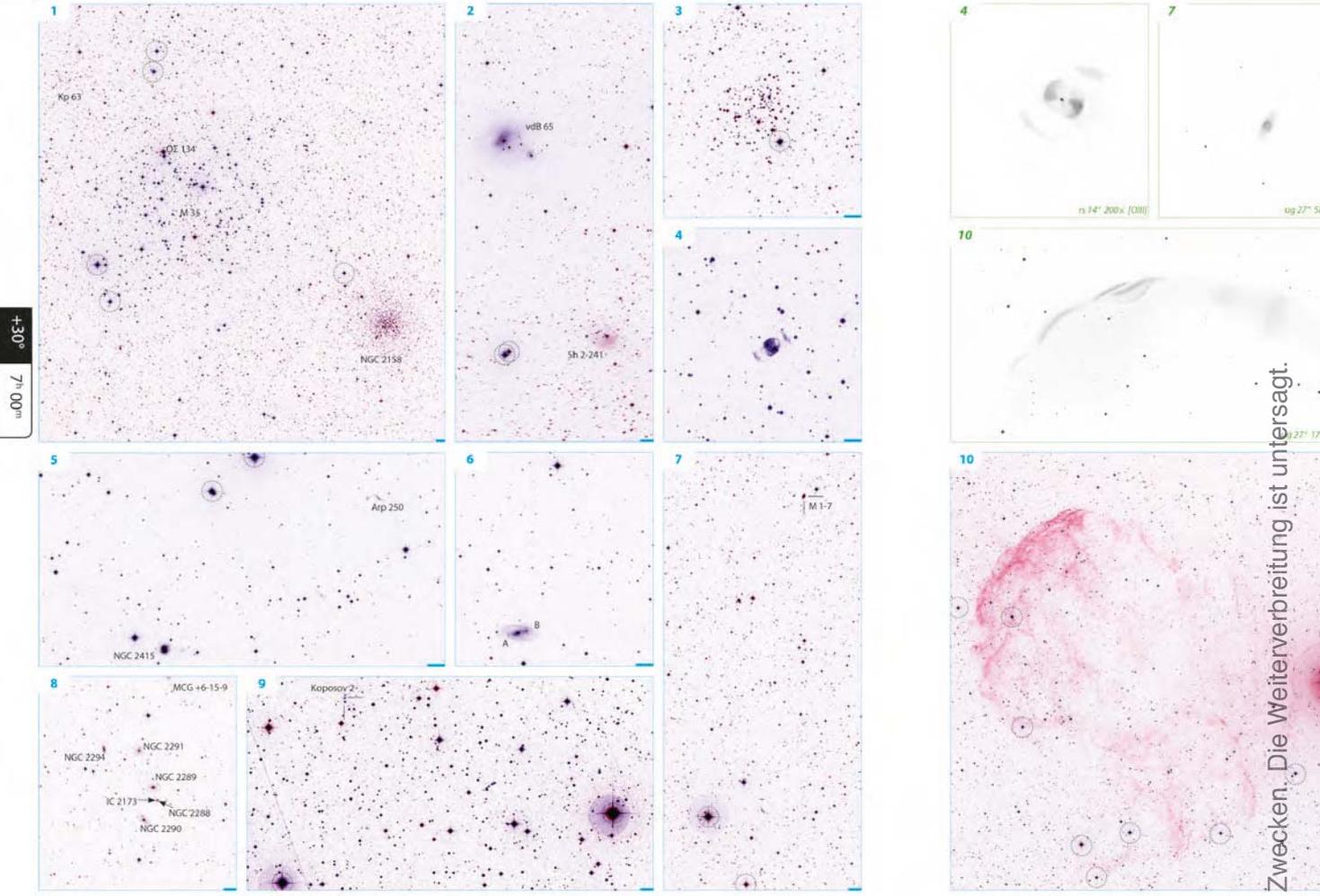


Lambert Spix' langjährige Leidenschaft ist die praktische Astronomie und ihre Weitergabe an Neulinge. Wenn Sie sich in seiner Rubrik ein bestimmtes Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

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

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

36



EINFACH MEHR SEHEN

Der Weg zum interstellarem Deep Sky Guide

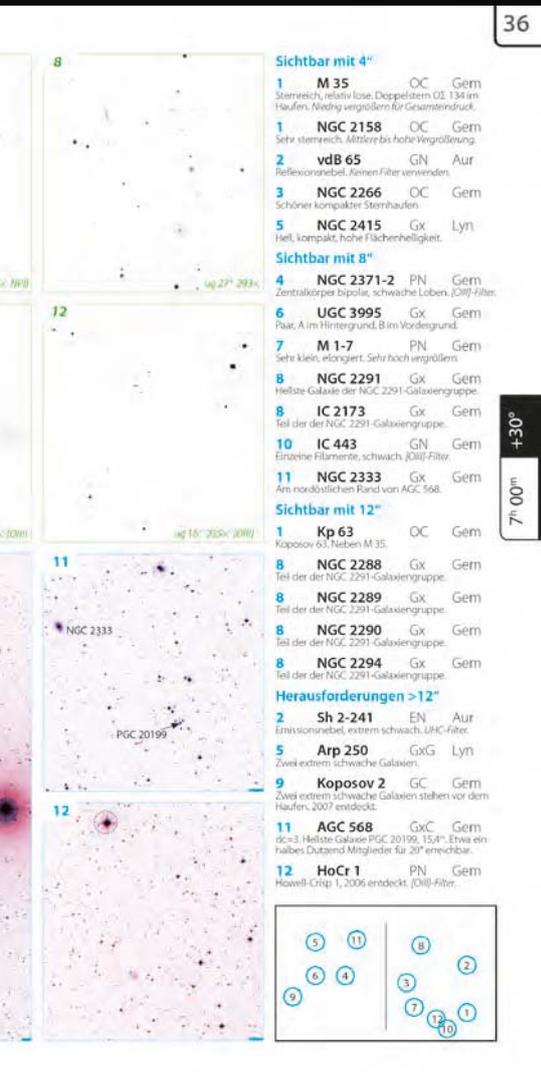
Seit über 25 Jahren beschäftige ich mich mit der visuellen Deep-Sky-Beobachtung. Üblicherweise stelle ich Ihnen an dieser Stelle Beobachtungsempfehlungen vor. Heute soll es aber um ein Projekt gehen, das meine Erfahrung zu einer Publikation zusammenführt, die Ihnen, liebe Leser, auch außerhalb meiner Kolumne jederzeit Empfehlungen für erfolgreiche Beobachtungen gibt.

Der interstellarem Deep Sky Atlas (isDSA) war mein Projekt, die Himmelskartographie beobachterfreundlich zu machen: Aus informationsleeren Symbolwüsten entstanden durch die geschickte Verwendung von Farben, Formen und Fonts Himmelskarten, in denen man lesen kann wie in einer guten Landkarte. Wie sähe wohl ein genauso revolutionärer Beobachtungsführer aus, der dieses Konzept weiterentwickelt? Mit dieser Frage

habe ich mich seit vielen Jahren beschäftigt. Die Antwort ist der interstellarem Deep Sky Guide (isDSG), der im Juni erscheinen wird. Dieser Artikel ist der Versuch, die Konzeption eines solchen Werks im praktischen Beispiel zu erzählen und so nachvollziehbar zu machen. Dazu habe ich eine typische Beispielseite aus dem interstellarem Deep Sky Atlas gewählt: Karte 36, die Teile der Sternbilder Zwillinge (Gem), Fuhrmann (Aur) und Luchs (Lyn) zeigt.

Ein Atlas ist gut...

Wer mehr als nur spazieren sehen möchte am Deep-Sky, für den ist ein guter Atlas ein unverzichtbares Hilfsmittel. Wenn man die Karte 36 im isDSA aufschlägt, erhält man so viele Tipps und Hinweise für lohnende Objekte: In der rechten unteren Kartenecke fallen M 35 und NGC 2158 auf, eines der schönsten Sternhaufenpärchen am Himmel und durch seine Gegensätzlichkeit



◀ Abb. 1: Entwurf der Karte 36 im neuen interstellarum Deep Sky Guide.

ten entscheiden solche Informationen über Sehen oder Nichtsehen.

Am Markt gibt es einige wenige gedruckte Beobachtungsführer. Der bekannteste ist der »Night Sky Observer's Guide«, der in drei Bänden 3000 Objekte behandelt. Unständig ist es schon, immer die drei Bücher mit rauszunehmen. Einem langjährigen Einsatz draußen halten sie außerdem kaum stand. Für mich aber immer am störendsten an der ansonsten beeindruckend ausführlichen Objektsammlung: Es sind zu den meisten Objekten nur langatmige Texte vorhanden. Nachts habe ich keine Lust diese durchzulesen; ich will auf einen Blick sehen, was mich erwartet. Da helfen auch die eher skizzenhaften Zeichnungen und Fotos unterschiedlicher Qualität nicht, die für etwa ein Drittel der Objekte vorhanden sind. Es gibt ähnliche andere Beobachtungsführer, die es jedoch nicht besser machen.

Langwierige Recherche

Die Alternative ist eine Recherche im Internet. Viele Beobachter haben heute ein Tablet mit beim Beobachten und nutzen dort Sternkarten, teilweise im Zusammenspiel mit einer Montierung und digitalen Teilkreisen. Das hat sicher Vorteile, wenn man sich nicht so gut am Himmel auskennt oder keine Lust aufs manuelle Aufsuchen hat. Für mich hat es jedoch den großen Nachteil, dass auch mit Rotlichtmodus der Bildschirm immer noch viel zu hell ist und es unmöglich macht, die schwachen Objekte und feinen Details zu sehen, auf die ich es gerade abgesehen habe.

Weltweit nutzen daher erfahrene Beobachter vor allem eine Methode: Vorbereitet wird im Internet, die Ergebnisse werden als Ausdruck mit ans Teleskop genommen. Dabei sind insbesondere detaillierte Aufsuchkarten oder Ausdrücke von Himmelsdurchmusterungen von Interesse. Außerdem ist man auf der Suche nach Abbildungen, die dem eigenen visuellen Eindruck möglichst nahekommen. Das können Zeichnungen anderer Beobachter sein oder Fotos in bekannten Spektralbereichen, nach Möglichkeit grün oder blau. Vielfach bewährt hat sich der Blaukanal des Palomar Observatory Sky Survey (POSS).

In diese Ausdrücke wird dann von Hand alles mögliche eingezeichnet: Hinweise auf Details, Nachbarobjekte, Aufsuchsterne; al-

les, was am Okular parat sein soll. Dabei dürfen Maßstab und Grenzgröße nicht fehlen. Und idealerweise sind solche Materialien auf den eigenen Atlas abgestimmt – eine der schwierigsten Aufgaben ist es meist, das recht kleine Feld der Detailkarten am Teleskop überhaupt aufzufinden und zu identifizieren. Wenn man hier schlampft, können Stunden vergehen – ich spreche aus eigener Erfahrung.

Bilder statt Texte

Mit dem interstellarum Deep Sky Atlas war es mir gelungen, einen Atlas zu konzipieren, der in jeder Faser an den praktischen Benutzer denkt. Warum sollte das nicht auch mit einem Beobachtungsführer dazu möglich sein? Und wäre es nicht fantastisch, wenn beide so aufeinander abgestimmt wären, dass man nichts anderes mehr ins Feld nehmen und eigentlich gar nichts mehr vorbereiten muss, weil alles schon da ist?

Der wichtigste Grundsatz für mein Konzept: »Ein Bild sagt mehr als tausend Worte!« Ich verzichte bis auf eine ganz kurze Stichwort-Charakteristik bewusst auf jede Art von Beobachter-Prosa. Diese ist meistens wertend, oft unvollständig, und nie gibt sie einen Eindruck davon, wie das Objekt wirklich im Okular aussieht. Das kann nur ein Bild.

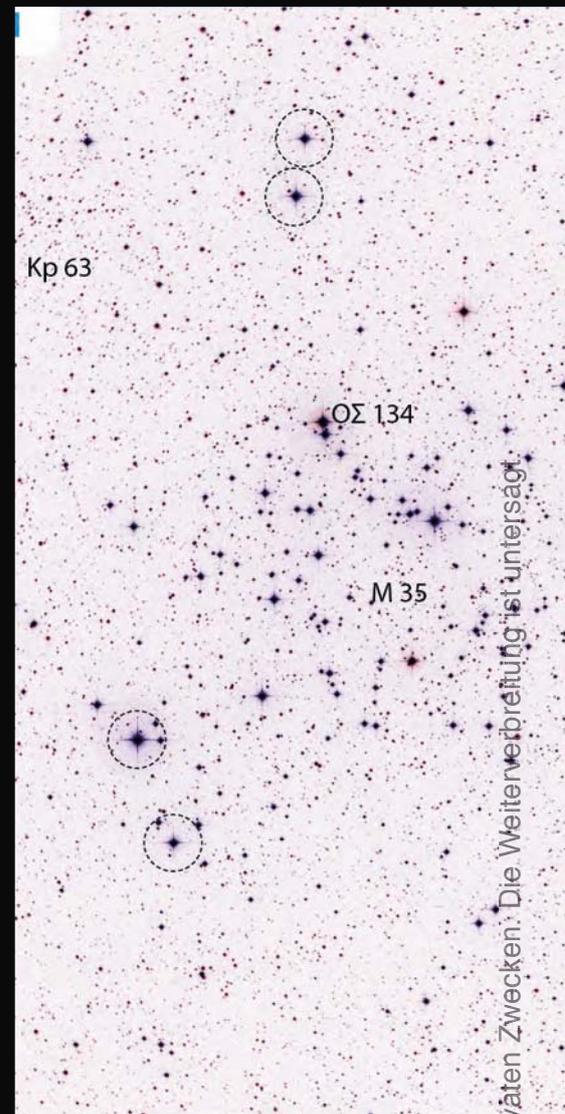
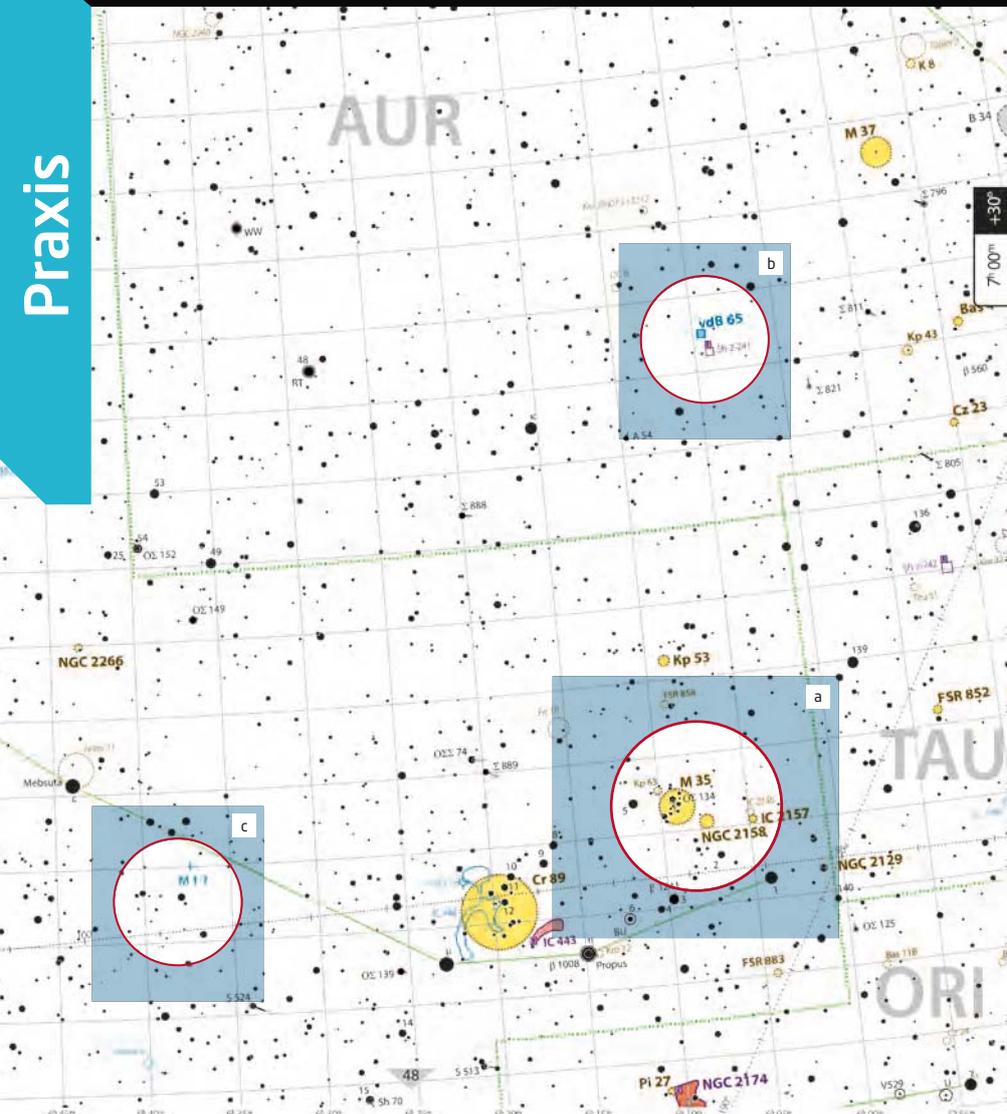
Am besten sind Zeichnungen. Und zwar nicht solche Übersichtsskizzen, wie sie in den USA populär sind, mit einem runden Okularausschnitt, aber gleichzeitig nie mit der nötigen Detailtiefe, um alle außer den riesengroßen Objekten zu identifizieren oder gar Details zu zeigen, sondern richtige Akkumulationszeichnungen, wie sie die Zeitschrift »interstellarum« populär gemacht hat: Hier hat ein erfahrener Beobachter über viele Minuten, Stunden oder Tage alle sicher verifizierten Details eingetragen und zu einem Gesamtbild zusammengefügt.

Für die Einschätzung einer eigenen visuellen Beobachtung gibt es nichts Besseres. Der interstellarum Deep Sky Guide wird etwa 1000 solcher Zeichnungen enthalten. Sie stammen von mir und Uwe Glahn, einem der erfahrensten Deep-Sky-Beobachter weltweit, der in den letzten zehn Jahren einen unglaublichen Schatz an in ihrer Detailliertheit und Konsistenz einmaligen Zeichnungen erstellt hat.

so reizvoll – sicherlich die bekanntesten Objekte der Karte. Den Supernovarest IC 443 unweit östlich haben viele Sternfreunde ebenfalls parat, das kleine »O« erinnert daran, dass hier ohne den [OIII]-Filter nicht viel geht. vdB 65 dagegen wird selbst erfahrenen Deep-Sky-Beobachtern unbekannt sein, obwohl der Atlas diesen Reflexionsnebel als Ziel für den Vierzöller unter Landhimmel offenbart. Noch weniger Beobachter dürften mit dem Galaxienhaufen AGC 568, dem Planetarischen Nebel M 1-7 oder gar dem Kugelsternhaufen Kaposov 2 vertraut sein. Die Karte 36 zeigt also jede Menge Beobachtungsvorschläge für eine kalte Februarnacht.

...reicht aber nicht

Doch auch der beste Atlas stößt an seine Grenzen, wenn es darum geht, im Vorfeld der Beobachtung oder im Feld unter den Sternen mehr zu erfahren über die Zielobjekte, vor allem Hilfe zur Identifikation der Objekte und zu interessanten Details. Ob spontan oder vorbereitet, bei vielen Objek-



Praxis Zwecken: Die Weiterverbreitung ist untersagt.

▲ Abb. 2: Ausschnitt aus der Karte 36 im interstellarum Deep Sky Atlas.

Mehr als pretty

Ihre Stärke ist gleichzeitig auch ihre Schwäche: Zeichnungen sind immer subjektiv. Und sie können nicht so genau sein wie ein Foto. Deshalb war für mich klar, dass es beides parallel geben muss.

Es wäre naheliegend, auf Amateurfotos zurückzugreifen. Doch es gibt gute Gründe, das nicht zu tun: Die meisten Fotografen konzentrieren sich auf »pretty pictures«. Für die meisten Objekte gibt es deshalb gar keine Amateurbilder. Und vor allem hat jedes Amateurfoto seine eigene Entstehungsgeschichte: Kamera, Optik, Belichtungszeit, Bildbearbeitung – jeder Fotograf arbeitet anders. Damit sind die Ergebnisse im Endeffekt nicht mehr miteinander vergleichbar.

Gerade diese Vergleichbarkeit bei spektraler Empfindlichkeit, Grenzgröße und Intensität ist jedoch für die Vorbereitung einer visuellen Beobachtung essentiell. Deshalb kommt nur eine Bildquelle infra-

ge, die diesen Kriterien entspricht: Der gute alte Palomar Sky Survey (POSS).

Im Rahmen dieser fotografischen Himmelsdurchmusterung wurde in den 1950er und dann noch einmal in den 1990er Jahren mit Teleskopen in den USA und Chile der gesamte Himmel fotografiert. Grenzgröße und Qualität dieser Durchmusterung sind nahezu einheitlich – ideal für den Beobachtungsführer.

Rot oder blau?

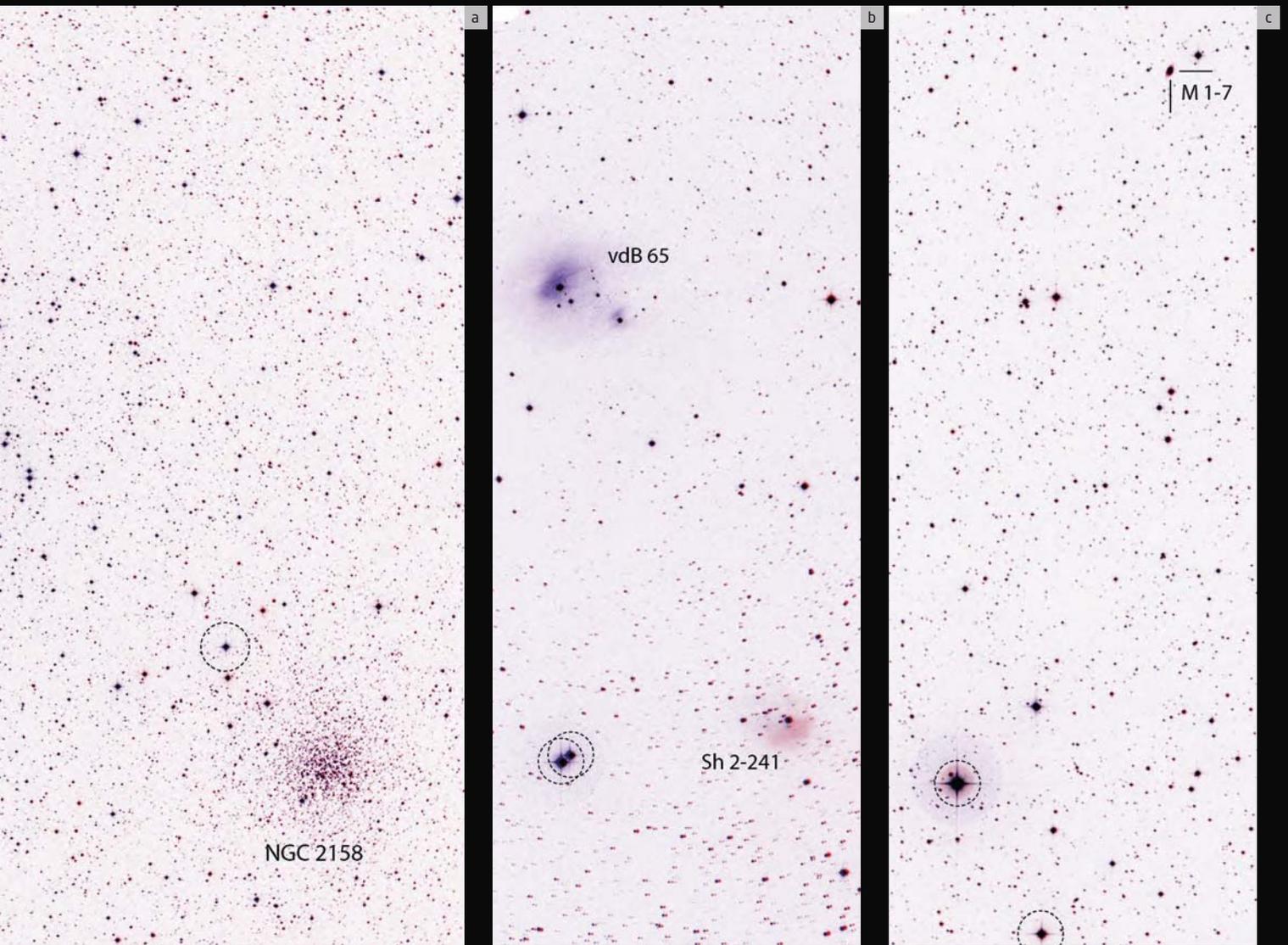
Für visuelle Beobachter besonders von Interesse ist der Blaukanal, weil er dem visuellen Eindruck am nächsten kommt. Doch auch die rote Farbe zeigt interessante Details, die relevant sein können. Ich hatte deshalb die Idee, beide Farben zu einem Zweifarbkomposit zu vereinen. Gleichzeitig wählte ich eine Darstellung auf hellem Hintergrund, weil sich so schwache Details besser darstellen lassen.

Das Ergebnis ist faszinierend: Die Zweifarbkomposite zeigen auf einen Blick, ob ein Objekt eher rot oder eher blau ist. Viele zeigen Details in beiden Farben. Und der Clou: Bei der Benutzung mit einer roten Taschenlampe verschwinden die nachts nicht sichtbaren rein roten Details, während die blauen Einzelheiten hervorgehoben werden – genauso wie es das menschliche Auge wahrnimmt.

Der interstellarum Deep Sky Guide enthält an die 2000 solcher Zweifarbkomposite. Auf ihnen sind mehr als 2700 Objekte dargestellt. Das sind mehr Objekte, als die meisten Beobachter in ihrem Leben sehen. Und auch für Astrofotografen bieten diese Darstellungen eine Fülle von Ideen, um außerhalb der ausgetretenen Pfade neue Ziele zu entdecken.

Auf die Details kommt es an

Der interstellarum Deep Sky Guide wird jedoch von den Beobachtern nur dann an-



▲ Abb. 3: Ausschnitte aus der Karte 36 des interstellarum Deep Sky Guide mit den Ansichten von M 35 (a), vdB 65 (b), M 1-7 (c).

genommen werden, wenn er auch in der Praxis funktioniert. Hier setzen zahlreiche Merkmale an, die den Unterschied machen.

Der Guide ist exakt so wie der Atlas gegliedert: Für jede Karten-Doppelseite im Atlas gibt es im Guide eine mit derselben Nummer bezeichnete Doppelseite mit den POSS-Kompositen und Zeichnungen. Bei einigen stark bevölkerten Regionen sind es zwei oder sogar drei Doppelseiten, damit alle attraktiven Beobachtungsziele vorgestellt werden können.

Die Objektauswahl soll nicht flächendeckend die hellsten Objekte abdecken, sondern für alle Teleskopöffnungen interessante Ziele bereithalten – helle genauso wie kaum sichtbare Herausforderungen. In einer Tabelle auf jeder Doppelseite sind alle Objekte aufgelistet, gegliedert in die aus dem Atlas bekannten Öffnungskategorien. Diese geben einen Anhaltspunkt, ob ein Objekt mit dem eigenen Fernrohr sichtbar sein wird oder nicht.

Zentral ist die Orientierung. In den Zweifarbkompositen helfen Markierungen diejenigen Sterne zu finden, die auch im Atlas enthalten sind. Ein kleiner Maßstabsbalken lässt einfach die Feldgröße abschätzen. Und mithilfe der Labels und Markierungen findet man auch in dichten Milchstraßenfeldern schnell zu den Zielobjekten.

In der Tabelle sind Objekttyp und Sternbild vermerkt. Außerdem gibt es maßgeschneiderte Beobachtungstipps zu jedem Objekt, etwa zur Vergrößerung und zum Filter. Das ist möglich, weil Uwe und ich die große Mehrzahl der behandelten Objekte auch selbst beobachtet haben. Schließlich ermöglicht eine kleine Kartenskizze, schnell die Objekte auf der entsprechenden Atlaskarte zu finden.

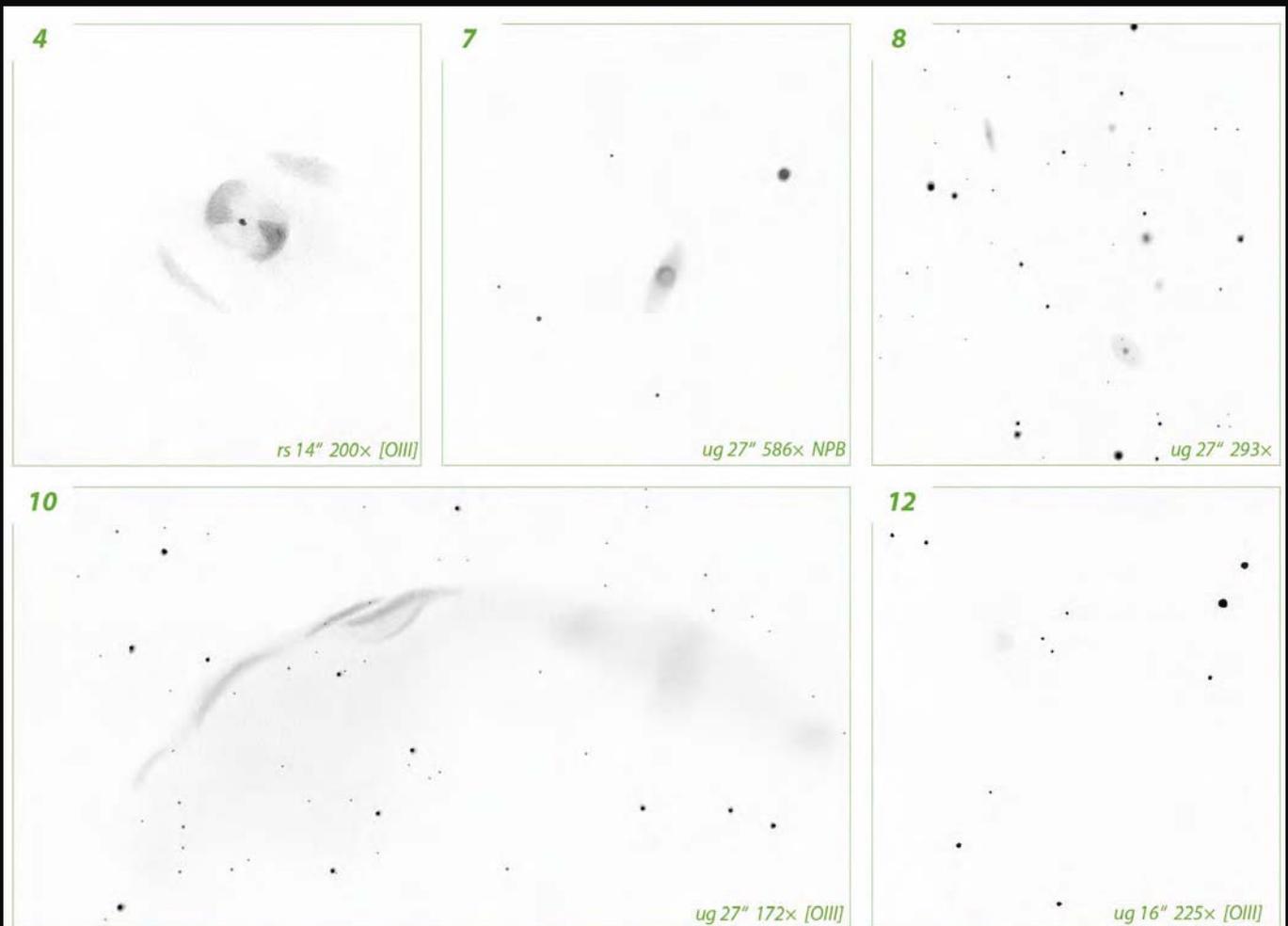
Mehr entdecken

Und wie sieht unsere Karte 36 nun aus? M 35 und NGC 2158 sind ein Hingucker! Aber das POSS-Komposit zeigt sogar noch

einen dritten Sternhaufen neben den beiden, Kp 63. Im Guide direkt daneben: vdB 65 und Sh 2-241. An den verschiedenen Farben erkennt man schnell: Den blauen Reflexionsnebel wird man nachts problemlos wahrnehmen können. Der rötliche Emissionsnebel stellt hingegen eine Herausforderung dar. Auch das Bild von IC 443 gibt zu denken: So einfach wie auf dem Foto wird der Supernovarest visuell nicht zu sehen sein.

Beim Planetarischen Nebel zeigt sich, dass sich Foto und Zeichnung ideal ergänzen: Dank Aufsuchstern findet man den kleinen Nebel, dessen Kreuz-Symbol im Atlas schon anzeigt, dass es sich um ein winziges Objekt handelt. Die Zeichnung offenbart, dass man mit einem größeren Teleskop und entsprechender Vergrößerung durchaus Details entlocken kann.

Und auch noch schwierigere Ziele wie den Galaxienhaufen AGC 568 und den Kugelsternhaufen Kaposov 2 lassen sich mit Atlas und Guide finden, ohne dass es dazu län-



▲ Abb. 4: Die Zeichnungen der Karte 36 des interstellarum Deep Sky Guide. Sie zeigen die Planetarischen Nebel NGC 2371-2 (4) und M1-7 (7), Galaxien der NGC 2291-Galaxiengruppe (8), den »Quallennebel« IC 443 (10) sowie den Planetarischen Nebel HoCr 1 (12).

gerer Vorbereitung bedarf. Und vielleicht stoßen Sie dank des isDSG auf den Planetarischen Nebel Howell-Crisp 1 (HoCr 1) und versuchen eine Beobachtung – wer weiß, vielleicht gelingt Ihnen eine Sichtung? Ich bin sicher, dass der interstellarum Deep

Sky Guide Ihren Horizont ungemein erweitern wird.

Alles, was Deep-Sky-Beobachter zukünftig noch brauchen, sind zwei Werkzeuge: Atlas und Guide. Ohne Vorbereitung lässt sich damit zu jeder Jahreszeit und an jedem

Ort der Welt eine enorme Vielfalt an Objekten beobachten – für jede Öffnung und jeden Anspruch. Diese Kombination dürfte sich anderswo schwerlich finden lassen.

► Ronald Stoyan

IM DETAIL

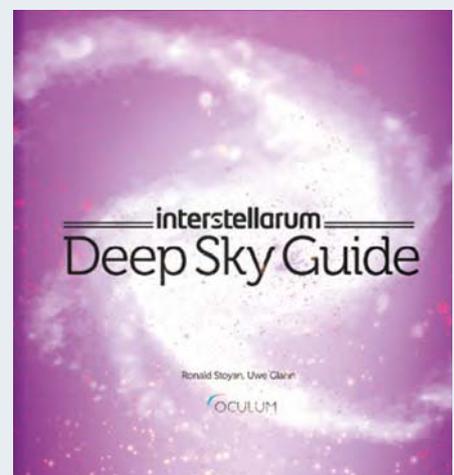
Sichern Sie sich eine Premium-Ausgabe!

Wie auch beim interstellarum Deep Sky Atlas wird es beim Guide zwei Ausgaben geben: Eine Normal-Ausgabe, die auf festerem Papier gedruckt ist, und eine Premium-Ausgabe, gedruckt auf wasser- und reißfester Plastikfolie. Diese Version können Sie taunass werden lassen, sie wird trotzdem nicht beschädigt; lediglich ein Trockenwischen der nassen Seiten ist vor der nächsten Beobachtung zu empfehlen.

Die Herstellung dieser Premium-Version ist aufgrund der speziellen Folie sehr teuer. Der Druck ist nur parallel zur Normalversion zu annehmbaren Kosten mög-

lich. Um das Interesse genau abzufragen, ist bis Mitte März auf der Plattform Startnext die Vorab-Bestellung von Exemplaren möglich: Finden sich mindestens 350 Interessenten, kann die Premium-Ausgabe produziert werden.

Beim interstellarum Deep Sky Atlas war die Premium-Ausgabe innerhalb von wenigen Wochen vergriffen. Wenn Sie sich den Guide sichern wollen, nehmen Sie unbedingt an der Aktion auf Startnext teil. Nur so erhalten Sie garantiert ein Exemplar. Ein Nachdruck wird auch hier wie schon beim Atlas nicht möglich sein.



Vorbestellung auf Startnext:
www.startnext.de/isdsg

DER ORIONNEBEL MIT EINEM 10-ZOLL-NEWTON

Das Weltraumteleskop Hubble begeistert seit Jahren mit seinen spektakulären Bildern. Doch auch Amateurastronomen gelangen vielfach beeindruckende Aufnahmen – mit deutlich günstigerer Technik, dafür aber mit sehr viel Leidenschaft. In dieser Rubrik wollen wir künftig zeigen, was Amateurastronomen heute leisten können und lassen Hubble gegen Amateure antreten. Diesmal: der Orionnebel.

HUBBLE

AMATEURE

 **Hubble**



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

D A T E N Beteiligte Wissenschaftler: M. Robberto (Space Telescope Science Institute/ESA) und das Hubble Space Telescope Orion Treasury Project Team. Das Mosaik des Orionnebels wurde im Januar 2006 veröffentlicht und entstand aus Daten der Advanced Camera for Surveys (Oktober 2004–April 2005) an Bord des Weltraumteleskops Hubble in verschiedenen Filterbereichen. Außerdem wurden Daten des Wide Field Imager am ESO/MPG-2,2-Meter-Teleskop in La Silla (11. Dezember 2001) verwendet.

▲ Abb. 1: Mosaik des Orionnebels des Weltraumteleskops Hubble veröffentlicht im Januar 2006.

Der Orionnebel steht wohl bei jedem Astrofotografen auf der To-do-Liste. Nachdem ich 2015 eine astromodifizierte Vollformat-DSLR erworben hatte, wurde im folgenden Winter natürlich auch das Sternbild Orion angesteuert, passt doch dieses große Sternentstehungsgebiet im Zusammenspiel mit dem Newton-Teleskop bei 1200mm Brennweite wunderbar mit dem »Running Man« zusammen in den Bildausschnitt der Kamera.

Problem im sanften Hügelland des Südens von Österreich ist allerdings das Wetter: Bei nur 243m Seehöhe ist die Region zwischen Oktober und März natürlich sehr anfällig für Nebelbildung. Daher benötigt man trotz der langen Nächte mehrere Anläufe, um ein Objekt

abschließen zu können – oder man muss oftmals gewonnene Daten wieder löschen, ob des eingefallenen Nebels. Die Saison, wenn man sie so nennen will, ist für mich eigentlich die Zeit von April bis einschließlich September.

Um dem enormen Dynamikumfang des Orionnebels gerecht zu werden, wurden Belichtungen von 30s bis 600s Länge verwendet und dann gemeinsam in PixInsight verrechnet – das gezeigte Bild ist also kein zusammengebasteltes, aus mehreren Einzelbildern bestehendes Ergebnis via Photoshop-Ebenentechnik, sondern ein einziger, gemeinsamer Prozess. Das Ziel der Bearbeitung war, dass die Trapez-Region nach wie vor den hellsten Bildteil darstellt, gleichzeitig sollten aber die Trapez-Sterne darin nicht in

der Überbelichtung verschwinden, was dank schwacher Anwendung des HDR-Tools in PixInsight auch erreicht wurde. Die Farbgebung erfolgte durch Verwendung des Prozesses »Photometric Color Calibration«.

Mithilfe einer Sternmaske wurden die kleinen und mittleren Sterne etwas in ihrer Größe reduziert, sodass der Nebel bzw. die Staubschwaden stärker zur Geltung kommen. Eine weitere Maske vom Nebel selbst, minus der darin befindlichen Sterne, wurde angewandt, um die Sättigung des Nebels zum finalen Ergebnis zu erhöhen. Den letzten Schritt der Bearbeitung bildete dann eine leichte Schärfung des Nebels selbst.

► Michael Schmidt



Amateur



M. Schmidt

D A T E N
 Fotograf: Michael Schmidt
 Aufnahmedaten: 26. Januar und 6. Februar 2016
 Teleskop/Montierung: 10 Zoll Lacerta Newton auf Skywatcher EQ8
 Kamera: Vollformat Nikon DSLR (astromodifiziert)

Nachführkontrolle: Sucherguiding mit MGEN-II Autoguider
 Belichtungszeit: insgesamt 3,4h
 Nachbearbeitung: PixInsight
 (im November 2017)

▲ Abb. 2: Der Orionnebel in einer Aufnahme des Amateurastronomen Michael Schmidt, aufgenommen mit einem 10-Zoll-Newton-Teleskop.

DIE »THE WORLD AT NIGHT« KAMERA

Die Pentax KP im Test

Fotografie im TWAN-Stil, TWAN steht dabei für »The World at Night«, wird immer beliebter. An die Schwachlicht-Fähigkeiten einer Kamera stellt dieser Art der Fotografie aber ganz besondere Anforderungen. Im Frühjahr 2017 hat Pentax eine neue DSLR mit APS-C-Sensor vorgestellt, bei der als Besonderheit ihre Lowlight-Fähigkeit beworben wird. Grund genug, diese Kamera auf ihre astrofotografische Eignung hin zu untersuchen.

Mit der KP hat Pentax eine digitale Spiegelreflexkamera der gehobenen Mittelklasse lanciert, die mit einigen ihrer Features speziell den Astrofotografen ansprechen dürfte. Neben einem extremen Empfindlichkeitsbereich bis hin zu ISO 819200, der zumindest hoffen lässt, dass Einzelaufnahmen auch bei ISO 6400 und darüber noch ohne – oder zumindest mit sehr geringer – Rauschreduzierung vorzeigbare Ergebnisse liefern, bietet sie einen augenadaptionsfreundlichen »Red«-Modus, bei dem das gesamte User-Interface und auch das Liveview-Bild in tiefem Rot dargestellt werden. Dessen Helligkeit lässt sich darüber hinaus in mehreren Stufen sehr stark reduzieren.

Das in der optischen Achse nach oben und unten schwenkbare Display zeigt selbst aus exponierten Blickwinkeln kein durchscheinendes Weißlicht und ist somit wirklich uneingeschränkt astrotauglich. Durch

das schwenkbare Display ist auch in steil nach oben gerichteten Kamerapositionen ein Fokussieren mittels Liveview am Stern problemlos möglich. Darüber hinaus bietet die KP im B-Modus (Langzeitbelichtung) nicht nur die gängige



▲ Abb. 2: Die Pentax KP mit dem Pentax DA* 50-135mm f/2,8 ED [IF] SDM.

M. Langlotz

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



◀ Abb. 1: Eisenbahnbrücke mit Nachtzug aufgenommen mit der Pentax KP und einem Pentax DA* 16-50mm f/2,8 ED [IF] SDM bei 16mm, Vordergrund: ISO 800, f/3,2, 30s, manuell fokussiert auf die Brücke; Himmel: ISO 6400, f/2,8, 13s, manuell fokussiert auf die Sterne.

Möglichkeit, den Verschluss so lange offen zu halten, wie der Auslöser betätigt ist, sondern es kann im B-Modus auch eine Belichtungszeit von zehn Sekunden bis maximal 20 Minuten eingestellt werden.

Bei Mehrfachbelichtungen kann die Kamera nicht nur wie üblich addieren, sondern auch mitteln (stacken). Ein Stacking ist auch bei gleichzeitiger Kumulation heller Bereiche möglich, wodurch Sternspuraufnahmen als Einzelbild im RAW-Format direkt in der Kamera generiert werden können. Ein weiteres Highlight für den Astrofotografen ist zudem die sogenannte Astrotracer-Funktion, für die allerdings ein zusätzliches GPS-Modul benötigt wird. Die scheinbare Drehung des Himmels kann mit dessen Hilfe durch Nachführen des Aufnahmemechs kompensiert werden.

Da das Magnesiumgehäuse der KP mit unzähligen Dichtungen gegen Staub und Spritzwasser geschützt ist, und auch viele originale Objektiv dieses Feature mitbrin-

gen und die Kamera explizit bis zu -10°C als voll funktionsfähig spezifiziert ist (was in dieser Form nicht einmal bei fünf Mal so teuren Profikameras üblich ist), kann man sich auch in langen, kalten Winternächten der Funktionsbereitschaft der Kamera mehr als sicher sein.

Die KP ist im Übrigen eine voll tageslichttaugliche DSLR, sie besitzt also keinen speziell astromodifizierten Sperrfilter, was bei entsprechenden Kameramodellen ja gerne zu Weißabgleichproblemen und nicht korrigierbaren Farbabweichungen bei normaler Tageslichtfotografie führen kann. Dem steht natürlich die nominell schlechtere $\text{H}\alpha$ -Empfindlichkeit gegenüber.

In Summe bietet diese Spiegelreflexkamera von der Papierform her also einen Funktionsumfang, der sie für den ambitionierten TWAN- und Astrofotografen mehr als nur interessant machen dürfte. Inwieweit dieser Anspruch auch in die Realität umgesetzt wurde, soll ein detaillierter Test zeigen.

Testobjekte und Testsetup

Um die grundlegende Bildqualität der KP einzuordnen, wurden bei normalen Schwachlichtverhältnissen und auch am Tag Testaufnahmen erstellt. Die Nachthimmel- und Deep-Sky-Aufnahmen wurden allesamt von einem nicht nachgeführten, stabilen Fotostrativ (Manfrotto 190XDB, mit 3-Wege-Neiger 804RC2) aufgenommen, es kam keine Nachführplattform zum Einsatz. Um die Funktion des Astrotracers (Nachführung über Sensorbewegung) zu testen, wurde die KP darüber hinaus mit dem optional als Zubehör erhältlichen GPS-Modul O-GPS1 ausgestattet.

Bei der Inbetriebnahme der KP fällt sofort auf, dass die Kamera vom Bedienkonzept ungewöhnlich ist: Die meisten Funktionen müssen erst auf frei belegbare Tasten bzw. Konfigurationen programmiert werden, bevor man richtig loslegen kann. Diese hohe Personalisierbarkeit bedarf zwar einer gewissen Einarbeitung, hat dann aber den Vorteil, dass man

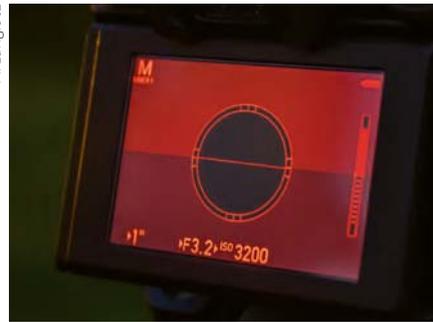
sich sehr detaillierte Presets erstellen kann, die man mit einem Dreh am Moduswahlrad abrufen. Beispielsweise wurde für TWAN-Aufnahmen im Rahmen des Tests ein Preset erstellt, bei dem das LCD rot und maximal dunkel eingestellt, Spiegelvorauslösung aktiviert sowie eine bevorzugte Blenden-, Zeit- und ISO-Kombination voreingestellt ist (f/3,2, 20s, ISO 3200). Dadurch können Fehler durch falsch gewählte Aufnahmeparameter im Dunkeln vor Ort sehr effektiv vermieden werden. Die vorgeählten Parameter stellen lediglich den Startwert dar und können während des Betriebs jederzeit beliebig manuell verändert werden, um der jeweiligen Aufnahmesituation optimal gerecht zu werden. Insgesamt fünf vollkommen frei programmierbare Usermodi stellt die KP zur Verfügung. Hinzu kommen vier frei konfigurierbare Funktionstasten sowie drei frei bedienbare Customfunktionen.

Die KP in der Praxis

Hat man sich erst einmal mit der Bedienung der KP vertraut gemacht, wird man sehr schnell das Potenzial des Aufnahmesensors ausloten wollen. Und in diesem Bereich spielt die Kamera ihre größten Trümpfe aus: Landschaftsaufnahmen mit Sternhimmel oder Milchstraße lassen sich problemlos als Einzelaufnahmen erstellen, ohne dass Farb- oder Luminanzrauschen den Bildeindruck stören würden. Farbstabilität ist bis in hohe fünfstellige ISO-Werte gegeben, und Luminanzrauschen lässt sich auch bei ISO 12800 und leicht darüber noch ohne nennenswerte Detailverluste auf ein nicht mehr störendes Maß reduzieren. Die ist umso bemerkenswerter, da bei Landschaftsaufnahmen mit Milchstraße lediglich sehr niedrige Lichtwerte von -6EV und darunter vorhanden sind, was für jeden Bildsensor eine besonders hohe Herausforderung darstellt. Für ein erschütterungsfreies, berührungsloses Auslösen vom Stativ kann die KP entweder über einen Kabelfernauslöser (Klinkenbuchse) oder aber über Wi-Fi mittels der pentaxeigenen App Image Sync ferngesteuert werden. Image Sync ist sowohl für Android als auch für iOS kostenfrei im Appstore erhältlich.

Steuerung per Smartphone

Nachdem die Kamera im Wi-Fi-Menü des Smartphones angemeldet ist, stehen nahezu alle Funktionen der Kamera auch über die App zur Verfügung. Neben der Anzeige des Liveview kann beispielsweise auch im speziell für die KP erweiterten B-Modus die Belichtungszeit frei eingestellt werden. Sämtliche Aufnahmepara-



▲ Abb. 3: Der Nachtmodus der KP im realen Einsatz.



▲ Abb. 4: Tethering der KP über die Smartphone App Image Sync - Einstellung der Belichtungszeit im B-Modus

meter, auch die Spiegelvorauslösung, sind per App bequem steuerbar, ohne die Kamera berühren zu müssen. Leider bietet die App keinen Nightview-Modus wie die Kamera, was bei dem

durchdachten Gesamtkonzept durchaus wünschenswert gewesen wäre. Bei einer nächtlichen Aufnahmesession mit langen Belichtungszeiten und eventuell noch niedrigen Temperaturen wird naturgemäß der Akku einer Kamera stark beansprucht, nutzt man noch das Tethering via Wi-Fi oder den Liveview, umso mehr. Demgegenüber steht der für eine DSLR sehr kompakte Body der KP, welcher den Entwicklern leider nur Raum für den kleinen Akku D-Li109 ließ, der mit seinen 1050mAh bei 7,4V im Lauf eines längeren Abends schnell an seine Kapazitätsgrenzen stößt. Hier sollte man also stets einen oder zwei Ersatzakkus dabei haben, oder in den optionalen Batteriegriff investieren, der dann noch zusätzlich den großen D-Li90-Akku mit 1860mAh aufnimmt. Dadurch verdreifacht sich die Kapazität der Kamera fast.

Die Bedienelemente der Kamera sind sehr griffig und haptisch hochwertig ausgeführt und lassen sich auch im Dunkeln sehr gut ertasten. Die Druckpunkte und Rastungen sind sauber definiert. Was bei einer flüssigen Bedienung der Kamera teilweise als störend empfunden wird, ist die merkliche Einschaltverzögerung von rund eineinhalb Sekunden. Auch wenn die KP nach einer einstellbaren Zeit der Nichtbenutzung in den Ruhemodus geht, genehmigt sie sich nach dem Druck auf den Auslöser diese Bedenkzeit, um sich wieder zu aktivieren und auf weitere Eingaben zu reagieren. Bei einer Kame-



► Abb. 5: Typische TWAN-Aufnahme. Ein Einzelbild. Pentax KP mit Pentax DA 15mm f/4 ED AL limited bei f/5, 20s, ISO 5000. Hier ist schön zu sehen, dass weder die Farbdynamik noch die Belichtungsdynamik den bei derartigen ISO-Stufen oftmals typischen Rückgang zeigen. Auch die Wiedergabe feiner Details ist nahezu uneingeschränkt, da nur eine minimale Rauschreduzierung angewendet werden musste.

ra dieser ambitionierten Preisklasse hätte dies nicht sein müssen.

Vorbildlich gelöst hingegen ist die Dateiablage auf SD-Karte, denn die KP kann – wie bei allen Pentax-DSLRs üblich – Raw-Dateien sowohl im proprietären PEF-Format als auch im offenen DNG-Format speichern. Das DNG bietet den Vorteil, dass die Raw-Dateien beispielsweise auch von älteren Photoshop-Versionen gelesen werden können und auch unter Windows 10 eine Bildvorschau im Explorer möglich ist. Der Bearbeitungsspielraum der Raw-Dateien ist sowohl bei konventionellen Tagfotografien als auch bei nächtlichen Lowlight-Szenarien enorm, ein Histogrammstretching um fünf Blenden fördert weder übermäßiges Rauschen noch Banding hervor. Die Bildqualität ist also genau so, wie man es sich als Lowlight-Fotograf wünscht.

Die Kamera im Deep-Sky-Einsatz

Natürlich drängt sich bei derart vielversprechender Bildqualität als nächstes die Frage auf, was die Kamera im Deep-Sky-Einsatz so liefern könnte. In diesem Zusammenhang war vor allem interessant, wie sich die von Pentax angebotene Astrotracer-Funktion in der Praxis bewährt. Hierbei wird über GPS- und Neigungsinformationen die Erdrotation mittels Sensorbewegung kompensiert. Dazu



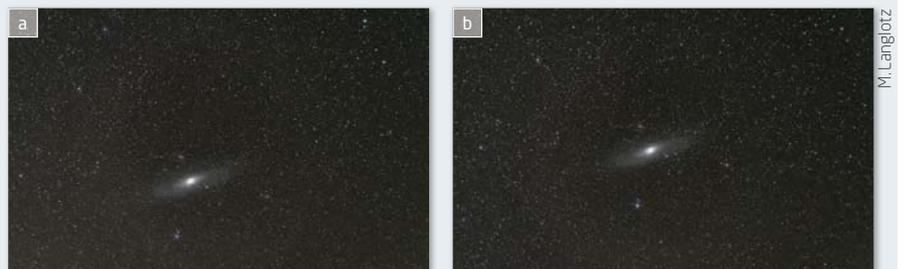
▲ Abb. 6: Weitwinkelbild mit der Pentax KP mit Pentax DA 21mm f/3,2 AL limited (oben), darunter ein 100%-Ausschnitt mit Antares mit M4 bei ISO 6400 (links) und ISO 12800 (rechts), um den Unterschied im Rauschen bei verschiedenen ISO-Werten darzustellen.

IM DETAIL

Der Astrotracer

Der sogenannte Astrotracer ist eine technische Lösung von Pentax, lang belichtete Sternfeldaufnahmen direkt in der Kamera, also ohne externe Nachführung, anzufertigen. Hierzu macht man sich zunutze, dass der in fünf Achsen bewegliche Sensor (lateral horizontal und vertikal, Rollwinkel, horizontaler Nick- und vertikaler Gierwinkel) dazu verwendet werden kann, der scheinbaren Bewegung der Sterne zu folgen. Bedingung hierfür ist, dass die Kamera zum einen den genauen Standort sowie die Blickrichtung und den Elevationswinkel der Kamera kennt. Dies geschieht durch das optional für die KP erhältliche GPS-Modul O-GPS1 sowie die kamerainternen Neigungssensoren der digitalen, zweiachsigen Wasserwaage.

Zum anderen ist für die korrekte Nachführgeschwindigkeit die Kenntnis der Brennweite vonnöten. Bei Verwendung von original Pentax-Objektiven kennt diese die Kamera selbstverständlich, beim



▲ Abb. 7: Die beiden Abbildungen zeigen das erste (a) und letzte Bild (b) einer fünfminütigen Aufnahmeserie von M 31 bei einer Brennweite von 135mm (60 Sekunden Einzelbelichtungszeit, ISO 1600, f/3,2). Deutlich wird, dass bei 135mm Brennweite durchaus 10×60 Sekunden belichtet werden könnten, bei kürzeren Brennweiten entsprechend länger.

Anbringen einer unbekannteren (z.B. älteren, manuellen) Linse fragt die Kamera die Brennweite über eine Eingabemaske ab, bevor dieses verwendet werden kann. Anhand von Brennweite und Blickrichtung ermittelt die Kamera eine maximal mögliche Einzelbelichtungszeit, die im Astrotracer-Modus nicht überschritten werden kann. Diese dynamische Obergrenze liegt z.B. bei einer Brennweite von 135mm und Objekten nahe dem Himmelsäquator bei einer Minute und

50 Sekunden. Über die Serienbildfunktion kann dann automatisch eine ganze Reihe an Einzelframes belichtet werden. Nach jedem Einzelbild relaxiert der Bildsensor wieder in seine Nullposition. So entsteht eine Reihe leicht versetzter Einzelbilder, die in jeder Stacking-Software überlagert werden kann.

Damit ist auch klar, dass bei der Gesamtbelichtungszeit spätestens dann Schluss ist, wenn das Objekt komplett aus dem Bildfeld verschwunden ist.

M. Langlotz



▲ Abb. 8: M31. Stack von fünf Astrotracer-Aufnahmen zu je 60s bei 135mm Brennweite. Pentax KP mit Pentax DA* 50-135 f/2,8 ED [IF] SDM bei f/3,2 und ISO 1600.

muss in den Sucherschuh der Kamera das optional erhältliche O-GPS1-Modul aufgesteckt werden. Leider wurde bei der KP zugunsten eines Blitzes auf ein internes GPS-Modul wie bei der K3-II verzichtet, so dass hierfür nochmals gut 200 Euro Investition fällig werden.

Das GPS-Modul ist wie die Kamera staub- und feuchtigkeitsgeschützt und wird über einen kleinen Druckschalter aktiviert. Die Betriebsbereitschaft wird durch eine kleine blaue Status-LED signalisiert, was sich als wenig durchdacht erwies: Einerseits dient das GPS-Modul als Basis für die Astrotracer-Funktionalität, die Kamera verfügt sogar über ein dezent rotes Benutzerinterface, und nun wird das ganze zunichte gemacht durch diese auch noch besonders helle, blaue Statusanzeige, die unnötigerweise auch noch an der Rückseite des Moduls angebracht ist, so dass sie genau ins Auge strahlt, wenn man über den – im Übr-

igen für eine APSC-Kamera sehr großen und hellen – optischen Pentaprismensucher blickt, um die Kamera auf einen bestimmten Himmelsausschnitt auszurichten. Hier bleibt nur der Griff zu einem Stück schwarzen Isolierklebeband, um dem Spuk ein Ende zu bereiten.

Vor dem Fotografieren kalibrieren

Damit die Kamera weiß, in welche Himmelsrichtung sie zeigt, ist zunächst der kamerainterne Kompass zu kalibrieren. Hierzu muss die Kamera in allen drei Raumachsen (Hoch-, Quer- und Längsachse) langsam mit der Hand um jeweils mindestens 180° gedreht werden. Dabei ist gerade mit einer lichtstarken Telebrennweite darauf zu achten, dass einem die Kamera nicht aus der Hand gleitet. Nach erfolgreicher Kalibrierung meldet ein Pop-Up im Display, dass die Kalibrierung

erfolgreich war. Nun kann die Kamera auf Stativ gesetzt werden, und der gewünschte Himmelsausschnitt anvisiert und per Liveview fokussiert werden. Die maximale Vergrößerung des Liveview bei manuellem Fokus ist mit 16× größer als ein Bildpixel pro Bildschirmpixel, und somit problemlos für ein präzises Scharfstellen geeignet. Aufgrund der Rauschermut und Empfindlichkeit des Sensors finden sich auch immer genügend Sterne zum Fokussieren im Bildfeld.

Nun kann die Belichtungszeit frei gewählt werden, wobei die Kamera nur Werte bis zu einem Maximum erlaubt, welches sie aus dem Inklinationswinkel sowie der Brennweite des aufgesetzten Objektivs errechnet. Wichtig ist, dass beim Kalibrieren des Kompasses und Aufstellen der Kamera keine magnetischen Metallteile in der Nähe sind, insbesondere sollte man sich von seinem Auto mindestens zehn bis zwanzig Meter entfernen, sonst steigt die Wahrscheinlichkeit, dass doch noch leichte Strichspuren im Bild vorhanden sind. Dennoch kann es vorkommen, dass die Sternspuren nicht vollständig kompensiert werden. Der Astrotracer verhält sich ähnlich wie eine äquatoriale Nachführung ohne Guiding: wenn die Kalibrierung zwar in Ordnung ist, aber doch nicht zu 100% passt, dann resultiert das in leicht verzogenen Sternen. Man sollte also auf dem Display die erste Aufnahme kontrollieren, und gegebenenfalls nochmal die Kompasskalibrierung durchführen, die ja in unter einer Minute erledigt ist.

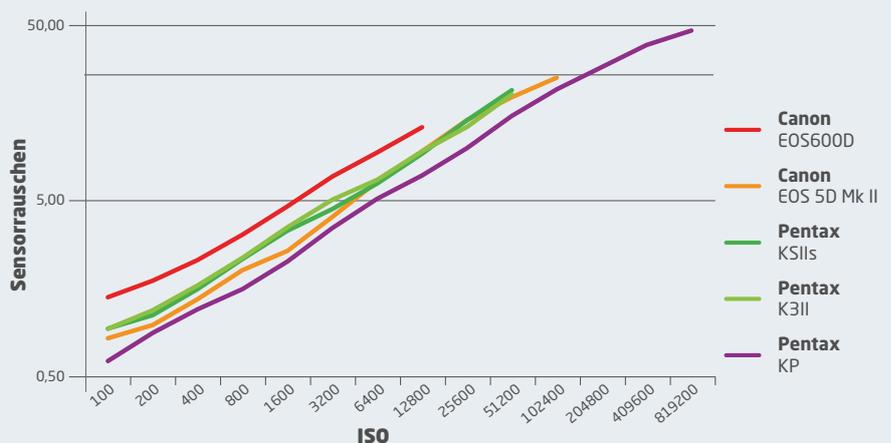
Frames, die mit dem Astrotracer belichtet wurden, können natürlich gestackt werden. Im Mo-

IM DETAIL

Vermessung des Sensors

Die KP wurde im Labor des Autors unter reproduzierbaren Bedingungen im Vergleich mit mehreren anderen DSLRs vermessen. Die H α -Empfindlichkeit wurde durch Aufnahme eines 656nm-Strahlers mit 10nm Halbwertsbreite aufgenommen, wobei ein Tageslichtnormal als Referenzfläche im Bild exemplarspezifische Unterschiede der ISO-Empfindlichkeit der jeweils getesteten Kamera kompensiert. Im Rahmen der Messgenauigkeit konnten dabei kein Unterschied bei den untersuchten Kameras (Pentax KP, Pentax K5-ILs, Pentax K3-II, Canon EOS 600D) gemessen werden.

Weiter wurden bei einer Umgebungshelligkeit von +2EV, also ziemlich dunklen Bedingungen, wie sie beispielsweise in einer klaren Nacht mit einer Mondphase um die 25% herrschen würden, ISO-Testreihen der



▲ Abb. 9: Normiertes Sensorrauschen bei verschiedenen ISO-Werten für fünf getestete Kameras.

KP und einiger anderer Kameras aufgenommen, und über die Standardabweichung einer 18%-Graukarte eine Metrik für das auftretende Rauschen gebildet. Um unterschiedliche Sensorauflösungen vergleichen

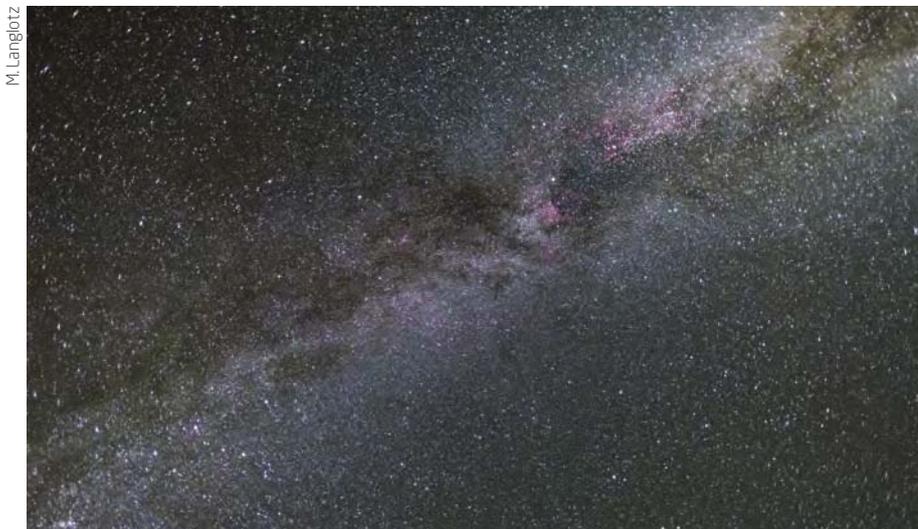
zu können, wurden alle Bilder rechnerisch auf fiktive 10 Megapixel normiert. Die folgende Abbildung zeigt die Standardabweichung als Funktion des eingestellten ISO-Wertes für einige getestete Kameras.

Abenteuer Astronomie/M. Langlotz

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

⚙️ DATEN

Modell	Pentax KP
Sensorgroße	23,5×15,6mm (APS-C)
Auflösung	6016×4000 Pixel (24,32 Megapixel)
Farbtiefe	3×14bit (Raw)
Empfindlichkeitsbereich	ISO 100 – ISO 819200
Verschlusszeiten, Normalprogramme	1/24000s – 30s
Verschlusszeiten, Astrotracer	1s – 5min
Verschlusszeiten, Langzeitbelichtung (B)	1s – 20min oder so lange Auslöser betätigt
Auslösefunktionen	Mehrfachbelichtung (Mittelwert, additiv, Helligkeit) Intervallaufnahmen 2-2000 Aufnahmen, 1s-24h Abstand
Liveview	Bis 16× Vergrößerung
Abmessungen (H×B×T)	101mm × 131,5mm × 76mm
Gewicht	703g (inkl. Speicherkarte und Akku)
Listenpreis (Gehäuse)	1299€



▲ Abb. 10: Einzelaufnahme der Milchstraße, entstanden mit dem Astrotracer. Pentax KP mit Pentax DA 15mm f/4 limited bei f/4, 120sec, ISO 3200. Schön sind auch die H α -Gebiete der Milchstraße zu erkennen.

saikmodus wird so das Bildfeld größer, weil ja das Objekt von Frame zu Frame über den Sensor wandert (vgl. Im Detail), nur steigt somit zu den Bildrändern hin das Rauschen, da in diesen Bereichen immer weniger Frames überlagert werden. Stackt man im Schnittmengenmodus, reduziert sich naturgemäß die Bildgröße umso mehr, je mehr Frames man überlagert. Da bei Nachführung über den Astrotracer die Kamera fest auf dem Stativ steht, ist der abgebildete Himmelsausschnitt von Bild zu Bild leicht versetzt. Es ist daher extrem wichtig, vor dem Stacking die Bilder in einem Raw-Konverter unter Zuhilfenahme der Objektiv-Verzeichnungskorrektur als 16-bit-TIFF zu entwickeln und diese Bilder dann zu überlagern. Andernfalls führt die nicht rektile Abbildung von fast allen Weitwinkel-Objektiven dazu, dass in großen Teilen des Bildes sich die Sterne wegmitteln. Dies liegt daran, dass sich der Abstand zweier Punkte ändert,

wenn diese durch das Bildfeld eines nicht rektilinear abbildenden Objektivs laufen. Leider gelingt die Verzeichnungskorrektur bei vielen weitwinkligen Optiken in der Praxis nicht hinreichend gut, so dass ein Stacking mehrerer Frames ohne sternleere Artefaktbereiche nicht oder nur mit Einschränkungen möglich ist. Es ist also ratsam, seinen Objektivpark daraufhin zu testen, welche Linsen für ein Stacking mehrerer Frames geeignet sind. Keine Probleme traten im Test hingegen bei längeren Brennweiten bis hin zu 135mm auf.

Die H α -Empfindlichkeit der KP erwies sich im Labor als vollkommen identisch zu der anderer, nicht astromodifizierter Spiegelreflexkameras (vgl. Im Detail). Bei den Rauschmessungen hingegen zeigte die KP gegenüber den besten im Markt verfügbaren APS-C-Kameras eine Verbesserung von einer Blendenstufe. Gegenüber Standard-APS-C-Kameras liegt der Vorsprung

bei zwei Blendenstufen. Damit liegt das Rauschverhalten der KP in einem Bereich, der sie durchaus vergleichbar mit den derzeit besten verfügbaren Vollformatkameras macht.

Fazit

Mit der KP hat Pentax eine Spiegelreflexkamera auf den Markt gebracht, die für ihre besondere High-ISO und Lowlight-Fähigkeit beworben wird. Im Test zeigte sich, dass dies nicht nur leere Versprechungen sind, sondern die KP bezüglich Rauschen, Dynamik und Farbstabilität im Bereich der APS-C-Kameras neue Maßstäbe setzt und dadurch zu den aktuell besten Vollformatkameras aufschließt. Mit dem GPS-basierten Astrotracer lässt sich, wenn man mit den technischen Einschränkungen umzugehen weiß, ein guter Einstieg in die Fotografie großflächiger Deep-Sky-Objekte machen. Auch bietet sich so die Möglichkeit, Astrofotografie im Urlaub zu betreiben, ohne zusätzliches Gepäck mitführen zu müssen. Leider verfügt die Kamera nicht über eine erweiterte H α -Empfindlichkeit, so dass sie in diesem Bereich gegenüber herkömmlichen DSLRs keinen Vorteil einfahren kann. Betrachtet man die Verarbeitungsqualität und Robustheit des Gehäuses sowie die äußerst umfangreichen Features der Kamera, relativiert sich auch der etwas ambitionierte Preis. Für TWAN, Lowlight- und Astrofotografie ist diese Kamera auf jeden Fall mehr als nur eine Überlegung wert.

► Markus Langlotz

★ BEWERTUNG

- ➕ **Überragende Bildqualität bei Tageslichtfotografie**
- ➕ **Sehr hohe Sensordynamik**
- ➕ **Ungewöhnlich niedriges Rauschen bis ISO 12800 und höher**
- ➕ **Sehr guter, blendfreier Nachtmodus**
- ➕ **Umfangreiches Funktionsportfolio für Astrofotografie**
- ➖ **Einschaltverzögerung wirkt oftmals irritierend**
- ➖ **kleiner Akku mit geringer Kapazität**
- ➖ **GPS-Modul nicht serienmäßig in Kamera integriert**
- ➖ **Extrem störende blaue Status-LED des GPS-Moduls**
- ➖ **sechsstellige ISO-Bereiche nur zu Vorschau- und Einstellungszwecken sinnvoll einsetzbar**

Gelungene Neuaufgabe IN BLAUGRÜN

Das Takahashi Mewlon 180C im Test

Refraktoren sind tolle Geräte für die Mond- und Planetenbeobachtung, und wie viele Leser bin ich ein Fan hochgezüchteter Edel-Apochromate. Aber ab Öffnungen von mehr als 120mm werden Linsenteleskope schwer, unhandlich und vor allem teuer. Auf der Suche nach einer Alternative stößt man auf Spiegel-Linsen-Teleskope wie die bekannten 8-Zoll-Schmidt-Cassegrains – oder Takahashis Mewlon-Serie. Das kleinste Modell mit 180mm Öffnung wurde nun neu aufgelegt.



Abenteuer Astronomie/Studio 1

▲ Abb. 1: Takahashis Mewlon 180C ist ein wunderschönes Teleskop. Was leistet es in der Praxis?

Ein Teleskop, das deutlich mehr Öffnung mitbringt als die noch erschwinglichen Apochromaten – bei gleichzeitiger geringem Gewicht und Packmaß –, aber auch keine schwere Montierung benötigt und gleichzeitig bei der Qualität keine Abstriche macht – der Markt

für solche Geräte ist überschaubar. Seit den 1970ern dominierten zunächst die Schmidt-Cassegrains von Meade und Celestron, in den 1990er Jahren waren Maksutovs aus russischer Produktion beliebt; deren Nachteil aber ihr großes Gewicht war. Seit vielen Jahren geht der Trend

zu mehrlinsigen Refraktoren; jedoch zu oft aberwitzigen Preisen.

Der Exot

Ein Exot der japanischen Marke Takahashi hat diese Moden überdauert: Das 1990 vor-

gestellte Mewlon ist ein dem Cassegrain verwandtes Dall-Kirkham-Spiegelteleskop. Dieses Design besitzt einen elliptischen, kurz-brennweitigen Hauptspiegel und einen sphärischen Fangspiegel, der den Brennpunkt um ein Mehrfaches nach hinten verlegt.

Dieses System hat anders als die Schmidt- und Maksutov-Cassegrains keinen mit einer Korrektionsplatte verschlossenen Tubus, womit auch keine Farbfehler zu befürchten sind. Wie bei diesen ist der Tubus kompakt und die Baulänge kurz, womit mittlere Öffnungen bei handhabbarem Gewicht möglich sind.

Takahashi bietet diesen Typ mit 180mm, 210mm, 250mm und 300mm Öffnung an. Das kleinste und erschwinglichste Modell wurde dieses Jahr in der neuen Version 180C mit neuem Sucher, besserer Vergütung der optischen Oberflächen und einem konkurrenzfähigen Preis vorgestellt – Grund genug, es genauer unter die Lupe zu nehmen.

Testarrangement

Das Mewlon 180C wurde zwischen September und November 2017 stationär auf der Dachterrasse inmitten eines Ortes sowie mobil unter dunklem Landhimmel verwendet. Als Montierungen kamen eine Takahashi EM-200 sowie die Azimutalmontierung Lapidus Teegul des gleichen Herstellers zum Einsatz. Beobachtungsziele waren der Mond und eine Vielzahl von Deep-Sky-Objekten. Leider bot der Nachthimmel in dieser Zeit wenig für Planetenbeobachter, so dass hier nur Uranus und Neptun zum Zuge kamen.

Die Beobachtungen wurden monokular mit Zenit- und Amici-Prisma sowie Okularen von Televue (Nagler, Ethos) bzw. mit einem Vierfach-Okularrevolver und den Takahashi LE-Okularen durchgeführt. Binokular kam ein Bader-Großfeldbino mit Okularen von Zeiss Jena zum Einsatz.

Optik

Mit 180mm Öffnung und einer Brennweite von 2160mm besitzt das Gesamtsystem ein Öffnungsverhältnis von $f/12$. Das ist sehr klein bzw. »langsam« für Astrofotografen. Für visuelle Beobachter hat es zur Folge, dass große Austrittspupillen nicht zu erreichen sind: Selbst mit einem 40mm-Okular kommt man nur auf 3,3mm. Das Teleskop ist also per se

◀ Abb. 2: Blick in den Tubus von vorn. Zu den Neuerungen des Modells C gehören verbesserte Vergütungen, die die Transmission der Optik steigern sollen.

in einer dreigliedrigen Spinne, die Obstruktion beträgt 60mm oder 33% des Durchmessers – wenig verglichen mit anderen katadioptrischen Teleskopen, viel verglichen mit visuell optimierten Newtons.

Dem Dall-Kirkham wird konstruktionsbedingt eine relativ große Koma nachgesagt. In der Praxis hat diese aber nur geringe Auswirkungen, denn die großen Gesichtsfelder, bei der Koma als unschöne kometenartig verzerrte Sternbilder sichtbar würde, lassen sich mit dem Mewlon gar nicht erreichen. Mit einem 31mm-Nagler ist zwar theoretisch bei einer 70-fachen Vergrößerung ein Feld von $1,1^\circ$ machbar. In der Praxis wird die 46mm-Feldblende des Naglers aber gar nicht vom Teleskop ausgeleuchtet, denn die freie Öffnung des Okularauszugs beträgt nur 33,3mm. Dies macht auch die Fokalfotografie schwierig. Zwar gibt es einen Reducer, der das Öffnungsverhältnis auf $f/10$ anhebt, das ändert aber wenig an dem kleinen Gesichtsfeld. Am Mewlon sind Kameras mit kleinem Chip für Mond und Planeten gefragt. Der Okularauszug nimmt 2-Zoll-Okulare auf, eine Reduzierung auf $1\frac{1}{4}$ Zoll mit einer schönen Klemmringaufnahme ist dabei. Lei-



nichts für die Beobachtung ausgedehnter lichtschwacher Deep-Sky-Objekte.

Dabei hat der Hauptspiegel ein Öffnungsverhältnis von $f/3$. Die lange Brennweite wird durch den verlängernden Fangspiegel verursacht, der 54mm Durchmesser hat. Er hängt



▲ Abb. 3: Praktisch: Der Sucher als Tragegriff.



Abenteuer Astronomie/Studio 1



Abenteuer Astronomie/Studio 1

▲ Abb. 4: Details mit dem neuen Sucher (a) und den Justierschrauben auf der Rückseite des Fangspiegels (b).

der gibt es den Klemmring nicht auch für die 2-Zoll-Aufnahme, hier erfüllen zwei klassische Stellschrauben den Zweck. Ich empfehle hier eine Klemme z.B. aus dem Clicklock-System von Baader nachzurüsten.

Die Fokussierung erfolgt nicht wie gewohnt am Okularauszug, sondern wie bei den Schmidt-Cassegrains von Meade und Celestron daneben an der Rückseite des Gehäuses an einem Drehrad. Damit wird der Hauptspiegel verstellt und somit auch der Brennpunkt im Teleskoprohr.

Die Justage der Optik ist am Fangspiegel vorgesehen. Entfernt man die Abdeckung mit den aufgedruckten Daten des Teleskops, kommen drei kleine Schrauben zum Vorschein, die man mit einem mitgelieferten Inbusschlüssel bedienen kann. In der Praxis ist das allerdings nur zu zweit sinnvoll möglich, vor allem dann, wenn die Justage wie empfohlen am Stern durchgeführt wird.

Mechanik

Als Erstes fällt die für Takahashi typische hervorragende Verarbeitung des Teleskops auf: Was für ein schönes Gerät! Und so klein: Der Teleskoptubus ist nur 530mm lang und 210mm im Durchmesser. Das Gewicht beträgt unglaubliche 6,0kg – weniger schafft kaum ein kommerzielles Gerät dieser Größe.

Extrem praktisch und formschön ist der 6×30-Sucher, der fest mit dem Teleskoprohr verbunden ist und gleichzeitig als Tragegriff dient. Der Sucher an sich besitzt zwar weniger Öffnung als die alte 7×50-Version des Vorgängermodells 180B, lässt sich aber fokussieren und besitzt zwei Abdeckkappen. Apropos, auch für das Hauptteleskop hat sich Takahashi hier etwas Besonderes ausgedacht: Es gibt keinen schnöden Deckel, sondern eine Stoffkappe mit Klettverschluss – nicht nur schön, sondern auch praktisch.

Zum Aufsetzen auf Montierungen hat das Teleskop eine Prismenschiene im Vixen-Standard. Im Lieferumfang befindet sich noch eine eigene Klemme, die an vorhandene (Takahashi-)Montierungen angeschraubt werden kann.

Takahashi-Fans stellen fest, dass das Mewlon 180C die neue, blaugrüne Farbe besitzt. Sie unterscheidet sich deutlich von der bisherigen grüngraue Farbe, die seit den 1990er Jahren zum Einsatz kam. Wer schon vorhandene Takahashi-Montierungen mit der alten Farbe besitzt, muss sich auf eine »Dissonanz« der Farbtöne einstellen.

In der Praxis

Es macht Freude, dieses Teleskop zu verwenden. Durch die kompakten Maße und den Sucher-Tragegriff ist es sehr leicht zu heben und zu transportieren. Auch ältere Menschen sollten kein Problem damit haben, das Teleskop auf die Montierung aufzusetzen. Schade ist, dass es herstellerseitig weder Koffer noch Tasche gibt, die das Teleskop schützen.

Ein Gewöhnungsprozess ist die Einstellung der Okularwahl auf die lange Brennweite: 10mm ergeben bereits 216×, 5mm 432×! Es sind also eher die langen Brennweiten gefragt. Tatsächlich ist dies eine der Schwächen: Mit einem 40mm-Okular sind es immer noch 54×. Niedrigere Vergrößerungen sind kaum drin. Darunter leidet auch die Übersicht: Mehr als etwas über 1° Gesichtsfeld sind nicht machbar. Die Plejaden passen damit ebenso wenig ins Gesichtsfeld wie die beiden Sternhaufen von η und χ .

Das bedeutet in der Praxis, dass genau aufgesucht werden muss. Dabei hilft der schöne Sucher mit seinem klaren und scharfen Bild. Leider ist das Fadenkreuz nicht mehr wie beim Vorgängermodell beleuchtbar. Am meisten stört, dass der Sucher keinen Winkeleinblick hat: Bei hohem Stand ist der Einblick schmerzhaft, und es gab immer wieder Situationen, in denen das Okular des Hauptteleskops im Weg war.

Die berühmte Koma ist bei geringen Vergrößerungen sichtbar, stört aber nicht wirklich. Die Stärke des Teleskops sind scharfe Bilder auf der Achse. Viele Deep-Sky-Objekte zeigen schöne Anblicke: M 27 mit Zentralstern vor tiefschwarzem Hintergrund (dank niedriger Austrittspupille), M 13 wunderschön aufgelöst bis ins Zentrum – das macht Laune. Helle Sterne zeigen sechsgliedrige scharfe Spikes.



▲ Abb. 5: Ansicht der Teleskoprückseite. Scharfgestellt wird am Fokussierknopf neben dem Okularauszug, der den Hauptspiegel verstellt.



▲ Abb. 6: Die Tubus-Unterseite mit der Prismenschiene.

Neptun überrascht durch die Sichtbarkeit des Mondes Triton – eine gute Leistung für einen Siebenzöller. Am Mond kann bei entsprechendem Seeing bis weit über 250× vergrößert werden. Die schönsten Anblicke hatte ich mit dem Binokularansatz bei 147× und 230×. Damit waren feine Details im Schrötertal oder im Krater Gassendi sichtbar. Gerade am Mond hatte ich jedoch das Gefühl, dass das Teleskop an meinem Standort nie sein ganzes

Auflösungspotential entfalten konnte – gutes Seeing ist durch nichts zu ersetzen!
 Ein Problem des Teleskops ist das leidige Spiegelshifting. Damit ist eine leichte Bildverschiebung gemeint, wenn der Fokussierknopf bewegt wird: Immer wenn man scharfstellt, verschiebt sich das Bild ein bisschen. Beim hier getesteten Modell waren es immerhin 20 Bogensekunden, also etwa der halbe Durchmesser des Planeten Jupiter. Gerade bei hochvergrößernder Beobachtung, für die das Teleskop prädestiniert ist, ist das besonders enervierend. Bei der Fotografie von Mondetails und Planeten dürfte es die genaue Fokussierung nahezu unmöglich machen. In der Betriebsanleitung steht dazu, man solle sich jeweils nur von einer Seite an den Fokus herantasten – im Zeitalter von Bahtinovmasken ein völlig weltfremder Vorschlag. Ich empfehle, statt der 2-Zoll-Okularaufnahme einen Fokussierer am Okularauszug anzubringen, um das Thema zu umgehen.
 Ein Gerücht ist übrigens, dass die Kollimation des Mewlons ein Problem sei: Das Teleskop kam werksseitig perfekt justiert und verlor die Justage auch nach einem Dutzend Beobachtungen nicht. Und trotz extrem feuchten Wetters war Tau oder Beschlagen nie ein Thema.

Fazit

Das Takahashi Mewlon 180C ist ein wunderschönes Teleskop. Es macht Spaß es zu benutzen und durch die kompakten Maße und das geringe Gewicht spart man sich eine schwere Montierung und kann das Teleskop an verschiedenen Standorten einsetzen. Die Qualität ist top, der Eindruck wird nur vom Shifting des Hauptspiegels getrübt. Dieses Problem lässt sich mit einem Fokussierer am Okularauszug lösen.

★ IN DER PRAXIS

- + geringes Gewicht
- + sehr kompakt
- + sehr gute Verarbeitung
- + Sicher als Tragegriff
- + keine Anfälligkeit für Tau
- + justierstabil
- Spiegelshifting beim Fokussieren
- benötigt gutes Seeing
- keine großen Gesichtsfelder möglich
- keine Sonnenbeobachtung mit Herschelprisma oder Ha-Filter möglich

⚙️ DATEN

Modell	Takahashi Mewlon 180C
Öffnung	180mm
Brennweite	2160mm
Öffnungsverhältnis	f/12
Länge x Durchmesser	520mm x 210mm
Gewicht	6,0kg
Lieferumfang	Teleskop mit Sucher, Okularaufnahme 1 1/4" und 2", Prismenschiene und Aufnahme
Listenpreis	2184€

Wer einen Standort mit überdurchschnittlichem Seeing hat und eine preisgünstige und leistungsfähige Alternative zu einem Refraktor sucht, ist mit dem Mewlon 180C gut bedient.

► Ronald Stoyan

🔍 HINTERGRUND

Refraktor oder Reflektor?

Es ist die älteste Frage für Teleskopkäufer: Linsen- oder Spiegelteleskop? Am Beispiel des Mewlon 180C kann man sie neu aufrollen: Zum vergleichbaren Preis gibt es einen erstklassigen zweilinsigen Voll-Apochromaten desselben Herstellers mit 100mm Öffnung (Takahashi FC-100 DC). Welches Teleskop kann mehr?

Der Reflektor gewinnt ganz klar beim Lichtsammelvermögen – die Obstruktion durch den Fangspiegel macht kaum etwas aus, der Verlust führt zu ca. 160mm lichtsammelnder Fläche. Der Reflektor zeigt also Deep-Sky-Objekte heller, generell mehr Sterne und man hat

prinzipiell mehr Luft bei den sehr hohen Vergrößerungen. In Sachen Auflösungsvermögen ist der Vorteil schon nicht mehr so groß. Der Kontrastdurchmesser des Mewlons beträgt 120mm. Demnach wäre die optische Leistung an Mond und Planeten wie die eines Refraktors dieser Größe einzuschätzen. Soweit die Theorie.

Entscheidend ist aber die Praxis. Und da setzt die Luftunruhe in Form des Seeings die Grenzen: Ein 180mm-Teleskop kann viel seltener seine Leistung zeigen als ein 100mm-Teleskop. An einem Standort mit durchschnittlichem Seeing wird das Bild im 100mm-Teleskop oft knackscharf sein und

die Vergrößerung kann extrem gesteigert werden, da das Teleskop seine Leistung voll zeigen kann. Der 180mm-Spiegel wird jedoch oft leicht unscharf bleiben; nur an den wenigen Nächten mit überdurchschnittlichem Seeing wird er deutlich mehr zeigen als der 100mm-Refraktor. In den meisten Nächten lassen sich auch nicht so hohe Vergrößerungen erzielen.

Die persönliche Wahl sollte also ganz wesentlich auf die Seeing-Bedingungen am hauptsächlich benutzten Standort eingehen. Wer hier zu kurz springt, verschenkt Potential. Wer zuviel will, wird es jedoch kaum abrufen können.

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

KOMETEN-FOTOGRAPHIE

DURCHFÜHRUNG UND BILDVERARBEITUNG



Mit Teleskop und einer DSLR zu eindrucksvollen Kometenbildern

► Abb. 1: Die klare Nacht am 21.5.2015 ermöglichte die Fotografie des Kometen C/2014 Q2 (Lovejoy) bei der Passage am Rande des Sternhaufens NGC188. Bei dieser Aufnahme wurde eine Kowa Telephoto Lens/Scope (Brennweite: 350mm, F/4) an einer Canon D6 (H α -modifiziert) mit UHC-S-Filter verwendet. Summenbild aus sechs Aufnahmen mit einer Belichtungszeit von je 450 Sekunden (ISO 800; Gesamtbelichtungszeit: 45 Minuten). Bearbeitet mit DeepSkyStacker und Photoshop; Spikes nur aus ästhetischen Gründen ergänzt.

► Abb. 2: 2007 dominierte der periodische Komet 17P (Holmes) den Himmel im Herbst. Die klare Form und Größe des Kometenkopfes zeigt sich auf dieser Schwarz-Weiß-Aufnahme, die am 1.11.2007 mit einer gekühlten CCD-Kamera an einem Takahashi FS-102 entstanden ist. Auch wenn Farbaufnahmen der grün-schimmernden Kometen typisch sind, zeigt sich in dieser Aufnahme auch der besondere Reiz einer Schwarz-Weiß-Aufnahme.



U. Dittler

Kometen üben auf viele Amateurastronomen einen besonderen Reiz aus und lassen sich mit einem vorhandenen Teleskop und einer DSLR leicht fotografieren. Nach sorgfältiger Vorbereitung wird es nun ernst: Wer bei der nächtlichen Fotografie und der anschließenden Bildverarbeitung unsere Tipps und Hinweise beachtet, dem können beeindruckende Kometenbilder gelingen.

Im letzten Teil des Fotoworkshops (vgl. Abenteuer Astronomie Heft 12) wurde beschrieben, welche Ausrüstung für die erfolgreiche Kometenfotografie nötig ist: eine stabile Montierung, ein Teleskop und eine adaptierbare Kamera. Bewährt haben sich Teleskope mit kürzeren Brennweiten unter 1000mm zusammen mit gekühlten CCD-Kameras oder digitalen Spiegelreflexkameras. Neben dem technischen Equipment ist zudem eine sorgfältige Planung notwendig, um zu wissen, welche Kometen jeweils sichtbar und wann diese am besten zu beobachten sind.

Kometen im Visier

Kometen bis zur 10. Größenklasse sind in der Regel recht einfach am Himmel zu finden. Ausgehend von bekannten hellen Sternen bieten die einschlägigen Aufsuchkarten eine gute Hilfe, um sich per Star-Hopping dem Kometen anzunähern. Alternativ können bei einer sorgfältig eingenordeten (oder stationären) Aufstellung des Teleskops natür-



U. Dittler



U. Dittler

► Abb. 3: Summenaufnahme des Kometen Komet 103P (Hartley). Bei der Bildbearbeitung hat man zwei Möglichkeiten: Entweder werden die Einzelaufnahmen auf den Kometen hin zentriert, so dass auf dem Summenbild die Sterne als Striche erscheinen und so eindrucksvoll die dynamische Wanderung eines Kometen vor dem Nachthimmel zeigen (a), oder man richtet die Aufnahme an den Sternen aus, so dass diese punktförmig erscheinen, der Kometenkopf aber weniger scharf abgegrenzt ist (b). Die Rohdaten entstanden am 11.10.2010 mit einer gekühlten CCD-Kamera vom Typ SBIG ST-4000XCM an einem Takahashi TOA-130. Die Summenbilder sind je aus acht Einzelaufnahmen mit einer Belichtungszeit von je 120 Sekunden zusammengesetzt.

► Abb. 4: Eine besondere Herausforderung der Kometenfotografie besteht darin, den Schweif eines Kometen sichtbar zu machen. In dieser Aufnahme vom 7.2.2015 zeigt Komet C/2014 Q2 (Lovejoy) seinen schwachen Schweif. Das Bild entstand mit einer Canon-DSLR an einem Takahashi FS-60 (Brennweite: 355mm; F/5,9). Das Summenbild setzt sich aus fünf Aufnahmen mit einer Belichtungszeit von je 120 Sekunden zusammen.

SURFTIPPS

- Fachgruppe Kometen der VDS
- Comet Section der British Astronomical Association
- Homepage des Autors zur Kometenbeobachtung

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a13068

lich auch die aktuellen Kometenkoordinaten in die GoTo-Montierung eingegeben werden. Wird zur Kometenfotografie eine gekühlte CCD-Kamera verwendet, so kann die Position des Kometen auf dem Aufnahmechip recht einfach auf dem Bildschirm des angeschlossenen Rechners verfolgt und optimiert werden, wenn hierzu in einem Binning-Modus weniger stark aufgelöste und daher kürzer belichtete Aufnahmen verwendet werden.

Da die Displays der meisten DSLR-Kameras hingegen weniger kontrastreich sind, eignet sich der Live-View-Modus einer DSLR zwar sehr gut, um anhand eines hellen Sterns exakt zu fokussieren – die exakte Position des Kometen auf dem Chip zeigt sich jedoch meist erst bei der Anfertigung von Testaufnahmen. Es reicht, wenn diese Testaufnahmen so lang belichtet sind, dass die Position des Kometen gerade zwischen helleren Ster-

Astro-Hacks: Wenn es klemmt: die Gurtzange hilft

Es war eine kalte Winternacht vor vielen Jahren, als ich mich entschied, den »Lumicon Giant-Off-Axis-Guiders« an das Teleskop anzuschließen, um ein paar Fotos zu schießen. Für die Montage des Off-Axis-Guiders musste an der Rückseite

des LX200 die Adapterplatte abgeschraubt werden, um die Austrittsöffnung zu vergrößern. Ich wollte die Platte abdrehen, doch zu meiner Überraschung gab sie keinen Millimeter nach. Leider gab es an der Platte selbst keine Vertiefungen, die einen guten Griff für die Hand und damit eine gute Kraftübertragung unterstützt hätten.

Hebelwirkung auch Gegenstände mit glatten Oberflächen aufbekommen. Damit war es ein Leichtes bei der nächsten Foto-Gelegenheit die Platte am LX200 abzuschrauben. Dieses nützliche Werkzeug liegt jetzt in meinem Teleskop-Koffer. Es ist unter dem Begriff »Gurtzange« oder »Gurtschlüssel« im Internet oder im Baumarkt für ein paar Euro erhältlich.

► Oliver Klös

Die Platte saß fest, daran gab es keinen Zweifel. Frustriert gab ich auf. Die Foto-Session fiel aus. Der Lösung des Problems war eine Gurtzange. Mit diesem Werkzeug legt man eine Schlinge aus Gummi um das zu öffnende Teil, zieht die Schlinge stramm und kann dann mit einer guten

ASTRO-HACKS GESUCHT!

HABEN AUCH SIE EINEN SIMPLEN TRICK ODER KNIFF, DER IHNEN IHR HOBBY VEREINFACHT? SCHREIBEN SIE AN REDAKTION@ABENTEUER-ASTRONOMIE.DE

O. Klös



► Abb. 1: Gurtzange im Einsatz an der Adapterplatte des LX200. Die »Zähne« am Griff werden gegen den Gurt gedrückt und dann die Zange in Pfeilrichtung gedreht.

nen zu erkennen ist, anschließend kann meist wieder der Live-View-Modus verwendet werden, um die helleren Sterne, zwischen denen der Komet gesehen wurde, so zu verschieben, dass dieser zentral auf dem Aufnahmesensor zu liegen kommt. Auch wenn die Belichtungszeiten bei der Kometenfotografie meist nur im Bereich mehrerer Sekunden bis zu wenigen Minuten liegen – und damit deutlich kürzer sind als üblicherweise bei der Deep-Sky-Fotografie, ist es sinnvoll, einen Autoguider einzusetzen, um eine exakte Nachführung der Teleskop-Kamera-Kombination sicherzustellen.

Bei modernen DSLR-Kameras kann der ISO-Wert bei der Kometenfotografie meist problemlos auf bis zu 2500 ISO angehoben werden, da durch ein ungünstiges Signal-Rausch-Verhältnis entstehende Bildstörungen durch die anschließende Bildaddition und die Verwendung von Darks vermindert werden können. Bei den einzelnen Belichtungen kann ein Blick auf das Histogramm des Bildes dabei helfen, möglichst viele Details des Kometenkopfes und des Schweifs zu erfassen, ohne Teile des Bildes oder gar des Kometenkopfes soweit (über-)zubelichten, dass diese ausbrennen.

Je nach Standort und Beobachtungsbedingungen kann der Einsatz von UHC-E- (oder CLS-) Filtern sinnvoll sein, um störende Lichtverschmutzung zu reduzieren. Auch der Einsatz eines [OIII]-Filters kann helfen, den Gas Schweif eines Kometen hervorzuheben. Wenn

mehrere – beispielsweise 12 bis 18 – optimal belichtete Bilder des Kometen aufgenommen werden konnten (die Anfertigung von Darks nicht vergessen!), ergeben sich bei der Bildverarbeitung zwei spannende Alternativen.

Zwei Alternativen bei der Bildbearbeitung

Viele Kometen bewegen sich in Zeiten ihrer Erdnähe schneller am Himmel, als man zunächst meint – daraus ergeben sich zwei unterschiedliche Möglichkeiten für die Bildverarbeitung: Zum einen können die Einzelaufnahme der Kometenfotografie in der üblichen Weise durch Überlagerung (beispielsweise händisch in Photoshop oder automatisiert in DeepSkyStacker) zu einem Summenbild verarbeitet werden, das sich bei der Bildausrichtung an den Sternen in der Umgebung des Kometen orientiert. Durch die Wanderung des Kometen während der Aufnahmesession wird hierbei der Kometenkopf in der Summenaufnahme etwas bewegt – d.h. weniger klar abgegrenzt – dargestellt. Alternativ können alle Einzelaufnahmen auch auf den Kometenkopf ausgerichtet und zentriert werden – so dass dieser scharf umgrenzt ist. Bei dieser Bildverarbeitung werden die Sterne als Striche erscheinen und so die dynamische Wanderung des Kometen im finalen Summenbild verdeutlichen. ▶ Ullrich Dittler

⇐ INTERAKTIV
f



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

Teleskop-Tuning: Aufgebohrt - mehr Okulardurchmesser

Größer ist meistens besser, aber welche Möglichkeiten bietet die Vergrößerung des Okular-Einsteckdurchmessers konkret? Die Bildebene des Teleskops liegt, außer bei extremen Fokus-Positionen, im Inneren des Auszugs. Ein größerer Okularauszug bietet somit mehr Platz für einen größeren Himmelsausschnitt. Größere Okularlinsen können also auch größere Himmelsausschnitte zeigen, und somit kann ein Okular mit zwei Zoll Steckdurchmesser auch für deutlich größere Himmelsausschnitte ausgelegt werden. Bei 40mm Brennweite schrumpft der Bildkreis eines 1¼-Zoll-Okulars auf weniger als 45° zusammen, was viele Sternfreunde als »Tunnelblick« bezeichnen und wenig ästhetisch finden. Ein 2-Zoll-Okular mit 40mm Brennweite kann aber durchaus 70° erreichen und dadurch werden größere Okularbrennweiten attraktiv – bis hin zu ca. 55mm Brennweite.

Mehr Okularbrennweite bedeutet aber nicht nur einen größeren Himmelsausschnitt, sondern vor allem auch ein helleres Bild – solange die Minimalvergrößerung nicht un-



▲ Abb. 1: Mit Karopapier lässt sich der Bildkreisdurchmesser hinter dem Kameragewinde dieses Maksutov-Cassegrains abschätzen.

terschritten wird. Besonders schwache Objekte profitieren davon. Ob ein größerer Okulardurchmesser tatsächlich verwendbar ist, hängt vor allem davon ab, ob das Teleskop überhaupt einen spürbar größeren Bildkreis beleuchten würde. Um dies einfach festzustellen, entfernt man alle okularseitigen Anbauteile und richtet das Teleskop gegen den hellen Taghimmel (aber auf keinen Fall in die Sonne). Ein Blatt Karopapier an die Austrittsöffnung gehalten zeigt den beleuchteten Bildkreis. Der Feldblendendurchmesser infrage kommender Okulare sollte dessen Größe nicht überschreiten. Bei vielen Teleskopen mit für 1¼-Zoll ausgelegter Okularaufnahme ist ein T2-Gewinde mit etwa 38mm freiem Durchlass als Kamera-Anschluss vorhanden. Gut sortierte Händler führen darauf passende 2-Zoll-Okularaufnahmen.

▶ Sven Wienstein



▲ Abb. 1: Ein typisches Bild nahe der Ekliptik: Der Kleinplanet (81) Terpsichore (Kreismarkierung) verursacht eine helle Spur auf dieser Aufnahme des Nebels IC 410.

EINSTIEG IN DIE MESSENDE ASTRONOMIE

Mit Astrometrica die Position von Kleinplaneten bestimmen

Schöne Bilder zu produzieren ist das vorherrschende Ziel vieler Astrofotografen. Amateurastronomen können sich mit ihrem Equipment jedoch auch den klassischen Aufgaben der Astronomie widmen, z.B. der Astrometrie und Photometrie, also der Positions- bzw. Helligkeitsbestimmung von Objekten. Mit dem Programm Astrometrica gelingt die entsprechende Auswertung der Aufnahmen.

Das riesige potentielle Reservoir an der im professionellen Bereich sehr kostbaren Teleskopzeit ist ein Vorteil der Amateurastronomen, auch wenn er aufgrund automatischer Durchmusterungen geschrumpft ist.

Hobbyastronomen können bei der Beobachtung von Kleinplaneten, Kometen oder auch veränderlichen Sternen einen Beitrag zur Verbesserung der Datenlage leisten. Die Positionsbestimmung von Kleinplaneten soll hier beispielhaft beschrieben werden.

Welches Equipment ist geeignet?

Die technischen Anforderungen für den Einstieg in die messende Astronomie sind nicht hoch. Ein kleines nachgeführtes Teleskop mit CCD-Kamera ist prinzipiell für die Vermessung von Objekten geeignet. Ein für die Astrometrie sinnvolles Sampling von 2"/Pixel (oder besser) wird bereits mit einem kleinen Refraktor erreicht. Für die Suche nach noch unbekanntem Kleinplaneten sind möglichst große Bildfelder und damit große Chips natürlich vorteilhaft, um ein möglichst großes Himmelsareal zu erfassen. Für erste Versuche an bekannten Objekten spielt dies noch keine große Rolle.

Typischerweise wird für Kleinplaneten einige zehn Sekunden bis wenige Minuten lang belichtet. Weiterhin darf das Objekt für gute Messergebnisse nicht überbelichtet sein. Die Dauer ist ein Kompromiss, um ein gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis bei noch punktförmiger Darstellung zu erreichen. Bei längeren Belichtungen macht sich die Bewegung von Kleinplaneten schnell bemerkbar. Beim Vergleich mehrerer Bilder verraten sich Kleinplaneten als bewegliche Punkte vor dem Sternhintergrund.

Für die Auswertung der Bilder soll hier das Programm »Astrometrica« vorgestellt werden. Seine Struktur ist einfach und alle wichtigen Funktionen sind über die Symbolleiste erreichbar. Für erste Versuche sind übrigens nicht unbedingt eigene Bilder nötig. Die Software bringt einen kleinen Satz Testbilder mit, bei denen die Standardwerte in der Konfiguration passen.

Erste Schritte mit Astrometrica

Damit die Auswertung von Bildern gelingen kann, benötigt Astrometrica einige Informationen. Daher geht es zunächst in die »Program Settings« für Angaben zum Be-

obachtungsort und Aufnahmesystem. Dazu gehören die Teleskop-Brennweite, Chip Eigenschaften und Orientierung der Kamera. Gegebenenfalls ist anzupassen, wie Zeitangaben im FITS-Header zu interpretieren sind. Technische Informationen des Kamera-Sensors finden sich üblicherweise im Datenblatt der Kamera.

Nun kennt Astrometrica die Dimensionen und Ausrichtung des Bildfeldes. Die weiteren Programm-Einstellungen funktionieren in der Regel und können erst einmal auf den Startwerten belassen und später eventuell verfeinert werden.

Damit kann das Laden der FITS-Dateien erfolgen. Zur Kalibration ist auch die Verarbeitung von Dunkel- und Hellbildern möglich. Beim Öffnen wird für jedes Bild die Zeitinformation aus dem FITS-Header zur Bestätigung angezeigt.

Ableich mit Sternkatalog

Die Auswertung startet mit der Funktion »Astrometric Data Reduction«, wonach zunächst die Koordinaten der Bildmitte möglichst genau eingegeben werden. Bei einem bekannten Kleinplaneten oder Kometen kann

alternativ dessen erwartete Position aus dem Katalog geladen werden. Anschließend startet die automatische Erkennung des Sternmusters. Standardmäßig ist der USNO-B1.0-Katalog des United States Naval Observatory mit rund einer Milliarde Sterne bis zu einer Helligkeit von 21^m installiert. Bei Bedarf können auch tiefere Kataloge wie der UCAC4 genutzt werden. Dies kann bei längeren Brennweiten bzw. kleineren Gesichtsfeldern nötig sein.

Stimmen die Parameter in der Konfiguration, wird das Resultat des Abgleichs nach wenigen Sekunden angezeigt. Die Sterne des Bildes sind dann mit Kreisen markiert. Dabei steht Grün für erkannte Referenzsterne. Ist das Signal eines Referenzsterns zu schwach, wird dieser gelb markiert.

Sollte die Anpassung fehlschlagen, ist eine manuelle Anpassung möglich. Das Muster des Referenzkatalogs wird mit den Pfeiltas-

ten verschoben und mit dem Orientierungswinkel und der Brennweitereinstellung so lange verändert, bis eine Übereinstimmung erreicht ist. Häufig ist die Brennweite die Fehlerquelle, da sie durch Serienstreuung von den Herstellerangaben abweichen kann. Die veränderten Werte sollten später in die Konfiguration übernommen werden, so dass von da an die automatische Anpassung funktioniert.

Astrometrische Auswertung

Ist das Referenzsternmuster gefunden, fehlen nur wenige Schritte zur ersten Positionsbestimmung. Für die Identifikation beweglicher Objekte im Bildfeld hilft die Blinkfunktion. Ist ein Objekt erkannt, liefert ein Anklicken den Positionsfit. Das Helligkeitsprofil des Objekts wird mit einer

← 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](https://oc1m.de/fa)

Gauß-Funktion angepasst. Bei einer Bildsequenz gelingt dies auch mit der Funktion »Moving Object Detection« automatisch für alle Bilder. Das Resultat nach erfolgreicher Astrometrie sind die äquatorialen Koordinaten des Objekts! Die Ergebnisse werden in der Textdatei MPCReport.txt protokolliert.

Fazit

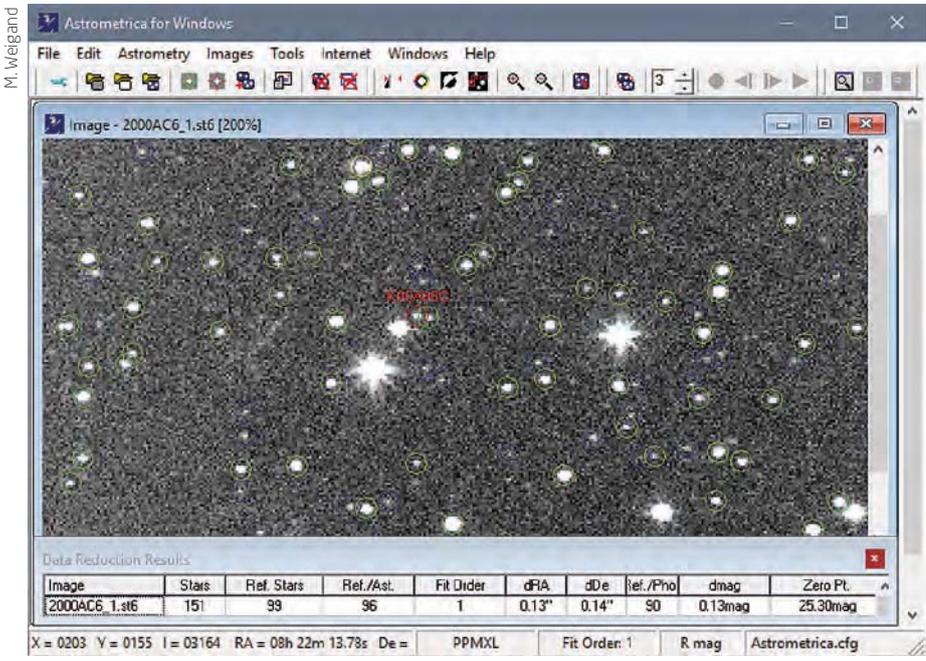
Hobby-Astronomen können ihr fotografisches Equipment auch sehr einfach für Messprojekte einsetzen. Wer dies mit entsprechendem Enthusiasmus betreibt, kann bei der Überwachung von Asteroiden oder Kometen einen Beitrag zur Verbesserung der Bahndaten leisten. Ein weiteres Betätigungsfeld ist die Beobachtung veränderlicher Sterne oder Novae und Supernovae. Mit Astrometrica gelingt nach dem beschriebenen Vorgehen auch die photometrische Auswertung.

▶ Mario Weigand

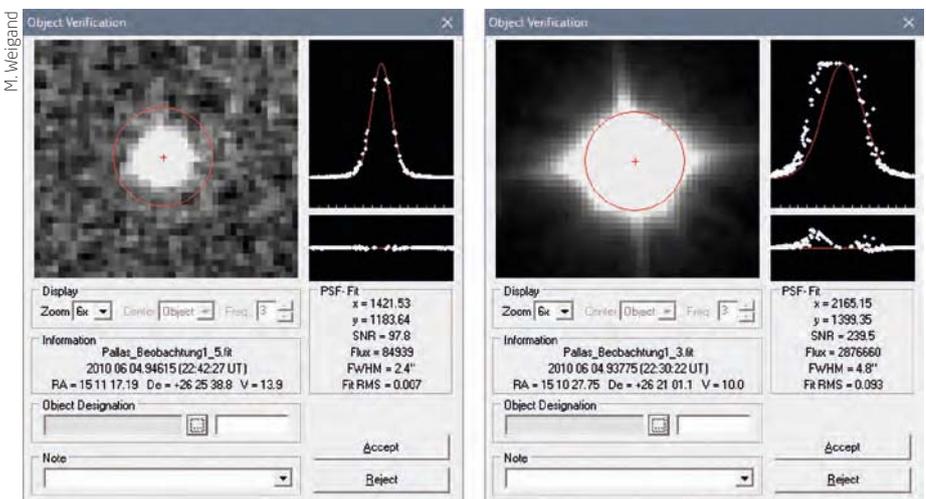
🖱️ SURFTIPPS

- Astrometrica
- Kleinplanetenseite
- Fachgruppe Kometen in der VdS
- Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a13071](https://oc1m.de/a13071)



▲ Abb. 2: Die graphische Benutzeroberfläche von Astrometrica mit einem erfolgreich erkannten Sternfeld.



▲ Abb. 3: Ein guter Positionsfit eines Kleinplaneten links und ein wegen Überbelichtung nicht optimales Beispiel rechts.

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

ULTRAFLACHES FELD

65° Okulare mit ebenem Bildfeld aus dem Hause APM

APM bereichert den Markt mit einer neuen Reihe moderater Weitwinkel-Okulare. Der Brennweitenbereich reicht vom soeben erschienen 30mm mit 2-Zoll-Einsteckdurchmesser über die 1¼-Zoll-Brennweiten von 24mm, 18mm und 15mm bis 10mm. Die moderaten Gesichtsfelder sind scheinbare 65° groß, außer beim 30mm, welches 70° erreicht, und außer dem 10mm, was auf 60° begrenzt ist. Laut APM ist die Bildfeldebhnung der Okulare speziell ausgelegt für APM-Großferngläser, wodurch sie auch generell gut mit schnellen Refraktor-Objektiven bis zu einem Öffnungsverhältnis von f/5,5 harmonisieren sollen. Auch der Einsatz am

schnellen Newton wird empfohlen. Groß dimensionierte Linsen sorgen für eine vignettierungsfreie Wiedergabe des Gesichtsfeldes. Die Augenabstände unterscheiden sich deutlich, sind aber durchweg angenehm. Für Brillenträger eher knapp kommen die Brennweiten 10 mm und 15 mm auf jeweils 16mm Augenabstand, alle anderen Brennweiten erreichen mindestens bequeme 20mm. Neben umklappbaren Gummiau- genmuscheln und hochwertigen



Mehrschichtvergütungen sind die geschwärzten Linsenkanten ein erwähnenswertes Detail. Bis auf das leichtgewichtige 10mm mit nur 5-linsigem Aufbau sind die ansonsten verwendeten 8 bis 9 Linsen in fünf Gruppen auch entsprechend schwer, insbesondere das 24mm mit 331g. Je nach Brennweiten kosten die Okulare zwischen 89,- und 199,- Euro.

► Sven Wienstein

ULTRALEICHT - ULTRAGROSS

Dobson-Teleskope mit relativ geringem Gewicht von Hubble Optics

61kg Tubusgewicht – das klingt viel für einen Dobson, ist aber bei 24 Zoll Öffnung erstaunlich wenig. Hubble Optics bietet eine hochtransportable Dobson-Baureihe mit verfügbaren Größen von 12 bis 24 Zoll. Die Gitterrohr-Tuben aus Aluminium sind allesamt sehr kompakt transportierbar, wobei die Stangen allerdings nicht teilbar ausgelegt sind. Herzstück des jeweiligen Dobsons ist ein extrem leichter Hauptspiegel. Außer beim 12-Zöller mit einem dünnen, konventionellen Spiegel, werden die Spiegel in Sandwich-Technologie hergestellt. Der Spiegel besteht dann nicht aus Vollmate-

rial, sondern zwei relativ dünne Substrat-Platten werden mit zahlreichen röhrenförmigen Abstandshaltern verschmolzen, so dass nach einer Art Wabenschema fast dieselbe Stabilität eines gleich dicken, aber erheblich schwereren Vollmaterial-Rohlings erreicht wird. Der somit deutlich leichtere Spiegel kann mit weit weniger Aufwand gelagert werden und hat auch noch Vorteile beim Auskühlen. Auch die sonstige Ausstattung ist gehoben: Der Hersteller garantiert einen Strehl größer 0,95 für den Hauptspiegel und 1/10 Lambda PV Oberflächengenauigkeit



Nimax GmbH

für den Fangspiegel. Beide sind mit 96% Verspiegelungen versehen. Je nach Größe sind teilweise zwei Öffnungsverhältnisse erhältlich. Mit f/3,3 ist dabei der 24-Zöller das schnellste System. Ein Crayford-Auszug mit Untersetzung sowie die Socke genannte Tubushülle sind ebenfalls im Lieferumfang enthalten. Die Preise sind dementsprechend. In 14 Zoll kostet der Einstieg in die Sandwich-Spiegel-Technologie 2389€, das Spitzenmodell mit 24 Zoll wird hingegen für 10.499€ angeboten.

► Sven Wienstein

SURFTIPPS

- APM Ultra Flat Okulare
- Hubble Optics

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a13072](https://oc1m.de/a13072)



DER KRATER UND DER GESCHÄFTSMANN

Ein Besuch beim Barringer-Krater in Arizona

Er zählt zu den besterhaltenen irdischen Einschlagkratern überhaupt und übt bis heute eine besondere Faszination aus: der Barringer-Krater in Arizona. Wer an seinem Rand steht, bekommt eine anschauliche Vorstellung davon, welche Kräfte hier einst gewirkt haben müssen. Und auch ein Stück Raumfahrtgeschichte gibt es hier in der Wüste Arizonas zu entdecken.

Flagstaff ist ein beschauliches kleines Städtchen in der Mitte Arizonas, das für sich allein schon einen Besuch wert wäre. Es liegt auf dem Südwestrand des Colorado-Plateaus inmitten einer äußerst abwechslungsreichen Landschaft. Der Legende nach haben amerikanische Siedler auf dem Weg nach Westen am amerikanischen Unabhängigkeitstag hier einfach einen Baum gefällt und zu einem Fahnenmast umfunktioniert, um die US-amerikanische

Flagge daran aufhängen zu können – so entstand der Name.

Flagstaff ist aber gleichzeitig auch ein idealer Ausgangspunkt für eine Vielzahl lohnenswerter Besuchsziele in der näheren Umgebung. In einer guten Stunde erreicht man den Grand Canyon und fast vor der Tür liegen Ziele wie der Walnut Canyon mit in Felswände gearbeiteten Behausungen des Volkes der Anasazi, das Sunset Crater Volcano National Monument oder die alte Route 66. In

Flagstaff selbst lockt das Lowell-Observatorium, wo Pluto entdeckt wurde, zahlreiche Besucher an.

Ganz besonders beeindruckend ist jedoch etwa 60km westlich von Flagstaff der Barringer-Krater oder auch Meteor Crater. Der Krater wurde schon frühzeitig von amerikanischen Siedlern im Zuge der Besiedlung des amerikanischen Westens entdeckt. Ursprünglich hielt man ihn für einen Vulkankrater, von denen es im weiteren Umfeld auch



► Abb. 1: Bei einem Besuch des Barringer-Kraters ist noch heute spürbar, welche Kräfte hier einst bei dem Einschlag eines Meteoriten gewirkt haben müssen.

noch einige andere gibt. 1871 wurde er offiziell durch die US Army kartografiert.

Erst zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts kam man dann allmählich hinter die wahre Entstehungsgeschichte des Kraters: Hier ist vor rund 50.000 Jahren ein gewaltiger Meteorit eingeschlagen. Die Folgen dieses Impakt haben sich bis heute eindrucksvoll erhalten.

Einschlag vor 50.000 Jahren

Der Krater hat einen Durchmesser von rund 1500m und eine Tiefe von 180m gegenüber dem Umland. Direkt um den Krater herum ist darüber hinaus durch den beim Einschlag entstandenen Auswurf die Kraterwand um 30 bis 60m erhöht, so dass er von dort aus noch wesentlich tiefer wirkt. Steht man auf diesem Kraterand und lässt die Eindrücke auf sich wirken, so entsteht schnell eine gewisse Ehrfurcht vor den Naturgewalten, die hier einmal getobt haben. In den Krater würden bequem 20 Fußballfelder und an den Hängen Tribünen für zwei Millionen Zuschauer passen!

Zum Zeitpunkt des Einschlags vor etwa 50.000 Jahren war das Klima im Umland



▲ Abb. 2: Ein »Warnhinweis« am Barringer-Krater.

noch deutlich kühler und feuchter. Wo sich heute eine Wüstenlandschaft erstreckt, war es früher grün und es gab einzelne Wälder, wie man sie heute noch direkt um Flagstaff herum findet. An dem schicksalhaften Tag vor 50.000 Jahren raste ein Meteorit mit einem Durchmesser von knapp 50m und einem Gewicht von ca. 300.000 Tonnen auf die Re-

gion zu. Er hatte eine Geschwindigkeit von 20 bis 30km/s, also 70.000 bis 110.000km/h. Genauer lässt sich die Geschwindigkeit heute nicht mehr bestimmen. Klar ist jedoch, dass bei dieser Geschwindigkeit von der ersten optischen Erkennbarkeit bis zum Einschlag kaum noch Zeit blieb.

Flammender Feuerball

Die beim Einschlag entstehende Explosion und Druckwelle waren dreimal so stark wie beim Tunguska-Ereignis. Im Moment des Einschlags bildete sich ein flammender Feuerball, der sich in bis zu fünf Kilometern Entfernung ausbreitete und alles in dieser Region verbrannte. Die gleichzeitig entstehende Druckwelle breitete sich explosiv mit rund 2000km/h aus und zerstörte zusätzlich alles in einem Umkreis von rund 20km vollständig. Selbst in 40km Entfernung hatte die Druckwelle immer noch die Gewalt eines Hurrikans. Somit löste der Meteorit auf einer Fläche von über 2000 Quadratkilometern gewaltige Zerstörungen aus.

Er beförderte jedoch keine übergroßen Mengen von Staub in die Atmosphäre, so dass die Auswirkungen auf die globale Fau-



The Holsinger Meteorite is the largest discovered fragment of the 150-foot (45-meter) meteor that created Meteor Crater.

▲ Abb. 3: Der Holsinger-Meteorit ist im Museum ausgestellt. Es ist das größte bisher gefundene Fragment des Meteoriten, der durch seinen Einschlag den Krater geschaffen hat.

na und Flora gering blieben und auch das globale Klima nicht beeinflusst wurde. Innerhalb von rund 100 Jahren konnte dann die Natur das gesamte Gebiet wieder zurückerobern.

Die Verwerfungen im Krater sind dagegen auch heute noch unglaublich gut zu erkennen, da sich das lokale Klima im Laufe der folgenden Zeit immer mehr zu einem trockenen Wüstenklima entwickelte. Auch starke Winde oder größere Mengen fließenden Wassers, die in anderen Teilen des Colorado-Plateaus die teils spektakulären Naturwunder geformt haben, sorgten hier nicht für entscheidende Veränderungen. Lediglich eine geringe Menge an fluvialen Sedimenten lagerte sich nochmals über dem gesamten Gebiet ab. Und deshalb ist die Wirkung dieses Kraters, wenn man an seinem Rand steht, auch heute noch äußerst beeindruckend!

Erdgeschichte freigelegt

Der Meteorit näherte sich damals von Westen in einem recht flachen Winkel. Noch heute lassen sich die freigelegten Erdschichten besonders an den westlichen Teilen gut erkennen. Die oberste Schicht ist die rötlich gefärbte Moenkopi-Formation, die sich vor rund 240 Millionen

Jahren gebildet hatte. Darunter folgen Sandstein- und Kalkstein-Schichten von vor 250 Millionen Jahren und zuunterst im Kraterbecken sind Reste aus dem Perm-Erdzeitalter vor 260 Millionen Jahren erkennbar. Bohrungen haben gezeigt, dass auch darunter die Schichtung der weiteren Chronologie folgt. Auch im Umland des Kraters ist genau diese Schichtfolge feststellbar.

In den östlichen Bereichen des Kraters dagegen müssen die gewaltigen Kräfte des Ein-

schlags riesige Mengen an Erdschichten freigesetzt, in die Luft gehoben und buchstäblich auf dem Kopf wieder abgeworfen haben, denn hier folgt die erkennbare Schichtung des Kraterwalls genau der umgekehrten Anordnung.

Als 1896 der Krater offiziell durch die im Innenministerium angesiedelte Behörde United States Geological Survey untersucht wurde, hielt man ihn weiterhin für einen Vulkankrater, da keine Spuren von Eisen im Kraterinneren gefunden wurden, die man bei einem Meteoriten erwartet hätte – und dies, obwohl eine riesige Menge kleiner Meteoritenteile im Umfeld eine andere Sprache sprach.

Der Krater als Verlustgeschäft

Erst 1902 hörte der erfolgreiche Geschäftsmann und Ingenieur Daniel Moreau Barringer von diesem Krater und der Möglichkeit, dass hier ein Meteorit eingeschlagen sein könnte. Er besaß bereits eine erfolgreiche Silbermine und sicherte sich das gesamte Kratergebiet als Claim in der Hoffnung, den vermuteten Eisenmeteoriten zu finden und verwerten zu können. Hierfür gründete er im Folgejahr die Standard Iron Company zur kommerziellen Ausnutzung.



▲ Abb. 4: Ein Stück des Barringer-Kraters zum Mitnehmen gibt es im Souvenir-Laden.

Eine Vielzahl von Bohrungen in den folgenden Jahren im Krater selbst, aber auch im direkten Umland bestätigte zwar die Theorie eines gewaltigen Einschlags, dennoch blieb der eigentliche Eisenmeteorit unauffindbar. So konnte Barringer zwar gemeinsam mit seinem Partner, dem Physiker B. C. Tilghman, 1906 einen wissenschaftlichen Artikel in den »Proceedings of the Academy of Natural Sciences« veröffentlichen, welcher diese Theorie genauestens belegte. Gleichwohl hielt sich auch weiterhin die Theorie einer möglichen Explosion.

Aber dennoch blieb ihm in diesem Projekt der kommerzielle Erfolg versagt. Barringer starb 1929 an einem Herzinfarkt und hatte bis zu diesem Zeitpunkt rund 600.000 US-Dollar in dieses Projekt investiert. Kurz vor seinem Tod veröffentlichte der Astronom F. R. Moulton noch eine Studie, in der er ausgerechnet hatte, dass durch die bei einem Einschlag des Meteoriten entstandenen Energiemengen der Eisenkern komplett verdampft war.

Barringers Ehefrau und die acht Kinder setzten seine Arbeit zwar nicht fort, gründeten dafür jedoch die Barringer Crater Company, die bis zum heutigen Tage besteht und bis heute die Eigentumsrechte am gesamten Gelände hält.

Testgelände für Mondastronauten

Der Astronom Eugene Shoemaker, der in Amateurräumen hauptsächlich durch die Entdeckung des Kometen Shoemaker-Levy 9 (gemeinsam mit seiner Ehefrau Carolyn Shoemaker und David H. Levy) bekannt geworden war, bestätigte im Rahmen seiner Untersuchungen in den frühen sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts endgültig die Theorie eines großen Einschlags.

Später arbeitete Shoemaker im Mondlandeprogramm der USA mit und unterstützte Astronautentrainings inmitten des Barringer-Kraters, da auch die Einschlagkrater auf dem Mond eine vergleichbare Charakteristik aufweisen. Er war sogar selbst als Astronaut und Mondlandekandidat vorgesehen, musste allerdings zurücktreten, da bei ihm Morbus Addison, eine Erkrankung der Nebennierenrinde, diagnostiziert wurde. Die Reste von Aufbauten dieses Mondlandetrainings sind heute noch in der Kratermitte zu erahnen.

Leider kann man heute – wie noch vor wenigen Jahren – aufgrund von zu vielen entstandenen Schäden nicht mehr auf dem etwa fünf Kilometer langen Rundwanderweg um den Krater herumwandern. Dafür bietet das Besucherzentrum am Kratertrand mehrere gut befestigte Aussichtspunkte, ein kleines Museum mit Exponaten, eine interessante Filmvorführung, einen gut bestückten Museumsshop und diverse Ausstellungsobjekte – und, wie in den USA üblich, natürlich auch ein Fast Food Restaurant.

Im Museum ist besonders der Holsinger-Meteorit interessant, das größte bisher gefundene Fragment des großen Meteoriten,

der den Barringer-Krater geschaffen hat. Samuel Holsinger war ein guter Freund Barringers gewesen und hatte diesem als erster von der Theorie eines Einschlags berichtet. Der Holsinger-Meteorit wiegt 639kg und ist rund einen Meter groß. Viele andere Bruchstücke zwischen 50kg und 500kg sind über zahlreiche Museen der USA verteilt.

Aber auch eine Testkapsel des Apollo-Programms findet sich auf dem Gelände des Museums. Diese Kapsel schaffte nie den Weg in den Weltraum, sondern diente zu Übungszwecken, um die Handgriffe nach einer Wasserung der Kapsel zu trainieren. Es fehlt auch nicht die »Wall of Fame«, auf der alle bisherigen US-Astronauten verewigt sind. Einen weiteren nach Daniel Barringer benannten Krater gibt es übrigens auf dem Mond – auf der erdabgewandten Seite.

Ein Besuch des Barringer-Kraters sollten sich alle an Astronomie oder Geologie Interessierten auf keinen Fall entgehen lassen, denn einen solch gut erhaltenen Einschlagkrater findet man sonst nirgendwo mehr auf der Welt. Und man bekommt auch heute noch einen guten Eindruck von den Urgewalten, die hier vor 50.000 Jahren einmal getobt haben müssen. ► Peter M. Oden

SURFTIPPS

- Meteor Crater

 [Kurzlink: oc1m.de/a13077](https://oc1m.de/a13077)

Riesenbrocken und Raumkapsel

Im Museum ist besonders der Holsinger-Meteorit interessant, das größte bisher gefundene Fragment des großen Meteoriten,



▲ Abb. 5: Die Apollo-Astronauten trainierten im Barringer-Krater für ihre Mission. Eine Apollo-Trainingskapsel erinnert daran.

DAS **AUGE** GOTTES

Der Helixnebel NGC 7293 im Sternbild Wassermann, auch "Auge Gottes" genannt, ist ein Planetarischer Nebel. Mit einer Entfernung von rund 700 Lichtjahren ist es das dem Sonnensystem nächstliegende Objekt dieser Art. Der Hauptring des Helixnebels hat einen Durchmesser von ca. zwei Lichtjahren. Faszinierend finde ich neben den Strukturen im Hauptring und den schwachen äußeren Nebelanteilen vor allem auch die »Globulen« im inneren Teil dieses Nebels.

Über dem Horizont

Ich hatte den Helixnebel schon lange auf meiner Wunschliste, aber wegen seiner tiefen Stellung in unseren Breiten hatte ich mich lange nicht an dieses faszinierende Objekt gewagt. Auch an meinem bevorzugten und wirklich guten Standort auf der Postalm im Land Salzburg in Österreich in 1300 Metern Höhe über dem Meeresspiegel sollte schon eine sehr gute Transparenz und wenn möglich auch sehr gutes Seeing herrschen, um dieses sehr nahe am Horizont stehende Objekt erfolgreich fotografieren zu können.

Im September 2016 hatte ich sogar schon mal einen Versuch gestartet, konnte dann aber wegen des anhaltenden schlechten Wetters meine Belichtungsserie nicht fortführen. So hatte ich nur sehr wenige RGB-Aufnahmen zur Verfügung – viel zu wenig für ein gutes Astrofoto. So musste ich mich notgedrungen ein weiteres Jahr gedulden.

Das Warten hat sich ausgezahlt: Im September und Oktober 2017 gab es dann tatsächlich eine längere Schönwetterphase mit nahezu optimalen Bedingungen, mit sehr guter Transparenz und sehr gutem Seeing. Diese Gelegenheit musste ich natürlich nutzen und so fuhr ich in dieser Zeit mit meiner mobilen Ausrüstung in insgesamt drei Nächten zu meinem bevorzugten Standort auf die Postalm und richtete meinen 8-Zoll-Newton mit meiner Moravian-CCD-Kamera auf einer G53F Montierung von Gemini Richtung Helixnebel. Die Gesamtbelichtungszeit betrug schließlich etwas mehr als zwölf Stunden.

H α für äußere Nebelbereiche

Mir war unter anderem auch sehr wichtig, die äußeren Nebelanteile (Schalen und Henkel) darzustellen, deshalb habe ich zu den LRGB-Aufnahmen auch H α -Aufnahmen gemacht. Die wenigen RGB-Aufnahmen vom letzten Jahr habe ich dann auch noch mitverwendet.

Die Bildbearbeitung gestaltete sich nicht einfach: Um wirklich die ganze Dynamik dieses Nebels samt den schwachen Außenbereichen darzustellen, muss man schon einige Bildbearbeitungskniffe anwenden und eben auch H α -Aufnahmen einbinden. Ohne H α sind die ganz schwachen Nebelausläufer nicht zu erreichen – zumindest nicht mit relativ moderaten Belichtungszeiten.

Insgesamt macht mich dieses Bild sehr stolz, da nach der aufgebrachten Geduld und nach der Herausforderung mit der Bildbearbeitung ein – wie ich meine – doch sehr schönes Astrofoto entstanden ist. Die verwendeten Programme bei der Bildbearbeitung waren PixInsight und Photoshop.

Ich hoffe, dass ich mit dieser Aufnahme einige Astrofotografen animieren kann, dieses wunderbare Himmelsobjekt trotz der tiefen Stellung in unseren Breiten auch mal zu versuchen. Ich denke, dass hier auch mit einer DSLR sehr schöne Aufnahmen möglich wären. ▶ Rochus Hess

Q IM DETAIL

Technik und Bearbeitung

Optik: 8-Zoll-f/4-Newton von Teleskop

Austria mit Pál-Gyulai-Korrektor

Montierung: Gemini G53F

Kamera: Moravian G2 8300FW

Belichtungszeit: 12×20min H α ,
19×10min Luminanz und je 10×10min RGB,
alles ungebinnt

Nachbearbeitung:

PixInsight, Photoshop

▶ Abb. 1: Der Planetarische Nebel NGC 7293 im Sternbild Wassermann wird auch »Auge Gottes« genannt.



DREI NEBEL



▲ Abb. 1: NGC 7635, der Blasennebel, im Sternbild Kassiopeia, aufgenommen am 15. Oktober 2017 mit einem 250mm-Newton bei 1150mm Brennweite und einer SBIG ST 8300C mit einer Belichtungszeit von 66×600s mit UHC-S- und 60×600s mit H α -Filter von Blowatz in Mecklenburg-Vorpommern aus. *Ulf M. Schliemann*



▲ Abb. 2: Der Reflexionsnebel NGC 1333 im Sternbild Perseus. Die Aufnahme entstand am 20. Oktober 2017 von Mümliswil in der Schweiz aus mit einem 200mm-Newtonteleskop bei 800mm Brennweite und einer Kamera vom Typ Canon EOS 600Da. Die Belichtungszeit betrug 18,3 Stunden. *Stefan Roth*



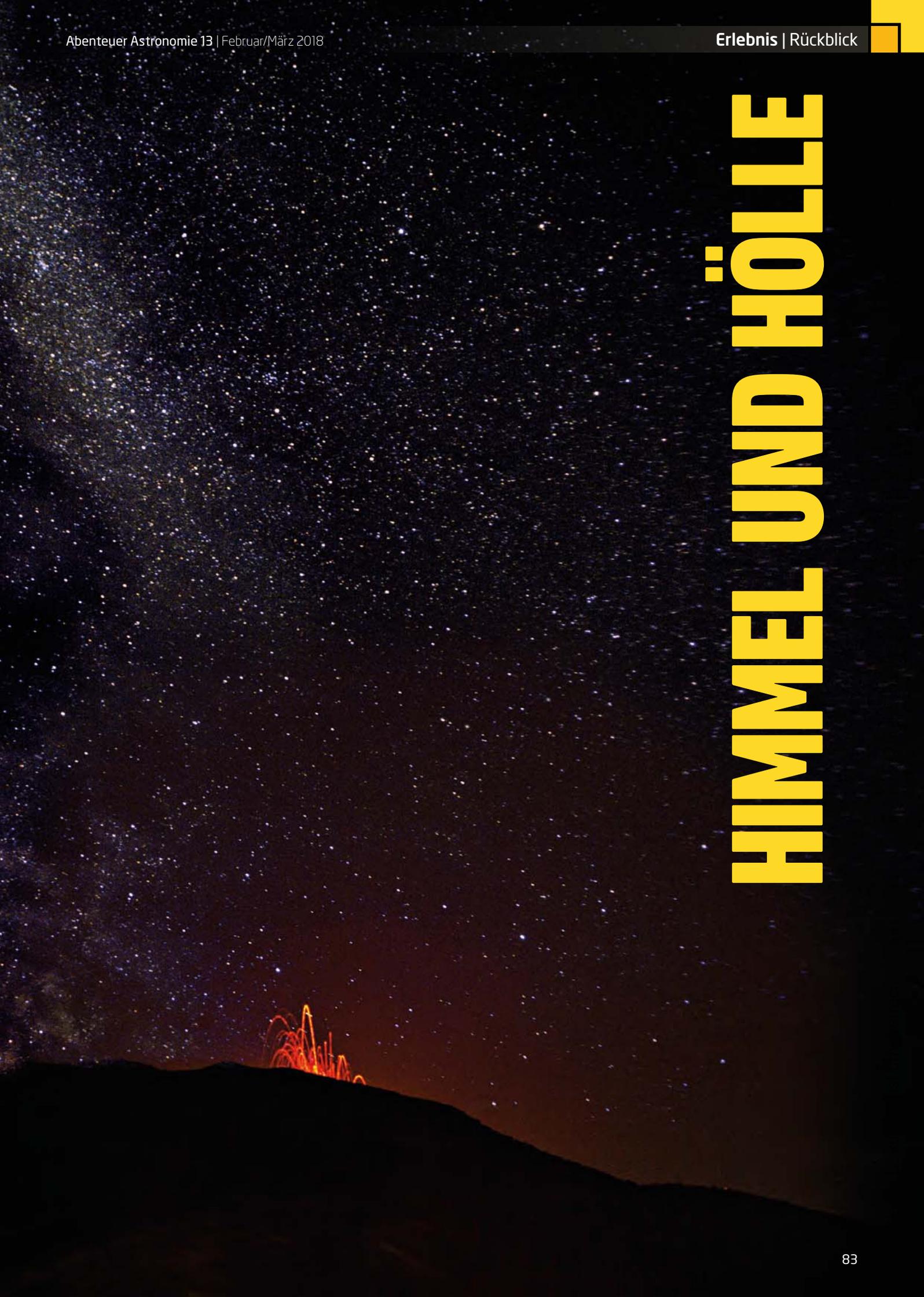


▲ Abb. 3: Der Nebel NGC 1893 im Sternbild Fuhrmann, aufgenommen am 15. Oktober 2017 mit einem 102mm-Refraktor bei 639mm Brennweite und einer Moravian G2 8300FW von der Sternwarte Wind in Bayern aus. Gesamtbelichtungszeit 18,3 Stunden. *Tobias Lindemann*



▲ Abb. 1: Die Sommermilchstraße mit den Sternbildern Schild und Adler über dem Vulkan Stromboli. Die Ansicht ist ein Komposit aus 24 Aufnahmen mit 24mm Brennweite für die Milchstraße und einer Aufnahme des Vulkanausbruchs mit 50mm Brennweite. Sie entstand am 17. September 2017 mit einer Canon EOS 5D Mark II. Das Bild, so der Fotograf, würde recht authentisch den optischen Eindruck wiedergeben. *Thomas Zwach*

HIMMEL UND HÖLLE





▲ Abb. 2: Foto der Feuerkugel vom 3. November 2017, die in weiten Teilen Deutschlands und Österreichs zu sehen war. Die Aufnahme entstand um 21:10 MEZ von der Sternwarte Gahberg aus mit einer All-Sky Kamera (8mm Peleng Fisheye). Die Belichtungszeit betrug 1min. Durch den Vollmond entstanden Reflexe am Acryl-Dome. *Erwin Fillimon*



▲ Abb. 3: Konjunktion von Mond und Venus, aufgenommen am Morgen des 18. Oktober 2017 mit einer Canon EOS 750D und einem 300mm-Objektiv. Die Bäume im Vordergrund gehören zum Tharandter Wald in Sachsen. *Horst Böttger*

PERFEKTE BILDER UNTER PERFEKTEM HIMMEL

Erster Astrofotografie-Workshop auf dem ATHOS Star Campus

Premiere auf La Palma: Im ATHOS Centro Astronómico finden in diesem Jahr erstmals Workshops zur Astrofotografie statt. Die Teilnehmer können von einem Experten lernen, lang belichtete Aufnahmen von Deep-Sky-Objekten zu gewinnen und daraus farbige Bilder zu erstellen. Schwerpunkte der Workshops sind der präzise Umgang mit Montierung, Kamera und Teleskop sowie der Workflow zum final geschärften Bild.



► Abb. 1: Die Workshops finden unter dem idealen Himmel der Kanareninsel La Palma auf dem ATHOS Star Campus statt.

Der erste fünftägige Workshop findet vom 7. bis 11. Juni 2018 auf dem 2016 neu eröffneten ATHOS Star Campus in dem kleinen Ort Las Tricias auf La Palma statt und wird von dem bekannten Astrofotografen Christoph Kaltseis geleitet, der unter anderem Ausrichter der Central European Deepsky Imaging Conference (CEDIC) im österreichischen Linz ist. Der Workshop wird vom ATHOS Centro Astronómico in Zusammenarbeit mit Baa der Planetarium, 10Micron und Abenteuer Astronomie durchgeführt.

Ideale Bedingungen

Viele Staaten, internationale Institute und Universitäten betreiben auf dem erloschenen Vulkan der Kanareninsel wissenschaftliche Observatorien. Der ATHOS Star Campus liegt am Fuße des Vulkans im Nordwesten der Insel in 900 Meter Höhe über dem Atlantik. Hier gibt es eine eigene Sternwarte und für Gäste stehen sieben für die visuelle und fotografische Beobachtung ausgestattete Beobachtungsplätze zur Verfügung.

Die Teilnehmer können in einem der fünf Astrohäuser – jeweils mit Doppelzimmer – auf dem ATHOS Star Campus wohnen oder ein Ferienhaus in der Nähe mieten. Es kann eigenes Equipment mit auf die Insel gebracht werden oder hochwertige Teleskope, Montierungen und Kameras vor Ort gemietet werden. Bei der Auswahl des geeigneten Equipments stehen die Mitarbeiter von ATHOS im Vorfeld beratend zur Verfügung. Ein eigener PC für die Bearbeitung der Bilder sollte von den Teilnehmern mitgebracht werden. Es wird mit Freeware-Programmen gearbeitet, jedoch ist das Programm Photoshop von Adobe (auch ältere Versionen) für die Bildverarbeitung von Vorteil.

Zweiter Workshop im November

Es ist empfehlenswert, ein paar weitere Tage nach dem Workshop auf La Palma einzuplanen, um das Erlernte unter dem einmaligen Himmel der Kanareninsel zu vertiefen. Auch in dieser Zeit stehen die Mitarbeiter von ATHOS den Gästen weiter zur Seite.

Der fünftägige Workshop kostet 240€. Flug, Mietwagen, Unterkunft und, wenn gewünscht Instrumente werden von den Teilnehmern selbstständig gebucht. Kontakt, weitere Informationen und Buchungen über team@athos.org, die deutsche Telefonnummer +49 172 6966106 oder als Download unter www.athos.org. Ein weiterer Workshop für die Astrofotografie ist vom 7. bis 11. November 2018 geplant.

► Stefan Deiters

ZUR PERSON

Christoph Kaltseis

Der 42jährige Astrofotograf aus Oberösterreich hat im Alter von sieben Jahren seine Leidenschaft für die Astronomie entdeckt; seit über 20 Jahren beschäftigt er sich intensiv mit der Astrofotografie. Beruflich arbeitet Kaltseis als Trainer und Seminarleiter für internationale Unternehmen in den Bereichen Fotografie, Grafik, Design und Qualitätsmanagement. Er berät Hersteller von Instrumenten für die Amateurastronomie und führt Prototypentests u.a. von astronomischen Kameras und Teleskopen durch. Als Autor und Publizist wurden viele Werke von ihm über digitale Bilder und deren Prozesse veröffentlicht. Kaltseis ist auch Autor mehrerer NASA APODs (Astronomy Picture of the Day).



► Abb. 2: Christoph Kaltseis

DAS GEHEIME LEBEN DER STERNE

Der bundesweite Astronomietag 2018 am 24. März

Szene

a

b

► Abb. 1: Die verschiedenen Stationen im Leben eines Sterns sind Thema beim diesjährigen Astronomietag: Beobachten lässt sich etwa der Orionnebel (a), in dem Sterne geboren werden, der offene Sternhaufen der Plejaden (b) als Beispiel für einen stellaren Kindergarten oder der Eskimonebel (c) als Endstadium eines Sterns.

Johannes Schedler (a, c), Tommy Nawratil (b)

c

CCD-Guide

Schon seit mehr als zehn Jahren organisiert die Vereinigung der Sternfreunde (VdS) alljährlich den bundesweiten Astronomietag, an dem jeder Interessierte Gelegenheit hat, sich über astronomische Themen zu informieren und – was vielleicht noch wichtiger ist – selbst einen Blick ins All zu werfen. Dies ermöglichen zahlreiche Sternwarten, Planetarien, astronomische Institute und engagierte Hobby-Astronomen, die zu Tagen der offenen Tür, zu Vorträgen und Beobachtungsabenden einladen. In den letzten Jahren haben rund 30.000 Besucher am Astronomietag teilgenommen.

2018 lautet das Thema des Aktionstags am 24. März »Das geheime Leben der Sterne«, am 27. Juli soll es dann zur Marsopposition und Mond-

finsternis zusätzliche Veranstaltungen geben. Ende März bietet der Sternhimmel diverse Beispiele für die unterschiedlichen Phasen im »Leben« einer Sonne: Die »Geburt« der Sterne aus Gas und Staub wird eindrucksvoll durch den bekannten Orionnebel veranschaulicht, die »Kindergartenzeit« durch offene Sternhaufen wie die Plejaden im Sternbild Stier. Das Ende eines Sternlebens schließlich wird durch den »Eskimonebel«, einen Planetarischen Nebel in den Zwillingen, und den Supernova-Überrest Messier 1, den Krebsnebel, im Stier repräsentiert.

Die Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS) ist mit über 4000 Mitgliedern der größte überregionale Verein von Amateurastronomen im deutschsprachigen Raum. Auf der Website des

Astronomietags lassen sich Veranstaltungen im Vorfeld gezielt nach Orten suchen oder aber auf einer Übersichtskarte auswählen. In den vergangenen Jahren beteiligten sich an dem Aktionstag nicht nur amateurastronomische Vereine, sondern auch Forschungsinstitute und andere wissenschaftliche Einrichtungen.

► Stefan Deiters



SURFTIPPS

- Astronomietag
- Vereinigung der Sternfreunde

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a13086](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a13086)



Termine für Sternfreunde Februar/März 2018

Astronomietreff Hückelhofen (ATH)

17.2.2018

D-41836 Hückelhoven

Winterworkshop 2018: Planetenfotografie

17.2.-18.2.2018

A-1140 Wien

Sternfreundetreffen Todtenrode Harz (SFTH)

15.3.-18.3.2018

D-38889 Thale

Treffen des Arbeitskreises Meteore

16.3.-18.3.2018

D-08209 Auerbach/Vogtland

Deep Sky Meeting (DSM)

23.3 - 25.3.2018

D-72534 Hayingen-Indelhausen

Astronomietag 2018

24.3.2018

Deutschlandweit

WISSENSCHAFTLER SUCHEN ALTE NORDLICHT-BEOBACHTUNGEN

An der Universität Jena soll ein neuer Katalog zu Nordlicht-Beobachtungen des 19. und 20. Jahrhunderts zusammengestellt werden. Ziel ist es, die durch

Nordlichter vom Erdboden aus beobachtete Ausdehnung des Aurora-Ovals zunächst mit direkten Messungen des Erdmagnetfeldes – Feldstärke und Lage des Pols – zu vergleichen,

die seit Anfang des 19. Jahrhunderts durchgeführt wurden. Danach soll dann aus noch früheren historischen Nordlicht-Beobachtungen das Erdmagnetfeld rekonstruiert und mit anderen Rekonstruktionen verglichen werden.

Die Wissenschaftler um Daniel Wagner und Prof. Dr. Ralph Neuhäuser vom Astrophysikalischen Institut und der Universitäts-Sternwarte der Universität Jena bitten um Einsendung von frühen Nordlicht-Beobachtungen des 19. und 20. Jahrhunderts in Form von Texten und/oder Bildern. Wichtig dabei ist die Angabe von Ort und Datum der Beobachtung und – falls möglich – auch von Uhrzeit, Richtung und Höhe am Himmel sowie Farbe.

Alle Einsender sollen nach Ende der Studie über die Ergebnisse informiert und im Katalog auch namentlich erwähnt werden, falls dem nicht widersprochen wird. Weitere Informationen bei Daniel Wagner (wagner.d@uni-jena.de).

► Stefan Deiters



◀ Abb. 1: Polarlichter über Sachsen am 18. März 2015. Tino Leichsenring

EINE ASTRONOMIE – ZWEI WELTEN

Zwei außergewöhnliche Entdeckungen hat es in diesem Jahr gegeben – und die Art und Weise, wie die astronomische Welt damit umging, hätte unterschiedlicher nicht sein können. Im August spürte man die erste Kilonova auf, was aufgrund alter Absprachen zwei Monate lang geheim gehalten wurde. Die Entdeckung und Erforschung des ersten Besuchers von außerhalb des Sonnensystems im Oktober fand hingegen im Licht der Öffentlichkeit statt – und geschadet hat es sicher nicht.

Von Mitte August bis Oktober 2017 war die Astronomie auf dem Planeten Erde in einem Ausnahmezustand wie nie zuvor – aber ihre Welt war in zwei streng getrennte Segmente geteilt. Mehrere tausend Berufsastronomen – Schätzungen reichen bis 5000 – waren eingebunden, wussten viel oder alles über die folgenreiche Sternexplosion (vgl. Abenteuer Astronomie Heft 12), waren aber zu absolutem Stillschweigen verpflichtet. Viele andere aber, darunter fast alle Theoretiker, blieben ausgesperrt – und alle Amateurastronomen auch, egal wie gut ausgestattet. Mitmachen durfte nur, wer vor Jahren eine Art Vertrag mit dem LIGO-Projekt abgeschlossen hatte: Rund 70 Profi-Sternwarten wurden damals zugelassen, einige nicht – und Amateurastronomen waren gar nicht erst gefragt worden.

Ausgesperrte Amateurastronomen

Am 16. Oktober wurde die Katze endlich aus dem Sack gelassen: In einer Choreographie aus 65 wissenschaftlichen Arbeiten auf einmal, begleitet von über 70 Pressemitteilungen und einem halben Dutzend Pressekonferenzen in mehreren Ländern wurde von der Entdeckung einer Kilonova berichtet, also der Verschmelzung zweier Neutronensterne mit Effekten von Gravitationswellen über einen Gammablitz bis zu Röntgen- bis Radiostrahlung. Ein LIGO-Sprecher musste dabei zugeben, dass Amateure bereits ab etwa 16 Zoll Öffnung sinnvolle Daten von der Kilonova hätten gewinnen können. Da die Quelle wegen ihrer Sonnennähe an jedem Ort der Welt nur etwa eine Stunde lang zu sehen war, hätte das weltweite Netz erfahrener Amateure zu einer zeitlich dichteren Überwachung beitragen können. Es ist nachvollziehbar, dass der Nachweis der ersten Gravitationswellen überhaupt monatelang geheim gehalten wurde, bis dieser Durchbruch eindeutig verifiziert war – es hatte ja auch immer nur das LIGO-Signal und nichts weiter am Himmel zu sehen gegeben.

Aber diesmal war die Existenz einer in allen Wellenlängen leicht sichtbaren neuarti-

gen, seltenen und rasch vergänglichem Quelle gezielt unterdrückt worden! Immerhin gibt es Hoffnung, dass sich so etwas nicht wiederholen wird: Derzeit liegen die LIGO-Detektoren still und werden abermals empfindlicher gemacht. Und wenn sie ab Ende dieses Jahres wieder laufen, dann sollen – so hat das Projekt gegenüber Abenteuer Astronomie noch einmal bestätigt – alle klaren Detektionen von Gravitationswellen sofort öffentlich gemacht werden. Und dann können, ja sollen, auch Amateurastronomen auf die Suche nach Gegenständen im sichtbaren Licht gehen: Es kann passieren, dass einer von ihnen die nächste Kilonova nach einem LIGO-Ereignis aufspürt.

Positives Beispiel 'Oumuamua

Wie anders war es dagegen nach der Entdeckung von 'Oumuamua gelaufen (vgl. Hin-

tergrund, Seite 24): Jeder konnte mitfiebern, mitdiskutieren und auch wertvolle Beiträge liefern. So waren es z.B. Amateurastronomen mit langer Erfahrung, denen früher als manchem Profi klar war, dass sich das Objekt auf einer hyperbolischen Bahn befand. Und der lebhaft Austausch hatte sogar Folgen: Ein Beobachter, der gerade am 5-Meter-Teleskop auf dem Palomar Observatory arbeitete, opferte dadurch motiviert kurzerhand ein paar Stunden Beobachtungszeit, um ein Spektrum des schwachen Lichtpunkts aufzunehmen – das er zuerst auf Twitter und dann im ersten wissenschaftlichen Paper über 'Oumuamua veröffentlichte. Andere zeigten aller Welt frische Fotos direkt aus Großteleskopen, teilten Beobachtungsanträge oder analysierten die Lichtkurve. Ein weiterer Meilenstein der Astronomiegeschichte – ebenso roh wie aufregend und vor allem live: So muss das.

► Daniel Fischer



▲ Abb. 1: Die Galaxie NGC 4993 mit der frischen Kilonova. Wenn man davon gewusst hätte, wäre sie nicht nur wie hier von Hubble klar zu sehen gewesen.

STERNFREUNDE IM NETZ

Websites und ein Social Bot für Amateurastronomen



▲ Abb. 1: Der Austausch zwischen Amateurastronomen läuft heute nicht mehr nur auf Teleskoptreffen, wie hier dem Herzberger Teleskoptreffen, sondern auch im Internet in den sozialen Medien. *Daniel Weitendorf*

Manche sehen Sternfreunde und Astronomen als »lichtscheue Gestalten«, die fernab großer Städte allein mit oder ohne viel Technik unter dem Sternhimmel ihrem Hobby oder dem Beruf nachgehen. Was schon bei den Fachastronomen nicht richtig ist, trifft erst recht nicht auf Sternfreunde zu. Traf man sich früher bei regionalen oder überregionalen Veranstaltungen, die oft nur einem relativ kleinen Personenkreis bekannt waren, so läuft die Ankündigung und Planung von Treffen und Beobachtungen heutzutage über verschiedene Portale wie »Astrotreff.de« und »Astronomie.de.« Diese enthalten aber nicht nur Hinweise auf Treffen, sondern in Unterforen viele astronomische Informationen und Diskussionen.

Websites für Klein und Groß

Um die Zusammenarbeit noch mehr zu fördern, wurden in den letzten Jahren einige astronomische Online-Portale entwickelt, die sowohl überregional als auch regional die In-

teressen von Sternfreunden fördern. Als neueste Website wurde »Astronomie in Deutschland« online gestellt. Betrieben wird die Seite von der Astronomischen Gesellschaft. Sie bietet eine Fülle von Informationen über die astronomische Forschung, zum Astronomiestudium, den Beruf des Astronomen, aber auch Themen wie Astronomie für Kinder und Astronomie in der Schule.

Schon länger gibt es die Plattform »Astronomie in Norddeutschland«. Hier werden astronomische Vereinigungen, Observatorien, Planetarien, Tagungen und Teleskoptreffen gelistet und Informationen über das seit nunmehr 40 Jahren durchgeführte »Norddeutsche Astrofotografentreffen (NAFT)« vorgehalten. Seit einiger Zeit gibt es hier auch die »Astronomie in Mecklenburg-Vorpommern.«

Für astronomisch interessierte Kinder gibt es die »Astro-Zwerge« mit kindgerecht aufbereiteten Beiträgen zum Auffinden der Milchstraße, Anregung zum Selbstbau einfacher Sonnenuhren und eine Übersicht zum aktuellen Himmelsgeschehen. In die gleiche

Richtung gehen auch die »AstroKids von astronomie.de«, wo man darüber hinaus eine Bastel- und Frage-Ecke ebenso findet wie Tipps für eigene Beobachtungen. Zu nennen sind auch die »SpaceKids« der europäischen Weltraumorganisation ESA und die Jugendseite des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt.

Ein Twitter-Bot für die Astronomie

Zur Vernetzung gehört auch die Verbreitung astronomischen Wissens, etwa via Social Bots. Dies sind autarke Computerprogramme, die automatische Antworten, Stellungnahmen und Kommentare zu vorgegebenen Themen ins Internet setzen. Ein speziell für die Astronomie entwickelter »sozialer Roboter« mit Namen Welt-Raum-(Twitter)-Bot ist von Stefan Gotthold, Astronomie-Blogger, Astrofotograf und Social Media Manager aus Berlin, für den Kurznachrichtendienst Twitter entwickelt worden. Wer im sozialen Netzwerk von Twitter angemeldet ist, findet ihn unter @WeRaBot und erhält täglich mehrmals Antworten auf vielerlei Fragen, etwa zur Entfernung der Erde von der Sonne, den Überflugzeiten der Internationalen Raumstation ISS oder zu diversen astronomischen Aufnahmen. ▶ Manfred Holl

⇌ INTERAKTIV

Netznews

Kennen Sie eine interessante Website oder haben in den sozialen Netzwerken etwas entdeckt, über das wir hier berichten können? Kontaktieren Sie uns unter redaktion@abenteuer-astronomie.de, bei Facebook oder bei Twitter.

➤ SURFTIPPS

- Astronomie in Deutschland
- Astronomie in Norddeutschland
- Astronomie in Mecklenburg-Vorpommern
- AstroKids
- Astro-Zwerge
- DLR Next
- ESA Space-Kids

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a13091



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.

Wie Skywalker die Welt sehen

Kreativität in verschiedensten Formen beim europäischen Weltraumwettbewerb Odysseus 2

Im vergangenen Jahr endete der von der Europäischen Kommission geförderte Jugend-Weltraum-Wettbewerb »Odysseus 2«. In drei Altersgruppen, genannt Skywalker, Pioniere und Explorer, sollten Kinder und Jugendliche spielerisch an die Weltraumforschung herangeführt werden. In der Altersgruppe der 7- bis 13-Jährigen waren kreative Bilder zum Thema gefragt.

Die Aufgabenstellung für die Skywalker, also die Teilnehmer im Alter von 7 bis 13 Jahren, war durchaus anspruchsvoll: Sie sollten ein Bild einreichen, was sich mit den Themen Sonnensystem, Weltraumforschung, Europa im All, Menschen auf dem Mars oder Astrobiologie beschäftigt. Dabei warfen die Teilnehmer teils auch einen recht kritischen Blick auf ihre Heimat – wie die Skywalker-Gewinnerin Angelina Makula aus Salzburg: »Es geht in der Zeichnung darum, dass, wenn wir weitermachen mit dieser Plastikproduktion und dass wir die Umwelt so verschmutzen, die Erde irgendwann so aussehen wird«, sagte die Schülerin einem TV-Sender über ihr Bild »Earth in the future! Erde in der Zukunft«. Man müsse also aufpassen, sonst »haben wir irgendwann einmal Pech und können nicht mehr so schön leben.«



▲ Abb. 1: Das Gewinnerbild des Wettbewerbs Odysseus 2: »Earth in the future! Erde in der Zukunft« von Angelina Makula aus Salzburg.

Windgetriebene Marsrover

Während sich die jungen Skywalker künstlerisch mit dem Thema Weltraumforschung auseinandersetzten, machten sich die älteren Explorer konkrete Gedanken um ein Forschungsprojekt. Sieger wurden hier das Team »Tumbleweed« aus Wien. Die drei Schüler entwickelten einen windgetriebenen Marsrover, der sich ohne Antrieb auf der Marsoberfläche bewegen kann und dort mit einer Vielzahl an Sensoren Daten sammelt. Die Gewinner durften im

Dezember den Start einer Ariane-5-Rakete mit vier Galileo-Satelliten an Bord direkt in Südamerika verfolgen. Das Team wird im Februar zudem nach Oman reisen und den Marsrover dort unter Bedingungen testen, die denen auf dem Mars schon recht nahekommen.

Der Odysseus Space Wettbewerb wurde von der EU gefördert und finanziert. Das Ziel ist es, die europäische Jugend für Weltraumforschung und -technologie zu begeistern und sie anzuregen, sich aktiv damit auseinanderzusetzen und zu beschäftigen.

Ob der Wettbewerb im Jahr 2019 als Odysseus 3 fortgesetzt wird, steht noch nicht fest. Hierzu muss ein erneuter Förderantrag eingereicht und bewilligt werden.

► Stefan Deiters

SURFTIPPS

- Odysseus 2

 [Kurzlink: oc1m.de/a13092](https://www.kurzlink.de/a13092)

Buch: Das unbekannte Universum

Eine »Tour d'horizon bis an die Grenzen des Kosmos« ist ein vollmundiges Versprechen. Aber Stuart Clark streift im Eiltempo durch Zeit und Raum. Es ist wie in einer angeregten Unterhaltung. Binnen Minuten kommt man vom Hundertsten ins Tausendste. Dabei ist es bei Clark kein Irrlichtern. Ein roter Faden durch das Themenspektrum der Astronomie ist schon da, wenn auch recht kreativ verwoben. Und an einigen Stellen auch gerissen. Immer dort, wo Zeitsprünge stattfinden: Von der Gegenwart im Vorwort zurück zu Newton, dann vor zur Mondlandung, zurück ins 19. Jahrhundert, und so weiter. Dem Lesefluss schadet all das überhaupt nicht, denn Clark beherrscht die Klaviatur des Infotainments.

IM DETAIL

Stuart Clark:
Das unbekannte Universum,
Springer-Verlag, 2017,
ISBN: 978-3-662-54895-0, 19,99 €

So liest sich »Das unbekannte Universum« weniger wie ein Sachbuch als vielmehr wie eine Kurzgeschichtensammlung. Dazu trägt auch sein Schreibstil bei, der so nüchtern wie gerade nötig und so bunt wie möglich gehalten ist und dabei Ironie nicht ausspart. Über weite Strecken geht es gar nicht um die großen Unbekannten im Universum als vielmehr um das, was in Jahrhunderten bekannt geworden ist. Wer das schon in Dutzenden Büchern gelesen hat, darf sich auf Anekdoten am Rande freuen und auf Portraits der Wissenschaftsakteure. Kostprobe: »Edward Charles Pickering (...), ein Bär von einem Mann, konnte Dummköpfe nicht leiden.« Das ist der Einstieg in Kapitel 4, nur einem von zehn in diesem sehr unterhaltsamen Buch, die sich Dauerbrennern wie Urknall, Schwarzen Löchern oder Multiversen widmen.

► Stefan Zaruba



iOS- und Android-App: Spacecraft 3D

Augmented Reality (AR), d.h. die Überlagerung des Kamerabildes von Smartphone oder Tablet mit digital generierten Informationen, ist derzeit ein großes Thema und ein wichtiger Wachstumsmarkt: In der betrieblichen Bildung gewinnen Apps an Bedeutung, die beispielsweise die Nummern von Bau- und Ersatzteilen einblenden, wenn der Monteur eine Maschine mit Smartphone oder Tablet filmt.

Das Jet Propulsion Laboratory der NASA greift die technischen Möglichkeiten von AR nun in der App »Spacecraft 3D« ebenfalls auf: Die App ermöglicht die Betrachtung zahlreicher verschiedenen Raumfähren und Raketen in 3D. Zunächst ist hierzu

ein kleiner Marker auszudrucken, dieser dient dazu dem Smartphone oder Tablet anzuzeigen, wo das Objekt eingeblendet werden soll. Anschließend kann aus den zahlreichen Satelliten, Raumfähren und Raketen (neben sechs Mars-Missionen stehen auch acht Erdsatelliten, sechs Planeten-Missionen, verschiedene Raketen, aber auch Radioteleskope und die ISS zur Auswahl) gewählt werden. Durch Bewegen des Smartphones eröffnen sich dann unterschiedliche Perspektiven der gewählten Raumfähre – einen besonderen Bonus stellen die Animationen wie beispielsweise das Aufklappen des Mars-Rovers oder das Take-Off von verschiedenen Trägerraketen dar! Die App »Spacecraft 3D« zeigt die NASA eindrucksvoll, was im Bereich AR derzeit möglich ist und präsentiert Objekte der



Raumfahrt in einer neuen und sehr eindrucksvollen Art und Weise. Die App ist eine klare Empfehlung für alle Hobbyastronomen, die sich auch für die Raumfahrt interessieren.

► Ullrich Dittler

IM DETAIL

iOS-App: Spacecraft 3D,
348 MB, Version 5.5,
iOS 8.0 oder höher, kostenlos

Android-App: Spacecraft 3D,
Version 5.3,
Android 4.0 oder höher, kostenlos

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



LESERBRIEFE

Abenteuer Astronomie Heft 12 – Perfekt nachgeführt

Leider habt ihr zwei ganz wichtige Tipps bei dem Artikel nicht angeführt: Ein Neodym-Filter auf der Kamera ist sehr zu empfehlen und verbessert insbesondere in lichtverschmutzten Gebieten die Nachführung, da die nur 30 Prozent Lichtverschmutzungssuppression für Nachführung ideal ist. Außerdem ist die elektronische Prüfung des Gewichtsausgleichs einer der wichtigsten Sachen vor Durchführung des Guidens.

Andreas Schmitz

Ein Neodym-Filter ist in der Tat recht nützlich. Der im Artikel erwähnte Semi-Apo-Filter ist eine Kombination der Kurven von Neodym und Frin-



ge-Killer. Ich empfehle ihn gern, da viele der günstigen Guidescopes starke Farbsäume besitzen und man sich dadurch einen Filter sparen kann. Bernd Gärken



INTERAKTIV

Anregungen, Hinweise, Kritik? Wir freuen uns über Lob und auch über kritische Anmerkungen zum Heft – denn nur so können wir »Abenteuer Astronomie« für Sie immer besser machen. Schreiben Sie uns eine E-Mail an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

Wir behalten uns vor, Leserbriefe aus Platzgründen nur gekürzt wiederzugeben.

VIER VERFLIXTE FEHLER

CCD-Guide

◀ Abb. 1: Der Pferdekopfnebel wurde von Williamina Fleming entdeckt, eine der Frauen in »Pickering's Harem«. Franz Klauer

Na sowas: In unserem kleinen Text aus der Welt der Astronomie stimmt zwar vieles, aber leider nicht alles. Vier eindeutige sachliche Fehler haben sich eingeschlichen. Wer findet sie?

Weibliche Computer

Die Auswertung von Beobachtungen, wie die Klassifikation von Sternen oder der Abgleich von Aufnahmen mit Katalogen, war früher eine oft mühevoll und vergleichsweise eintönige Arbeit. Edward Charles Pickering, Direktor am Smithsonian Astrophysical Observatory, kam daher auf die Idee, Frauen dafür einzusetzen – unter anderem, weil diese nicht so gut bezahlt werden mussten wie Männer. Diese Frauen gingen als »Harvard Computers« in die Astronomiegeschichte ein – oder scherzhaft als »Pickering's Harem«.

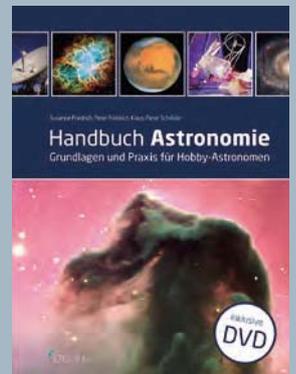
Unter den weiblichen »Computern« war auch Henrietta Swan Leavitt. Sie war mit der Vermessung der Helligkeit von veränderlichen Sternen im Orionnebel beauftragt und machte dabei eine Entdeckung, die die Astronomie wesentlich beeinflussen sollte. Bei einigen Sternen folgten die

Helligkeitsschwankungen nämlich einer bestimmten Gesetzmäßigkeit: Je kürzer die Periode, desto heller war der Stern. Mithilfe dieser Perioden-Leuchtkraft-Beziehung konnte man bald die Entfernungen zu Galaxien bestimmen, in denen man diese heute als »Cepheiden« bekannten

Sterne aufgespürt hatte. Eine weitere bedeutende Frau in »Pickering's Harem« war Williamina Fleming. Sie entdeckte bei der Auswertung von fotografischen Platten unzählige variable Sterne, Quasare und Nebel, darunter auch den berühmten Pferdekopfnebel. ▶ Stefan Deiters

Mitmachen & gewinnen!

Haben Sie die vier Fehler gefunden? Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir unter den richtigen Einsendungen drei Mal das »Handbuch Astronomie«. Das Werk gibt einen Überblick über das umfangreiche heutige astronomische Wissen – vom heimischen Sonnensystem bis zur Kosmologie. Mit zahlreichen Grafiken und Abbildungen, Praxistipps und Surftipps sowie einer DVD mit Filmen, Dokumenten und Programmen rund um die Astronomie. Bitte teilen Sie uns Ihre Lösung sowie Ihren Namen und Ihre Anschrift bis zum 1. März 2018 via Facebook-Nachricht, per E-Mail an: gewinnspiel@abenteuer-astronomie.de oder auf dem Postweg (Oculum-Verlag GmbH, Obere Karlstr. 29, 91054 Erlangen), Betreff »Vier verflixte Fehler«, mit und gewinnen Sie mit etwas Glück ein Exemplar des Buchs »Handbuch Astronomie«.



560 Seiten, Hardcover, durchgehend farbig, 69,90€

GEWINNER

Die Gewinner des Astro-Puzzles in Abenteuer Astronomie 12 sind:

- Dietmar Sellner, Trebur
- Klaus Stock, Wachtendorf/Greppin
- Marco Döpfner, Geroldshausen

Alle Gewinner erhalten den »interstellarium Deep Sky Atlas Normalausgabe«.

Auflösung aus Heft 12: Messier 51 - die »Whirlpool-Galaxie«

Messier 51 ist eine große Spiralgalaxie im Sternbild Jagdhunde mit einem wechselwirkenden Begleiter NGC 5195. In Messier 51 findet derzeit aktive Sternentstehung statt, die vermutlich durch die Gezeitenwechselwirkung mit NGC 5195 verursacht wird. *Steffen Behnke*



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

Vor 100 Ausgaben: interstellarum 13

Das 1. Bayerische Teleskop-Meeting



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

▲ Abb. 1: Bringt Menschen zur Astronomie: Der Autor in seiner Sternwarte in Meckesheim.

Ich kann mich noch gut daran erinnern, wie Uli Zehndbauer und ich an unserem Beobachtungsplatz in Pfünz spechtelten und uns die Idee kam, an diesem Platz ein Teleskoptreffen zu organisieren. Die

Gegebenheiten hier waren perfekt, Uli hatte die Kontakte zu der Hütte in Pfünz und die finanzielle Starthilfe bekamen wir vom Astronomischen Arbeitskreis Ingolstadt, wo wir beide Mitglieder waren.

nicht »Treffen«, somit war das erste Bayerische Teleskop Meeting geboren.

Klasse ist, dass das BTM bis heute Bestand hat und sich weiterhin reger Beliebtheit erfreut. Auch dass nun dieses Jahr viele Sternfreunde selbst Teleskoptreffen organisieren, zeigt doch das Verlangen, sich beim Hobby Astronomie zu treffen und sich auszutauschen.

Ich selbst, mittlerweile nun auch 50 Jahre alt, freue mich jedes Mal, wenn ich altbekannte Gesichter auf diesem Teleskoptreffen sehe! Ich persönlich konnte mir vor vier Jahren einen Wunschtraum erfüllen, indem ich nun selbst in Meckesheim eine Volkssternwarte gebaut habe und der Öffentlichkeit die Welt der Astronomie näherbringen kann.

► Andy Bender

◀ Abb. 2: Der Originalartikel in interstellarum 13.



SURFTIPPS

- interstellarum 13 zum Download

[Kurzlink: oc1m.de/a13097](https://oc1m.de/a13097)

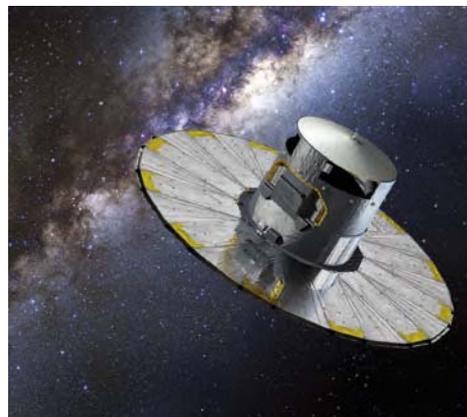
Abenteurer Astronomie 14, im Handel ab 23. März 2018



▲ Supernovae - wenn Sterne explodieren



▲ So geht's: Mondbeobachtung mit bloßem Auge



▲ Alles andere als fix: Sterne in Bewegung

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Händler

APM
Baader

Medien

CCD-Guide
CalSky.com

Sternwarten

Astronomischer Verein der Sternwarte Pappenburg e.V.
Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück
- Astronomische Arbeitsgemeinschaft
Astronomische Gesellschaft Orion Bad Homburg e.V.
Sternwarte Gmunden - AURIGA-Traunseeastronomie e.V.
Astronomischer Arbeitskreis Salzkammergut
Sternwarte Rotheul
Astro Team e.V. Kiel
Förderverein Volkssternwarte
Amberg-Ursensollen e.V.

Privatpersonen

Pierre Capesius

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

Kontakt

Abo-Service

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

Redaktion

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

Anzeigen

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

Facebook

facebook.com/AbenteurerAstronomie

Twitter

twitter.com/abenteuerastro

Website

www.abenteurer-astronomie.de

Impressum

Abenteurer 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,
Dieter Reimann

Vertrieb

IPS Pressevertrieb GmbH, Meckenheim

Hinweise für Leser

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

Datenquelle: Himmels-Almanach 2018

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), interstellares Deep Sky Atlas (isDSA), Fotografischer Mondatlas (FMA)

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