

Titelbild: Montage aus mehreren Fotos und künstlerischen Darstellungen. Fotos eines Asteroiden auf Kollisionskurs mit der Erde gibt es - zum Glück - bislang nicht. Wie wahrscheinlich ein Treffer ist, erfahren Sie ab Seite 14.

REDAKTION IM EINSATZ

Das eVScope in Jeßnigk

Es war schon Mitternacht, als die beiden endlich das entlegene südbrandenburgische Dorf erreicht hatten: Aus Marseille waren sie über Paris nach Berlin geflogen und dann noch mit dem Mietwagen zwei Stunden nach Jeßnigk gefahren - und im Gepäck ein Prototyp ihrer Erfindung, die erstmals unter dem Himmel eines deutschen Teleskoptreffens, des Herzbergers, demonstriert werden sollte. »Enhanced Vision Telescope« oder »eVScope« nennt sich der kurze 4½-Zoll-Newton auf einer computergesteuerten Nachführung. Anstelle eines Okulars hat es einen Kamera-Farbchip und ein kontrastreiches Display mit einer Lupe, die so montiert ist, dass ein Blick durch das Fernrohr nachempfunden wird - nur dass das Auge eben nicht die echten Himmelsphotonen zu sehen bekommt, sondern ein integriertes Bild, das im Laufe von Minuten immer heller, kontrastreicher und vor allem farbiger wird.



D. Fischer

Die Transparenz des Herzberger Himmels verschlechterte sich zusehends in dieser September-Nacht, doch dem eVScope machte das nichts aus, es musste halt nur länger Photonen einsammeln. Ring- und Hantelnebel oder die Galaxie Messier 82 strahlten um die Wette, alle so bunt und kontrastreich wie von Fotos gewohnt, aber eben doch irgendwie fast so »direkt« wie in der visuellen Beobachtung. Bei dem vorgeführten Prototypen war insbesondere die Montierung noch improvisiert: Es dauerte, von einem Objekt zum nächsten zu wechseln. Der elektronische Teil des eVScope hat damit den deutschen Teleskop-Treffen-Test bestanden: Man darf auf das fertige Produkt in rund einem Jahr gespannt sein.

► Daniel Fischer



Stefan Deiters

Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

regelmäßig rauschen kleinere und größere Asteroiden an der Erde vorüber und schaffen es auch immer wieder auf die Titelseiten der Boulevardzeitungen. Doch wie groß ist die Gefahr für unseren Heimatplaneten wirklich? Unser Autor Harald Krüger hat die Fakten zum Thema zusammengetragen und verrät, ob uns die zahlreichen Asteroiden in Erdnähe schlaflose Nächte bereiten sollten (Seite 14).

Der Oktober stand ganz im Zeichen der Gravitationswellenforschung: Zunächst erhielten drei am Gravitationswellendetektor LISA beteiligte Wissenschaftler den Nobelpreis für Physik, wenige Tage später wurde erstmals über ein Gravitationswellensignal von zwei verschmelzenden Neutronensternen berichtet. Die Folgen dieser Kollision waren zudem auch mit herkömmlichen Teleskopen in verschiedenen Wellenlängenbereichen zu beobachten. Andreas Müller, regelmäßig im Heft mit seiner Kolumne »Müllers Universum« vertreten, erklärt, was genau gemessen wurde und warum das so spannend ist (Seite 20).

Wie immer bietet das Heft auch wieder zahlreiche Tipps und Anregungen für eigene Erkundungstouren am Nachthimmel. Und obwohl sich am Firmament eigentlich schon genug Spektakuläres findet, glauben manche den Anblick noch etwas atemberaubender machen zu müssen - etwa durch 3D-Effekte mithilfe spezieller Okulare. In den USA werden diese schon als eine »fundamentale Verbesserung der visuellen Beobachtung« gefeiert. Grund genug für unseren Herausgeber Ronald Stoyan, sich die Okulare einmal anzuschauen. Er ist dabei zu einem eindeutigen Urteil gekommen (Seite 50).

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre, eine schöne Weihnachtszeit und ein tolles Jahr 2018 mit möglichst vielen klaren Beobachtungsnächten.

Ihr

Wissen

First Light

- 8 Mond und Sonne einmal anders
- 10 Hinauf und hinab

Fischers fantastische Zahlen

- 12 Weniger als 6,4% Reflexionsvermögen

Deiters' erstaunliche Fakten

- 13 Ein Modul der ISS ist aufblasbar

Hauptartikel

14 Planet in Gefahr?

Immer wieder passieren Asteroiden im geringen Abstand die Erde. Droht irgendwann ein Treffer?

Hintergrund

- 20 Wenn Neutronensterne verschmelzen

Update

- 24 Des Ende von Cassini
- 25 Stürmische Zeiten für Arcibo

Müllers Universum

- 26 Wo ist das Zentrum des Universums?

Astro-Abc

- 27 K wie Korona

14

PLANET IN GEFAHR?

So groß ist die Bedrohung durch Asteroiden und Kometen

Himmel

Wichtige Ereignisse

- 28 Sternschnuppen am Vorweihnachtshimmel
- 29 Merkur zu Jahresbeginn
- 29 Helle Flora in den Zwillingen

Aktuell im Sonnensystem

- 30 Der Mond im Dezember/Januar
- 31 Die Planeten im Dezember/Januar
- 32 Sonne aktuell
- 33 Kometen aktuell
- 34 Planeten aktuell

Jetzt am Abendhimmel

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

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

42 Mond trifft das Auge des Tigers

Sternbedeckungen durch den Mond beobachten

Stoyans Sky

44 Ein Weihnachtsbaum am Himmel

Sternhaufen und Nebel rund um NGC 2264

44

EIN WEIHNACHTS BAUM AM HIMMEL

3D oder nicht 3D...



Technik

Praxis-Check

50 3D oder nicht 3D...

*Das Lederman Optical Array
LOA-21 im Test*

Dittlers Fotoworkshop

54 Kometenfotografie

Astro-Hacks

56 Mit dem Türstopper
schnell in die Waage

Teleskop-Tuning

57 Sicherer Standpunkt

Artikel

58 Perfekt Nachgeführt

*Wie mit Guider und Autoguiding
langbelichtete Aufnahmen gelingen*

Weigands Techniktipps

62 Scharfe Mondbilder mit der DSLR

TELESKOPE, RAKETEN UND EIN FAST VERGESSENER SONNENFORSCHER

Astro-Urlaub auf der Ostseeinsel Usedom



Erlebnis

Artikel

64 Teleskope, Raketen und ein fast vergessener Sonnenforscher

*Astronomie, Raumfahrt und sehr
viel Himmel auf Deutschlands
zweitgrößter Insel Usedom*

Mein bestes Astrofoto

70 Ganz Kalifornien am Himmel

Leser-Galerie

72 Strukturen

Rückblick

74 Begegnungen

Szene

Interview

76 Fred Espenak

Space Checker

78 Von Bärtierchen, Mondstationen
und fleckigen Raumanzügen

Netznews

80 Wenn die Kamera das Auge ersetzt

Diskurs & Diskussion

82 Warum ich immer wieder auf
den SoFi-Stau hereinfalle

Leserbriefe

85 Leserbriefe

Artikel

86 Blick in die Zukunft
der astronomischen Forschung

Astronomie vor Ort

88 Neuigkeiten und Veranstaltungen
unserer Partner-Sternwarten

89 Das Erlebnis eines sternreichen
Nachthimmels

90 Dunkler Himmel und
große Teleskope

Marktplatz

91 Novitäten und Nachrichten von
Herstellern und Händlern

Rezensionen

93 Buch: Sternbilder

93 iOS-App: DLR_next

Astro-Puzzle

95 Raten und gewinnen!

Vor 100 Ausgaben

97 interstellarum 12

Rubriken

3 fokussiert

84 Termine

98 Vorschau

98 Kontakt

98 Impressum

98 Hinweise für Leser

Interview

»HERR ESPENAK,
WIE HAT DIE SOFI
DEN AMERIKANERN
GEFALLEN?«



MOND UND SONNE EINMAL ANDERS

Unser Mond – mit Radar betrachtet

▲ Abb. 1: Mit Radar betrachtet, sieht die verkraterte Oberfläche unseres Mondes auf subtile Weise anders aus. Die große Radioschüssel von Arecibo (siehe auch Update, Seite 25) schickte Radarimpulse zum Mond, die das Radioteleskop von Green Bank in den USA auffing und aus denen dieses Bild eines Teils der Mondoberfläche entstand. Die Strahlung dringt mehrere Meter tief in den Boden ein, bevor sie reflektiert wird, und zeigt daher den »echten« Boden unter Staub und Geröll: Insbesondere erscheinen jüngere große Einschlagskrater hell, weil sie für das Radar eine ziemlich glatte Fläche darstellen. In ältere Krater sind dagegen in Jahrmilliarden so viele weitere Asteroiden eingeschlagen, dass ihr Boden umgewühlt wurde und sie weniger gut reflektieren. Der helle Krater oben rechts ist Theophilus.

Die Sonnenkorona vom 21. August extrem



Miloslav Druckmüller, Peter Aniol, Jana Hoderová, Peter Štáha und Shadia Habbal

► Abb. 2: Genau einen Monat nach der Sonnenfinsternis hat der tschechische Mathematiker Miloslav Druckmüller die ultimative Bildverarbeitung vorgelegt: Er addiert besonders passgenau zahlreiche unterschiedlich lang belichtete Bilder (hier mit einem 11,5cm-Apochromaten) und lässt dann durch Anheben bestimmter Ortsfrequenzen die Feinstruktur der Sonnenatmosphäre, die das Magnetfeld der Sonne nachzeichnet, in bestechender Klarheit hervortreten. Zahllose Fotografen dieser Finsternis haben sich an derartiger Bildverarbeitung versucht, die explizit nicht den visuellen Anblick, sondern den vollen strukturellen Gehalt der Korona zum Ziel hat – aber Druckmüller bleibt auch Anno 2017 die unbestrittene Nummer Eins.



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

HINAUF UND HINAB

Start und Landung
der »Expedition 52«

Dieses Bild ist zur privaten Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



NASA/Joel Kowsky

NASA/Bill Ingalls

▲ Abb. 3: **Beginn und Ende einer Reise zur Internationalen Raumstation:** Los ging es für Sergei Rjasanski von Roscosmos, Randy Bresnik von der NASA und Paolo Nespoli von der ESA mit Sojus MS-05 am 28. Juli, und am 3. September kehrten Fjodor Jurtschichin von Roscosmos und Peggy Whitson und Jack Fischer mit Sojus MS-04 zur Erde zurück. Von der sechsköpfigen Besatzung werden turnusmäßig jeweils drei ausgetauscht: Im September kamen drei neue Crewmitglieder an, und im Dezember kehren die drei im Juli gestarteten zurück, die nunmehr zur »Expedition 53« gehören. Alles irgendwie Routine, aber dahinter steckt eine ausgeklügelte Logistik – und die Starts und Landungen mit letztlich archaischer, aber auch robuster russischer Technik sind immer noch spektakulär anzuschauen.

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

Alle **7,04** Tage rotiert der Sonnenkern

und damit 3,8-mal so schnell wie die Sonnenoberfläche: Das ist das verblüffende Ergebnis von Messungen der Schwingungen der Sonne mit dem GOLF-Instrument auf dem Satelliten SOHO über 17 Jahre hinweg. Mit sehr viel Aufwand ist es endlich gelungen, die sogenannten g-Moden dieser Oszillationen in den Daten zu isolieren: Diese Schwingungen betreffen vor allem das extreme Sonneninnere, über das sonst kaum Informationen nach draußen dringen. Eine offensichtliche Erklärung für die rasante Rotation des Sonnenkerns gibt es erst einmal nicht, aber ein neues Fenster in die Tiefen der Sonne haben die g-Moden nun aufgestoßen.

SURFTIPPS

- Der finstere Planet WASP-12b
- Die Sonnensonde SOHO

Kurzlink: oc1m.de/a12012

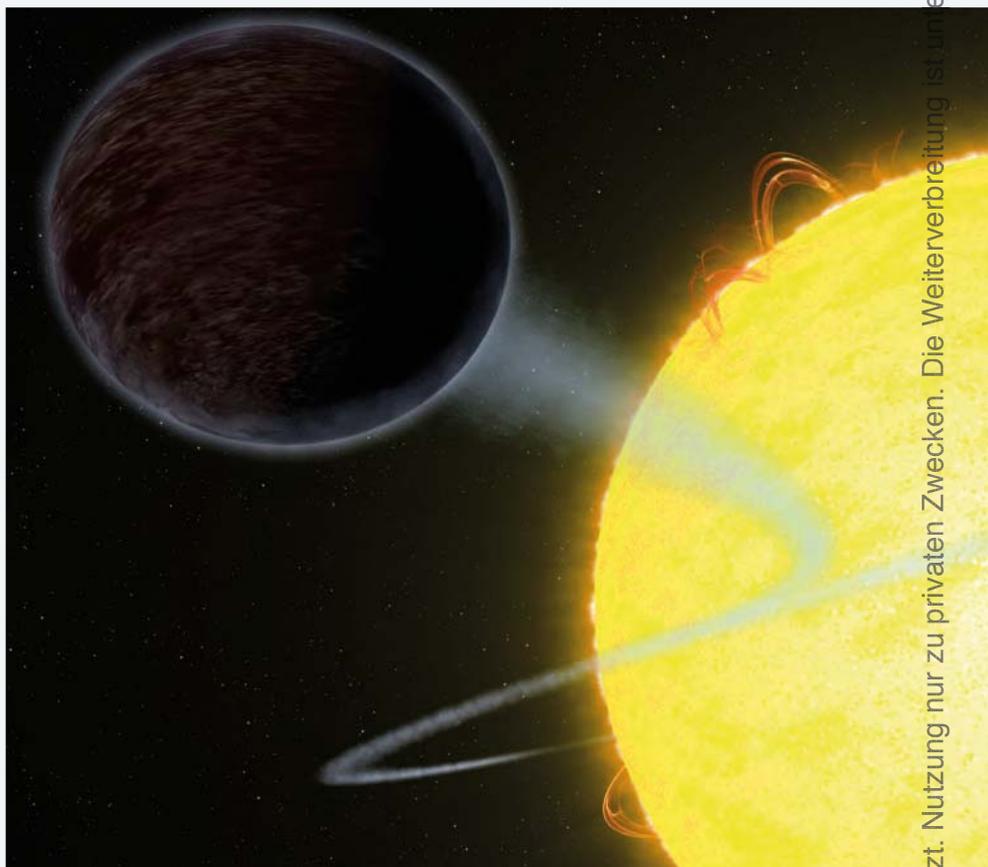
Fischers fantastische Zahlen

Weniger als **6,4%** Reflexionsvermögen

hat der Exoplanet WASP-12b nach Beobachtungen mit dem Weltraumteleskop Hubble: Es ist der finsterste Planet eines anderen Sterns, der bisher gefunden wurde, mit einer Oberfläche so dunkel wie Asphalt. Der exakte Wert seines Reflexionsvermögens (die geometrische Albedo) war überhaupt nicht zu bestimmen: Zweimal verfolgte das Weltraumteleskop, wie der Planet voll beleuchtet hinter dem

Stern verschwand und wieder auftauchte – aber da war absolut keine Abnahme der Gesamtstrahlung beider in irgendeiner Farbe zu bemerken. Der Planet rast alle 1,1 Tage um seinen Stern und ist sehr heiß: etwa 2500°C. Ein anderer, viel kühlerer Planet, bei dem dieselben Messungen möglich waren, hat sich als deutlich heller erwiesen: Die »heißen Jupiter« sind offenbar ein diverses Völkchen.

NASA, ESA und G. Bacon (STScI)



▲ Abb. 1: Künstlerische Darstellung des extrem finsternen Planeten WASP-12b im Orbit um seine Sonne.

Nur etwa **2,4** Billionen km Abstand

oder rund 16.000 Astronomische Einheiten oder ein Viertel Lichtjahr wird der Stern Gliese 710 in 1,3 Millionen Jahren von der Sonne haben: die geringste Distanz bei so einem Besuch aus der Milchstraße in den nächsten Jahrmillionen. Das ist das Ergebnis einer neuen Analyse der Eigenbewegungen von hunderttausenden Sternen in der Himmelsebene – aus Daten u.a. des Gaia-Satelliten – in Kombination mit ihren Radialgeschwindigkeiten, also ihrer Geschwin-

digkeitskomponente in Richtung Erde. Der minimale Abstand ist noch etwas unsicher, beträgt aber höchstwahrscheinlich zwischen 10.000 und 21.000AE: Das liegt auf jeden Fall bereits tief in der Oortschen Wolke aus Kometenkernen, die das Sonnensystem umgibt. Wie der Sternendurchmarsch deren Bahnen stört und ob womöglich in der Folge mehr Kometen in Richtung Sonne (und ggf. auch auf die Erde) fallen, ist aber noch nicht durchgerechnet.

Deiters' erstaunliche Fakten

Der Marsmond Phobos wird auseinanderbrechen

Über das Schicksal des Marsmonds Phobos gibt es keine zwei Meinungen: Der größere der beiden Trabanten des Roten Planeten nähert sich der Oberfläche des Mars in jedem Jahrhundert um rund zwei Meter an und dürfte von den Gezeitenkräften des Planeten in etwa 30 bis 50 Millionen Jahren auseinandergerissen werden. Forscher glauben, dass es schon heute Hinweise auf das bevorstehende Ende des Mondes gibt, nämlich lange Furchen auf der Oberfläche. Bei dem Mond dürfte es sich nicht um einen massiven Körper, sondern mehr um eine Art Geröllhaufen handeln, der gerade einmal so von der Anziehungskraft zusammengehalten wird. Umhüllt ist er von einer pulverartigen, etwa 100 Meter dicken Schicht aus Regolith. Der Mond hat eine Größe von 27×22×18 Kilometern. Es handelt sich vermutlich um einen eingefangenen Asteroiden.



NASA/JPL-Caltech/University of Arizona

▲ Abb. 1: Das Ende ist absehbar: Der Marsmond Phobos nähert sich dem Roten Planeten immer weiter an.

⇐ 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)

Ein Modul der ISS ist aufblasbar



NASA

▲ Abb.2: Das aufblasbare Modul BEAM ist am ISS-Modul Tranquility angedockt.

Seit 2016 verfügt die Internationale Raumstation ISS über ein aufblasbares Modul: das Bigelow Expandable Activity Module (BEAM). Es basiert auf einer in den 1990er Jahren von der NASA entwickelten Technologie, in deren Rahmen entfaltbare Mannschaftsquartiere für die ISS entstehen sollten. Aus finanziellen Gründen wurde das Projekt gestoppt, aber dann vom Geschäftsmann und Hotelier Robert Bigelow aufgegriffen, der dabei auch die Möglichkeit im Blick hatte, auf diese Weise eventuell einmal günstige »Weltraumhotels« bauen zu

können. Zwei Testmodule sind in den Jahren 2006 und 2007 erfolgreich mit russischen Raketen gestartet worden.

Das BEAM-Modul soll mindestens zwei Jahre an die ISS angedockt bleiben und getestet werden. Die NASA unterstützt den Test, weil die Weltraumbehörde verschiedene Möglichkeiten erprobt, um günstig Quartiere und Arbeitsräume für Astronauten zu schaffen – etwa für eine Marsmission. Das Modul wird regelmäßig von Astronauten betreten, die hier Messungen durchführen.

New Horizons ist ohne Botschaft für Außerirdische unterwegs

An Bord der Voyager- und der beiden Pioneer-Sonden befindet sich ein »Gruß von der Erde«, der einem potentiellen Finder einen kleinen Eindruck von unserem Heimatplaneten und seinen Bewohnern vermittelt. Die Pluto-sonde »New Horizons« allerdings hat keine solche Botschaft an Bord, obwohl auch sie unser Sonnensystem einmal verlassen wird.

Tatsächlich hatte man bei der Planung der Plutomission diskutiert, ob man »New Horizons« eine Botschaft von der Erde mitgibt. Alan Stern, der verantwortliche Wissenschaftler der Mission, soll aber darauf bestanden haben, sich voll auf die wissenschaftliche Mission zu konzentrieren und sich nicht durch Diskussionen über den Inhalt einer solchen Botschaft ablenken zu lassen. Schließlich hatte er nur ein kleines Team zur Verfügung, das die Mission vergleichsweise schnell startbereit bekommen musste.

PLANET IN GEFAHR?

Immer wieder passieren Asteroiden im geringen Abstand die Erde. Droht irgendwann ein Treffer?

Mehrfach kamen in den vergangenen Jahren kleinere Asteroiden auf ihren Umlaufbahnen um die Sonne unserem Heimatplaneten sehr nahe. Große Einschlagkrater sind Zeugen früherer kosmischer Katastrophen, der vor rund 66 Millionen Jahren höchstwahrscheinlich auch die Dinosaurier und viele andere Tierarten zum Opfer fielen. Sind also unser Planet und unsere Zivilisation ernsthaft in Gefahr?

Tscheljabinsk, 15. Februar 2013, 9:20 Uhr Ortszeit: Über der Stadt im südlichen Russland wird ein riesiger Feuerball am Himmel beobachtet, verbunden mit einem lauten Knall und einer starken Druckwelle. In der Folge werden einige Hundert Verletzte und einige Tausend beschädigte Gebäude gezählt. Was war geschehen? Ein etwa 18 Meter großer Himmelskörper, ein Meteoroid oder kleiner Asteroid, war mit sehr ho-

her Geschwindigkeit in die Erdatmosphäre eingetreten und explodiert. Zufälligerweise flog am selben Tag ein anderer, etwa 30 Meter großer Asteroid im Abstand von weniger als dem zweieinhalbfachen Erddurchmesser an der Erde vorbei, allerdings ohne irgendwelche Schäden anzurichten. Diese beiden kosmischen Ereignisse standen in keinem Zusammenhang miteinander, sie werfen jedoch die Frage auf, wie häufig und wie gefährlich

Einschläge von Meteoriten oder Asteroiden für unseren Heimatplaneten sind.

Ständiges kosmisches Bombardement

Die Erde ist einem ständigen kosmischen Bombardement ausgesetzt, wodurch pro Jahr etwa 40.000 Tonnen Materie auf sie einströmen. Die feinsten Partikel, sogenannter Welt-



◀ Abb. 1: Immer wieder fliegen Asteroiden knapp an der Erde vorbei. Wie groß ist die Gefahr, dass irgendwann einmal ein Brocken direkt auf die Erde zusteuert, wie in dieser Bildmontage?

...erweiterung...

...ment ist urheberrechtlich geschützt. Nut...



► Abb. 2: Der Tscheljabinsk-Meteor vom 15. Februar 2013 sorgte für erhebliche Schäden und zahlreiche Verletzte.

raumstaub, sind kleiner, als ein menschliches Haar dick ist. Sie werden bereits in großer Höhe von der Atmosphäre abgebremst und sinken unbemerkt wie ein ständiger Regen zum Erdboden nieder. Größere Teilchen etwa von der Größe eines großen Sandkorns verursachen nachts die eindrucksvollen Sternschnuppen oder Meteore, die jeder kennt. Diese Körnchen verglühen vollständig, bevor sie den Erdboden erreichen.

Treffen noch wesentlich größere, einige Meter durchmessende Brocken auf die Erdatmosphäre, werden sie in der Regel nicht vollständig zerstört. Oft zerbrechen sie in großer Höhe und nur noch Bruchstücke erreichen den Erdboden. Ihre Größe kann jedoch bereits ausreichen, um erhebliche Schäden zu verursachen, wie das Ereignis von Tscheljabinsk gezeigt hat. Werden solche Meteorite gefunden und als außerirdische Materie iden-

tifiziert, liefern sie wertvolle Aufschlüsse über ihre Ursprungskörper im Weltraum. So befinden sich in unseren Museen mehr als 10.000 Meteoritenbruchstücke, die auch für wissenschaftliche Untersuchungen genutzt werden. Beispielsweise enthält der 1969 in Australien gefallene Murchison-Meteorit eine Vielzahl von organischen Verbindungen, darunter einige Aminosäuren, die als Vorläufersubstanzen für die Entstehung von Leben gelten, wie wir es kennen. Meteorite, Kometen und kosmischer Staub werden daher als mögliche Kandidaten angesehen, die die Grundbausteine für die Entstehung des Lebens auf die Erde gebracht haben könnten.

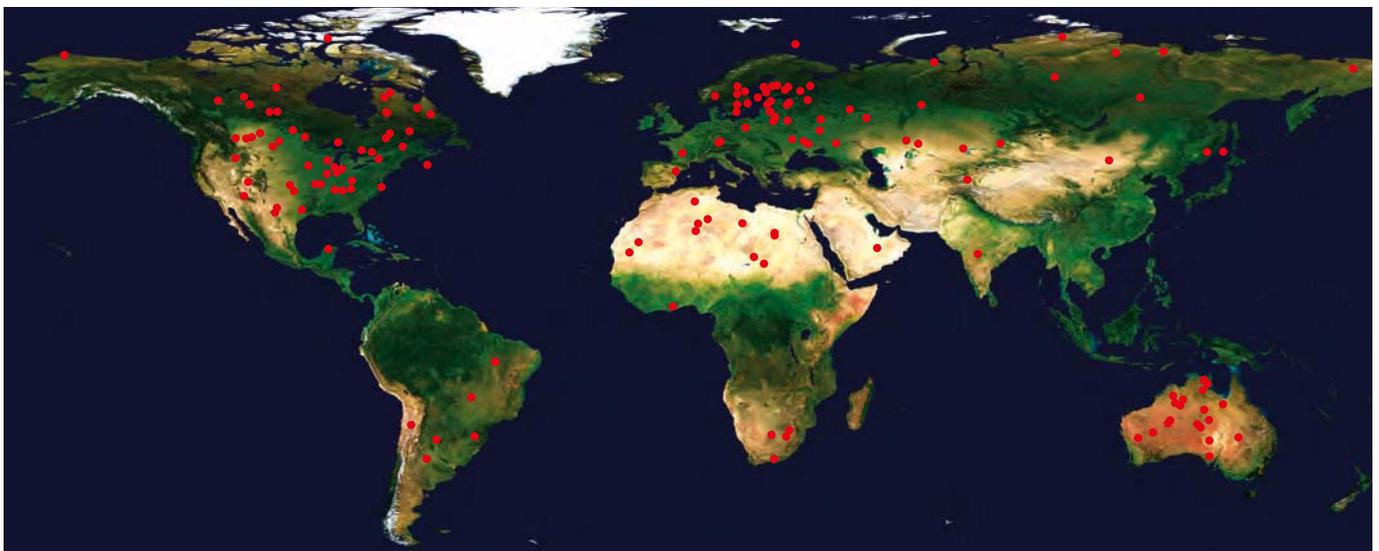
Riesenkrazer und Monsterwellen

Einschläge großer Asteroiden hinterlassen riesige Krater und können gravierende Auswir-

kungen auf Flora und Fauna haben. So kann man davon ausgehen, dass ein Projektil von etwa 100 Metern Größe einen etwa einen Kilometer großen Krater erzeugt und ein Gebiet im Umkreis von ca. 25km komplett zerstört. Dabei werden riesige Mengen Staub und giftige Gase in die Atmosphäre freigesetzt. Berücksichtigt man, dass die Erdoberfläche zu etwa 70% mit Ozeanen bedeckt ist, so erscheint ein Einschlag ins Meer wahrscheinlicher als auf eine Landfläche. Der hierdurch verursachte Tsunami würde allerdings besonders die stark besiedelten Küstengebiete treffen. Zum Vergleich: Der im Jahr 2004 durch ein Erdbeben im indischen Ozean verursachte Tsunami hatte eine Stärke, die mit dem Einschlag eines etwa 200 Meter großen Objekts vergleichbar ist. Bei Projektilen ab etwa einem Kilometer Größe ist mit globalen Auswirkungen zu rechnen, die unsere gesamte Zivilisation bedrohen. Solche dramatischen Ereignisse sind glücklicherweise sehr selten, sie haben aber in der Geschichte unseres Heimatplaneten wiederholt stattgefunden.

Zeugen vergangener Katastrophen

Spuren kosmischer Einschläge findet man auf praktisch allen Himmelskörpern in unserem Planetensystem, die keine dichte Atmosphäre besitzen. Das beste Beispiel hierfür ist unser Erdmond: Bereits mit dem bloßen Auge lassen sich die größten Einschlagbecken auf seiner Oberfläche erkennen. Die Astronomen früherer Jahrhunderte hielten sie für Ozeane, da sie gegenüber der übrigen Mondoberfläche dunkel erscheinen. Noch heute werden sie deshalb als Mare (lat. Meer) bezeichnet. Der Blick durch ein kleines Teleskop zeigt bereits, dass



▲ Abb. 3: Weltkarte mit der Verteilung der etwa 180 auf der Erde bekannten Einschlagkrater.

die Mondoberfläche mit sehr vielen verschiedenen großen Kratern übersät ist, die die Einschlagsgeschichte auf unserem kosmischen Nachbarn über Jahrtausende gut sichtbar dokumentieren. Dagegen sind auf der Erde bis heute nur etwa 180 Einschlagkrater bekannt, was auch daran liegt, dass irdische Krater durch die Erosion von Wind und Wasser und durch andere geologische Prozesse vergleichsweise schnell zerstört werden. Wir finden daher nur recht junge Krater auf unserem Heimatplaneten. Außerdem ist die Erdatmosphäre ein effektiver »Schutzschild«, der die Auswirkungen solcher Treffer stark abmildert.

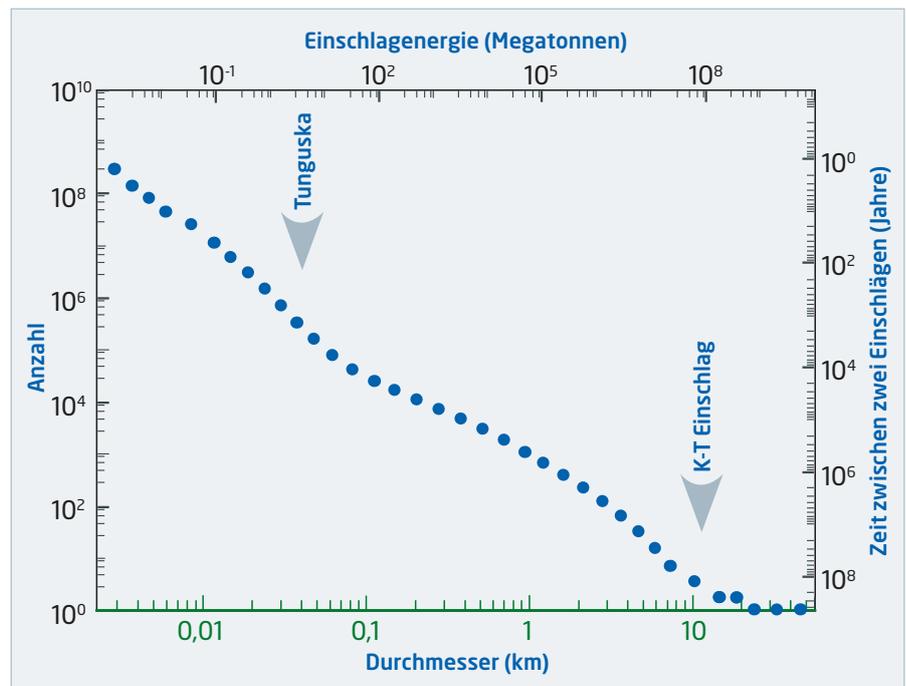
Krater vor der Haustür

Auch in Deutschland haben wir mit dem Nördlinger Ries und dem benachbarten Steinheimer Becken zwei eindrucksvolle Krater. Ihre Durchmesser betragen etwa 25km bzw. 4km und sie sind durch den Einschlag eines Asteroiden, der von einem kleinen Mond begleitet wurde, vor etwa 14,6 Millionen Jahren entstanden. Die Projektile waren etwa 1,5km bzw. 150m groß. Obwohl mittlerweile stark erodiert und mit Sedimenten aufgefüllt, finden sich in jedem der beiden Krater noch Reste des durch den Einschlag entstandenen Zentralbergs. Praktisch sämtliches Leben im Umkreis von mindestens 100km wurde schlagartig ausgelöscht, durch den Einschlag entstandenes glasartiges Auswurfmaterial (Tektite) wurde bis in 450km Entfernung gefunden.

Massensterben durch Einschläge

Noch wesentlich größer ist der etwa 180km große Chicxulub-Krater in Mexiko. Er wurde durch ein etwa 10km großes Projektil verursacht und hat nach neuesten Datierungen ein Alter von 66 Millionen Jahren. Dieser Einschlag gilt als die wahrscheinlichste Ursache für das Massensterben, dem bis zu 75 Prozent der damaligen Arten auf der Erde einschließlich der Dinosaurier zum Opfer fielen.

In der weiter zurückliegenden Erdgeschichte gab es auch wiederholt Massensterben, denen zum Teil sogar ein noch größerer Anteil der damals vorhandenen Arten erlag. Inwieweit auch hierfür Einschläge als Ursache in Frage kommen, ist jedoch bis heute unklar, es kommen auch irdische Prozesse wie Klimaveränderungen oder starke Vulkanausbrüche infrage. Interessant ist, dass der Einschlag, der die Dinosaurier auslöschte, höchstwahrscheinlich erst den Weg für die Vorherrschaft der Säugetiere und später des Menschen auf der Erde geebnet hat. Unsere heutige Zivilisa-



► Abb. 4: Geschätzte Anzahl der erdnahen Objekte und ihre Einschlaghäufigkeiten auf die Erde. Als erdnah werden alle Objekte klassifiziert, deren sonnennächster Punkt (Perihel) sich innerhalb von 1,3AE Abstand von der Sonne befindet. Eingezeichnet sind außerdem die vermuteten Daten des Tunguska-Ereignisses und des Einschlags, dem die Dinosaurier zum Opfer fielen (K-T Einschlag).

tion würde jedoch sicher nicht von solch einem Treffer profitieren. Lässt sich die Menschheit vor derartigen Gefahren schützen?

Wie groß ist die Gefahr?

Um das Risiko zu beurteilen, muss man möglichst viele der als Projektile infrage kommenden Himmelskörper kennen und verstehen, welche Energie sie bei einem Einschlag freisetzen können. Die Energie hängt neben der Zusammensetzung ganz entscheidend von der Größe und der Geschwindigkeit des Körpers ab, letztere wird durch seine Flugbahn im interplanetaren Raum bestimmt. Viele Meteoroiden stammen aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter und sind Bruchstücke von Kollisionen, die sich dort in der Vergangenheit abspielten. Sie alle umrunden die Sonne auf mehr oder weniger elliptischen Bahnen, einige kreuzen die Erdbahn und können möglicherweise unseren Heimatplaneten treffen.

Aufgrund der Erdanziehung erreicht jeder größere Himmelskörper die Erde mindestens mit der Fluchtgeschwindigkeit, also mit mindestens 11,2km/s. Die Einschlaggeschwindigkeit kann jedoch je nach der Flugbahn des Objekts bis zu 72km/s erreichen (zum Vergleich: eine Gewehrpatrone erreicht etwa 1km/s). Zusätzlich spielt die Höhe eine Rolle, in der die Explosion erfolgt. Der Asteroid von Tscheljabinsk brach in etwa 30km Höhe auseinander

und die Explosion hatte etwa die 40-fache Stärke der Atombombe von Hiroshima – die Auswirkungen waren jedoch wesentlich geringer, weil der Himmelskörper in einer viel größeren Höhe explodierte.

Suche nach gefährlichen Asteroiden

Man muss die Umlaufbahn eines Himmelskörpers um die Sonne möglichst genau vorausberechnen können, um vorherzusagen, ob er die Erde trifft oder an ihr vorbeifliegt. Um solche Objekte aufzuspüren, gibt es gezielte Suchprogramme mit Teleskopen vom Erdboden und vom Weltraum aus. Allerdings sind diese Durchmusterungen nicht vollständig. Die Astronomen gehen davon aus, dass heute alle Objekte oberhalb von etwa 2km Größe bekannt sind, und dass wir rund 90% aller erdnahen 1km großen Asteroiden kennen. Dies ist eine kritische Größe, denn der Einschlag eines solchen Himmelskörpers könnte das Ende unserer Zivilisation bedeuten. Dagegen kennt man vermutlich nur etwa 25% der Objekte mit 100m Größe und weniger als 1% der Körper von der Größe des Meteoriten von Tscheljabinsk.

Ein Problem der Himmelsdurchmusterungen ist, dass die Beobachtungen nur nachts gemacht werden können und daher Objekte, die aus dem inneren Sonnensystem auf die Erde zufliegen, unbeobachtbar bleiben. So war es auch bei dem Meteoriten von Tscheljabinsk: Er



▲ Abb. 5: Luftaufnahme des Barringer-Kraters in Arizona. Er hat einen Durchmesser von 1,2 km und ist vor ca. 50.000 Jahren beim Einschlag eines etwa 45 m großen Eisenmeteoriten entstanden.

IM DETAIL

Das Tunguska-Ereignis

Ein bis heute nicht endgültig aufgeklärtes Ereignis geschah am 30. Juni 1908 in der Tunguska in Zentralsibirien. Augenzeugen berichteten von einer oder mehreren riesigen Explosionen am Himmel. Noch in über 500 km Entfernung wurden ein heller Feuerschein, eine starke Erschütterung und ein Donnergeräusch wahrgenommen, die Druckwelle wurde sogar im mehr als 5000 km entfernten England gemessen. Seismische Messungen in Jena ergaben ein Erdbeben der Stärke 5 auf der Richter-Skala in Zentralsibirien. Ebenso wurden Veränderungen im Erdmagnetfeld beobachtet. Es ist die stärkste natürliche Explosion, über die Beobachtungsberichte existieren, ihre Stärke wird auf das Tausendfache der Sprengkraft der Atombombe von Hiroshima geschätzt.

Das Ereignis spielte sich in weitgehend unbesiedeltem Gebiet ab, sodass erst im Jahr 1927 eine Expedition dorthin gelangte. Mehr als 2000 km² der sibirischen Taiga wurden durch die Druckwelle zerstört. Im Bereich des Epizentrums stan-



► Abb. 6: Umgestürzte Bäume zeugten noch 1929 vom Tunguska-Ereignis.

den tote Bäume ohne Kronen und Äste wie »Wälder von Telegrafmasten«. In größerer Entfernung waren die Bäume in radialer Richtung vom Epizentrum weg entwurzelt oder abgeknickt, in einem Gebiet von etwa 100 km² hatten Waldbrände gewütet. Die Suche nach einem Krater blieb bis heute ergebnislos, ein zwischenzeitlich im Einschlaggebiet untersuchter See erwies sich nach neuesten Untersuchungen als älter und kann daher nicht durch den Einschlag entstanden sein. Als wahrscheinlichste Erklärung für das Tun-

guska-Ereignis wird die Kollision eines Asteroiden oder eines Kometenkerns mit der Erde angesehen. Je nach Materialbeschaffenheit wird die Größe des Projektils auf etwa 50 bis 150 m geschätzt. Der Himmelskörper erreichte den Erdboden jedoch nicht intakt, sondern explodierte in etwa 10 km Höhe in der Atmosphäre und verdampfte praktisch vollständig, so dass er keinen Krater hinterließ. Neueste mineralische und chemische Untersuchungen von Bodenproben aus dem Einschlaggebiet förderten Spuren von Material zutage, das zum Teil sehr ähnliche Eigenschaften wie bekanntes Meteoritenmaterial zeigt. Dies deutet auf den Einschlag eines Asteroiden hin. Es gibt auch Erklärungsversuche mittels geophysikalischer Prozesse wie das plötzliche Freisetzen großer Mengen Erdgas aus dem Boden und dadurch verursachte Explosionen. Interessant ist, dass nach mehr als 100 Jahren die Ursache und der Ablauf des Tunguska-Ereignisses nicht zweifelsfrei geklärt und auch weiterhin Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen sind.

traf die Erde ohne Vorwarnung. Anders war es dagegen bei dem Objekt mit der Bezeichnung 2012 DA14, das am selben Tag an der Erde vorbeiflog; es war bereits zwölf Monate vorher entdeckt worden. Daran sieht man bereits, dass es sehr wichtig ist, ein Objekt, das sich auf Kollisionskurs mit der Erde befindet, möglichst frühzeitig zu entdecken, um überhaupt eine Chance für Gegenmaßnahmen zu haben. Außerdem erfordert eine möglichst präzise Vorausberechnung der Flugbahn wiederholte Beobachtungen des Himmelskörpers in größerem zeitlichem Abstand, denn nur wenn seine Bahn um die Sonne sehr genau bekannt ist, lässt sich vorhersagen, ob er die Erde in der Zukunft treffen könnte.

Aus den Häufigkeiten der Objekte lassen sich ihre Einschlagraten abschätzen. So wird die Erde etwa einmal pro Woche von einem Objekt von rund einem Meter Größe getroffen, das jedoch vollständig in der Atmosphäre verglüht. Kleinere Objekte sind noch wesentlich häufiger – wie die Sternschnuppen am Nachthimmel zeigen. Heute sind mehr als 10.000 erdnahe Asteroiden bekannt, von denen der Erde etwa 1400 gefährlich werden können. Hieraus und aus der Zahl irdischer Einschlagkrater sowie deren Alter lassen sich die Einschlagshäufigkeiten verschieden großer Objekte abschätzen. Beispielsweise ereignet sich ein Einschlag von der Größe des Tscheljabinsk-Meteoriten etwa einmal pro Jahrhundert, ein Einschlag eines 10km großen Projektils wie in Mexiko dagegen nur etwa alle 100 Millionen Jahre.

Was kann man tun?

Welche Möglichkeiten gibt es um einen Einschlag abzuwehren oder zumindest seine Folgen abzumildern? Bei kleinen Objekten bis etwa 50m Größe erscheint es am sinnvollsten, das Einschlaggebiet zu evakuieren – vorausgesetzt, es bleibt genügend Zeit. Fliegt ein wesentlich größeres Objekt auf die Erde zu, ist eine Evakuierung vielleicht nicht möglich, insbesondere wenn der Einschlag in einem stark besiedelten Gebiet erfolgen würde. Das von der europäischen Union geförderte Projekt NEOShield untersucht geeignete Gegenmaßnahmen, wobei auch Weltraummissionen zur Abwehr untersucht werden. Als eine mögliche Methode kommen große Impaktoren infrage, die auf das Objekt geschossen werden sollen, oder das Zünden starker (nuklearer oder nicht-nuklearer) Explosionen in seiner Nähe. Problematisch ist allerdings, dass das Objekt durch einen Beschuss zerstört werden und so eine Vielzahl von Bruchstücken entstehen könnte, was die Gefahr für die Erde sogar vergrößern könn-



▲ Abb. 7: Höhenkarte vom Nördlinger Ries auf Grundlage von Daten des NASA-Satelliten Terra. Der Krater hat einen Durchmesser von rund 25km.

te. Eine andere Methode wäre das »Anmalen« mit heller stark reflektierender Farbe, was die thermischen Eigenschaften verändern und so zu einer Veränderung der Bahn führen soll. Es werden auch sogenannte »Schwerkraft-Traktoren« untersucht, also Raumsonden, die wiederholt nahe an dem Objekt vorbeifliegen und es durch ihre Schwerkraft geringfügig in seiner Bahn ablenken. Alle diese Methoden sollen die Umlaufbahn um die Sonne so stark verändern, dass es schließlich an der Erde vorbeifliegt. In vielen Fällen wäre jedoch vermutlich eine Vorwarnzeit von Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten erforderlich, um ausreichend große Auswirkungen auf die Bahn zu erreichen.

Keine Panik

Einschläge auf der Erde haben in der Vergangenheit wiederholt stattgefunden und werden auch zukünftig stattfinden. Glücklicherweise sind sehr gefährliche Treffer extrem selten und die Gefahr für einen einzelnen Menschen, durch einen kosmischen Einschlag ums Leben zu kommen, ist verschwindend gering. Auch wenn es bei dem Einschlag in Tscheljabinsk viele Verletzte gab, ist bis heute kein einziger Meteoriteneinschlag bekannt, bei dem ein Mensch ums Leben kam. Die Wahrscheinlichkeit, durch eines der üblichen Zivilisationsrisiken wie einen Autounfall oder einen

Flugzeugabsturz sein Leben zu verlieren, ist um ein Vielfaches höher. Nichtsdestotrotz liefern Suchprogramme und weitere Forschungen wichtige Aufschlüsse über diese kleinen Himmelskörper und die Gefahren, die von ihnen ausgehen können.

► Harald Krüger

| DER AUTOR |

Dr. Harald Krüger arbeitet am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen. Seine wissenschaftlichen Hauptarbeitsgebiete sind die Erforschung von Kometen und von kosmischem Staub. Er lehrt als Privatdozent an der Universität Göttingen.

Literatur

[1] W. Harris et al., Near-Earth Objects, in "Encyclopedia of the solar system", Herausgeber T. Spohn, D. Breuer, T. V. Johnson, 3. Auflage 2014, S. 603-623, Verlag Elsevier



SURFTIPPS

- EU-Projekt NEOShield
- Tunguska-Forschung an der Universität Bologna

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a12023

WENN NEUTRONENSTERNE VERSCHMELZEN

Gravitationswellendetektoren und zahlreiche Teleskope untersuchten Kollision in 130 Millionen Lichtjahren Entfernung

Gleich zwei Mal schaffte es das Thema Gravitationswellen im Oktober in die Hauptnachrichtensendungen: Die erste direkte Beobachtung von Gravitationswellen wurde mit dem Physik-Nobelpreis ausgezeichnet; wenige Tage später gaben Astronomen bekannt, dass erstmals Gravitationswellen von der Verschmelzung zweier Neutronensterne beobachtet worden waren. Gleichzeitig konnten die Folgen des Ereignisses auch mit anderen Teleskopen verfolgt werden.

Bereits im August 2017 machte ein Gerücht die Runde, dass die beiden LIGO-Detektoren in den USA und indirekt auch ein dritter Detektor, nämlich Virgo in Italien, eine neue Klasse von Gravitationswellensignalen entdeckt hatten: die Verschmelzung zweier Neutronensterne. Nach eingehender Prüfung wurde das Gravitationswellensignal GW170817 vom 17. August 2017 tatsächlich am 16. Oktober 2017 in einer Pressekonferenz in Washington bestätigt.

Crash in NGC 4993

Ein Neutronenstern ist das Überbleibsel eines massereichen Sterns, dessen innerer Kern im Gravitationskollaps in sich zusammenstürzt.

Die Außenhülle des Vorläufersterns zerreißt es in einer spektakulären, gleißend hellen Sternexplosion: einer Supernova vom Typ II. Neutronensterne haben einen Durchmesser von 20 Kilometern und sind maximal zwei bis drei Sonnenmassen schwer. So viel Masse auf so wenig Raum ist extrem kompakt: Ein zuckerwürfelgroßes Stück Neutronensternmaterie wiegt eine Milliarde Tonnen – so viel wie alle Autos der Erde zusammen! Die neutronisierte Materie entsteht durch das heftige Zusammenquetschen von Atomen im Kollaps des Vorläufersterns.

Zwei dieser exotischen Objekte hatten sich in Sternexplosionen weit außerhalb der Milchstraße in der linsenförmigen Galaxie NGC 4993 im Sternbild Wasserschlange gebildet – 130 Millio-

nen Lichtjahre von der Erde entfernt. Sie waren schon recht nah beisammen und ihr Schwindel erregender Todestanz näherte sich nun einem spektakulären Ende. Das Doppelsternsystem verlor nämlich durch die Abstrahlung von Gravitationswellen Energie, die Neutronensterne näherten sich immer weiter an, bis sie schließlich zusammengestoßen sind und es zu einer heftigen Explosion kam. Zunächst registrierten LIGO und indirekt auch Virgo die Erschütterungen der Raumzeit.

Zwei Sekunden nach dem Verstummen des Gravitationswellensignals registrierte der Fermi-Satellit der NASA und später auch Integral der ESA einen kurzen Gammablitz, einen sogenannten Gamma Ray Burst. Es war sogar

◀ Abb. 1: Erstmals wurden Gravitationswellen von der Kollision und Verschmelzung zweier Neutronensterne empfangen. Zudem konnten die Folgen der Kollision auch mit herkömmlichen Teleskopen beobachtet werden.

von allen beobachteten Gammablitzen derjenige, der der Erde am nächsten war – ein Glücksfall. Bald bezeugten dann rund 70 Observatorien rund um den Globus und in der Erdumlaufbahn ein Nachglühen in eigentlich allen Wellenlängenbereichen: Ultraviolett, optisch, Infrarot und Radiowellen. Das Radiowellensignal kam sogar erst 16 Tage nach dem Gravitationswellensignal zum Vorschein.

Was wurde aus den Sternen?

Wenn sich die Neutronensterne immer näherkommen, beeinflussen sie sich gegenseitig mit starken Gezeitenkräften. Die quasi runden Sterne werden deshalb verformt, in die Länge gezo-

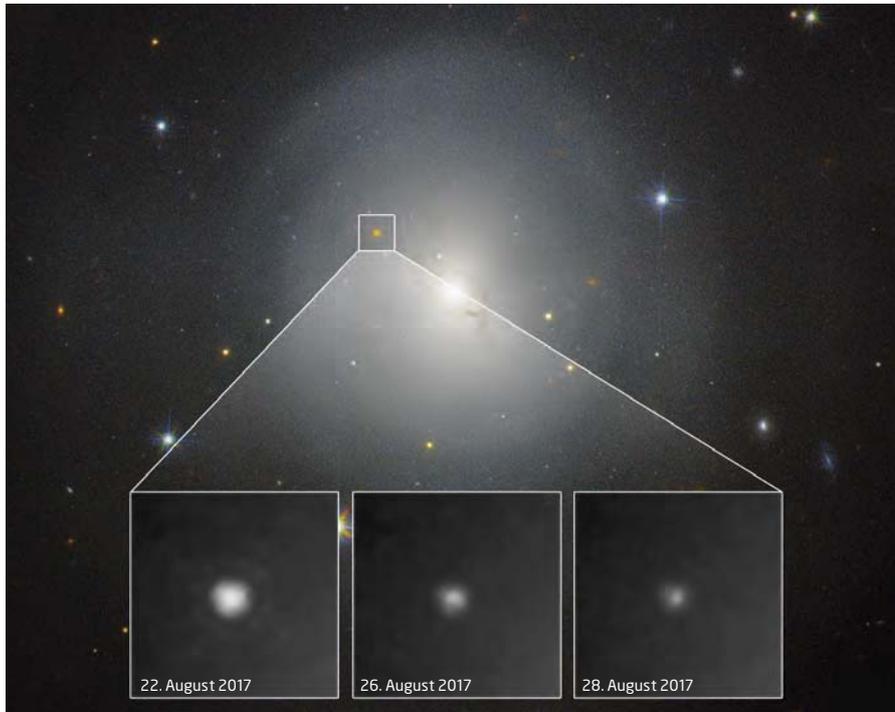
gen und schließlich verschmilzt alles zu einem Übergangsobjekt. Interessanterweise ist bis heute unbekannt, was da entstanden ist: entweder ein schwerer Neutronenstern mit mehr als zwei Sonnenmassen, der aufgrund seiner schnellen Rotation nicht in sich zusammenstürzt, oder ein sehr leichtes Schwarzes Loch mit etwa drei Sonnenmassen. Das schnell rotierende Endobjekt schoss jedenfalls zwei fast lichtschnelle, gebündelte Materiestrahlen heraus, sogenannte Jets. Sie trafen auf die Umgebung und erzeugten zunächst den Gammablitz.

Durch den Verschmelzungsakt waren zahlreiche mit Neutronen übersättigte Atomkerne entstanden. Sie zerfielen dann radioaktiv, was die Energie für die niederenergetische Strahlung in

den darauffolgenden Tagen lieferte. Ein solcher Helligkeitsausbruch wird Kilonova genannt, weil er 1000 Mal heller ist als eine klassische Nova. In elf Tagen wechselte die Kilonova ihre Farbe von blau nach rot und schwächte sich ab.

Fünf Signale von Schwarzen Löchern

Im Raum-Zeit-Kontinuum des Universums wimmelt es von Gravitationswellen aller möglichen Quellen, aber nur die starken Ereignisse sind messbar. Bislang wurden mit LIGO insgesamt sechs Signale aufgespürt. Fünf von zwei Schwarzen Löchern, die in den Tiefen des Alls miteinander verschmolzen waren: GW150914,



▲ Abb. 2: Helligkeitsverlauf der Kilonova in der Galaxie NGC 4993, wie sie optisch vom Weltraumteleskop Hubble verfolgt wurde.

GW151226, LVT151012 (Das Kürzel »LVT« steht für LIGO-Virgo-Trigger, weil seine statistische Signifikanz nicht hoch genug ist. Die Forscher gehen dennoch davon aus, dass es kosmischen Ursprungs ist.), GW170104 und GW170814 – sie alle offenbarten sich nur durch Gravitationswellen und waren somit verborgen in der dunklen Seite des Universums und elektromagnetisch unsichtbar.

Das Signal GW170814 vom 14. August 2017 ist bedeutsam, weil erstmals ein dritter Gravitationswellendetektor, nämlich Virgo bei Pisa in Italien, am Nachweis beteiligt war. Kurioserweise hat Virgo das Signal gar nicht direkt gesehen! Aber zum Glück lag die Quelle genau in

der Richtung, in der Virgo »taub« ist. Weil Virgo GW170814 nicht »gehört« hat, musste es genau in der Richtung liegen, wo es nicht empfindlich ist. So gelang es dennoch mit drei Detektoren die Quelle am Himmel zu orten. Dies war eine Premiere.

Das spektakuläre Signal Nummer 6

Das sechste, letzte bestätigte Signal GW170817 war in vielerlei Hinsicht anders und spektakulär. Es war das erste Gravitationswellensignal eines anderen Quellentyps, nämlich von Neutronensternen. Weil sie viel masseärmer sind als Schwarze Löcher, »rühren« sie viel weniger

an der Raumzeit, sodass die Wellenamplitude viel kleiner ausfällt. Neutronensterne sind viel schwieriger zu messen und die Gravitationswellenforscher hatten gar nicht damit gerechnet, dass dieses Kunststück schon 2017 gelingen könnte. Sie hatten Glück, weil die Quelle in der Galaxie NGC 4993 verhältnismäßig nah war – und natürlich, weil man die Folgen der Geschehnisse auch mit anderen Teleskopen beobachten konnte.

Dadurch konnten Astronomen auch sehr viel Neues über Neutronensterne lernen, was von großer Bedeutung ist, da man die Neutronensternmaterie noch nicht sehr genau kennt. So ist bislang unklar, ob es Beimischungen exotischer Materieformen (s-Quarks, Quark-Gluon-Plasma) gibt oder wie schwer Neutronensterne höchstens werden können. Die Gravitationswellensignale leisten hier einen wichtigen Beitrag zum Verständnis kompakter Materie.

GW170817 bestätigte auch etwas, was die Astrophysiker schon seit Jahren vermutet hatten: Die Verschmelzung von Neutronensternen ist der »Schmelzofen« für schwere chemische Elemente. In dem heißen und dichten Milieu am Kollisionsort fangen Atomkerne Unmengen an Neutronen ein. In kernphysikalischen Reaktionen, den sogenannten r-Prozessen, wandeln sich diese Atomkerne in schwere Elemente wie Platin, Gold, Blei und Uran um. Astrophysiker gehen davon aus, dass etwa die Hälfte all dieser Elemente im ganzen Universum im Todestanz von Neutronensternen produziert und durch die Explosionen ins All geschleudert werden.

Beginn einer neuen Ära

Die erste direkte Beobachtung von Gravitationswellen im Jahr 2015, die im Oktober mit dem

Q IM DETAIL

Die Physik-Nobelpreisträger 2017

»Inzwischen bin ich auch angezogen«, sagte der frisch gekürte Nobelpreisträger Rainer Weiss, als ihn das Nobelpreis-Komitee aus dem Bett geklingelt hatte. Der renommierte Nobelpreis ging am 3. Oktober 2017 an drei US-Forscher, die am Erfolg mit LIGO einen entscheidenden Beitrag hatten:

Prof. Dr. Rainer Weiss vom Massachusetts Institute of Technology ist einer der Pioniere, der bereits Anfang der 1970er-Jahre die ersten Gravitationswellen-Laserinterferometer baute. Der 85-jährige gebürtige Berliner ist Mit-

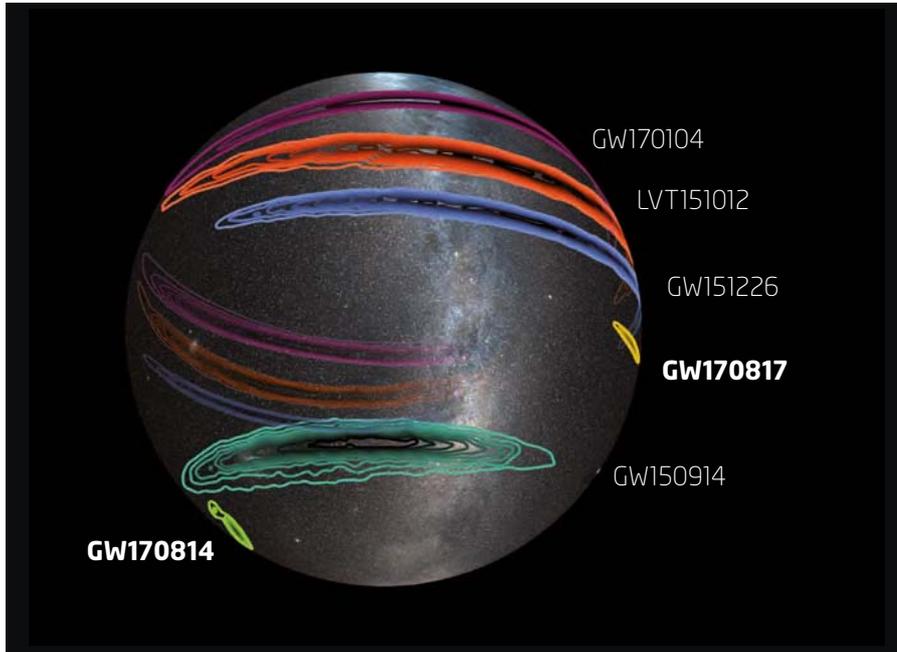
gründer von LIGO und war der erste wissenschaftliche Direktor der LIGO Scientific Collaboration.

Prof. Dr. Kip Thorne vom California Institute of Technology ist der berühmteste Relativitätstheoretiker nach Stephen Hawking. Er gründete ebenfalls LIGO, war maßgeblich an den Simulationen von Gravitationswellen beteiligt und ist Koautor des Standardwerks der Relativitätstheorie »Gravitation«. Außerdem wirkte der 77-jährige als ausführender Produzent am Science-Fiction-Film »Interstellar« (2014) mit.

Prof. Dr. Barry Barish, auch vom California Institute of Technology, ist ursprünglich experimenteller Teilchenphysiker. Der heute 81-jährige kam 1994 als federführender Wissenschaftler und späterer Direktor zu LIGO. In einer Phase, als das Großprojekt auf der Kippe stand, verhalf er LIGO zu weiteren Fördermitteln und schuf die wesentliche Infra- und Managementstruktur, aus der die heute tausendköpfige LIGO-Virgo-Kollaboration hervorging.

Die Nobelpreise werden in einer Zeremonie am 10. Dezember 2017 in Stockholm offiziell übergeben.

LIGO/Caltech/MIT/Leo Singer (Bild der Milchstraße)



▲ Abb.3: Überblick über den Ursprung der bis Mitte Oktober 2017 entdeckten Gravitationswellen-Ereignisse: Die Quellen von GW170814 und GW170817 konnte mit drei Detektoren auf eine deutlich kleinere Region am Himmel eingeschränkt werden.

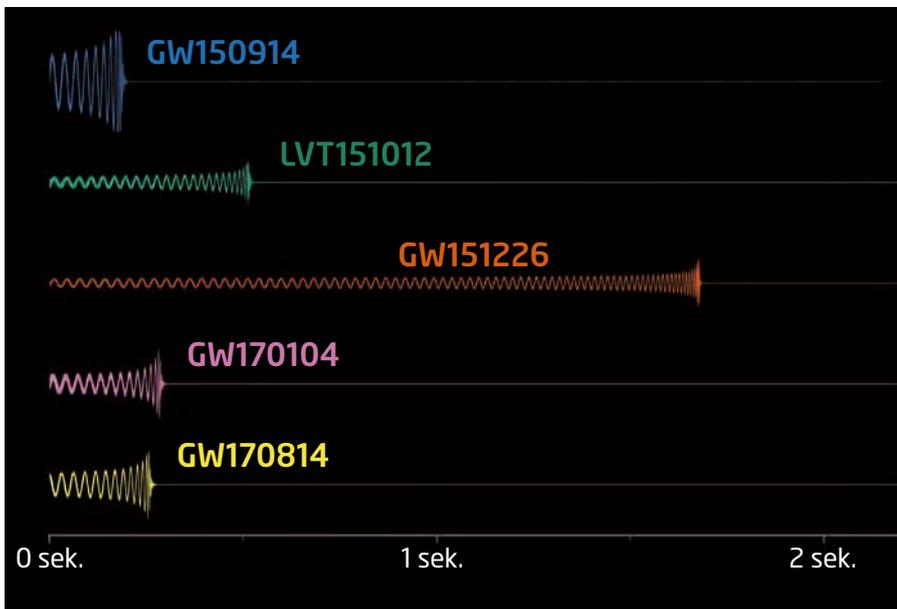
Physik-Nobelpreis ausgezeichnet wurde, und die jüngst präsentierten Ergebnisse dürften aber nur der Anfang einer ganz neuen Ära sein: Seit August 2017 lauscht mit Virgo ein weiteres Gravitationswellen-Laserinterferometer nach Gravitationswellen und hat schon bei der Analyse von GW170814 und GW170817 eine wichtige Rolle gespielt. Der deutsche Detektor GEO600 ist schon seit Jahren aktiv, war aber entweder im entscheidenden Moment abgeschaltet oder hatte aufgrund der um einen Faktor 5 geringeren Empfindlichkeit im Vergleich zu LIGO und Virgo nichts gesehen. Sicherlich wird sich das aber bald ändern. Das japanische Laserinterferometer KAGRA misst vermutlich ab 2019 mit. Seine Spezialität ist eine starke Kühlung der Spiegel

auf rund -250°C , so dass das durch die beben- de Raumzeit hervorgerufene Zittern der Spiegel von Wärmebewegungen weniger gestört wird.

LIGO ist zurzeit abgeschaltet und wird für den dritten Beobachtungslauf O3 vorbereitet, der im Herbst 2018 starten soll.

Bis zum Jahresende sind aber noch weitere aufregende Ergebnisse versprochen, die verraten könnten, was im Neutronensterncrash tatsächlich entstanden ist und was uns die bisherigen Messungen über Gravitationswellen vom Urknall verraten. Und so liefern uns Einsteins Wellen vollkommen neue Einblicke in unser Universum – wobei uns die großen Entdeckungen wahrscheinlich erst noch bevorstehen – wir leben in spannenden Zeiten. ▶ Andreas Müller

LIGO/Caltech/MIT/LSC



▲ Abb.4: Die Gravitationswellenformen aller bislang gemessenen kollidierenden Schwarzen Löcher.

Q IM DETAIL

Gravitationswellen und ihre Messung

Albert Einstein hatte schon 1916 auf der Basis seiner Allgemeinen Relativitätstheorie Gravitationswellen vorhergesagt. Sie entstehen immer dann, wenn Massen beschleunigt werden, und sind winzige Erschütterungen des Raum-Zeit-Kontinuums, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Das Medium, in dem die Welle schwingt, ist die Raumzeit selbst.

Objekte, die von solchen Wellen getroffen werden, werden abwechselnd gedehnt und gestaucht – auch L-förmige Laserinterferometer wie LIGO, GEO600 oder Virgo, die nach Einsteins Wellen »horchten«. Am 14. September 2015 geschah der Durchbruch und die Spiegel in den beiden LIGO-Detektoren in den USA spürten erstmals ein Raumzeitbeben. Es wurde von dem Crash zweier rund 30 Sonnenmassen schwerer Schwarzen Löcher hervorgerufen, die in 1,3 Milliarden Lichtjahren Entfernung zu einem größeren Schwarzen Loch verschmolzen.

Literatur

[1] Müller, Andreas: 10 Dinge, die Sie über Gravitationswellen wissen wollen, Springer Spektrum, Heidelberg (2017)

| DER AUTOR |

Andreas Müller ist Astrophysiker und Wissenschaftsmanager im Exzellenzcluster »Universe« in München. Er ist Kolumnist von Abenteuer Astronomie und Autor mehrere populärwissenschaftlicher Bücher über Astronomie. Sein jüngstes Buch befasst sich mit Gravitationswellen und enthält unter anderem ein Interview mit Nobelpreisträger Rainer Weiss.

➤ SURFTIPPS

- Ligo
- Virgo
- Youtube-Kanal »Urknall, Weltall und das Leben«

🔗 Kurzlink: oc1m.de/a12023

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



▲ Abb. 1: Das allerletzte Saturn-Mosaik, in ungewöhnlichem Gegenlicht aufgenommen bereits im Sturzflug auf den Planeten, zwei Tage vor dem Ende Cassinis – und von einem russischen Fan aus den mit verschiedenen Filtern gewonnenen Einzelbildern zusammengesetzt.

DAS ENDE VON CASSINI

Mitte September verglühte die Sonde in der Saturnatmosphäre – sie forschte bis zum Schluss

Nach über 13 Jahren stetiger Arbeit auf immer neuen Umlaufbahnen um den Saturn ist die große NASA-Sonde Cassini am 15. September 2017 in die Atmosphäre des Planeten gelenkt worden, um restlos zu verglühen. Mit diesem schon lange geplanten Finale sollte verhindert werden, dass Cassini unkontrolliert – der Treibstoff für die Düsen war nahezu aufgebraucht – eines Tages auf einen der astrobiologisch interessanten Monde stürzt. Das Ende kam erstaunlich pünktlich: 13:55:16 MESZ Erdempfangszeit war die allerletzte Prognose für den Abriss des Datenstroms von Cassini gewesen – und um 13:55:39 MESZ verschwand

der Funkträger des X-Bandes. Sieben Sekunden später verabschiedete sich auch der unmodulierte Träger des S-Bandes, den Cassini zu Bahnmesszwecken parallel ausgestrahlt hatte: Die Welt schaute zu, wie ein Gigant der Weltraumforschung für immer verstummte.

Die Missions-»Kontrolle«, die natürlich längst nichts mehr kontrollierte, hatte in den letzten Minuten davor verfolgen können, wie sich die Düsen der Lageregelung Cassinis immer stärker bemühen mussten, die Hauptantenne Richtung Erde auszurichten, während die Windlast auf Cassini immer stärker wurde. Eigentlich war die Atmosphärendichte nur so hoch wie in der Bahnhöhe der ISS um die Erde, aber die enorme Geschwindigkeit Cassinis machte den großen Unterschied.

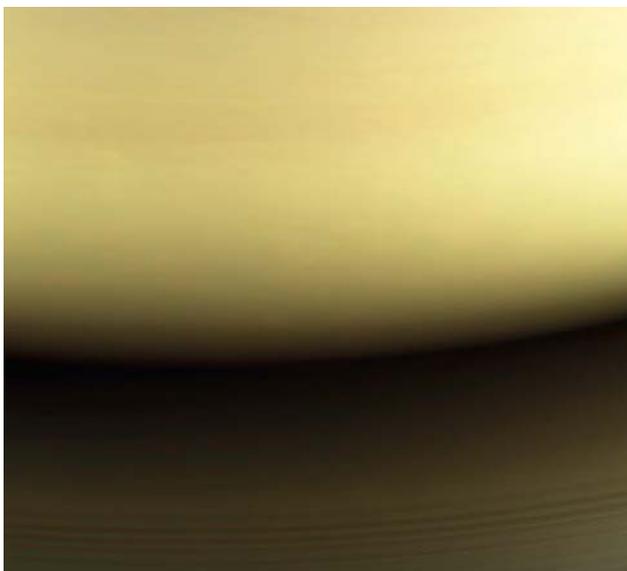
Schon bald nach dem Verlust der Funkverbindung dürfte der Luftwiderstand vorstehende Teile des Orbiters abge-

rissen haben, so dass Cassini für Sekunden stromlinienförmiger wurde – bis der Widerstand einfach zu groß geworden war und die Sonde auseinanderbrach und Teil des Saturn wurde. Acht von Cassinis Instrumenten waren in den letzten Stunden noch eingeschaltet gewesen, und sie sollen »Daten bis zur letzten Sekunde« geliefert haben – über deren Qualität oder erste Erkenntnisse daraus verlautete bislang nichts.

Kostproben für die Öffentlichkeit gab es wenigstens von den abbildenden Instrumenten, deren letzte Messungen alle noch rechtzeitig die Erde erreicht hatten. Nach einem Saturn-Mosaik (das praktisch in Echtzeit von Cassinis Fanggemeinde aus den Einzelbildern montiert wurde) und fernen Blicken auf die Monde Enceladus und Titan hatte die Kamera für sichtbares Licht noch Nahaufnahmen der Ringe und schließlich der Einschlagsregion auf dem Saturn geliefert, beleuchtet nur vom »Ringschein« auf der Nachtseite. Auch ein Bild der Einschlagsstelle im thermischen Infraroten vom Instrument VIMS konnte noch gemacht werden: Zusammen mit parallelen Beobachtungen mehrerer Teleskope auf der Erde wird sich die Region der Saturnatmosphäre, in der Cassini eine Minute lang Eintrittssonde spielen durfte, auch im größeren Kontext darstellen. Wissenschaft also bis zur letzten Sekunde von der größten – und auf absehbare Zeit auch letzten – Mission zum Saturnsystem.

► Daniel Fischer

◀ Abb. 2: Cassinis allerletztes Bild überhaupt: die Einschlagstelle aus 634.000km Abstand, weniger als 24 Stunden vor dem Ende.



STÜRMISCHE ZEITEN FÜR ARECIBO

Das berühmte Radioteleskop hat den Hurrikan Maria überstanden – trotzdem ist die Zukunft ungewiss

Arecibo Observatory



▲ Abb. 1: Mitarbeiter des Arecibo Observatory auf Puerto Rico freuen sich, dass die Anlage den Hurrikan Maria überstanden hat.

Die humanitäre Katastrophe, die der Hurrikan Maria am 20. September 2017 auf der Karibikinsel Puerto Rico ausgelöst hat, ist immens: gravierende Schäden an der Infrastruktur, wochenlang kaum mehr elektrischer Strom oder fließendes Wasser – es wird lange dauern, die Schäden zu beheben. Aber just jene Großanlage, wegen der Puerto Rico in der Astronomie weltbekannt ist, hat das Desaster fast unbeschadet überstanden – und das obwohl Maria als Hurrikan der Kategorie 4 mit Windgeschwindigkeiten bis 250km/h exakt über das Arecibo-Observatorium hinweggezogen ist. Die 300 Meter große Antennenschüssel, die aus fast 40.000 Paneelen über einer Bodensenke besteht, ist unbeschädigt; von den darüber aufgehängten Antennenstrukturen ging nur eine kleinere verloren: Eine 29 Meter lange Antenne, die nicht der Astronomie, sondern der Erforschung der oberen Atmosphäre diente, ist zwar abgestürzt und hat etwa 30 der Schüssel-Paneele zertrümmert, aber aufwendigere astronomische Empfangstechnik ist noch am Platz, dank rechtzeitiger Sicherungsmaßnahmen.

Da das Arecibo-Observatorium über einen eigenen Stromgenerator und große Diesel-Vorräte verfügt, einen Brunnen für die Wasserversorgung hat und die Crew, die Maria vor Ort in einem Bunker aussaß, über reichlich Lebensmittelvorräte verfügte, liefen bereits eine Woche nach dem Hurrikan die ersten Testbeobach-

tungen, um den Zustand des Systems genauer zu charakterisieren. Und schon Anfang Oktober wurden die regulären astronomischen Beobachtungen zum Teil wiederaufgenommen – obwohl die Bodensenke unter der Antennenschüssel noch überflutet war und das Wasser nur langsam zurückging.

Dieser insgesamt glückliche Ausgang ändert aber nichts daran, dass die Zukunft von Arecibo ungewiss ist: Derzeit wird das Observatori-

um im Auftrag der amerikanischen National Science Foundation (NSF) betrieben, die ihm aber bald den Geldhahn abdrehen will: Bei turnusmäßigen Bewertungen hat die 1963 eröffnete Sternwarte nicht gut abgeschnitten, und man will das Geld – 8,3 Millionen US-Dollar jährliche Betriebskosten – lieber in neue Projekte stecken. Dass die abgestürzte lange Antenne für mehrere Millionen Dollar zusätzlich repariert werden müsste, macht Arecibo bei den NSF-Managern auch nicht gerade populärer: Die Reparaturrechnung könnte Arecibos Ende beschleunigen.

Am bekanntesten ist das Observatorium – abgesehen von Auftritten in Kinofilmen wie »Golden Eye« oder »Contact« – für sein Planetenradar, das unabhängig von der NASA mit 3,6 Millionen US-Dollar pro Jahr finanziert wird. Ausgestattet mit einem starken Sender nimmt Arecibo immer wieder erdnahe Kleinplaneten aufs Korn, um sie regelrecht zu kartieren. Auch die Bahnen der Himmelskörper lassen sich über die Radarechos viel genauer bestimmen als aus optischer Astrometrie. Die NSF würde das Observatorium schon gerne weiter betreiben, will aber die jährlichen Ausgaben dafür auf zwei Millionen US-Dollar herunterfahren: Es wird daher schon länger nach anderen Organisationen gesucht, die den Rest der Betriebskosten übernehmen würden. ▶ Daniel Fischer



▲ Abb. 2: Mit einem Kajak unter der Radioschüssel auf Inspektionstour Anfang Oktober. Direkt nach dem Sturm stand das Wasser bis zu den Paneelen hoch.

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

Arecibo Observatory

WO IST DAS ZENTRUM DES UNIVERSUMS?



▲ Abb. 1: Eine lang belichtete optische Aufnahme eines Himmelsausschnitts wie dieses sogenannte Hubble Extreme Deep Field enthält eine Vielzahl von Galaxien und fernen Himmelsquellen. Im Prinzip sieht jeder Teil des Himmels so aus. Wo ist dann die Mitte des Universums?

Noch vor 500 Jahren stand außer Frage, dass die Erde im Zentrum des Universums steht. Und heute? Die Menschheit scheint verloren auf einem Sandkorn in der Unendlichkeit des Alls.

Fast zwei Jahrtausende stand die Erde im Zentrum des Universums. Dieses geozentrische Weltbild nach Aristoteles schien aus der Sicht eines irdischen Beobachters bestens zu stimmen. Denn mit bloßem Auge sieht man ja, wie Sonne, Mond und Sterne um uns kreisen. Wie wir heute wissen, liegt das an der 24-stündigen Eigenrotation der Erde. Nach den Vorstellungen der Antike war der Himmel der Sitz der Götter und unterlag anderen Gesetzen. Die Himmelskörper sollten sich immer auf Kreisen bewegen.

Merkwürdiger Mars

Schon seit Jahrtausenden aber ist eine merkwürdige Bewegung bekannt: Planetenschleifen. Gut zu sehen ist sie beim Mars. Unser roter Nachbarplanet bewegt sich durch die Sternbilder, ändert jedoch gelegentlich

seine Bewegungsrichtung abrupt in entgegengesetzter Richtung, um sich dann wieder normal »vorwärts« zu bewegen. Zur Erklärung hielt man zunächst an den Kreisbahnen fest, war aber gezwungen den Mittelpunkt der Kreisbahn auf einen weiteren Kreis zu setzen (Epizykeltheorie). Aber trotz solcher Tricks geriet das geozentrische Weltbild zunehmend ins Wanken. Johannes Kepler, der um 1600 bei Tycho Brahe in Prag arbeitete, konnte das Mars-Rätsel lösen, indem er die Sonne ins Zentrum setzte und die Planeten auf Ellipsenbahnen umlaufen ließ. Kepler etablierte damit das im 16. Jahrhundert von Nikolaus Kopernikus entwickelte heliozentrische Weltbild. Damit wurde unsere Erde aus der Mitte der Welt gestoßen und zu einem von mehreren Planeten degradiert, die um die Sonne kreisen. Die Marsschleife erklärte sich dadurch, dass ihn die Erde »auf

der Innenbahn überholt«, so dass er einige Zeit zurückbleibt.

Rasend ums Zentrum

Auch das Sonnensystem steht nicht im Zentrum des Universums. Die Milchstraße ist eine scheibenförmige Balkenspiralgalaxie, die aus rund 400 Milliarden Sternen, Gas, Staub und Dunkler Materie besteht. Der Durchmesser der Scheibe beträgt etwa 160.000 Lichtjahre. Wir sind nicht in der Mitte der Milchstraße, sondern drehen in 26.000 Lichtjahren Abstand vom Zentrum mit fast 800.000 km/h unsere Runden wie Milliarden andere Sterne.

Und wie ordnet sich die Milchstraße ein? Schon 1899 fand der deutsche Astronom Julius Scheiner heraus, dass der Andromedanebel, ein in damaligen Teleskopen nebulös erscheinendes Fleckchen, ein eigenes Sternsystem

darstellt, das sich außerhalb der Milchstraße befindet. Der US-Astronom Edwin Hubble bestätigte das rund zwei Jahrzehnte später mit den besseren Teleskopen am Mount-Palomar-Observatorium, weil er die »Nebel« in Einzelsterne auflösen konnte. Heute spricht man von der Andromedagalaxie, die etwa 2,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist und sich auf die Milchstraße zubewegt. Beide Galaxien bilden zusammen mit der Großen und Kleinen Magellanschen Wolke, der Dreiecksgalaxie und vielen Zwerggalaxien die Lokale Gruppe. Sie rast auf den Virgo-Haufen zu, weil die kleine Galaxiengruppe von dem größeren, massereichen Galaxienhaufen angezogen wird.

Alles in Bewegung

Nach dem Hubble-Gesetz bewegen sich weiter entfernte Galaxien immer schneller von uns weg. Der US-Astronom Vesto Slipher bestimmte ab 1912 am Flagstaff-Observatorium die ersten Radialgeschwindigkeiten von Spiralgalaxien. Diese Geschwindigkeiten entlang der Sichtlinie zur Galaxie sind zusammen mit den gemessenen Entfernungen die Grundlage für das Hubble-Gesetz. Alle weit entfernten Galaxien fliegen von uns weg, ein Phänomen, das anhand der ins Rote verschobenen Spektren nachgewiesen werden kann. Hier könnte man wieder den Eindruck gewinnen, dass wir im Zentrum des Universums sitzen, weil sich

alles von uns entfernt. Das Universum verhält sich jedoch wie die Gummihaut eines Luftballons, der aufgeblasen wird. Auch hierbei sieht es für jeden Punkt auf der Gummihaut so aus, als ob sich alle anderen entfernen.

1964 entdeckten Arno Penzias und Robert Wilson die kosmische Hintergrundstrahlung. Sie ist überall am Himmel zu finden und nahezu gleichförmig. Diese Wärmestrahlung stammt von einem urzeitlichen Wasserstoff-Helium-Gasgemisch, das schon Minuten nach dem Urknall entstand und sich 380.000 Jahre nach dem Urknall ausbreitete. Die Erde bewegt sich relativ zu diesem weit entfernten Strahlungshintergrund. Durch den Doppler-Effekt erscheint die eine Himmelskugel, in deren Richtung wir uns bewegen, blauverschoben, wohingegen die andere Hemisphäre Doppler-rotverschoben wird.

Verloren in der Weite des Alls

Aufgrund der aktuell beobachteten Daten müssen wir feststellen, dass wir mit unserer Erde verloren sind in der Weite des Alls. Wir sind weder im geometrischen noch im übertragenen Sinn im Zentrum des Universums. Es gibt sogar Bereiche, die so weit von uns entfernt sind, dass uns noch kein Lichtsignal von dort erreichen konnte. Über das Weltall jenseits davon wissen wir nichts. Das Universum könnte unendlich sein. Wir Menschen sind eine Lebensform, die sich über die ei-

⇐ 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

gene Existenz bewusst ist und schon einiges über das Universum gelernt hat. Noch ist in diesem Sinne die Erde ein besonderer Ort im Kosmos. Aber auch diese Besonderheit könnte verschwinden, sobald wir intelligentes Leben auf anderen Planeten entdeckt haben – oder es uns findet. ▶ Andreas Müller

Astro-ABC: K wie Korona

Das Wort Korona bedeutet Krone, und diese wird von einer wahrhaft strahlenden Königin getragen: der Sonne. Bei der Korona handelt es sich um die äußere Atmosphäre unseres Zentralsterns, die aus einem enorm heißen und extrem dünnen Gas, einem Plasma, besteht. Sie kann ge-

sehen werden, wenn der Mond die Sonne total verfinstert. Die Form der Korona hängt stark von der Sonnenaktivität ab. In Jahren mit vielen Sonnenflecken erscheint die Sonnenkrone rundlicher, in einem Aktivitätsminimum zeigen sich lange Strahlen zu den Seiten. An den Sonnenpolen erscheinen Strukturen, die wie ein Bündel von Strahlen aussehen. Diese Polstrahlen folgen den magnetischen Feldlinien. Das silbrig-weiße Licht der Korona, das während einer totalen Sonnenfinsternis die Beobachter so verückt, ist weißes Sonnenlicht, das an freien Elektronen gestreut wird. Auch reflektierende Staub-

teilchen und Licht aussendende Ionen tragen zum Leuchten des Strahlenkranzes bei. Die Helligkeit der Korona nimmt von innen nach außen dramatisch ab, deswegen kombinieren Finsternisfotografen oft Aufnahmen unterschiedlicher Belichtungszeit, um ihre volle Pracht zu zeigen. Eine spannende Frage ist, was die Sonnenkorona auf über eine Million Grad aufheizt, während die Sonnenoberfläche doch »nur« 5500°C misst. Im wahrsten Sinne »heiße« Kandidaten hierfür sind verschiedene Arten von Wellen oder magnetische Kurzschlüsse, deren Ausbrüche die im Sonnenmagnetfeld gespeicherte Energie in Bewegung und Hitze übertragen. Jüngst werden Röntgenstrahlen sogenannter Nanoflares als Hitzequelle diskutiert. Die Sonnenkorona bleibt ein spannendes Forschungsgebiet!



◀ Abb.1: Die Korona während der totalen Sonnenfinsternis vom 21.8.2017

▶ Paul Hombach

STERNESCHNUPPEN AM VORWEIHNACHTSHIMMEL

Maximum der Geminiden am 14. Dezember 2017

Neben den Quadrantiden im Januar und den Perseiden im August gehören die Geminiden zu den aktivsten Meteorströmen im Jahresverlauf. Erstaunlicherweise sind sie weit weniger bekannt als die sommerlichen Perseiden, was wohl hauptsächlich daran liegt, dass die äußerlichen Bedingungen – kalte Nächte und häufig Bewölkung – nicht optimal für mitteleuropäische Beobachter sind. Markant sind meist recht helle Meteore in diesem Strom.

Bereits zum Sonnenuntergang geht der Radiant der Geminiden in der Nähe von Castor

(α Gem) auf und ist damit die gesamte Nacht sichtbar. Gegen 2:20 MEZ steht der Radiant in rund 70° Höhe am Südhimmel. Der Mond stört in diesem Jahr die Beobachtung kaum – erst gegen 3:50 MEZ zeigt er sich als schmale Sichel am Osthorizont. Bis zum Maximum am 14. Dezember um 7:30 MEZ kann die Aktivität weiter beobachtet werden, wobei sich zum Ende zunehmend die Dämmerung störend bemerkbar macht. In der Vergangenheit variierten der Zeitpunkt des Maximums und die Höhe der Aktivität leicht. Auf 2017 gerechnet könnte das Maximum auch zwischen dem

13. Dezember um 15:00 MEZ und dem 14. Dezember um 12:00 MEZ einsetzen.

Das Ursprungsobjekt der Geminiden ist der Kleinplanet (3200) Phaethon, ein Apollo-Asteroid mit einer ungewöhnlichen Bahn. Er kommt der Sonne sehr nahe und erreicht dabei eine Oberflächentemperatur von ca. 750°C. Man vermutet, dass der Kleinplanet der Kern eines erloschenen Kometen ist, dessen gas- und staubförmiges Material sich nicht mehr auf der Oberfläche befindet, sondern sich in Form einer Partikelwolke auf der Bahn des Objektes verteilt. ▶ André Knöfel

Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 1: Geminiden-Komposit am 14.12.2013 von 3:00 bis 6:00 MEZ auf der Postalm, Österreich, Canon 450D, Sigma 10 mm, Blickrichtung Südosten.
Hermann Koberger

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Weiterverbreitung ist untersagt.

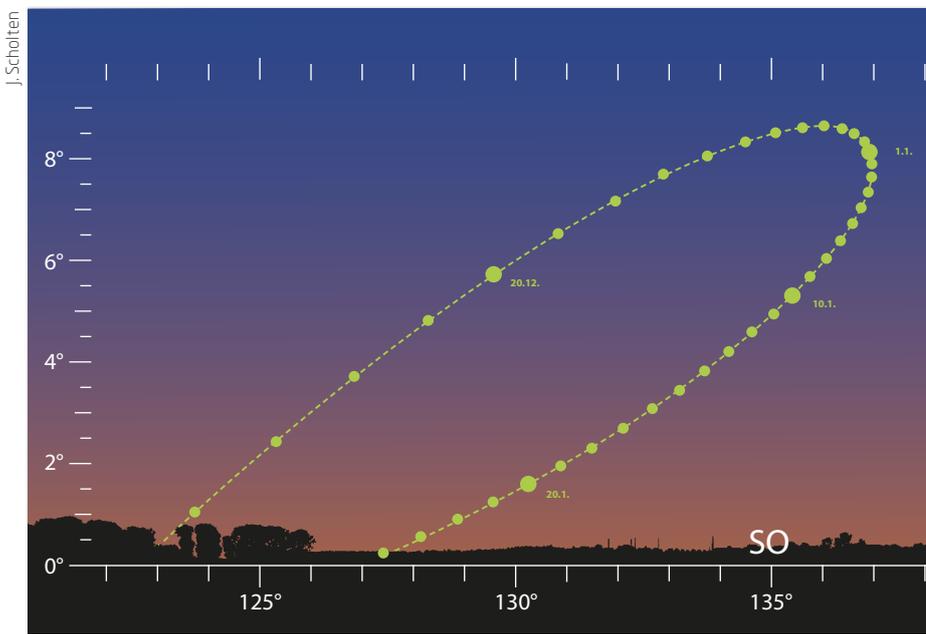
Morgenvorstellung zu Jahresbeginn

Merkur in westlicher Elongation am 1. Januar

Im Januar kommt es zu einer beachtlichen Merkur-Morgensichtbarkeit. Gleich am Neujahrstag erreicht der innerste Planet des Sonnensystems einen Winkelabstand von rund 23°. Dabei wird er -0,4^m hell. Das ist heller als jeder Stern mit Ausnahme von Sirius und Canopus. Diese Helligkeit braucht Merkur auch, um sich in der Morgendämmerung durchzusetzen. Am 1. Januar geht Merkur für 50° Nord und 10° Ost um 6:30 MEZ auf, die Sonne folgt um 8:16 MEZ. Ab 7:00 MEZ sollte der ei-

lige Götterbote für mindestens eine halbe Stunde einfach mit dem Fernglas über dem Südosthorizont zu sehen sein, unter guten Bedingungen auch mit bloßem Auge.

Das Sichtbarkeitsfenster Merkurs beginnt bereits im letzten Dezemberdrittel 2017 und reicht bis Mitte Januar. Dann rückt er wieder zu nah an die Sonne heran. Erst im August wird er sich wieder am Morgenhimmel zeigen. Bis dahin stehen noch zwei Abendauftritte auf dem himmlischen Spielplan. ▶ Paul Hombach



▲ Abb. 2: Merkur im Dezember 2017 und Januar 2018 am Morgenhimmel, Sonne 6° unter dem Horizont.

Helle Flora in den Zwillingen

Opposition am 2., Sternbedeckung am 13. Januar

(8) Flora gehört zu den hellsten Asteroiden am Sternhimmel. Zum Zeitpunkt ihrer Opposition im Sternbild Zwillinge am 2. Januar 2018 um 19:22 MEZ erreicht sie eine Helligkeit von 8,2^m und ist nur eine Astronomische Einheit von der Erde entfernt. Am 13. Januar 2018 hat sich die Helligkeit von Flora auf 8,6^m verringert und der Asteroid wird den fast gleich hellen Stern TYC 1341-00957-1 (8,1^m) bedecken. Gegen 19:16 MEZ wandert der Schatten des Asteroiden von Osten kommend über die Mitte Deutschlands mit Frankfurt am Main auf der Zentrallinie. Der Zielstern befindet sich zum

Bedeckungszeitpunkt rund 35° über dem Horizont in südöstlicher Richtung. Kurz vor der Bedeckung »verschmelzen« Stern und Asteroid optisch zu einem Objekt und erreichen eine kombinierte Helligkeit von 7,6^m. Während der etwa 17 Sekunden dauernden Bedeckung verschwindet der Stern hinter (8) Flora. Es ist nur noch der Asteroid sichtbar! Wir erleben hier nicht die typische »Sternfinsternis«, sondern nur eine leichte Helligkeitsabnahme von 1^m bis zur Helligkeit des Asteroiden. Das sollte gut zu beobachten sein. ▶ Oliver Klös

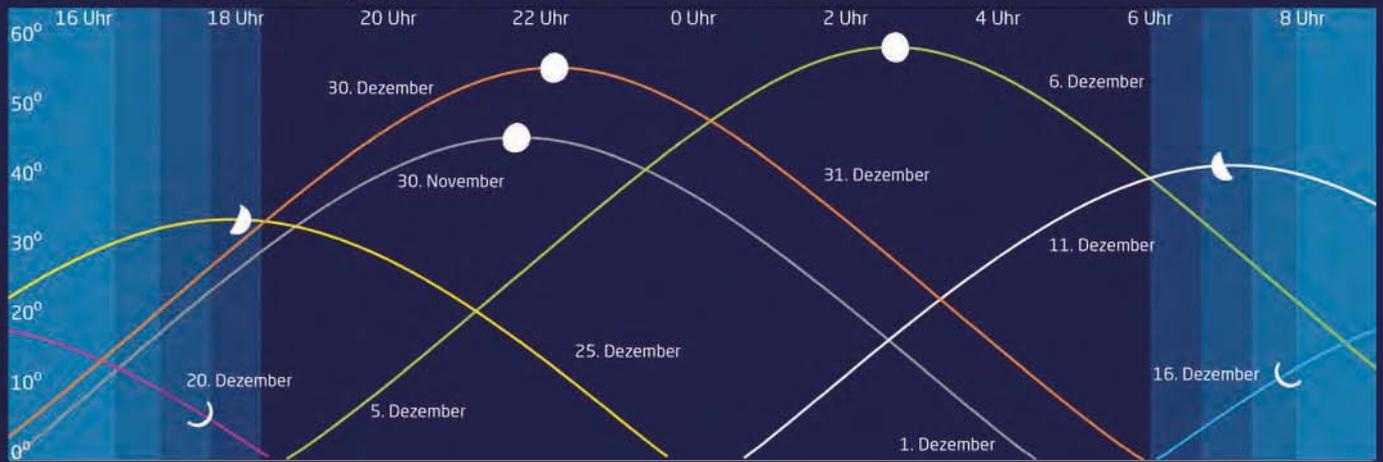
Astronomische Ereignisse im Oktober/November 2017			
2.12.	2:44	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,565°)
3.12.	16:47	MEZ	Vollmond
3.12.	16:58	MEZ	Mond 2,0° O Aldebaran
7.12.	3:22	MEZ	Merkur 1,2° W Saturn (sichtbar am Abend)
8.12.	22:24	MEZ	Mond bedeckt Regulus (1 ^m 4), Bedeckung am hellen Rand
10.12.	8:51	MEZ	Mond: Letztes Viertel
10.12.	13:50	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,414°)
13.12.	2:49	MEZ	Merkur untere Konjunktion
14.12.	7:30	MEZ	Maximum Geminiden, ZHR=120
14.12.	23:54	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,662°)
18.12.	7:30	MEZ	Neumond
18.12.	14:48	MEZ	Mond 1,7° N Saturn
21.12.	22	MEZ	Saturn Konjunktion
26.12.	10:20	MEZ	Mond Erstes Viertel
26.12.	19:09	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -7,939°)
29.12.	10:24	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,706°)
31.12.	2:24	MEZ	Mond bedeckt Aldebaran (0 ^m 3), Bedeckung am dunklen Rand
1.1.	20:58	MEZ	Merkur (-0,4 ^m) größte Elongation West (22,7°), Morgenhimmel
2.1.	3:24	MEZ	Vollmond
2.1.	19:22	MEZ	(8) Flora in Opposition (8,2 ^m)
3.1.	21	MEZ	Maximum Quadrantiden, ZHR=110
7.1.	1:27	MEZ	Mars (1 ^m 4) nur 12' O Jupiter (-1 ^m 9, sichtbar am Morgen)
7.1.	23:11	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,628°)
8.1.	23:25	MEZ	Mond: Letztes Viertel
9.1.	8:02	MEZ	Venus obere Konjunktion
11.1.	3:13	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,806°)
13.1.	6:45	MEZ	Merkur (-0 ^m 3) nur 38,5' O Saturn (0 ^m 5, sichtbar am Morgen)
15.1.	8:01	MEZ	Mond 2,3° N Merkur
17.1.	3:17	MEZ	Neumond
23.1.	19:50	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -7,277°)
24.1.	23:20	MEZ	Mond Erstes Viertel
25.1.	17:15	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,813°)
31.1.	12:48	MEZ	Partielle Mondfinsternis beginnt, nicht sichtbar
31.1.	13:51	MEZ	(1) Ceres in Opposition (6 ^m 9)
31.1.	14:27	MEZ	Vollmond

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

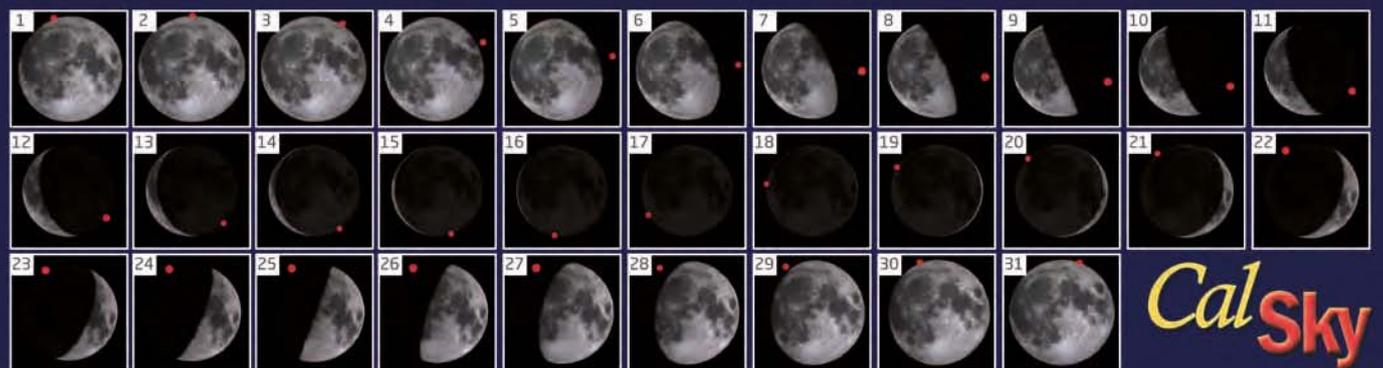
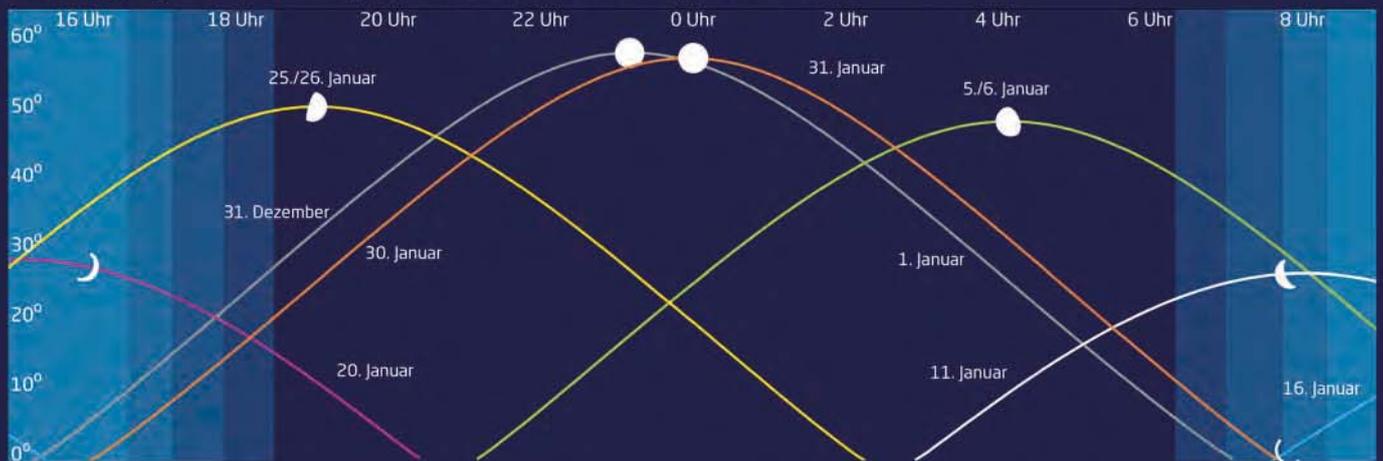
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Der Mond im Dezember/Januar

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



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



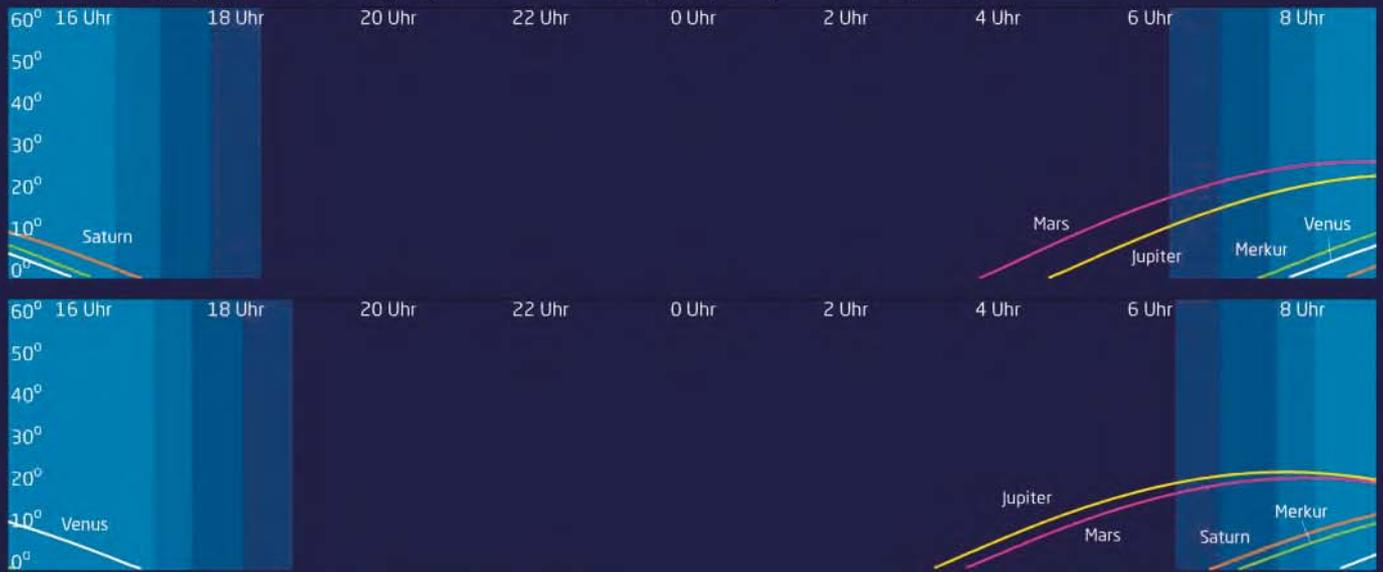
Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform www.CalSky.com erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

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

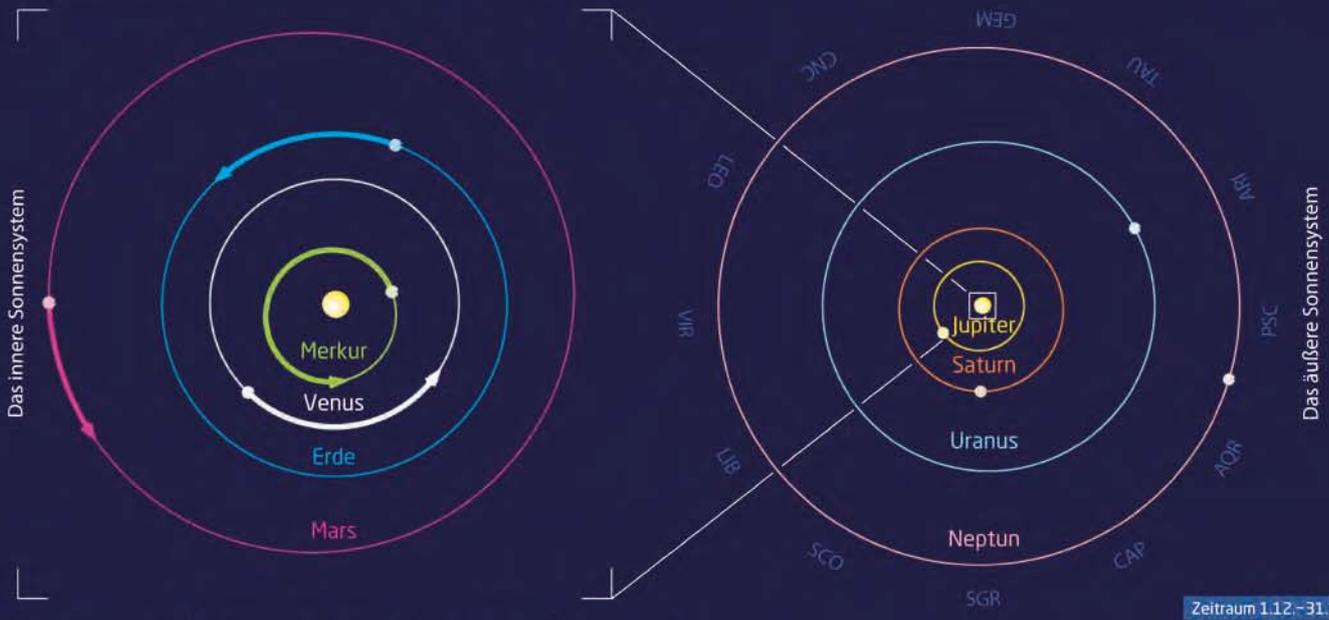
Himmel

Die Planeten im Dezember/Januar

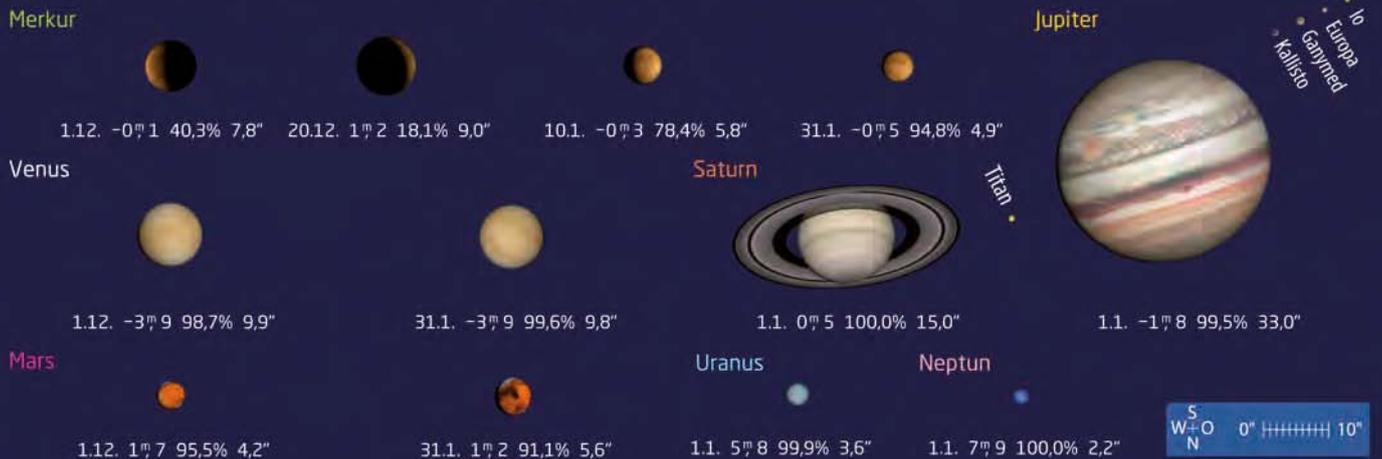
Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Dezember 2017 (oben) und Januar 2018 (unten)



Planeten: Bahnen im Dezember 2017 und Januar 2018



Planeten: Anblick im Fernrohr im Dezember 2017 und Januar 2018



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

Sonne aktuell: Eine sehr ruhige Sonne



▲ Abb. 1: Schöner Protuberanzenbogen vom 18.8.2017, aufgenommen mit einem H α -90mm-Refraktor mit 900mm Brennweite und einer Skyris 618M-Kamera, bearbeitet mit AutoStakkert 3, Registax 6 und Photoshop. *Ernst Elgaß*



▲ Abb. 2: Sonnenfleckengruppe AR (1)2665 am 20.7.2017 um 14:31 MESZ aufgenommen mit Astro-Physics 127mm f/8, Vixen 2x Barlow, Baader Astro Solar ND3.8-Filter und QHY5-Liic-Kamera. *Philipp Salzgeber*

Blickt man auf den Juli und August 2017 zurück, so geben sie schon einen Vorgeschmack auf das kommende Sonnenfleckenminimum: In beiden Monaten konnten jeweils nur fünf neue Aktivitätszentren registriert werden, obwohl es eigentlich eines weniger war. Eine Gruppe schaffte nämlich zwei Rotationen, hat aber dennoch von der NOAA eine neue Bezeichnung bekommen, weil die Nummernvergabe von der Dauer der augenblicklichen Sichtbarkeit (mindestens zwei Tage), nicht aber von der Länge der Existenz abhängt. So kann eine Fleckengruppe, die mehrere Rotationen mitmacht, durchaus mehrere Nummern erhalten.

Wie gering die Aktivität bisweilen war, lässt sich an den fleckenfreien Tagen ablesen. Im

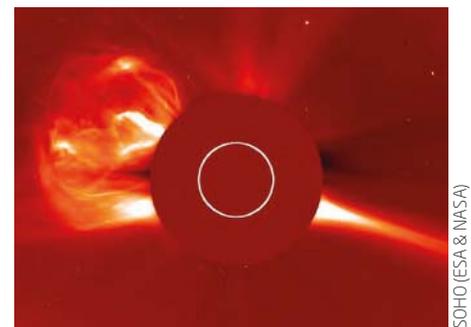
Juli wurden elf Tage ohne Sonnenflecken registriert, überdies war die Sonne an einem Tag im Norden und an sieben im Süden fleckenfrei. Der August wies zwar keine komplett fleckenlose Tage auf, dafür konnten an 13 Tagen im Norden und an 15 Tagen im Süden keine Sonnenflecken beobachtet werden.

Die Aktivität im H α -Licht war ebenfalls sehr gering. Einige wenige Koronalöcher führten zu geomagnetischen Stürmen der beiden untersten Klassen G1 und G2. Einzige Ausnahmen waren ein M1-Flare am 9. Juli, ein M2,4-Flare am 14. Juli sowie ein M1,1-Flare am 20. August. Am 23. und 28. Juli konnten überdies zwei sehr große koronale Massenauswürfe mit dem LASCO-Koronagraphen an Bord des »Solar and Heliospheric Observatory« aufgezeich-

net werden. Von der Position des Satelliten aus gesehen hinter der Sonne – er steht im Lagrange-Punkt L1 in 1,5 Millionen Kilometern Distanz zur Erde – wurde dabei fast das gesamte Gesichtsfeld des Koronagraphen ausgefüllt. Ein vergleichbares Ereignis auf der erdzugewandten Seite hätte etliche Störungen in der Satellitenkommunikation und auffällige Polarlichter zur Folge gehabt. So blieben die Ereignisse für uns folgenlos. Immerhin gab es nach dem M2,4-Flare in der Nacht vom 16. auf den 17. Juli in Norddeutschland fotografische Polarlichter zu beobachten.

Die wenigen sichtbaren Protuberanzen am Sonnenrand und die Filamente und Flaregebiete auf bzw. über der Oberfläche blieben zumeist klein und unscheinbar. Das änderte sich allerdings sehr drastisch in den letzten Augusttagen, als ein unerwartet kräftiger Aktivitätsschub einsetzte, der bis in den September hineinreichte und dabei Höhen erklomm, die man in der Spätphase des Zyklus nicht mehr erwartet hatte.

► Manfred Holl

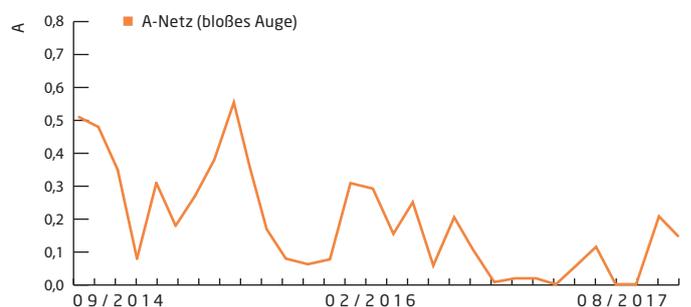
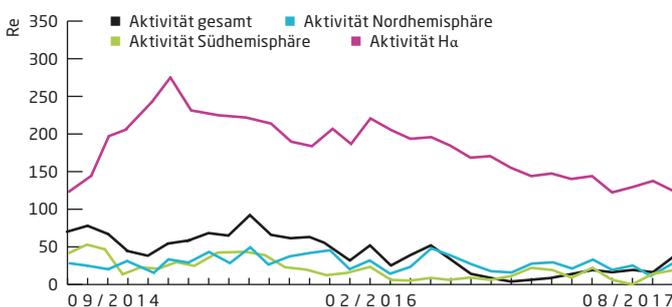


▲ Abb. 3: Koronaler Massenaufwurf auf der erdabgewandten Seite vom 28.7.2017, spektrometrischer Koronagraph LASCO LC2 auf der Sonnensonde SOHO.

SURFTIPPS

- DLR-Seite der SOHO-Sonde
- Kiepenheuer-Institut für Sonnenforschung

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a12032](https://oc1m.de/a12032)



Kometen aktuell: C/2017 O1 (ASASSN) optimal zu beobachten

Zurzeit ist nur ein Komet hell genug, um in lichtstarken Ferngläsern oder kleineren Teleskopen aufgespürt zu werden: **C/2017 O1 (ASASSN)**. Er befindet sich zum Jahreswechsel 2017/2018 zirkumpolar im Sternbild Kepheus und nur wenige Grad vom nördlichen Himmelspol entfernt. Falls der Komet seine momentane Helligkeitsentwicklung beibehält, kann man ihn noch mit 9. bis 10. Größenklasse die gesamte Nacht in kleinen Instrumenten beobachten. Aufgrund der langen und früh einsetzenden Winternächte findet man immer einen günstigen Zeitpunkt ohne störendes Mondlicht. Die rund fünf Bogenminuten große und fast kreisrunde Koma erscheint recht diffus und ist bei aufgehelltem Himmel schwierig zu beobachten. Am 6. Dezember läuft ASASSN in nur 3° Abstand am nördlichen Himmelspol vorbei und steht dann am 12. Dezember der Sonne genau gegenüber in Opposition. Zwischen dem 5. und 9. Januar 2018 kann man den Kometen nur wenige Bogenminuten nördlich des Offenen Sternhaufen NGC 188 auffinden. Um die Passage des Schweifsterns am Sternhaufen zu verfolgen, beobachtet man am besten in den frühen Abendstunden, wenn der abnehmende Mond noch nicht über dem Osthorizont erschienen ist.

C/2017 O1 (ASASSN) wurde erst am 19. Juli 2017 im Rahmen des automatischen Supernova-Suchprogramms All-Sky Automated Survey for Supernova (ASAS-SN) auf dem Cerro Tololo in Chile entdeckt. Lange Zeit gab es keinen offiziellen Namen von der Internationalen Astronomischen Union (IAU) für den Kometen, da

► Abb. 1: Komet C/2017 O1 (ASASSN) aufgenommen am 22. September 2017.
Norbert Mrozek

das Akronym für das Suchprogramm Ähnlichkeiten mit dem englischen Wort »assassin« (Attentäter) besitzt. Aus diesem Grund ließ man sich bei der IAU wohl etwas länger Zeit, den Kometen offiziell zu benennen. In der Regel ist es nämlich so, dass Kometen nach der Entdeckung eine Bezeichnung erhalten, die aus dem Entdeckungsjahr, einem großen Buchstaben und einer fortlaufenden Nummer zusammengesetzt ist, der den Zeitraum der Entdeckung im laufenden Kalenderjahr angibt. Außerdem erhält der Schweifstern zusätzlich zur laufenden Nummer noch den Namen des oder der Entdecker (Hale-Bopp, Hyakutake) oder des Suchprogramms (LINEAR, PanSTARRS).

C/2016 R2 (PanSTARRS) erreicht zum Jahreswechsel wahrscheinlich die 10. Größenklasse

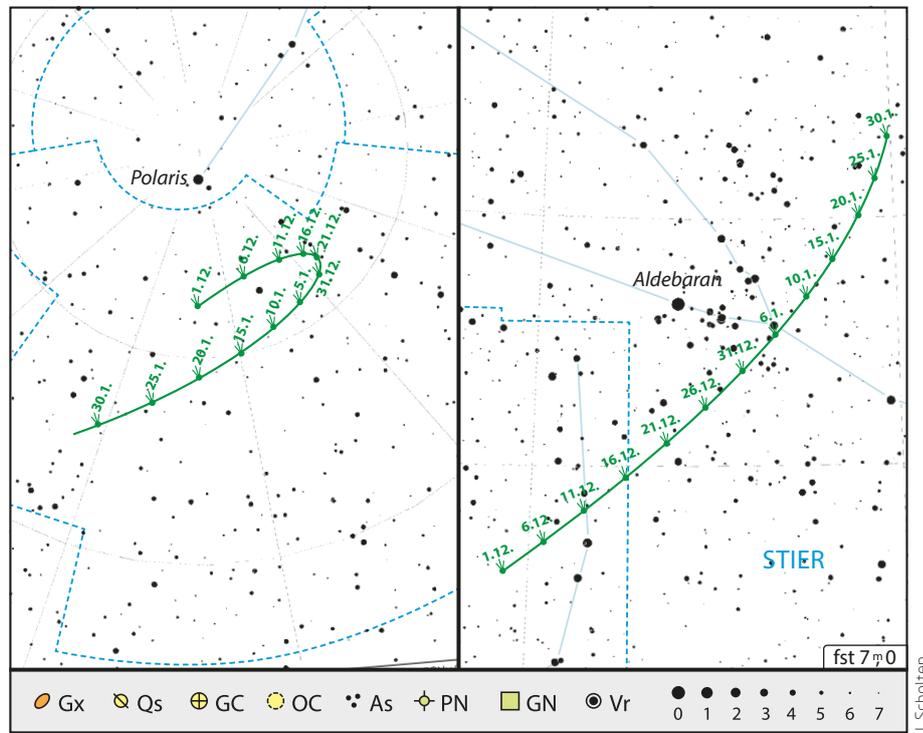
und ist schon in mittleren Teleskopen auffindbar. Der Komet ist in den Wintermonaten optimal zu beobachten und zieht weiter in nordwestlicher Richtung durch die Sternbilder Orion und Stier. Anfang Januar kann man PanSTARRS im westlichen Teil der Hyaden und Ende Januar einige Grad östlich der Plejaden (Messier 45) auffinden. Am 22. Dezember 2017 erreicht der Komet die Erdnähe und befindet sich dann etwas mehr als zwei Astronomische Einheiten von unserem Heimatplaneten entfernt. Aber erst im Mai 2018 wird der Schweifstern sein Perihel durchlaufen. Am 5. Januar steht der Komet nur wenige Bogenminuten westlich des 3^m hellen Sterns Gamma Tauri, der als gute Aufsuchhilfe dienen kann.

► Andreas Schnabel

SURFTIPPS

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

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a12033

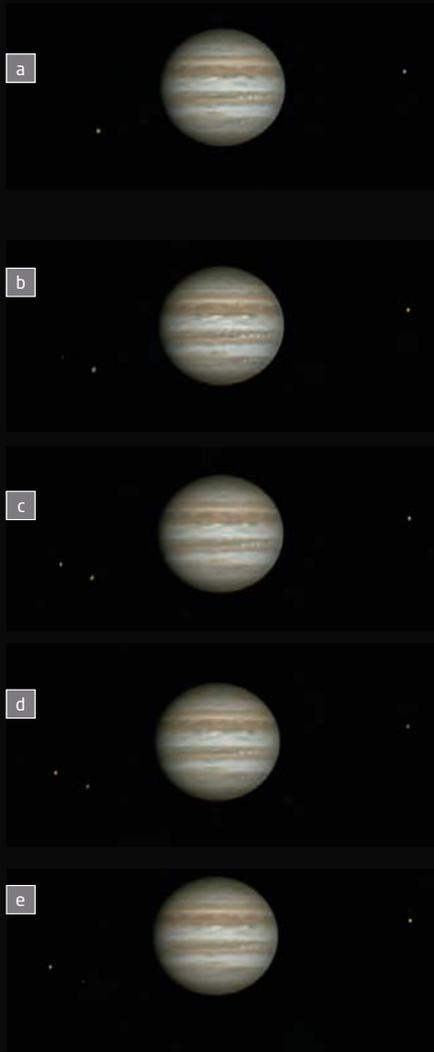


▲ Abb. 2: Aufsuchkarten der Kometen C/2017 O1 (ASASSN) und C/2016 R2 (PanSTARRS).

Kometen im Dezember 2017/Januar 2018						
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erw. Helligkeit	
C/2017 O1	19.7.2017	14.10.2017 (1,5 AE)	17.10.2017 (0,72 AE)	August 2017 bis Februar 2018	9,0 ^m bis 10,0 ^m	
C/2016 R2 PanSTARRS	7.9.2016	9.5.2017 (2,60 AE)	22.12.2017 (2,05 AE)	November 2017 bis Juni 2018	10,5 ^m bis 10,0 ^m	

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

Planeten aktuell: Planetenflaute



▲ Abb. 1: Der Jupitermond Europa taucht auf (b), Ganymed verschwindet im Jupiterschatten (c, d, e). Sequenz vom Abend des 14.6.2017, aufgenommen mit einer ASI224MC und einem 20cm Dobson. *Torsten Mellenthin*



▲ Abb. 2: Die Schatten von Io (unten) und Europa auf Jupiter am 29.5.2017 um 22:14 MESZ. *Torsten Mellenthin*



▲ Abb. 3: Ein Vierfachereignis am 5.6.2017 mit Europa (rechts), Io und deren Schatten, aufgenommen mit zwei ASI120-Kameras (s/w und Farbe) und einem 30cm Newton. *Hans Kirch, Paul Hombach*

Venus und Saturn stehen in Sonnennähe, Jupiter ist eben erst wieder am Morgenhimmel aufgetaucht, Mars noch ein winziges Scheibchen im Teleskop: Momentan gibt es wenig lohnende Ziele für aktive Planetenbeobachter. Da ist es zurzeit spannender, die Bilder der letzten Monate nach wenig gezeigten Schätzen zu durchforsten.

Schattenspiele im Rückspiegel

Zu den besonders sehenswerten Himmelsschauspielen zählen ungewöhnliche Jupitermondereignisse. Torsten Mellenthin gelang am 14. Juni 2017 eine Sequenz, die zeigt, wie zunächst der Mond Europa aus dem Jupiterschatten auftaucht (Abb. 1b), dann Ganymed schrittweise verfinstert wird (Abb. 1c-e). Dabei sind die partiellen Phasen dieser Mondfinsternis deutlich zu sehen! Zuvor gelangen ihm Bilder des doppelten Mondschattens auf Jupiter am 29. Mai 2017. Am 5. Juni waren gleich zwei Mondschatten und deren Verursacher Europa und Io zugleich im Durchgang zu sehen. Hans Kirch und der Autor konnten die Szene festhalten (Abb. 3).

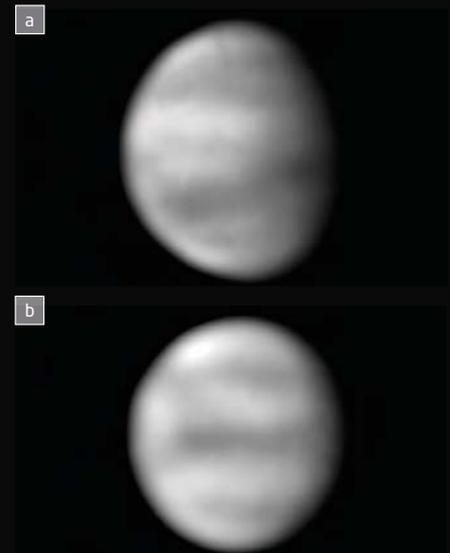
Venus, die erst im zeitigen Frühjahr wieder als Abendstern auftauchen wird, war im Spätsommer als Morgenstern zu sehen. Bernd Gährken nutzte einmal mehr die Gelegenheit, auf dem rundlicher werdenden Planetenscheiben Wolkenstrukturen abzubilden. Hierzu kam ein UV-Filter zum Einsatz (Abb. 4). Auf Neptun konnte er, ebenfalls mit dem 80cm-Teleskop der Volksternwarte München, atmosphärische Details nachweisen (Abb. 5)! Neptun lässt sich im Dezember und Januar mit optischer Hilfe noch am frühen Abendhimmel finden. Uranus in den Fischen ist ebenfalls am Abendhimmel vertreten.

Ende der Flaute in Sicht

Jupiters Sichtbarkeit am Morgenhimmel wird immer besser, Anfang Dezember zeigt er sich rund zweieinhalb Stunden vor Sonnenaufgang, zu Jahresbeginn geht er schon mehr als vier Stunden vor der Sonne auf. Man kann gespannt sein, welchen Anblick er im Teleskop bietet. In der Vergangenheit haben sich in den Wochen seiner Abwesenheit beispielsweise manchmal die markanten Äquatorbänder verändert. Auch der zuletzt schrumpfende Große Rote Fleck mag 2018 Überraschungen bereithalten. Am Morgen

des 7. Januar kommt es zu einer sehr engen Begegnung mit Mars, der nur gut 12' südlich am Gasriesen vorbeizieht. Der Rote Planet wird erst im kommenden Sommer zur Höchstform auflaufen und zeigt im Teleskop nur ein bescheidenes Scheibchen von 5" Durchmesser. Eine kleine Merkur-Morgensichtbarkeit zum Jahreswechsel ist ein weiterer Lichtblick in planetenarmen Zeiten.

► Paul Hombach



▲ Abb. 4: Zweimal Venus im Ultravioletten: Am 30.8. (a) und 29.9.2017 (b), aufgenommen mit einem 80cm Refraktor. *Bernd Gährken*



▲ Abb. 5: Neptun und Triton am 30.8.2017 im 80cm Refraktor. Auf dieser Rotfilteraufnahme mit einer Omegon Proteus 120 sind helle Flecken in der Neptunatmosphäre zu sehen. *Bernd Gährken*

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für Dezember/Januar 2018

Sternbild-Streifzüge:
Stier

Fernglas-Wanderung:
Die Hörner des Stiers

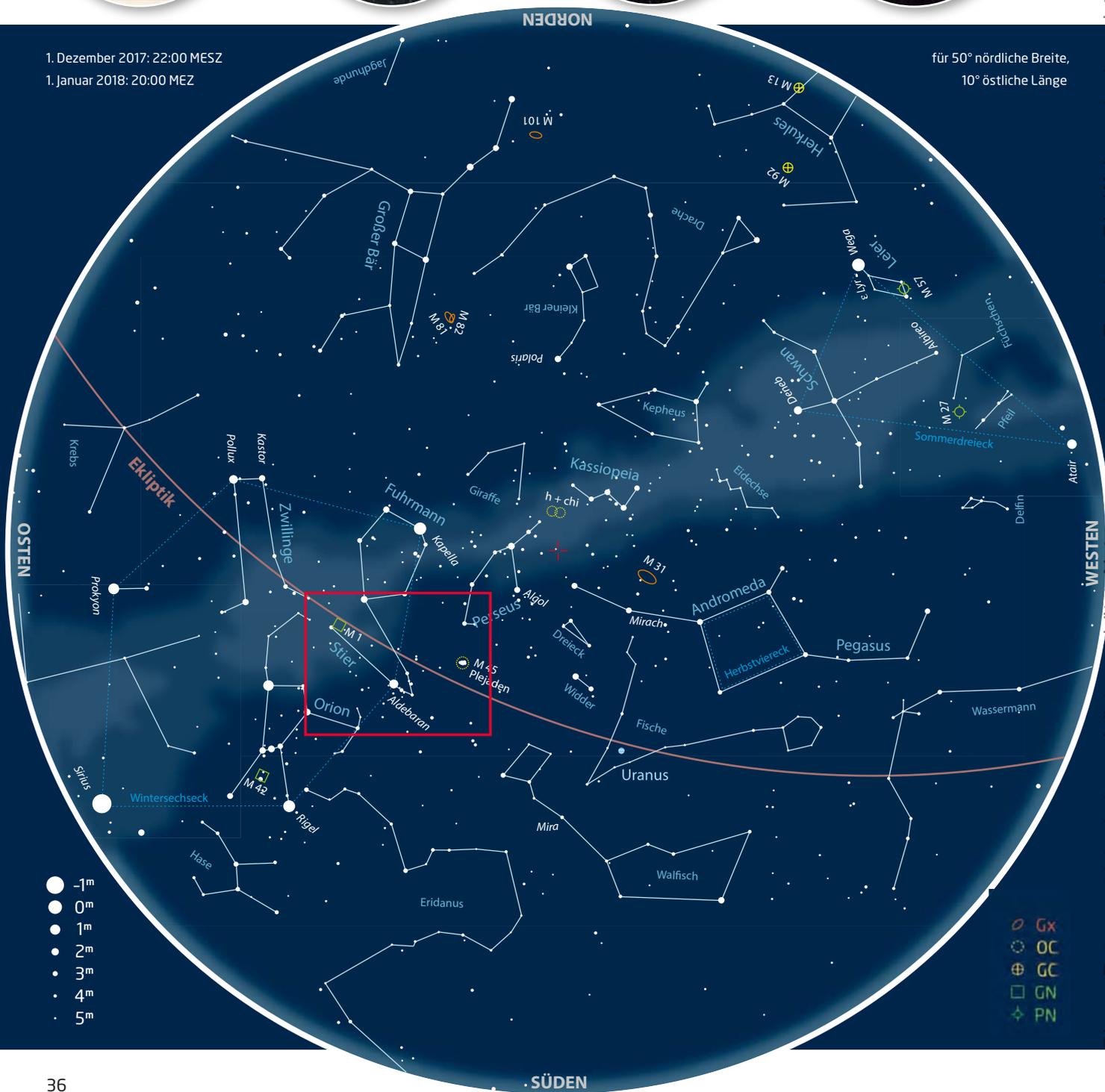
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
Doppelsterne in
den Plejaden

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
Messier 1 - der
berühmte Krebsnebel



1. Dezember 2017: 22:00 MESZ
1. Januar 2018: 20:00 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: Stier

Das Sternbild Stier ist Teil der bekanntesten Jagdszene am Firmament. Orion ist der Himmelsjäger, der mit zwei treuen Jagdbegleitern – dem Großen und dem Kleinen Hund – und samt Keule und Schild gegen den wütenden Stier antritt. Während jedoch der Orion mit Schulter-, Gürtel- und Fußsternen eindeutig als Person zu erkennen ist, zeigt sich vom Stier eigentlich nur der Kopf. Geht man vom orangefarbenen Stern α Tau (Aldebaran), der das blutunterlaufene Auge des Tiers symbolisiert, Richtung Osten, gelangt man zu β und ζ Tau, die seine beiden Hörnerspitzen darstellen. Zusätzlich ist um das Stierauge der auffällige Sternhaufen der Hyaden (auch Regengestirn genannt) zu finden, und die Sterngruppe der Plejaden (als Siebengebirn bekannt) markiert den Widerist des Bullen.



▲ Abb. 1: Während alte Sternkarten einen massigen Stier zeigen, sind am Nachthimmel meist nur sein Auge, zwei Hörnerspitzen und zwei Sternhaufen mit bloßem Auge erkennbar.

Zahlreiche Stier-Mythen

Laut der griechischen Sagenwelt haben wir hier den Kampf Orions gegen den Stier vor Augen, doch das Motiv reicht bis zu den Sumerern zurück. Im vor rund 4000 Jahren entstandenen Gilgamesch-Mythos kämpft und besiegt der sagenhafte König den von der Göttin Ishtar geschickten Himmelsstier Guanna. So zeigt sich am Firmament eben auch der Kampf zwischen Gilgamesch und Guanna. Eine weitere bekannte griechische Sage ist die Entführung der Königstochter Europa. Göttervater Zeus entführte sie in Gestalt eines weißen Stiers und brachte sie auf die Insel Kreta.

Auch die alten Ägypter sahen in dem Sternbild einen Stier. So zeigen die astronomischen Motive in der Dendera-Tempelanlage einen Stier mit einer Sonnenscheibe zwischen den Hörnern. Das ist Apis, der als Gott verehrte heilige Stier.

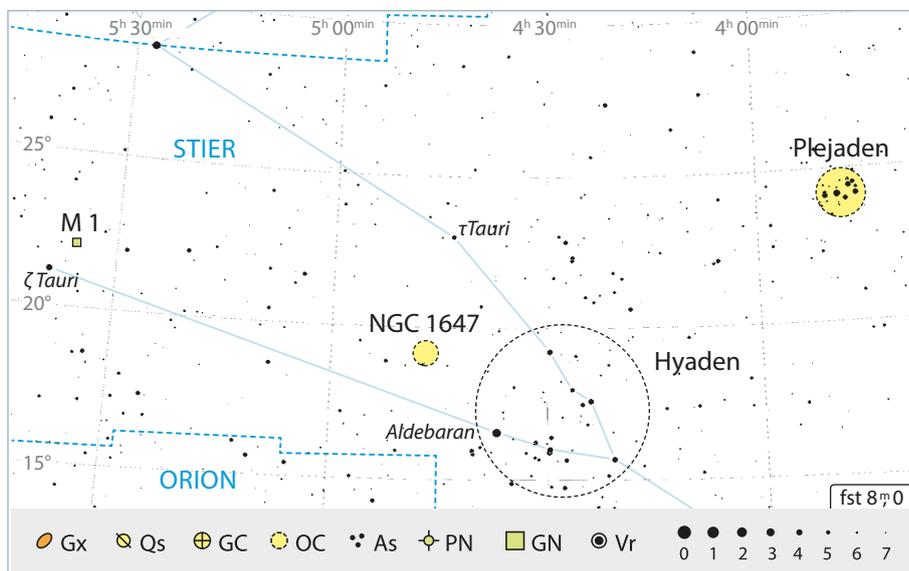
Sternhaufen und der hellste Supernovaüberrest

Die Sternhaufen der Hyaden und Plejaden sind optimale Fernglasobjekte. Das V-förmige Muster der Hyaden zeigt sich schon mit bloßem Auge, und in einem kleinen Feldstecher werden schließlich viele enge Stern-

paare darin sichtbar. Im Siebengestirn des Plejaden-Haufens funkeln freisichtig meist sechs Sterne, mit einem Fernglas oder kleinem Teleskop mit Übersichtsokular werden daraus schon viele Dutzende Sonnen. Neben den beiden prominenten Exemplaren soll der Sternhaufen NGC 1647 nicht unerwähnt bleiben.

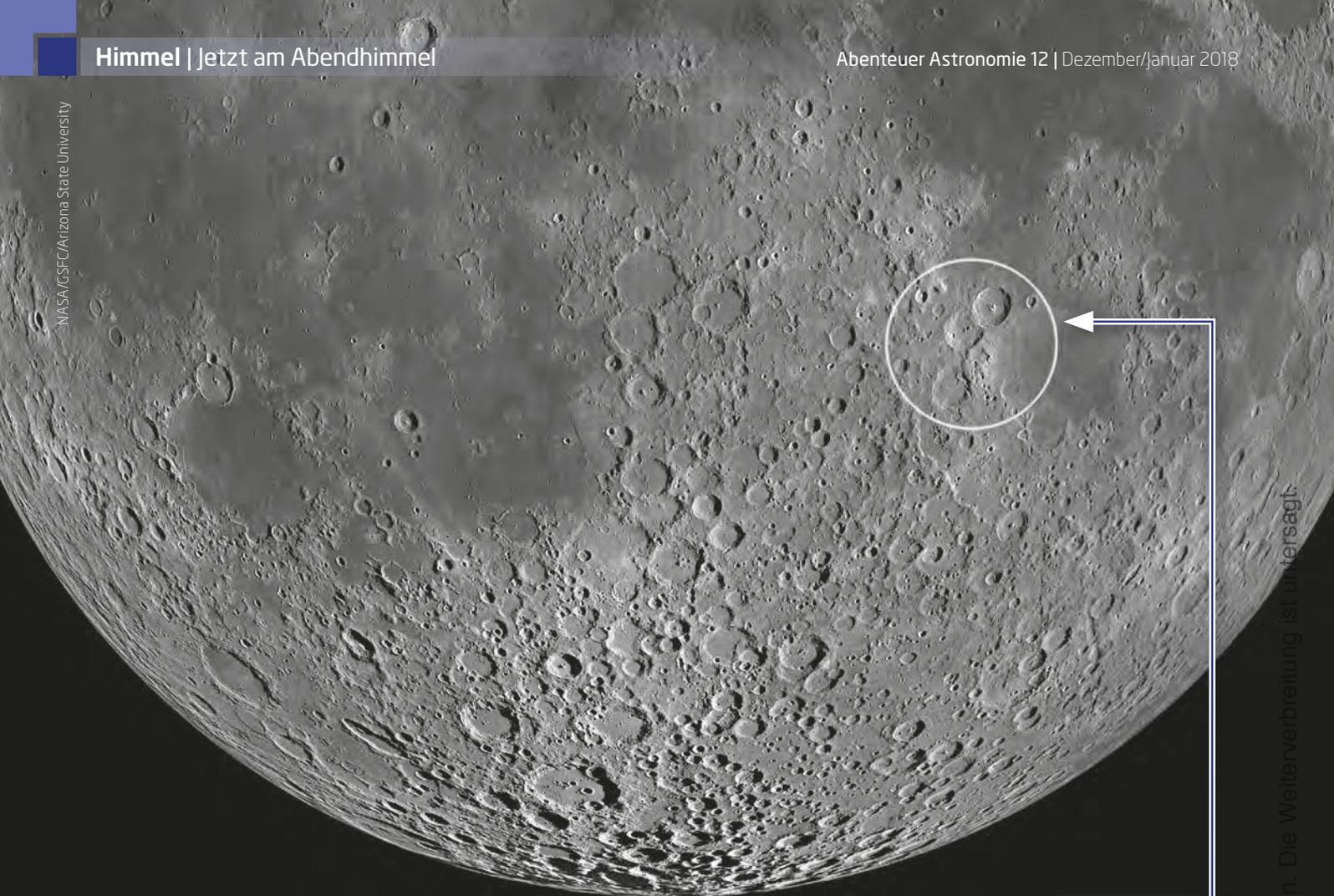
Außerdem befindet sich in diesem Sternbild auch der einzige Supernovaüberrest des Messier-Katalogs; es ist sogar gleich der ers-

te Eintrag. Eine Sternexplosion im Jahr 1054 hinterließ das Objekt, das wir heute als M 1 bzw. Krebsnebel kennen. Als lichtschwacher kleiner Nebelfleck ist er schon mit einem Fernglas erreichbar. Die Besonderheit hierbei ist: Das Nebelleuchten entsteht nicht durch die Temperatur des Gases, vielmehr sind es Elektronen, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit um die Magnetfeldlinien des Nebels bewegen und dabei (auch) optisches Licht abstrahlen. ▶ Nico Schmidt



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

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



▲ Abb. 1: Das Trio Theophilus, Cyrillus und Catharina liegt direkt am westlichen Rand des Mare Nectaris.

Mond-Spaziergang: Grandioses Trio

Bei einem Mondalter von fünf Tagen nach Neumond zeigt der zunehmende Mond einen der Höhepunkte für Mondbeobachter: das Kratertrio Theophilus, Cyrillus und Catharina. Buchstäblich wie gemalt bilden die drei Einschläge eine grandiose Dreiergruppe, die in einem leichten Bogen in etwa den Verlauf des Mare Nectaris (Nektarmeer) nachzeichnet.

Ältere und jüngere Krater

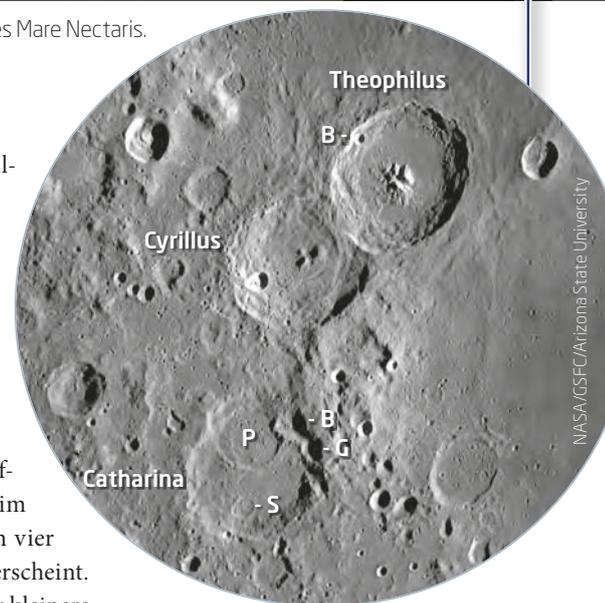
Die ähnlich großen Krater Theophilus (119km), Cyrillus (98km) und Catharina (104km) bieten auf kleinem Raum Beobachtungsmaterial für einen ganzen Abend. Am besten beginnt man die Beobachtung mit einer niedrigen Vergrößerung, so dass die Krater in der Übersicht betrachtet werden können. So lässt sich anschaulich die Entstehungsreihenfolge erkennen. Am besten erhalten ist der am nördlichsten gelegene Theophilus. Er überlagert den südlich davon gelegenen Cyrillus teilweise. Theophilus muss also nach Cyrillus entstanden sein.

Cyrillus und Catharina sind stärker erodiert; Catharina noch einmal deutlich mehr

als Cyrillus, was auf ein höheres Alter von Catharina schließen lässt.

Krater mit vielen Details

Theophilus besitzt einen klar begrenzten Wall, der zum Kraterinneren hin ausgeprägt terrasiert ist. Im Inneren des Kraters ist das 1400m hohe Zentralgebirge auffallend, das bei ruhiger Luft auch im Teleskope mit kleiner Öffnung in vier einzelne Segmente aufgegliedert erscheint. Ebenfalls ein Beobachtungsziel für kleinere Teleskop ist der 8km große Krater Theophilus B, der genau auf dem nordwestlichen Kraterwall entstanden ist. Der südlich gelegene Cyrillus kann wie Theophilus ein Zentralgebirge vorweisen. Dort ist es in drei Teilstücken angeordnet, von denen das größte ein eher kuppelförmiges Aussehen besitzt. Der Kraterwall von Cyrillus ist im Gegensatz zu Theophilus merkbarer eingeebnet und geht streckenweise fließend in den rauen Grund über. Der am stärksten zerfallene Krater ist jedoch Catharina. Der Wall der nur noch flachen Schüssel ist durch viele weitere Ein-



▲ Abb. 2: Die bemerkenswerte Dreiergruppe zeigt auch im kleinen Teleskop viele Details.

schläge unterbrochen. Im Norden ist Catharina vom 46km großen Krater Catharina P fast zur Hälfte überlagert. Auf dem östlichen Kraterwall reihen sich Catharina B (24km) und G (17km) aneinander und am südlichen Wall findet sich Catharina S (16km). Eine zentrale Erhebung fehlt. Diese wurde vermutlich bei der Entstehung von Catharina P zerstört.

► Lambert Spix



▲ Abb. 1: Neben den Plejaden (rechts im Bild) und den Hyaden mit Aldebaran (der helle Stern links im Bild) lassen sich im Stier viele weitere Sternhaufen finden, wie etwa NGC 1647 (links über Aldebaran). Marcus Degenkolbe

Fernglas-Wanderung: Die Hörner des Stiers

Schon mit dem bloßen Auge erscheint das Sternbild Stier als eines der imposantesten und reichhaltigsten – umso mehr gibt es mithilfe eines Fernglases zu entdecken. Der hellste Stern des Stiers ist unübersehbar der rötlich schimmernde Aldebaran, ein Vordergrundstern der Hyaden, einem offenen Sternhaufen, der freitäugig auffällt, aber schon im Fernglas nur noch wie ein reiches Sternfeld wirkt.

Doppelsterne im Regengestirn

Trotzdem lohnt es sich, genauer hinzuschauen: Einige Doppelsterne tummeln sich im sogenannten »Regengestirn«, das als Melotte 25 katalogisiert ist. Am leichtesten zu trennen ist θ Tauri knapp ein Grad westlich von Aldebaran. Fast 6' liegen hier zwischen zwei 3^m-Sternen, so dass auch eine freitäugige Trennung probiert werden kann.

Nur 3,5° nordöstlich von Aldebaran findet sich mit NGC 1647 ein auf den ersten Blick blasser Nebel, der sich bei genauem Hinsehen als Sternhaufen entpuppt. Je nach Vergrößerung, Himmelsgüte und ruhiger Hand lassen sich im Fernglas bis etwa 15 Sterne zählen.

Alt und jung vereint

Schon in prähistorischer Zeit wurden die Plejaden als Besonderheit am Sternhimmel erkannt, schließlich stellen sie den auffälligsten

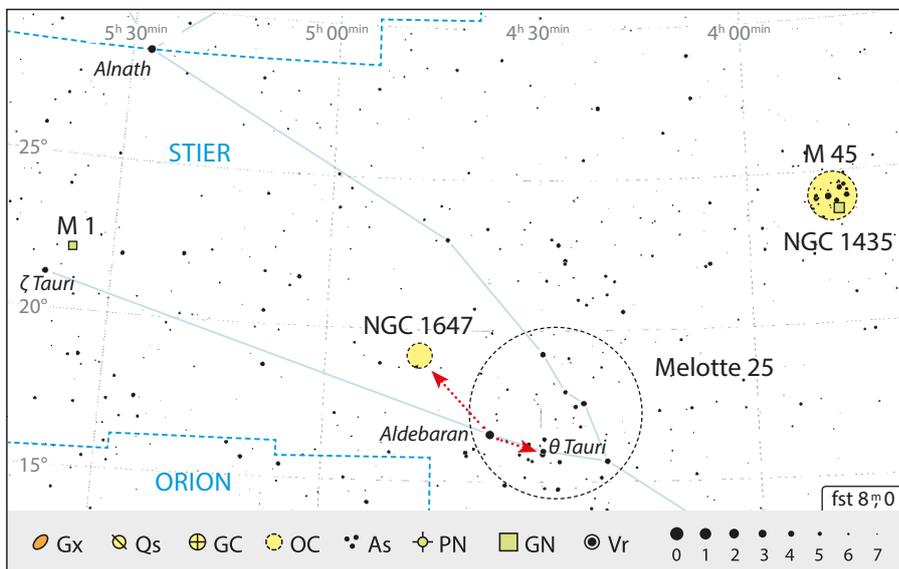
freitäugig sichtbaren Sternhaufen des gesamten Himmels dar. Klar, dass der Fernglasbeobachter genauer hinschaut. Sofort ins Auge springt die gebogene Sternkette im Südosten. Extrem schwierig hingegen, und nur etwas für exzellente Bedingungen, ist der Meropenebel NGC 1435, ein Reflexionsnebel südlich des gleichnamigen Sterns, der selbst dann nur als blasser Hauch erscheint.

Viel »neuer« für die Menschheit als die Plejaden, nämlich gerade einmal knapp eintausend Jahre ist die letzte Station unserer Tour: Der Überrest der von chinesischen Astronomen beobachteten Supernova aus

dem Jahr 1054, Messier 1, aufgrund seiner Form im Teleskop auch als Krebsnebel oder, korrekt übersetzt, Krabbennebel bezeichnet. Knapp ein Grad nördlich des unteren Horns des Stiers, ζ Tau, befinden sich ein 6^m- sowie ein 7^m-Stern. Verlängert man deren Linie um etwa 0,5° nach Westen, trifft man auf ein schwaches Nebelchen, das bei genauer Betrachtung etwas länglich wirkt.

An dieser Stelle sollte man das Fernglas jedoch nicht weglegen, denn im Stier gibt es eine ganze Reihe weiterer heller Deep-Sky-Objekte, die sich mithilfe einer guten Sternkarte leicht entdecken lassen.

► Kay Hempel



▲ Abb. 2: Aufsuchkarte der vorgestellten Objekte.

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



▲ Abb. 1: Die Plejaden haben auch für Stadtbeobachter einiges zu bieten, auch wenn die berühmten Nebel nicht zu sehen sind. *Friedrich Topf*

▲ Abb. 2: Zeichnung der Plejaden mit einem 20×125-Fernglas. *Uwe Glahn*

Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Doppelsterne in den Plejaden

Die Plejaden (M 45 oder auch »das Siebengestirn«) fehlen regelmäßig auf der Agenda einer winterlichen Beobachtungsnacht aus der Stadt, da sie selbst am Stadthimmel mit bloßem Auge erkennbar sind und allenfalls als Feldstecherobjekt attraktiv erscheinen. Die geringe Aufmerksamkeit ist nicht ganz berechtigt, denn M 45 hat auch bei genauerem Hinschauen eine Menge zu bieten. Zwar bleiben die berühmten Reflexionsnebel, die die Hauptsterne der Plejaden umgeben, für den Stadtastronomen unsichtbar, doch enthält M 45 eine ganze Reihe schöner Mehrfachsternsysteme, die sich auch von urbanen Standorten beobachten lassen.

Ein historischer Blick

Wer die teleskopische Beobachtung der Plejaden mit 15-facher Vergrößerung beginnt, erhält zunächst ein Bild, das man durchaus als »historisch« bedeutsam bezeichnen kann: Als Galileo Galilei 1610 mit dem gerade erst erfundenen Fernrohr die ersten Entdeckungen machte, richtete er seinen Blick in den ersten Beobachtungsnächten auf die Plejaden und zählte – überrascht von der unerwartet großen Sternenvielfalt – im Umfeld des Siebengestirns 36 Sterne, ungefähr die Zahl, die man heute bei 15-facher Vergrößerung am Stadthimmel erkennen kann. Das Bild mit der markanten Stern-Raute hat von seiner Faszination bis heute nichts eingebüßt. Interessant sind aber auch die Doppelsterne und Mehrfachsternsysteme.

Eine Doppelstern-Tour

Schon bei einer Vergrößerung von 25× erkennt man zunächst ein enges Pärchen im nördlichen Zentrum der markanten Stern-Raute, die

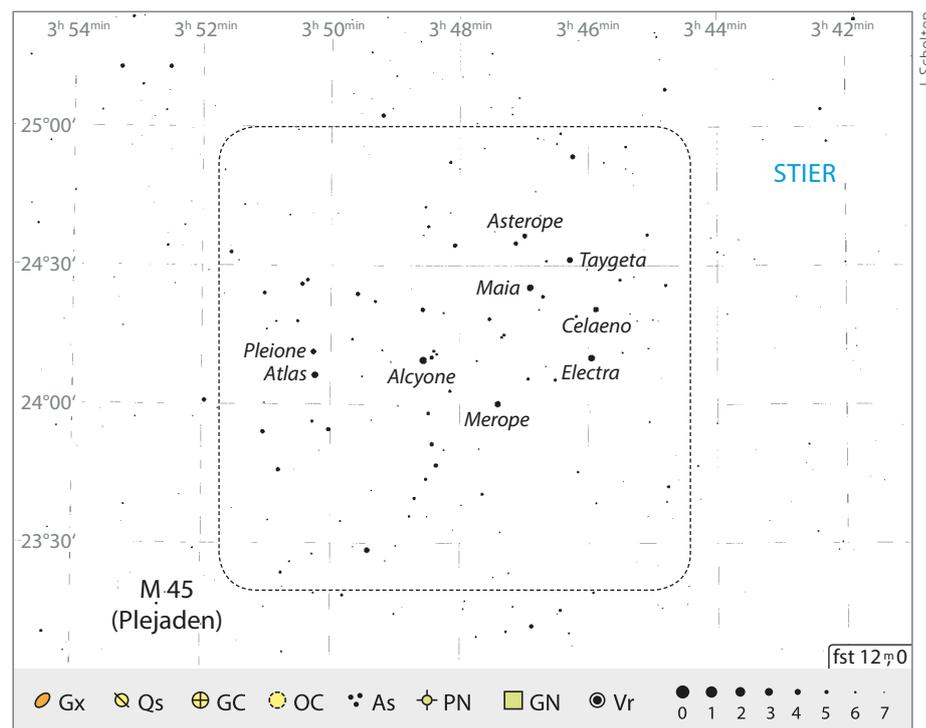
von Alkyone im Westen, Maia im Norden, Elektra im Osten und Pleione im Süden gebildet wird. Das Sternpaar wurde vom US-amerikanischen Astronomen Sherburne W. Burnham (1838 bis 1921) katalogisiert, wobei sich am Stadthimmel nur die beiden 8^m3 hellen und 41" voneinander entfernten Komponenten zeigen; ein dritter Begleiter mit einer Helligkeit von 12^m7 dürfte auch bei höchster Vergrößerung unerreichbar sein. Übrigens: In Galileis Zeichnung der Plejaden in seinem »Sternenboten« von 1610 ist dieses – mit heutigen Mitteln leicht erkennbare – Sternpaar noch nicht als Doppelstern kenntlich gemacht.

Zweite Station unserer kleinen Doppelstern-Tour durch M 45 ist Alcyone oder η Tauri, mit 2^m9 und 1000-facher Sonnenleuchtkraft der hellste Plejadenstern. η Tauri wird östlich

von drei etwa gleich hellen Sternen begleitet, die ein langgestrecktes Dreieck bilden. Sie sind mit Alcyone physikalisch verbunden, benötigen zur sicheren Auflösung aber schon Vergrößerungen von mindestens 120×. Zu viel für Galilei: Er hat die Begleiter von Alcyone in seiner Zeichnung im »Sternenboten« nur als einen einzigen Stern markiert.

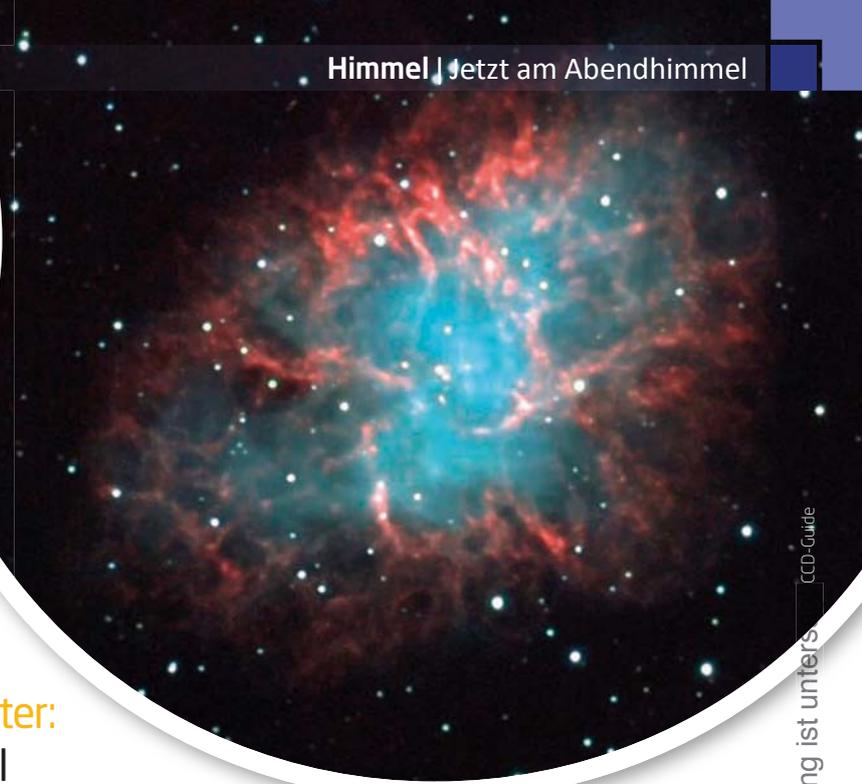
Schließlich Taygeta oder 19 Tauri, ein heller Stern, der in der Verlängerung einer gedachten Linie von Alcyone und Maia liegt und etwas schwächer als diese beiden Sterne leuchtet. Taygeta hat ebenfalls einen Begleiter, der sich allerdings erst bei hoher Vergrößerung (ab 120×) als ein winziges Lichtpünktchen zu erkennen gibt, und auch dies häufig erst mit indirektem Sehen.

► Karl-Peter Julius



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte für die Beobachtungsempfehlungen in den Plejaden.

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



▲ Abb. 2: Zeichnung von Messier 1 mit einem 27" Newton-Teleskop bei 366-facher Vergrößerung und mit einem [OIII]-Filter. Uwe Glahn

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Messier 1 - der berühmte Krebsnebel

Messier 1 ist das erste Objekt in Charles Messiers Nebelkatalog und rund 6300 Lichtjahre von uns entfernt. Es handelt sich dabei um den berühmtesten und hellsten Überrest einer Supernovaexplosion, der auch unter allen 110 Messierobjekten nur einmal vorkommt.

Beobachtungen in China

Chinesische Himmelsbeobachter haben überliefert, dass am 4. Juli 1054 ein neuer Stern im Sternbild Stier erschien und angeblich für zwei Jahre mit dem bloßen Auge am Nachthimmel sichtbar war. Ohne es zu wissen, wurden die damaligen Astronomen

Zeugen des explosiven Endes eines massereichen Sterns. Diese sogenannte Supernova war in ihrem hellsten Maximum sogar am Taghimmel für einen Monat lang erkennbar. Heute wird angenommen, dass der Nebel aus dieser Supernovaexplosion entstanden ist. Der Nebel wurde von John Bevis im Jahre 1731 entdeckt und unabhängig davon von Charles Messier als erstes Objekt in seinem Nebelkatalog eingetragen.

Messier 1 steht in den Wintermonaten hoch im Süden im Sternbild Stier. Zum Aufsuchen schwenkt man vom Stern ζ Tauri aus 1,2° in Richtung Nordwest. Unter dunklem Landhimmel ist der Nebel bereits mit einem 10x50-Fernglas als kleines mattes Fleckchen

▲ Abb. 1: Der Krebsnebel im Sternbild Stier. Michael Breite, Stefan Heutz, Wolfgang Ries

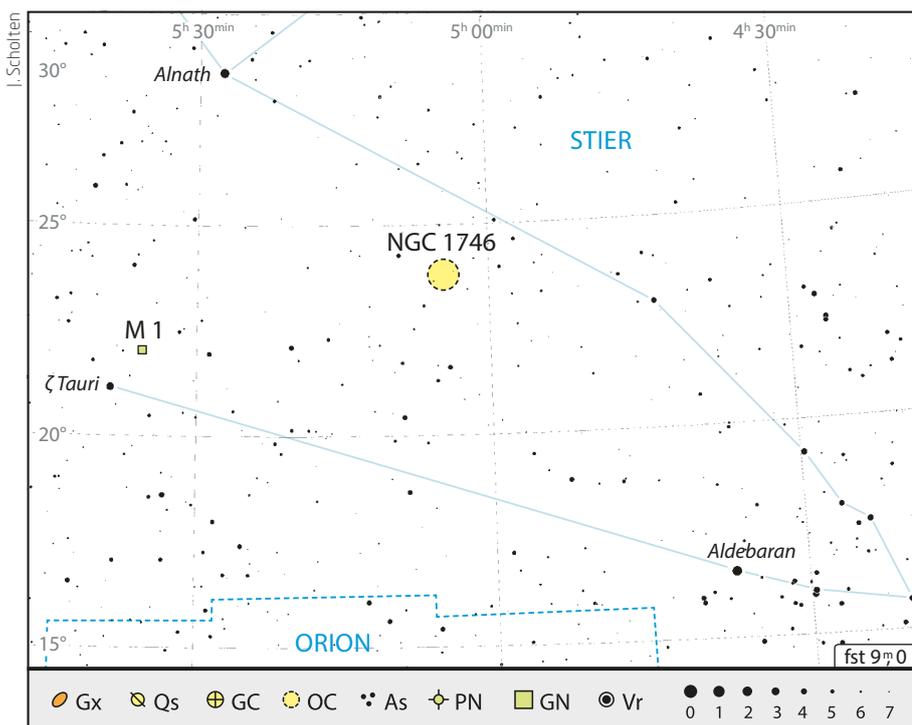
zu sehen. In einem Teleskop von 80–150mm Durchmesser bei 60–90-facher Vergrößerung kann er als ovaler kleiner Nebelfleck gesehen werden. Ab einem Teleskop mit 200mm Durchmesser erscheint eine Einbuchtung an der östlichen Seite.

Nebelfilamente

Die filamentartigen Strukturen des Nebels können erst mit Teleskopen ab 300mm erahnt werden. Schmalbandfilter oder [OIII]-Linienfilter sorgen für mehr Kontrast und lassen den Nebel heller und größer erscheinen. Auch die Nebelfilamente erscheinen detaillierter, da deren Licht ein Emissionsspektrum besitzt, welches die Nebelfilter passieren lassen.

Im Nebelzentrum befindet sich ein Pulsar, der starke Magnetfelder in der Umgebung erzeugt. Der Durchmesser dieses Neutronensterns beträgt nur ca. 10 Kilometer und rotiert pro Sekunde 30-mal um sich selbst. Seine Sichtung erfordert jedoch sehr große Teleskope ab 600mm und einen sehr dunklen Landhimmel.

Wer die heutigen Fotos vom Messier 1 betrachtet, wird sich eventuell fragen, wo denn die Krebsform ist, welche dem Nebel den berühmten Namen gegeben hat. Die Bezeichnung geht auf die erste Zeichnung des Nebels zurück, welche vom irischen Astronomen Lord Rosse im Jahr 1844 angefertigt wurde. Darauf kann man mit etwas Phantasie tatsächlich einen Krebs erkennen.



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte von Messier 1 im Sternbild Stier.

► Michael Feiler

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

MOND TRIFFT AUGE DES STIERS

Sternbedeckungen durch den Mond beobachten

Der Mond umkreist in etwas mehr als 27 Tagen die Erde. In dieser Zeit bewegt sich unser Trabant jeden Tag scheinbar gut eine Hand breit in östlicher Richtung über den Himmel. Dabei kann es passieren, dass er einen hellen Stern bedeckt. Zum Jahresabschluss am 31. Dezember ist das wieder der Fall: Aldebaran verschwindet hinter dem Mond.



▲ Abb. 1: Der Rote Riesenstern Aldebaran kurz vor der Bedeckung durch den Mond am 31. Dezember 2017.

Im Prinzip bedeckt der Mond jede Nacht schwächere Sterne, da diese dicht am Himmel stehen und der Mond mit einer scheinbaren Größe von $0,5^\circ$ relativ groß erscheint. Die Bedeckung von helleren Sternen ist jedoch seltener und ein spannendes Himmelsereignis, das sich lohnt beobachtet zu werden.

Im Bereich, den die Mondbahn überstreicht, stehen zum Glück gleich mehrere helle Sterne: Regulus im Sternbild Löwe, Spica im Sternbild Jungfrau, Antares im Sternbild Skorpion und Aldebaran im Sternbild Stier. Diese vier Sterne der ersten Größenklasse liegen nahe genug an der Ekliptik, um von Zeit zu Zeit vom Mond bedeckt zu werden. Dabei treten diese Bedeckungen nicht jeden Monat auf, da unser Trabant bei jedem Umlauf nicht der exakt gleichen Bahn folgt. Nach Serien von Bedeckungen folgen auch immer größere Pausen. Die Bedeckungen wiederholen sich dabei in einem Rhythmus von 18,6 Jahren. Nach dem 31. Dezember ist eine Bedeckung Aldebarans durch den Mond bei uns nur noch einmal am 23. Februar 2018 zu beobachten. Danach wird es für 15 Jahre keine von Mitteleuropa aus zu beobachtende Bedeckung mehr geben.

Plötzlich weg

Aufgrund der großen Entfernung der Sterne erscheinen diese am Himmel nicht flächig wie Planeten, sondern als punktför-



Stellarium

▲ Abb. 2: Die Bedeckung am 23. Januar 2018 erfolgt bei Sonnenuntergang zur Phase des Halbmondes.

Bedeckungszeiten Mond-Aldebaran am 31. Dezember 2017 für den deutschsprachigen Raum

Ort	Eintritt	Austritt
Hamburg	2:15:08 MEZ	3:06:11 MEZ
Berlin	2:19:03 MEZ	3:08:23 MEZ
Köln	2:19:54 MEZ	3:04:45 MEZ
Nürnberg	2:25:30 MEZ	3:07:21 MEZ
Zürich	2:31:21 MEZ	3:03:53 MEZ
Wien	2:30:31 MEZ	3:10:19 MEZ

← INTERAKTIV
f



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

🔗
Kurzlink: oc1m.de/fb

mige Lichtquellen. Der bedeckende Stern verschwindet also schlagartig in Sekundenbruchteilen hinter dem entgegenkommenden östlichen Mondrand und taucht ebenfalls genau so plötzlich auf der gegenüberliegenden Seite wieder auf. Visuell besonders beeindruckend ist das Verschwinden oder Auftauchen des Sterns am unbeleuchteten Mondrand. Ein seltener und besonders spannender Sonderfall ist eine sogenannte streifende Bedeckung. Dabei läuft der Stern nur knapp am Mondrand entlang und kann dabei mehrere Male verschwinden und wieder auftauchen, da er von Erhebungen am Mondrand verdeckt wird.

Früh am Morgen

In der Nacht zum 31. Dezember 2017 lohnt sich bei klarem Himmel das frühe Aufstehen in der zweiten Nachthälfte, um das Schauspiel der Aldebaran-Bedeckung zu beobachten. Der zu 93% beleuchtete fast volle

Mond steht zum Bedeckungszeitpunkt in etwa 30° Höhe in westlicher Richtung. Es ist also günstig, vorab nach einem Platz zu suchen, der freie Sicht in Horizontnähe bietet. Da der sehr helle Mond den schwächeren Aldebaran bei der Annäherung überstrahlen kann und die Beobachtung mit dem bloßen Auge damit unmöglich wird, ist es sinnvoll wenigstens ein Fernglas zur Hand zu haben. Auch ein kleines Teleskop leistet bei der Beobachtung gute Dienste. Aldebaran wird dann am noch unbeleuchteten Mondrand verschwinden. Die Bedeckung Aldebarans dauert etwa 45 Minuten, bevor er wieder am hellen Mondrand erscheinen wird. Zur Beobachtung des Austritts muss natürlich sekundengenau der Zeitpunkt für den Beobachtungsort ermittelt werden, dafür bietet sich etwa die Website CalSky an. Im Himmels-Almanach von Abenteuer Astronomie werden Sternbedeckungen durch den Mond zudem ausführlich beschrieben.

► Lambert Spix

EIN WEIHNACHTSBAUM AM HIMMEL

Sternhaufen und Nebel rund um NGC 2264

CCD-Guide

◀ Abb. 1: Nebellandschaft rund um den Weihnachtsbaum-Sternhaufen im Sternbild Einhorn. Viele davon sind auch visuell zu sehen – wenn auch nicht so bunt wie in dieser tiefen Aufnahme. *Rolf Geissinger*

Lebkuchen, Glühwein und Kerzenlicht: Die Weihnachtszeit hat wieder begonnen. Auch am Himmel zeigen sich die passenden Deep-Sky-Objekte dazu, etwa der Weihnachtsbaum-Sternhaufen. Seine Umgebung wartet aber noch mit anderen spannenden Zielen auf, die in einer kristallklaren Neumondnacht Beobachtungsspaß garantieren.

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

Das Sternbild Einhorn (lat. Monoceros) steht im Schatten des brillanten Nachbarn Orion. Es hat nur schwache Sterne aufzuweisen und ist als zusammenhängendes Gebilde kaum zu erkennen. Da die Wintermilchstraße aber zentral durch das Sternbild verläuft, ist es reich gesegnet mit schönen Offenen Sternhaufen und Galaktischen Nebeln.

Oh Tannenbaum!

Zu den schönsten Sternhaufen des Sternbilds gehört NGC 2264, der »Weihnachtsbaumhaufen«. Der Name wird sofort deutlich, wenn man den Haufen im umkehrenden Teleskop bei geringer Vergrößerung anschaut. Wer einen Refraktor oder einen Reflektor mit Einblick am unteren Ende des Teleskops mit einem Zenitprisma verwendet, sieht den Tannenbaum leider auf dem Kopf.

Der Sternhaufen wird dominiert vom 4^m hellen Stern 15 Mon. In manchen Katalogen wird er auch als σ Mon geführt. Er ist gleichzeitig ein Veränderlicher mit der Bezeichnung S Mon. Am spannendsten ist aber das unter der Bezeichnung Σ 950 erfasste Mehrfachsternsystem: Es umfasst 22 Komponenten – kein Wunder, steht der Stern doch mitten im Sternhaufen! Visuell nicht erreichbar ist die 5^m helle Komponente, die nur 0,1 Bogensekunden vom Hauptstern entfernt steht. Mit einem guten 100mm-Refraktor lässt sich dagegen der Stern B sehen, der 3 Bogensekunden in südwestlicher Richtung steht. Die anderen Sterne mit Helligkeiten um 10^m sind rund um 15 Mon gut auszumachen, sie stehen rund um den hellen Stern in Entfernungen bis zu 3 Bogenminuten.

Mehr als nur Sterne

NGC 2264 bietet aber noch mehr! Wer dunklen Himmel hat, kann versuchen den Nebelkomplex von Sh 2-273 im Hintergrund des Sternhaufens zu erfassen. Die hellsten Partien befinden sich etwas südwestlich von 15 Mon, dort wo der Weihnachtsbaum am ausladendsten ist. Da der Nebel sowohl Reflexions- als auch Emissionsanteile besitzt, ist sowohl ein Versuch ohne Filter als auch mit einem H β -Linienfilter anzuraten. Auf jeden Fall vorhanden sein sollte dunkler Himmel – der für den Weihnachtsbaum an sich nicht so wichtig ist.

Matthias Kronberger nannte den Nebel mit einem 380mm-Teleskop ein »hochinteressantes Objekt, das dem Beobachter allerdings einiges an Geduld abverlangt«. Er schreibt:

»Der den Sternhaufen umgebende, sehr ausgedehnte Emissionsnebel kann mit 67 \times und H β -Filter gut umfahren werden. Auffallende Kanten finden sich dabei vor allem östlich und nordöstlich des Sternhaufens sowie am Westrand des Nebels.«

Anderes Kaliber

Die Region bietet aber noch eine Herausforderung von ganz anderem Kaliber: den Konus-Nebel. Darunter wird ein kleiner Dunkelnebel verstanden, der südlich in den Komplex von Sh 2-273 hineinragt. Viele Quellen bezeichnen ihn fälschlicherweise mit NGC 2264 – diese Bezeichnung gebührt aber allein dem Sternhaufen. Richtig ist die Katalognummer LDN 1607.

Wer Sh 2-273 schon schwer findet, hat beim Konus keine Chance. Der Dunkelnebel ist sogar in einer anderen Liga als der (zu Unrecht) als schwer verschrieene Pferdekopf. Es dürfte weltweit überhaupt nur wenige Dutzend Beobachter geben, die ihn je gesehen haben. Das muss ja nicht von einem eigenen Versuch abhalten.

Ich habe es mehrfach probiert. Die beste Beobachtung hatte ich in Australien, als zu einem hohen Stand und sehr dunklem Himmel noch ein 25-Zoll-Teleskop dazu kam (635mm Öffnung). Auch damit erforderte die Sichtung viel Geduld. Nach einiger Zeit waren die bei-

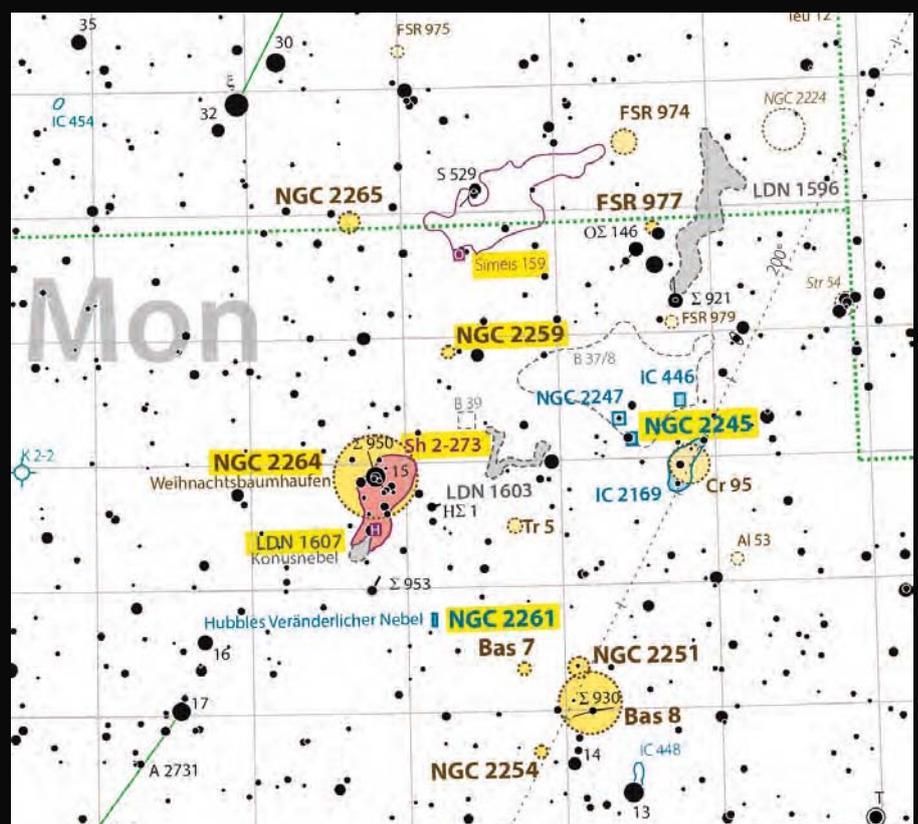
den Nebelkanten sehr schwach zu sehen. Um den richtigen Punkt mit indirektem Sehen zu erwischen, ist unbedingt eine genaue Karte nötig!

Hubbles Veränderlicher

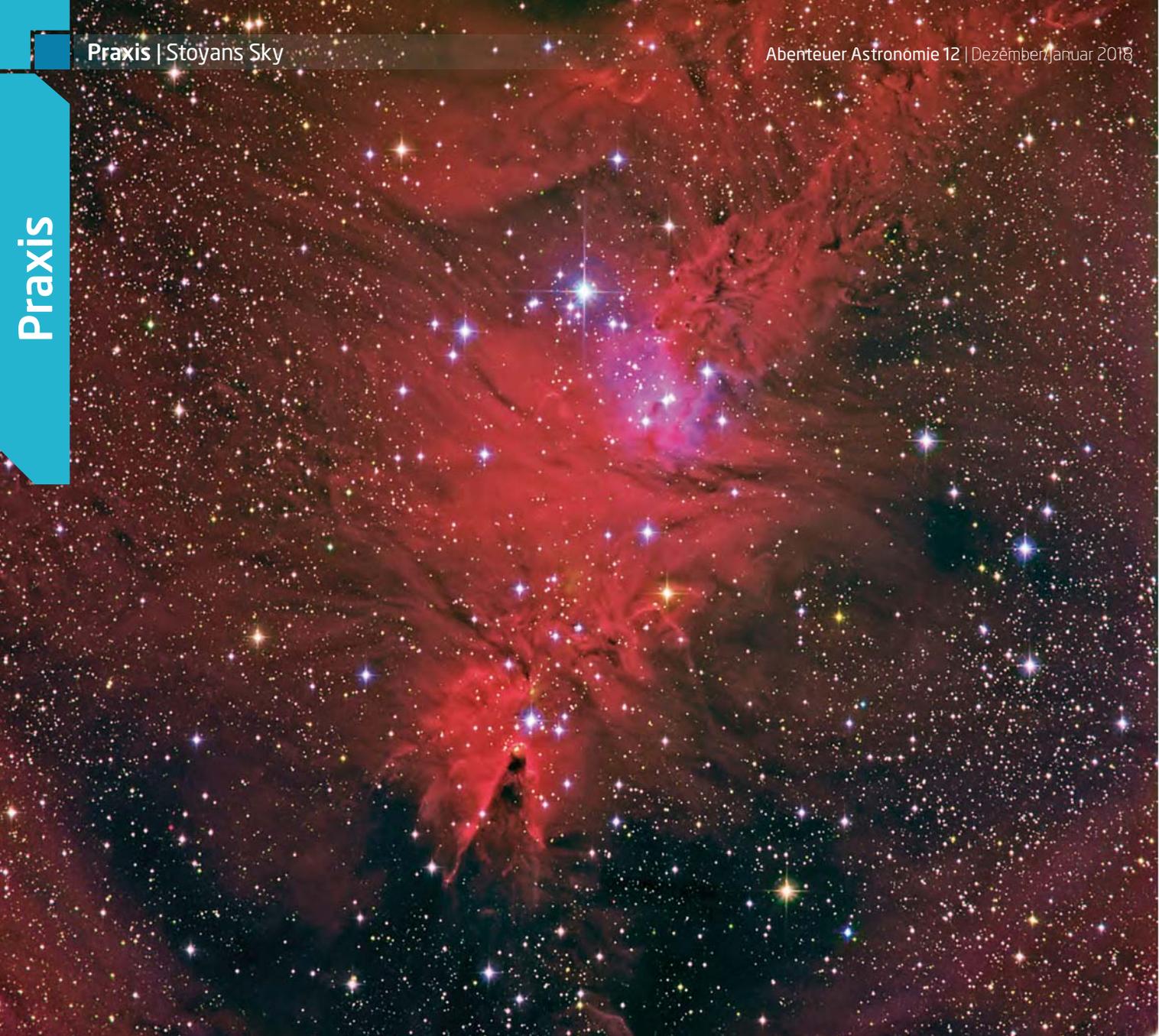
Wer Nebliges mag, aber nicht mit ultradunklem Himmel und riesenhaften Teleskopen aufwarten kann, findet ein Grad südwestlich vom Konusnebel NGC 2261. Hinter dieser unscheinbaren Katalognummer verbirgt sich eines der interessantesten Objekte am Himmel: Hubbles Veränderlicher Nebel (vgl. Kasten). Bei einigermaßen gutem Himmel reicht schon ein 100mm-Teleskop, mit 200mm Öffnung sollte die Sichtung jedem gelingen.

NGC 2261 ist nicht groß und auch nicht hell, aber deutlich wird die kometenhafte Form und die Zuspitzung zu einem Punkt der größten Helligkeit an der Südspitze. Hier verbirgt sich der Veränderliche Stern R Mon, der den Nebel erzeugt. Nebelfilter bringen nichts, NGC 2261 ist ein Reflexionsnebel.

Wer ein Teleskop von mindestens 250mm bis 350mm Öffnung, ordentliche Vergrößerungen und viel Ausdauer mitbringt, kann das wechselnde Antlitz des Nebels festhalten: Mal sind es die östliche oder westliche Kante, die heller erscheinen, mal sind Details im Inneren anders und mal ist es eine Struktur di-



▲ Abb. 2: Ausschnitt aus dem interstellarum Deep Sky Atlas.



▲ Abb. 3: **Der Weihnachtsbaum-Sternhaufen NGC 2261 (Mitte)** mit dem Konusnebel LDN 1607 (unten). *Johannes Schedler*

rekt am Stern. Wer hier Sorgfalt mitbringt und jährlich eine Zeichnung erstellt, hat eines der wenigen Beispiele für visuell erfassbare Änderungen am Deep-Sky-Himmel erfasst. Hier ist übrigens auch verschiedene Polarisation im Spiel – um einen Polfilter gewinnbringend einzusetzen, sind aber sehr große Teleskope erforderlich.

Noch mehr Nebel

Wer bei NGC 2261 auf den Geschmack gekommen ist, für den bietet die Region nordwestlich des Weihnachtsbaums eine schöne Spielwiese. Dort findet sich in einem Areal von wenigen Quadratgrad Staub, der je nach Umgebung einmal als heller Reflexionsnebel oder als Dunkelnebel zutage tritt. Der hellste von den hellen Nebeln ist NGC 2245 um den Veränderlichen V699 Mon, mit mindestens 200mm Öffnung kann man auch NGC 2247, IC 446 und IC 2169 sehen, letzteres ein großflächiges Gebiet mit meh-



▲ Abb. 4: **Hubbles Veränderlicher Nebel NGC 2261**. In dieser tiefen Aufnahme sind sogar Teile der südlichen Hälfte und HH 39 zu sehen. *Wolfgang Promper*

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

Deep-Sky-Ziele um NGC 2264

Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	isDSA
NGC 2264	OC	6 ^h 41,0 ^{min}	+9° 53'	3 ^m 9	20'	Weihnachtsbaum-Sternhaufen	48
Sh 2-173	GN	6 ^h 41,0 ^{min}	+9° 53'	–	30'	UHC-Filter	48
15 Mon	DS	6 ^h 40,9 ^{min}	+9° 54'	4 ^m 7/5 ^m 9	0,1"	in NGC 2264	48
LDN 1607	GN					Konusnebel	48
NGC 2261	GN	6 ^h 39,2 ^{min}	+8° 44'	9 ^m 5	1,5' × 1,0'	Hubbles Veränderlicher Nebel	48
NGC 2245	GN	6 ^h 32,7 ^{min}	+10° 9'	11 ^m	5' × 3'	kein Filter	48
NGC 2259	OC	6 ^h 38,5 ^{min}	+10° 53'	10 ^m 8	3'		48
Simeis 159	GN	6 ^h 36,0 ^{min}	+11° 51'	–	36' × 8'	[OIII]-Filter	48

rerer Kondensationen. Bei sehr dunklem Himmel und großer Austrittspupille tauchen auch die Dunkelnebel B 37/38, B 39, LDN 1603 und LDN 1596 auf.

Wer mehr auf Sternhaufen steht, wird ein Grad nordwestlich vom Weihnachtsbaum fündig: NGC 2259 ist ein echter Geheimtipp für mittlere Öffnungen unter den vielen Offenen Sternhaufen des Sternbilds, Matthias Kronberger sah mit 250mm einen »sehr kleinen, sternreichen, äußerst hübschen Sternhaufen. Selbst bei 228x nicht vollständig aufgelöst, sondern als dichte Gruppe vor diffusem Hintergrund erscheinend. Empfehlenswert!«

Wer hingegen von schwachen Nebeln immer noch nicht genug hat, der findet in dieselbe Richtung noch weiter nordwestlich eine Nebelregion, die in fast keinem Atlas, keiner App oder Computersteuerung zu finden ist: Simeis 159. Hinter dem exotischen Namen verbirgt sich ein schon mit 250mm Öffnung erreichbares Nebelgebiet, das man am besten mit niedrigster Vergrößerung und [OIII]-Filter erfassen kann. Wer Geduld hat, sieht mehrere Wolken – der Nebel ist so groß, dass er diverse Schwenks erfordert. Seine nördlichen Ausläufer ragen schon ins Sternbild Zwillinge – eine andere Bühne für spannenden Deep-Sky-Abenteuer.

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 5: Zeichnungen von NGC 2261: 300mm-Teleskop (a), 400mm-Teleskop (b). Christian Rausch, Costa Lazzari

IM DETAIL

Die Physik des Veränderlichen Nebels

Dreh- und Angelpunkt von NGC 2261 und seiner Phänomene ist R Mon, der Stern an der Spitze des Nebels. Es handelt sich um einen sehr hellen, zehn Sonnenmassen schweren Stern der Spektralklasse B, der gerade erst vor 300.000 Jahren entstanden ist – astronomisch gesehen ein Wimperschlag. Er hat einen Partner, der nur 0,7 Bogensekunden entfernt steht, ein ebenfalls veränderlicher T-Tauri-Stern; das ist eine Klasse von gerade erst entstehenden Sternen von etwa Sonnenmasse oder darunter. Beide sind etwa 2500 Lichtjahre entfernt.

In der Umgebung der beiden Sterne ist viel Staub im Spiel, vor allem um den hellen R Mon. Er ist von einer sehr dichten Staubscheibe umgeben. In unsere Richtung hat die Strahlung des Sterns ein Loch in diesen Kokon geblasen. Hier emittiert ein Jet Material, das sich mit 7,6 Bogensekunden pro Jahrhundert von R Mon entfernt. Die

Stoßfront dieses Jets ist als sehr schwacher Nebel HH 39 etwa 7,5 Bogenminuten nördlich von NGC 2261 zu erkennen.

Durch das Loch in der Staubscheibe kann das Licht von R Mon dessen Umgebung verlassen und die Innenwände einer Nebelblase beleuchten, die womöglich mit dem Jet in Verbindung steht – das ist der sichtbare Nebel NGC 2261. Wenn sich in unmittelbarer Nähe von R Mon eine Staubwolke vor das Sternlicht schiebt oder Materie durch das Loch auf R Mon zubewegt, entstehen Schattenwürfe in dieser Blase. Das täuscht eine Veränderlichkeit des Nebels vor.

Für NGC 2261 wurde aufgrund seines Aussehens der Begriff »Kometarischer Nebel« geprägt – ein Terminus, der genauso missverständlich wie »Planetarischer Nebel« ist, denn beide haben nichts mit Kometen oder Planeten zu tun, sondern sehen optisch nur so aus. Tatsächlich



▲ Abb. 6: NGC 2261, fotografiert mit dem Hubble-Weltraumteleskop.

hat NGC 2261 noch einen zweiten, nach Süden gerichteten Teil, der aber so stark abgeschwächt wird (Extinktion >10^m), dass er nur auf sehr tiefen Fotos sichtbar wird. NGC 2261 ist also ein Bipolarer Nebel.

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

3D ODER NICHT 3D...

Das Lederman Optical Array LOA-21 im Test

R. Stoyan

Es ist ein alter Traum: das Universum in 3D erleben. Da die meisten kosmischen Objekte sehr weit entfernt sind, ist das uns Menschen eigentlich nicht gegeben. Doch nun tritt der Amerikaner Russell Lederman mit einer neuen Erfindung auf den Markt, um dies zu ändern. In Amerika wird sein »Lederman Optical Array« als »fundamentale Verbesserung der visuellen Beobachtung« gefeiert. Doch was ist wirklich dran?

◀ Abb. 1: Bahnbrechende Neuheit oder sinnentleerte Spielerei? Die 3D-Okulare LOA-21 werfen Fragen auf.



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

Lederman, Begründer und Mitbesitzer von Denkmeier Optics, einer vor allem in den USA für seine Binokularansätze bekannte Firma, hat seine Erfindung zum Patent angemeldet. Sie besteht aus einem Okularpaar, das in ein mit einem Binokularansatz ausgestattetes Teleskop oder ein Großfernglas, das 1¼-Zoll-Wechselokulare aufnehmen kann, eingesetzt werden kann. Auf einem der beiden Okulare ist im Strahlengang eine optisch wirksame Modifikation eingebaut. Lederman nennt sie das »Lederman Optical Array«, kurz LOA.

Das »Array«

Lederman ist sehr zurückhaltend mit genauen Informationen, aber seiner Patentschrift

lassen sich Einzelheiten entnehmen (vgl. Kas-ten). Danach funktioniert das »Lederman Optical Array« verkürzt gesagt so, dass Teile des Gesichtsfelds in dem einen Okular um einen geringen Winkel abgelenkt werden. Die fünf optisch wirksamen Elemente, die auf eine plane Glasplatte im Okular aufgebracht sind, erzeugen unterschiedliche Richtungen der Ablenkung. Im Zusammenspiel mit dem anderen, nicht modifizierten Okular entsteht so der Eindruck einer räumlichen Tiefe – es wird eine Parallaxe zwischen beiden Augen vorgetäuscht. Dieser Eindruck ist am stärksten, wenn die Ablenkung exakt horizontal erfolgt.

Zunächst einmal wirkt das Okularpaar relativ unspektakulär. Es handelt sich um zwei kleine und handliche 21mm-Okulare, die sich äußerlich kaum unterscheiden. Auch über den Aufbau und Typ der Okulare gibt es keine offiziellen

Informationen, nach Lesen der Patentschrift gehe ich von einem Erfle-Typ mit ca. 65° Eigengesichtsfeld aus. Die Okulare machen einen guten, wenn auch etwas simplen Eindruck; sie sind vollkommen schwarz und besitzen umklappbare Gummiaugenmuscheln und Gummiarmlierungen – die Linsenkanten sind leider nicht geschwärzt.

Der Teufel im Detail

Die speziellen Fähigkeiten werden erst bei genauerem Hinsehen sichtbar. Beide Okulare sind auf dem Körper an exakt gegenüberliegenden Stellen mit den Buchstaben »N« und »F« markiert. Während diese Buchstaben beim unmodifizierten Okular keine Bedeutung haben, stehen sie beim LOA-Okular für »Near« und »Far«: Ist das Okular so in den Binokularansatz gesteckt, dass das »N« exakt zum Beobachter zeigt, erscheinen die Objekte im Zentrum »näher« zu stehen als der Rest des Felds. Bei »F« erscheinen sie dagegen weiter entfernt zu sein.

Was in der Theorie kompliziert klingt, ist in der Realität packend: Der normale Okularblick verwandelt sich in einen »Raum« mit »vorne« und »hinten«. Der Ringnebel etwa steht plötzlich vor (bei »N«) oder hinter (bei »F«) den Feldsternen. M 13 scheint auf den Beobachter zuzukommen oder wegzufiegen. Und selbst gewöhnliche Sternfelder bekommen plötzlich eine 3D-Anmutung – es scheint überall Ansammlungen räumlich zusammengehöriger Sterne zu geben.

Abgesunkenes Wohnzimmer

Die Frage ist, was das noch mit der Realität zu tun hat. Das LOA wirkt gleich für jedes Objekt, egal ob es tatsächlich weiter oder näher als seine Umgebung entfernt ist. Und dadurch, dass sich der Effekt durch ein einfaches Drehen des Okulars umkehren lässt, zeigt sich die Beliebigkeit und Belanglosigkeit dieser optischen Illusion.

★ BEWERTUNG

- ➕ Leichte und handliche Okulare für binokulare Beobachtung
- ➕ Gute Abbildungsleistung und Randschärfe
- ➖ Pseudo-3D-Effekt ohne Bezug zum tatsächlichen Objekt
- ➖ Funktioniert nicht an ausgedehnten Objekten, Mond und Planeten
- ➖ Artefakte bei hellen Sternen



R. Stoyan



Pseudo 3D

Ich habe das LOA-21 ausgiebig an einem Baader-Großfeld-Binokularansatz verwendet, zum Einsatz kamen ein 120/900mm-Refraktor und ein 180/2160mm-Dall-Kirkham-Reflektor. Insgesamt lässt sich sagen, dass der Pseudo-3D-Effekt am stärksten bei niedriger Vergrößerung ist, wenn man gut vom Hintergrund abgetrennte Objekte mit einigen, aber nicht zu vielen Feldsternen unter dunklem Himmel beobachtet. Entsprechend wurde die Brennweite von 21mm hier passend gewählt. Der Ringnebel ist ein gutes Beispiel – wenn man sich nicht davon stören lässt, dass der direkt neben dem Nebel stehende Feldstern alle Raumänderungen mitmacht, im Gegensatz zu den anderen Feldsternen.

Nicht geeignet ist das LOA dagegen an ausgedehnten Objekten und vor allem am Mond, wo sich die optische Wirkung in einer bizarren gegensätzlichen Verzerrung des Erdtrabanten äußert. Problematisch sind auch hellere Sterne, wenn diese genau auf den Kanten der optisch wirksamen Elemente im LOA zu liegen kommen; sie zeigen dann helle Reflexe oder erscheinen gar doppelt.

R. Stoyan



Erlebnis auch ohne Pseudo-3D

Was ist nun von dieser Erfindung zu halten – ist sie tatsächlich die bahnbrechende Neuerung, die die visuelle Beobachtung auf ein neues Level holt? Meine Antwort darauf ist: hoffentlich nicht! Für mich ist die visuelle Beobachtung des Nachthimmels und speziell von Deep-Sky-Objekten ein unmittelbarer, emotionaler, aber auch ehrlicher und selbstkritischer Weg das Universum mit eigenen Augen zu sehen. Die Wahrnehmung der wunderbaren Formen, Strukturen, Farben und Landschaften erfordert Geduld und Erfahrung – beides vielleicht Dinge, die heute von vielen Menschen nicht mehr akzeptiert werden. Aber das Ergebnis am Okular kann gerade deshalb ein berauschendes, süchtig machendes Erlebnis sein, weil es echt ist und kein Bild.

Ich habe mich immer für diese Art der Beobachtung eingesetzt und dabei auch vehement versucht, die visuelle Astronomie gegen die angebliche hoffnungslose Unterlegenheit gegenüber der Fotografie ebenso wie gegen Fakes aus den eigenen Reihen zu verteidigen. Wenn nun die Zukunft der visuellen Deep-Sky-Beobachtung darin liegen soll, dass mit billigen Tricks Pseudo-Landschaften an den Sternhimmel gezaubert werden, die sich mit einem Dreh auch noch in ihr Gegenteil umkehren lassen, so ist das genau das Gegenteil von dem, was für mich die visuelle Himmelsbeobachtung ausmacht –

▲ Abb. 2: Die Drehung der Okulare auf die »N«- oder »F«-Position bestimmt die Wirkung der räumlichen Illusion.

In den meisten Fällen lassen sich unsere Augen mit diesem Trick leicht täuschen. Problematisch wird es bei hoher Vergrößerung oder größeren Objekten; so wird M 31 in mehreren unterschiedlichen räumlichen Tiefen gezeigt, ein verstörender Anblick. Bei M 11 entsteht der Eindruck, dass

der Zentralbereich des Sternhaufens entweder hervorgehoben oder abgesunken ist, während die restlichen Mitgliedssterne in einer anderen Entfernung bleiben – im amerikanischen Onlineforum Cloudy Nights wurde der Spitzname »sunken living room« dafür geprägt.

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

R. Stoyan



▲ Abb. 3: Blick auf das »Lederman Optical Array«. Die optisch wirksamen Plättchen sind mit Optikleber auf einer planen Platte in der Steckhülse eines der Okulare angebracht.

denn sie muss der Realität verpflichtet bleiben. Für mich braucht der reale Himmel kein Upgrade wie das LOA, er ist so schon spannend genug.

Fazit

Das LOA-21 erlaubt Besitzern von Binokularansätzen und Großferngläsern, einen immer gleichen Pseudo-3D-Effekt in jedem Gesichtsfeld zu erzeugen – ohne Rücksicht auf

die wahre Natur oder Entfernung der Objekte. Die beliebige Umkehrbarkeit des Effekts entlarvt das LOA-21 als sinnentleerten und leider gar nicht billigen optischen Trick. Wer sich Deep-Sky-Objekte ohne jeden Anspruch an die Echtheit der menschlichen Wahrnehmung oder Realität der räumlichen Anordnung im Kosmos anschauen möchte, kann mit dem LOA-21 seinen Spaß haben. Für alle anderen ist die Behauptung, Ledermans Erfindung

hebe die visuelle Beobachtung auf ein neues Niveau, leider nur »Fake News«.

► Ronald Stoyan

DATEN	
Modell	LOA-21 3D-Eyepieces
Brennweite	21mm
Scheinbares Gesichtsfeld	ca. 65°
Pupillenabstand	ca. 18mm
Steckhülse	1¼ Zoll
Gewicht	104g bzw. 105g
Aufbau	6 Linsen in 3 Gruppen
Durchmesser	40mm
Länge	60mm
Lieferumfang	Zwei Okulare, Staubschutzkappen
Listenpreis	699€

SURFTIPPS

- Patentschrift

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a12053](https://www.kurzlink.de/a12053)

IM DETAIL

Das Funktionsprinzip

In der Außendarstellung schweigt sich Russ Lederman völlig über die Funktionsweise des LOA aus. Details sind jedoch der online verfügbaren Patentschrift zu entnehmen.

Das Prinzip ist einfach erklärt: Eine unterschiedliche Position innerhalb des Gesichtsfeldes zwischen dem linken und dem rechten Auge führt zu der Wahrnehmung räumlicher Tiefe – das ist die Grundlage unseres alltäglichen räumlichen Sehens. Die Entfernungen zu den Objekten des Universums sind jedoch zu groß, als dass sich ein Bildversatz – die Parallaxe – mit unseren Augen wahrnehmen ließe.

Das LOA nutzt dieses Prinzip, indem es eine künstliche, virtuelle Parallaxe erzeugt. Da die unterschiedliche Position in horizontaler Richtung wesentlich ist – denn so sind unsere Augen zueinander ausgerichtet – lässt sich die künstliche Parallaxe herbeiführen, indem entweder das Bild im linken oder rechten Okular eine leichte Positions-

verschiebung in exakt horizontaler Richtung erfährt. Und zwar bewirkt der Effekt bei einer Ablenkung des Lichts nach rechts im rechten Okular eine Verschiebung zum rechten Rand des Gesichtsfelds, was zu der Wahrnehmung führt, dass dieser Bildteil weiter entfernt scheint. Lenkt man das Licht im linken Okular nach rechts ab, wird der Effekt einer scheinbaren Annäherung erreicht. Der Effekt kehrt sich also um, wenn das Okular für das andere Auge verwendet oder um 180° gedreht wird.

Macht man das nur für Teile des Gesichtsfelds, ergibt sich die Parallaxe nur für diese Teile, während der Rest des Bildfeldes dem des anderen Okulars, wo nichts verändert wird, gleicht. Im LOA wird dieser Effekt durch fünf »light-shifting devices« erzielt, die teleskopseitig auf einer optisch planen Fläche aufgebracht sind. Lederman schweigt sich darüber aus, aus welchem Material diese Teile beschaffen sind, in der Patentschrift ist von Prismen, Fresnelprismen,

Keilen, linsenförmigen Elementen oder einem optischen Fenster die Rede, das einen anderen Brechungsindex als der Rest des Okulars aufweist.

Diese lichtverschiebenden Elemente sind in der Bildebene eines der beiden Okulare angebracht. Das zentrale Element verschiebt den Strahlengang in eine Richtung. Dadurch entsteht im Vergleich zum anderen, unbehandelten Okular der Effekt von Räumlichkeit, wenn das Okular so gedreht wird, dass die Lichtbrechung in horizontale Richtung erfolgt. Um den Effekt noch zu verstärken, sind rund um das zentrale Element weitere Elemente angebracht, die das Licht in die genau entgegengesetzte Richtung ablenken. Besonders die beiden horizontal neben dem zentralen Element befindlichen Bauteile sind optisch wirksam, das sieht man auch, wenn man das »Array« genauer unter die Lupe nimmt. Im Patent ist von etwa 1,5° bis 2,5° Ablenkung des Strahlengangs die Rede.

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

◀ Abb. 1: Komet C/2011 L4 (PanSTARRS) in der Abenddämmerung über dem Schwarzwald. Das Einzelbild entstand am 15.3.2013 kurz nach Sonnenuntergang mit einem Teleobjektiv bei 300mm Brennweite an einer DSLR vom Typ Canon D550.



KOMETEN- FOTOGRAPHIE

EQUIPMENT UND VORBEREITUNGEN

Kometen lassen sich mit einem vorhandenen Teleskop und einer DSLR leicht fotografieren

Kometen üben auf viele Amateurastronomen einen besonderen Reiz aus: Sie unterscheiden sich in Größe, Gestalt und Helligkeit und bieten mit ihren Wanderungen über den Sternenhimmel immer wieder unterschiedliche und faszinierende Anblicke. Auch bei der Kometenfotografie hängt der Erfolg von sorgfältiger Planung und dem geeigneten Equipment ab.

Drei Dinge sind für die erfolgreiche Kometenfotografie notwendig: eine stabile Montierung, ein Teleskop und eine adaptierbare Kamera. Die Montierung sollte die Teleskop-Kamera-Kombination sicher tragen und nachführen können. Da die Belichtungszeiten bei der Kometenfotografie meist im Bereich weniger Minuten liegen, werden an die Exaktheit der Nachführung nicht die hohen Anforderungen gestellt, die bei der Deep-Sky-Fotografie gelten; dennoch ist eine stabile und gut nachführende Montierung unumgänglich. Um – gerade schwache – Kometen einfacher aufsuchen zu können, ist eine exakte Aufstellung und Einnordung der Montierung notwendig und eine GoTo-Funktionalität sehr hilfreich.

Eindrucksvolle Motive

Für die Fotografie von Kometen eignen sich schon Teleskope mit kürzeren Brennweite, beispielsweise zwischen 500mm und 1000mm, da diese kurzbrennweitigen Optiken es ermöglichen, die Kometen im Umfeld der Sterne und Sternbilder, durch die sie wandern, abzubilden. Die Kometen erscheinen dann zwar nicht so groß aufgelöst, aber Deep-Sky-Objekte, an denen der Komet vorbeiwandert, können bei größeren Bildfeldern gemeinsam mit diesen abgebildet werden – was eindrucksvolle Kometen-Bilder verspricht.

Wenn der Kern des Kometen auf den Aufnahmen stärker aufgelöst werden soll, dann können natürlich auch Teleskope mit deutlich längeren Brennweiten eingesetzt werden, beispielsweise die bekannten Schmidt-Cassegrain-Teleskope mit 2000mm Brennweite. Durch das kleinere Bildfeld und die meist geringere Lichtstärke fällt mit diesen Teleskopen ggf. das Aufsuchen der Kometen etwas schwerer. Aber auch hier führen Star-Hopping oder eine GoTo-Montierung bei der Suche zum Erfolg.

Kometen sind nicht nur aufgrund der Form des Kometenkopfes und des/der ggf. sicht- und fotografierbaren Schweif(e) spannende Ziele der Astrofotografie, sondern auch, da sie meist grünlich schimmern und sich durch ihre Farbigkeit deutlich vom dunklen Nachthimmel mit seinen mehrheitlich weißschimmernden Sternen abheben. Diese Farbigkeit der Kometen kann sehr einfach eingefangen werden, wenn zur Fotografie eine DSLR fokal an das Teleskop adaptiert wird (alternativ können natürlich auch gekühlte CCD-Kameras mit Filtersets zum Einsatz kommen).



▲ Abb. 2: Die notwendige Hardware für die Kometenfotografie entspricht dem, was viele Amateurastronomen ohnehin besitzen: eine stabile Montierung, ein Teleskop (hier ein Refraktor mit rund 1000mm Brennweite) und eine adaptierbare DSLR

Planung und Vorüberlegungen

Bei der Wahl der zu fotografierenden Kometen ist ein wesentliches Kriterium sicherlich deren Helligkeit und die Frage, ob die Kometen sich noch in der Phase der zunehmenden Helligkeit befinden oder ihr Helligkeitsmaximum schon überschritten haben

und die Leuchtkraft wieder nachlässt. Ebenfalls berücksichtigt werden sollten zudem die Position und der Bahnverlauf am Himmel, da sich auch Kometen natürlich am einfachsten in Phasen ihrer maximalen Höhe über dem Horizont beobachten und fotografieren lassen – während gerade schwache Kometen in Horizontnähe oft im Hori-



▲ Abb. 3: Komet C/2014 Q2 (Lovejoy) mit kurzbrennweitigem Refraktor. Das Summenbild entstand am 7.3.2015 mit einer DSLR vom Typ Canon D550 an einem Apo-Refraktor mit 355mm Brennweite und einer Öffnung von 60mm. Für das Summenbild wurden fünf Aufnahmen mit einer Belichtungszeit von je 120 Sekunden (Gesamtbelichtungszeit: 10 Minuten) mit DeepSky-Stacker und Photoshop kombiniert.

zontdunst weniger eindrucksvoll erscheinen als hoch am Himmel. Sehr helle Kometen, wie beispielsweise Komet C/2011 L4 (PanSTARRS), der 2013 schon kurz nach Sonnenuntergang beobachtet werden konnte, sind sehr selten. Deutlich häufiger sind

schwächere Kometen, die etwa bis zur 10. Größenklasse dennoch recht einfach aufgesucht und mit dem genannten Equipment fotografiert werden können.

Unabdingbar sind eine sorgfältige Vorbereitung und aktuelle Daten zum Bahnver-

lauf und zur Entwicklung der Leuchtkraft des Kometen. Hilfreich hierbei sind – neben den Informationen, wie sie beispielsweise auch in diesem Heft zu finden sind – auch einschlägige Internetseiten wie beispielsweise die der Fachgruppe Kometen der Verei-

Astro-Hacks: Mit dem Türstopper schnell in die Waage

Glücklich ist derjenige Beobachter, der sein Teleskop auf einer festen Säule montiert hat. Ich muss leider für jede Beobachtungsnacht mein Fernrohr auf der Terrasse aufbauen und jedes Mal neu in

die Waage bringen. Sitzt erstmal das schwere 10 Zoll LX200 Classic auf dem Stativ, ist die Bedienung der Stellschrauben ohne Hilfe einer anderen Person gar nicht so einfach. Stativschraube festdrehen, Wasserwaage kontrollieren, erneut korrigieren, dabei immer das Fernrohr festhalten – ein manchmal langwieriger Prozess.

Als mein Blick einmal auf ein paar keilförmige Türstopper fiel, hatte ich eine Idee. Warum nicht die Keile für eine Feinjustage der Stativbeine benutzen? Seitdem sind die Stativschrauben auf eine bestimmte Höhe eingestellt und werden nicht mehr gelöst. Damit ich das Teleskop in die Waage bekomme, schiebe ich unter die

Stativfüße die Türstopper, nachdem ich das Instrument auf dem Stativ befestigt habe. Während ich das Teleskop festhalte und die Wasserwaage beobachte, schiebe ich mit meinem Fuß die Türstopper unter den Stativfüßen hin und her, bis das Teleskop in der Waage ist. Es reichen zwei Türstopper, manchmal genügt sogar einer.

Achten Sie beim Kauf der Türstopper darauf, dass die Auflagefläche nicht zu klein ist, da sonst das Teleskop abrutschen könnte,

wenn Sie im Dunkeln dagegen stoßen. Außerdem verteilen große Stopper das Gewicht des Teleskops auf eine größere Fläche. Meine Stopper haben die Maße 13x4cm.

► Oliver Klös

O. Klös



▲ Abb. 1: Der Türstopper zeigt mit der langen Seite nach innen. Damit vermeide ich, dass ich während der Beobachtungsnacht aus Versehen dagegen stoße.

**ASTRO-HACKS
GESUCHT!**

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

nigung der Sternfreunde, die stets aktuelle Informationen zu den sichtbaren Kometen liefern. Zudem werden auf dieser Webseite aktuelle Fotos der Kometen gezeigt, so dass man schnell einen Eindruck davon gewinnen kann, wie sich der jeweilige Komet in verschiedenen Teleskopen bzw. Vergrößerungen darstellt. Empfehlenswert ist auch die Comet Section der British Astronomical Association, die stellenweise noch etwas ausführlichere Informationen bereithält als das deutsche Pendant. Unter Berücksichtigung der Auf- und Untergangszeiten und der Helligkeitsentwicklung eines Kometen kann es dann noch reizvoll sein zu prüfen, ob der Komet in einer klaren Nacht an einem Deep-Sky-Objekt vorbeizieht, um diese beiden Objekte auf einem gemeinsamen Foto eindrucksvoll abzubilden.

Worauf dann bei der nächtlichen Aufnahme zu achten ist und wie die Bildverarbeitung von Kometenbildern ablaufen kann, wird im kommenden Heft erklärt. ▶ Ullrich Dittler



U. Dittler

▲ Abb. 4: Komet C/2014 Q2 (Lovejoy) mit langbrennweitigem Schmidt-Cassegrain-Teleskop. Das Summenbild entstand am 7.3.2015 wenige Minuten nach Abbildung 3 mit einer DSLR vom Typ Canon D550 an einem Teleskop mit 2000mm Brennweite und einer Öffnung von 280mm. Für das Summenbild wurden fünf Aufnahmen mit einer Belichtungszeit von je 120 Sekunden (Gesamtbelichtungszeit: 10 Minuten) mit Deep-Sky-Stacker und Photoshop kombiniert.

SURFTIPPS

- Fachgruppe Kometen der VDS
- Comet Section der British Astronomical Association

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a12057

Teleskop-Tuning: Sicherer Standpunkt

egal, was oben auf sitzt, das Stativ ist ganz unten in der Kette und hat die größte Last zu tragen. Daher können auch kleine Verbesserungen in diesem Bereich viel bewirken. Es geht um das Schwingungsverhalten – denn eine Überlastung von Stativ und Montierung zeigt sich an unangenehmem Zittern – lange bevor sich etwas sichtbar verbiegt.

Zunächst sollte man es dem Stativ so leicht wie möglich machen. Es sollte nämlich nur so weit ausgezogen werden, wie es zur bequemen Beobachtung nötig ist. Je weiter es ausgezogen wird, desto schmaler der Übergang zwischen den Elementen und desto mehr Länge, die schwingen kann. Auch der Stativspreizer hat seinen Sinn und trägt mehr als nur die Ablageplatte.

Lädt man zu viel auf, muss vielleicht nur das Stativ gegen ein stärkeres Modell ausgetauscht werden, während die Montierung

selbst noch Reserven hat. Lange Stativbeine lassen sich auch durch Säulenaufsätze auf dem Stativkopf vermeiden. Das verändert das Schwingungsverhalten, ist aber keine Garantie für eine Verbesserung.

Schwingungsdämpfung per Pendel

Zur Schwingungsdämpfung kann man ein Pendel unter dem Stativkopf aufhängen. Als Beispiel können Schwingungsdämpfer in Hochhäusern dienen. Je kürzer das Pendel, desto höher die am besten aufgenommenen Frequenzen. Unterwegs kann ein vor Ort befüllter Sandsack oder eine Wasserflasche gute Dienste leisten. Gewicht und Schnurlänge sollten variiert werden. Auch das Beschweren der Ablageplatte ist den Versuch wert. Als »Testereignis« dient etwas Alltägliches wie eine kleine Fokuskorrektur am

Okular. Ausgewertet wird, wie lange das Bild im Okular nachzittert. Wunder wirkt ein solches Pendel aber nicht.

▶ Sven Wienstein



S. Wienstein

▲ Abb. 1: Ein Pendel zur Schwingungsdämpfung kann sehr leicht improvisiert werden.

PERFEKT NACHGEFÜHRT

Wie mit Guider und Autoguiding langbelichtete Aufnahmen gelingen

Für anspruchsvolle Deep-Sky-Aufnahmen wird eine Nachführkontrolle am Teleskop benötigt, die auch Belichtungszeiten von mehreren Stunden ermöglicht. Worauf es dabei ankommt, was es zu beachten und welche Fehler es zu vermeiden gilt, verrät dieser Artikel.



▲ Abb. 1: Ohne Guiding wandern die Sterne durch das Gesichtsfeld der Kamera und produzieren bei längeren Belichtungszeiten eine Strichspur. Das liefert bei geringen Brennweiten reizvolle Bilder, aber Detailaufnahmen von Deep-Sky-Objekten sind so nicht möglich.

Gewöhnliche Montierungen haben eine Laufgenauigkeit, die bei optimaler Poljustage Belichtungszeiten von rund 30s ermöglicht. Dabei ist allerdings auch die Brennweite der Aufnahmeoptik entscheidend. Sie bestimmt neben der Pixelgröße das Auflösungsvermögen: Mit einem 200mm-Teleobjektiv und einer DSLR kön-

nen auch zwei Minuten noch gut machbar sein, während bei einem Teleskop mit mehreren Metern Brennweite auch schon wenige Sekunden zu lang sein können. Helle Objekte wie Mond oder Planeten erfordern nur kurze Belichtungszeiten. Hier reicht eine einfache Nachführung. Doch für Deep-Sky-Objekte jenseits des Orionnebels wird am

Teleskop eine Nachführkontrolle benötigt, die Belichtungszeiten von einigen Minuten bis zu einigen Stunden ermöglicht.

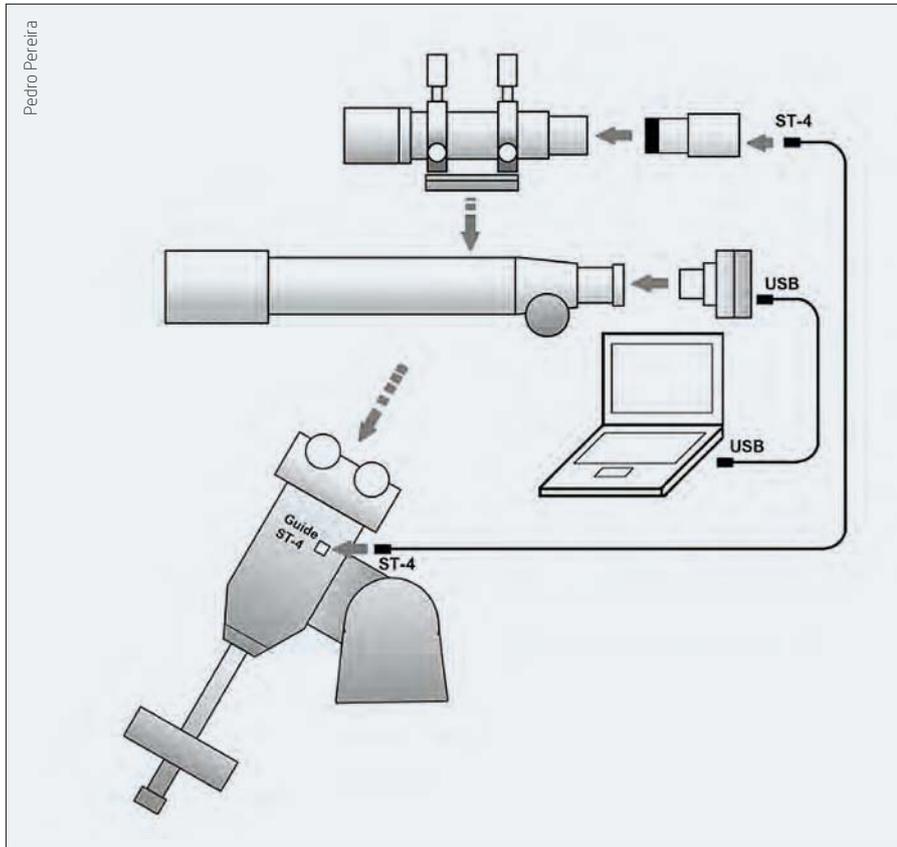
Warum Autoguiding?

In der Deep-Sky-Fotografie gilt der Grundsatz: Je länger, desto besser. Der

zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

B. Gährken

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.



▲ Abb. 2: Ein Leitrohr in Leitrohrschellen wird parallel zum Teleskop montiert, der Autoguider sitzt am Ende des Leitrohrs. Stellt dieser eine Abweichung fest, sendet er sofort einen Korrekturbefehl an die Montierung. Am Hauptteleskop sitzt die Kamera, die den Nebel oder die Galaxie belichtet.

Grund liegt im Rauschverhalten der Chips. Dabei werden im Wesentlichen zwei Arten von Rauschen unterschieden: thermisches Rauschen und Ausleserauschen. Das thermische Rauschen steigt linear zur Belichtungszeit. Es lässt sich beispielsweise durch eine Kühlung optimieren. Das Ausleserauschen fällt mit jedem Auslösen erneut an. Zehn Aufnahmen zu je einer Minute Belichtungszeit liefern daher in der Summe ein schlechteres Ergebnis als eine Aufnahme von zehn Minuten. Bei kurzen Belichtungszeiten übersteigt das Ausleserauschen das thermische Rauschen und wird qualitätsbestimmend. Das Ausleserauschen lässt sich nur durch lange Belichtungszeiten optimieren.

Je nach Öffnungsverhältnis, Zielobjekt und Lichtverschmutzung wird mit DSLRs heute zwischen zwei 2 und 20min belichtet. Bei gekühlten CCDs ist der Dynamikumfang größer und die Belichtungszeiten können noch weiter erhöht werden. Bei kleinen, schwachen Objekten, hohen Brennweiten und Filtereinsatz sind mehrere Stunden möglich.

Je nach Bauart des Teleskops und den Bedürfnissen der Nutzer gibt es ganz unterschiedliche Lösungsansätze für eine optimale Nachführung: Bis vor wenigen Jahren

wurden chemische Filme mit dem Auge per Fadenkreuzokular nachgeführt. Die bessere Auflösung der digitalen Technik würde dies unmöglich machen. In der Regel ist heute auch die Nachführung digitalisiert und es wird mit einer Guiding-Kamera gearbeitet. Dabei wird neben der Kamera, die das Objekt fotografiert, eine weitere Kamera eingesetzt, die nur auf einen Leitstern schaut. Mit dem Leitstern lassen sich kleinste Abweichungen der Montierung registrieren. Sobald es eine Abweichung gibt, sendet die Guiding-Kamera ein Korrektursignal an die Montierung, um einen dauerhaften Nachführfehler zu vermeiden.

PC-Guider oder Stand-Alone?

Neben einigen Speziallösungen gibt es zwei Arten von Guiding-Kameras: PC-Guider und Stand-Alone-Guider. Beim PC-Guider wird das Signal des Leitsterns auf einen PC ausgeschleift und von dort das Korrektursignal an die Montierung gesendet. Dies hat einige Vorteile: Die Auswahl und Scharfeinstellung des Leitsterns ist am Livebild des PCs möglich. Dadurch wird immer der optimale Fokuspunkt getroffen. Die PC-Software bietet viele Parameter, um die

Einstellungen zu optimieren. Dennoch ist der Zeitaufwand gering, da die Wirkung am Bildschirm live verfolgt werden kann. PC-Guider sind normalerweise günstiger in der Anschaffung, da sie auf einen Bildschirm verzichten können. Der PC ist allerdings ein zusätzlicher Kostenfaktor. Dazu kommen ein erhöhter Strombedarf und zusätzliche Kabel, über die man im Dunkeln stolpern kann.

Die Netzunabhängigkeit ist der große Pluspunkt der Stand-Alone-Guider. Leider ist das Handling wegen des fehlenden PC-Schirms viel schwieriger. Zur optimalen Abstimmung der Komponenten muss man erstmal einige Nächte investieren. Selbst erfahrene Sternfreunde kommen damit oft nicht zurecht. Wer jedoch die Geduld und Nervenstärke besitzt, um die optimalen Einstellungen durchzuspielen, hat in Kombination mit einer DSLR eine netzunabhängige Lösung und kann die »Schleppplast« auf Reisen deutlich minimieren.

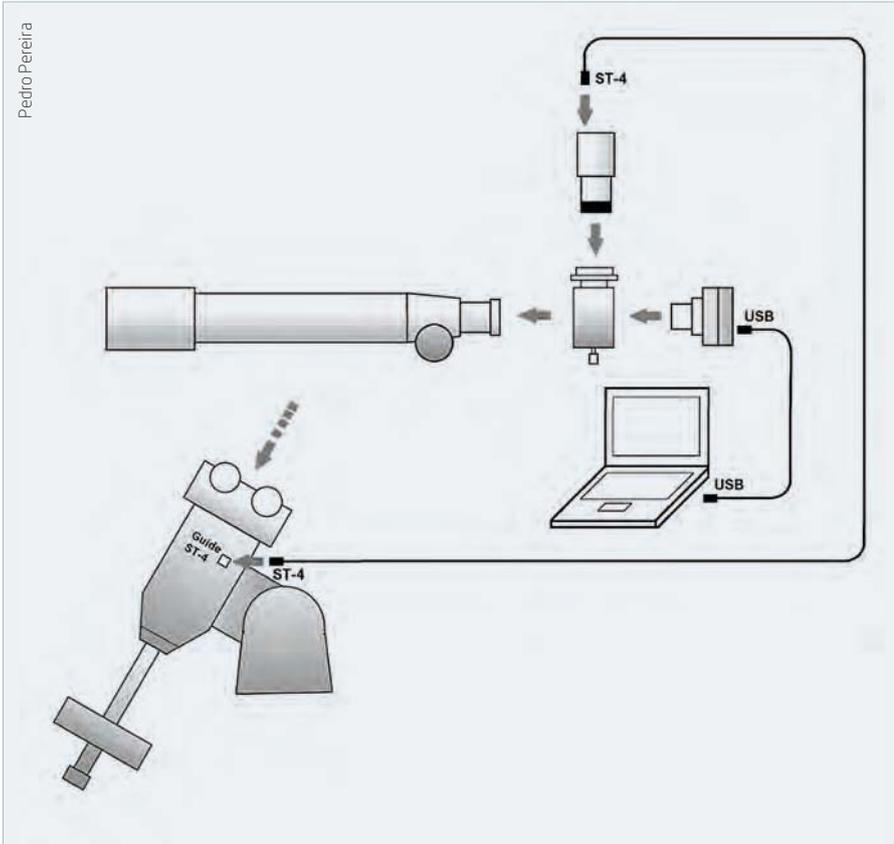
Insgesamt stellen die Stand-Alone-Guider am Markt aber nur eine Minderheit dar. Das Guiding mit dem PC ist Standard. Dies gilt besonders dann, wenn eine gekühlte CCD im Einsatz ist und ohnehin ein Computer benötigt wird. Das Sortiment an Guiding-Kameras ist sehr breit. Viele Planeten-Webcams haben parallel auch einen Guiderport. Hier gibt es günstige Modelle, die schon unter 200 Euro erhältlich sind. Bessere Modelle kosten etwas mehr. Wer die Webcam primär für die Nachführung einsetzen möchte, sollte darauf achten, eine Schwarz-Weiß-Version zu nehmen. Die Farbkameras haben bei einem identischen Chip nur ein Drittel der Empfindlichkeit, da vor jedem Pixel ein Filter sitzt, der nur Rot, Grün oder Blau durchlässt. Auf jeden Fall muss die Kamera einen ST-4 Anschluss besitzen. Für diesen Anschluss gibt es ein passendes Kabel im Fachhandel.

Bei der Software hat sich die Freeware PHD-2 durchgesetzt. Die Software ist Englisch und sehr gut dokumentiert. Neben einem Manual auf der Download-Seite gibt es sehr viele Video-Tutorials bei Youtube.

Auf stabile Montierung achten

Eine stabile Montierung ist der Schlüssel für gelungene Deep-Sky-Fotos. Die Stabilität ist abhängig von der Größe der Optik. Die Traglasten der Hersteller beziehen sich in der Regel auf die visuelle Nutzung. Die fotografische Traglast ist meist 30% bis 50% geringer als die angegebenen Werte. Ein

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



▲ Abb. 3: Hinter dem Teleskop sitzt ein Off-Axis-Guider, der über ein Prisma einen kleinen Teil des Lichts nach oben auslenkt. An dieser Stelle sitzt der Autoguider. Am geradsichtigen Anschluss sitzt die Kamera zur Aufnahme.

kleines leichtes System liefert oft bessere Ergebnisse als eine Riesenoptik, die bei jedem Windhauch wackelt. Wichtig ist die parallaktische Aufstellung. Azimutale Montierungen sind aufgrund der Bildfelddrehung für das Autoguiding ungeeignet. Für gabelmontierte Geräte muss eine Polhöhenwie-

ge verwendet werden. Wichtig ist, dass die Montierung über einen Autoguiderport verfügt. Der Anschluss erinnert an einen Telefon- oder Netzwerkstecker und ist mit »AutoGuider« oder »ST-4« gekennzeichnet. Bei fast allen parallaktischen Goto-Montierungen ab etwa 800 Euro ist der Autoguider-

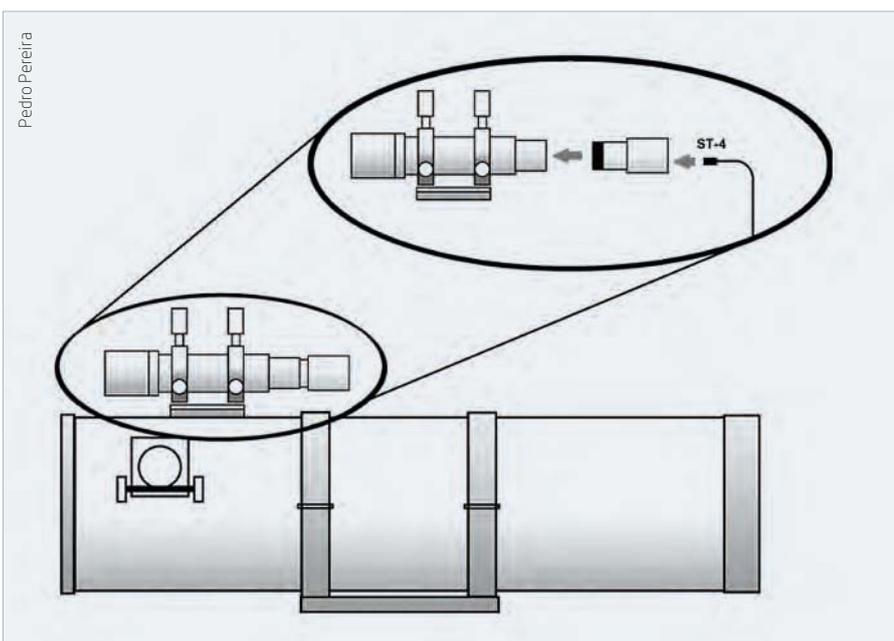
Port Standard. Parallaktische Montierungen ohne Goto können oft nachgerüstet werden.

Off-Axis oder Leitrohr?

Die Guiding-Software PHD-2 hat sich als Standard durchgesetzt. Sie arbeitet mit Subpixelgenauigkeit. Dies führt dazu, dass ein Nachführfehler schon korrigiert wird, bevor er auf dem Bild sichtbar wird. Traditionell sollte die Brennweite der Nachführ-optik mindestens der halben Brennweite des Hauptteleskops entsprechen. Dieser Wert ist jedoch in den letzten Jahren gesunken. Der Grund liegt in den immer feineren Pixeln der Nachführkameras. Bei den aktuellen Modellen mit nur drei Mikrometer großen Pixeln sind auch 30% der Hauptrohrbrennweite ausreichend. Die Guiding-Teleskope sind dank der immer kleineren Pixel in den letzten Jahren ebenfalls immer kleiner geworden. Inzwischen gibt es Lösungen für den Sucherschuh mit 50 bis 60mm Öffnung und weniger als 300mm Brennweite. Bei schnellen Refraktoren und Newtons mit bis zu 1000mm Brennweite ist damit eine ausreichende Genauigkeit möglich.

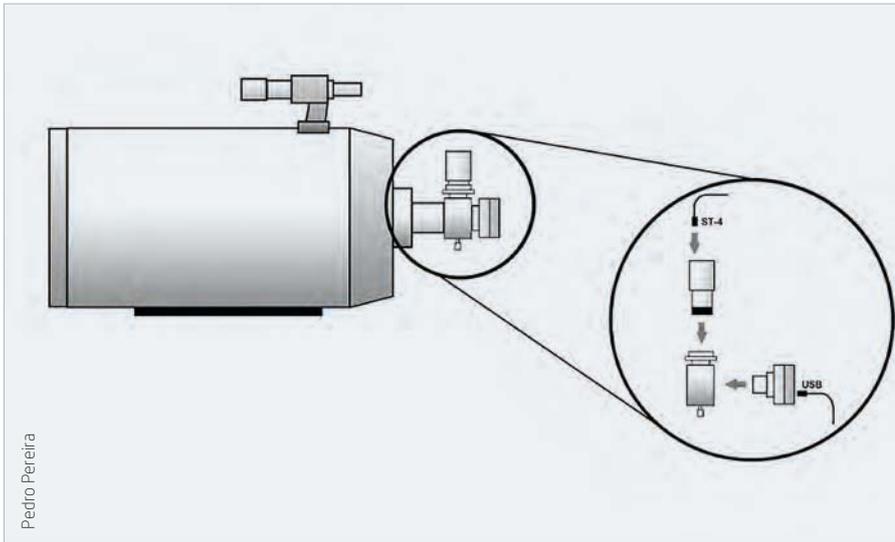
Diese einfachen Leitrohre besitzen einen geringen Fokusweg. Da die Autoguider-Kameras alle unterschiedliche Auflagemaße besitzen, muss ggf. mit einer Hülse aufgebaut werden, die ein 1/4-Zoll-Filtergewinde besitzt. Je nach Kamera können mehrere Hülsen notwendig sein. Unter Umständen ist es sinnvoll, sich ein Okular mit vergleichbarer Hülse zusammenzuschrauben, um eine visuelle Leitsternsuche zu vereinfachen. Wer das Spiel mit den Hülsen umgehen möchte, kann abgestimmte Sets erwerben. Die günstigen Leitrohre sind einfache FH-Optiken mit einem großen Farbfehler. Um scharfe Sterne zu bekommen, sollte zumindest ein IR-Sperrfilter eingesetzt werden, besser noch ein Semi-Apo-Filter, der zugleich auch den Blausaum beseitigt.

Leitrohre sind eine sehr gute Lösung für Refraktoren. Bei Spiegelteleskopen ist der Einsatz problematisch, da sich bei längeren Belichtungszeiten der schwimmend gelagerte Hauptspiegel relativ zum Leitrohr versetzen kann. Beim Spiegel gilt: Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel. Ein Versatz beim Lichteinfall macht sich daher stets doppelt bemerkbar. Beim Newton ist das bei wenigen Minuten Belichtungszeit noch kein Problem, doch beim Schmidt-Cassegrain und Maksutov ist die Lage kritisch. Das Licht wird drei Mal durch den Tubus geleitet und dadurch potenzieren sich Versatzfehler. Korrektur-



▲ Abb. 4: Für Newton-Teleskope und Refraktoren sind in den letzten Jahren Sucherguider populär geworden. Feinpixelige Guidingkameras liefern auch bei geringen Leitrohrbrennweiten noch ordentliche Ergebnisse.

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



▲ Abb. 5: Bei Optiken mit beweglichem Hauptspiegel wird die Hauptoptik zugleich als Leitrohr benutzt. Ein Off-Axis-Guider ist beim Schmidt-Cassegrain in der Regel die zuverlässigste Nachführmethode.

platte, Hauptspiegel und Fangspiegel sind gleichzeitig optisch wirksam und können gleichzeitig zu einem Versatz führen. Der Einsatz eines Leitrohrs ist hier kaum sinnvoll, so dass ein Off-Axis-Guider verwendet werden muss. Beim Off-Axis-System wird die Hauptoptik zugleich als Leitrohroptik genutzt. Dies ist möglich, indem mit einem kleinen Prisma ein kleiner Teil des Lichts ausgespiegelt wird. Das Prisma ist beweglich, dennoch ist es oft sehr schwer, einen ausreichend hellen Leitstern zu finden. Daher sollte eine möglichst empfindliche Guiding-Kamera verwendet werden.

Beim Maksutov und Schmidt-Cassegrain gibt es nach hinten einen großen Backfokus. Ein einfacher Off-Axis-Guider für unter 200 Euro liefert schon gute Ergebnisse, kann aber bei Vollformatchips zu Abschattungen am Rand führen. Es gibt auch Off-Axis-Guider mit größerem Durchlass, doch ihr Einsatz ist erst ab zehn Zoll Öffnung vorgesehen und sie sind zudem sehr teuer.

Die Brennpunktlage von Guiding-Kamera und Objektivkamera müssen aufeinander abgestimmt sein. Immer wenn der optische Weg der Objektivkamera verlängert wird, wandert der Fokus der Guiding-Kame-

ra weiter nach außen. Da die Auflagenmaße der Kameras unterschiedlich sind, empfiehlt sich ein Set aus mehreren Abstandsringen in unterschiedlichen Breiten, um die gemeinsame Fokusslage auszuspielen zu können. Die Gewinde der Off-Axis-Guider haben zumeist T2 oder M48. Passende Ringe gibt es für wenige Euro im Fachhandel.

Bei den Off-Axis-Guidern gibt es ein breites Sortiment: Die verschiedenen Guider genügen unterschiedlichen Anforderungen. Bei einem Newton ist der Backfokus viel geringer als bei einem Schmidt-Cassegrain. Daher muss der Off-Axis-Guider möglichst flach gebaut werden. Etwas Luft schafft ein abgestimmter Komakorrektor, der den Fokus ohne Brennweitenerhöhung nach außen verlagert. In Kombination mit so einem Komakorrektor ist die Fokusslage unkritisch und der Hauptspiegel des Newtons muss nicht versetzt werden. ▶ Bernd Gährken

| DER AUTOR |

Bernd Gährken ist Mitglied der Volkssternwarten in Paderborn und München sowie der VdS-Fachgruppe Astrofotografie.

SURFTIPPS

- Software PHD2
- Homepage des Autors

Kurzlink: oc1m.de/a12061

PRAXISTIPP

Probleme vermeiden

Autoguiding ist ein komplexes Thema und daher gibt es viele Möglichkeiten etwas falsch zu machen. Aus der Praxis lassen sich einige Tipps geben, die nicht immer, aber doch sehr häufig Abhilfe schaffen können:

- Bei der Montierung sollte immer die PEC-Korrektur abgeschaltet sein
- nur die aktuelle Version PHD-2 zum Guiden verwenden (nicht die veraltete Version PHD-1)
- PHD-2 bietet einen Untermenüpunkt, mit dem sich die vier Himmelsrichtungen per Tastendruck manuell ansteuern lassen. Diese Funktion sollte stets vorab verwendet werden, um die Kabelverbindungen zu testen.
- Verwenden Sie als Parameter die von PHD-2 für die Brennweite und die Pixelgröße des Guidingsystems vorgeschlagenen Werte. Dafür gibt es im Programm eine Rechenfunktion.

- Parallel zum Guiding sollte keine andere Software laufen
- Viele Guidingoptiken sind eher einfache Linsensysteme. Ein IR-Sperrfilter oder noch besser ein Semi-Apo-Filter sorgen für eine schärfere Sternabbildung.
- Die Guiding-Kameras können unterschiedlich angesteuert werden. Viele Kameras arbeiten am besten mit der Einstellung »on Camera«.
- Um das Flankenspiel zu verringern, sollte das Teleskop auf beiden Achsen etwas aus dem Gleichgewicht gesetzt werden. Dabei sollte die Rektaszensionsachse auf Zug stehen.
- Achten Sie auf eine sehr genaue Poljustage.
- Die Kalibrierung erfolgt am besten mit einer kurzen Belichtungszeit von etwa 0,2s. Für das spätere Guiding sollte die Belichtungszeit jedoch auf ca. 2s umgestellt werden, um Seeingeffekte zu verringern.

- Immer wenn das Objekt gewechselt wird, ist eine neue Kalibrierung notwendig, zudem sollte die Lastverteilung überprüft werden, damit die Rektaszensionsachse wieder auf Zug steht.
- Der Guidestern sollte nicht zu hell sein. Bei großen Sterndurchmessern wird das Guiding ungenau. Besser ist es, einen schwachen Guidestern zu verwenden und mit Darkabzug zu arbeiten.

Wenn diese Punkte berücksichtigt werden, sollte das Guiding funktionieren, sofern nicht der Wind am Fernrohr wackelt. Wenn trotz einwandfreiem Guiding auf dem Objektfoto Strichspuren zu sehen sind, dann haben sich Hauptoptik und Guidingoptik zueinander versetzt. Bei Spiegeloptiken ist das ein häufiges Problem. In dem Fall sollte zumindest testweise einmal auf Off-Axis umgestellt werden, um die Fehler besser eingrenzen zu können.

SCHARFE MONDBILDER MIT DER DSLR

Tipps für einen optimierten Workflow

Der Mond ist das ideale Objekt für den Einstieg in die Astrofotografie. Sehr schnell können vorzeigbare Ergebnisse mit vielen Details gewonnen werden. Doch auch hier versteckt sich viel Optimierungspotential. Je nach Vorgehensweise können die Resultate mitunter sehr verschieden sein.

Beim Einstieg in die DSLR-Fotografie des Mondes dauert es bestimmt nicht lange und man findet sich in folgender Situation wieder: Gerade erst hat man scharfe Kraterländer am Terminator bewundert, nun enttäuschen die Mondbilder bei der Inspektion am Display, denn die Kraterländer wirken deutlich stumpfer als noch eben erlebt. Wie gelingt es nun, das Gesehene abzubilden?

Aufnahme-Serie erstellen

Um die Chipfläche optimal auszunutzen, sind für APS-C-Format-Kameras etwa 1400mm und für Vollformat-Kameras rund 2000mm Brennweite empfehlenswert. Bei der Mondfotografie steht genügend Licht zur Verfügung, sodass mit niedrigen ISO-Einstellungen gearbeitet werden kann. Ansonsten ist bei den Kamera-Einstellungen vor allem darauf zu achten, im RAW-Format abzuspeichern. In diesem Format sind die Bilder im Gegensatz zur JPEG-Einstellung nicht von der Kamera-internen Bearbeitung betroffen. Zu den automatisch ablaufenden Algorithmen gehören z.B. Kantenglättung, Bildschärfung und Weißabgleich. Weiterhin bietet das RAW-Format mit 16384 Helligkeitswerten (14 Bit) pro Farbkanal

gegenüber 256 (8 Bit) beim JPEG-Format einen deutlich größeren Dynamikbereich. Für die vielen verschiedenen Grautöne der Mondoberfläche ist es ein wichtiger Vorteil. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn die subtilen Farbnuancen der Mondoberfläche herausgearbeitet werden sollen. Nicht zuletzt sind JPG-Bilder mit Kompressionsartefakten behaftet, die bei der Bildverarbeitung unschön hervortreten.

Nach der Konfiguration werden einige Dutzend Aufnahmen angefertigt, um möglichst viele scharfe Momente einzufangen – für das gezeigte Beispiel waren es 50 Bilder. Dies erlaubt später eine Nachbearbeitung mit Schärfung, ohne dass dabei sofort Bildrauschen erscheint.

Vorverarbeitung

Da DSLR-Bilder sehr groß sind, ist es sinnvoll, den Stacking-Programmen die Arbeit durch eine Vorverarbeitung mit dem Programm PIPP zu erleichtern. Seine Funktionsweise wurde in Heft 5 von Abenteuer Astronomie beschrieben. Ziel ist es, den Mond einer automatischen Vorzentrierung zu unterziehen und ggfs. größere schwarze Bereiche um den Mond wegzuschneiden. So geht das Stacking deutlich schneller. Die vorver-

arbeiteten Bilder werden im TIFF-Format abgespeichert.

Stacking mit Multipoint-Alignment

Im nächsten Schritt werden die Bilder z.B. in RegiStax 6.1 oder einem vergleichbaren Programm für das Stacking geladen. Entscheidend ist die Verwendung vieler Ausrichtungspunkte, da das Seeing über den Mond hinweg sehr verschieden sein kann. Beim »Multipoint-Alignment« wird der Mond in viele kleine Zonen mit Ausrichtungspunkten unterteilt, deren Ausrichtung und Qualität in jedem Einzelbild überprüft wird. Nach dem Setzen des individuell anzupassenden Qualitätslimits folgt das Stacken der übrig gebliebenen verwendbaren Bilder. Das resultierende Summenbild wird für die Weiterverarbeitung wieder im TIFF-Format gespeichert. Eine leicht verständliche Anleitung für das Arbeiten mit Registax 6.1 ist in den Surfipps zu finden.

Tonwerte und Schärfung

Für die Bearbeitung der Beispielbilder wurde das Programm Fitswork verwendet (vgl. Surfipp). Im ersten Schritt werden die Tonwerte über die Schwarz- und Weißwertregler im Histogramm angepasst, falls das Bild z.B. etwas zu dunkel ausfällt. Verglichen mit dem visuellen Eindruck wirkt die Terminator-Region auf Fotos nämlich relativ dunkel. Um die Helligkeit der dunkleren Regionen anzuheben und um der nichtlinearen Helligkeitswahrnehmung des Auges näher zu kommen, ist daher eine Gamma-Anpassung auf einen Wert zwischen 1,2 und 1,3 empfehlenswert.

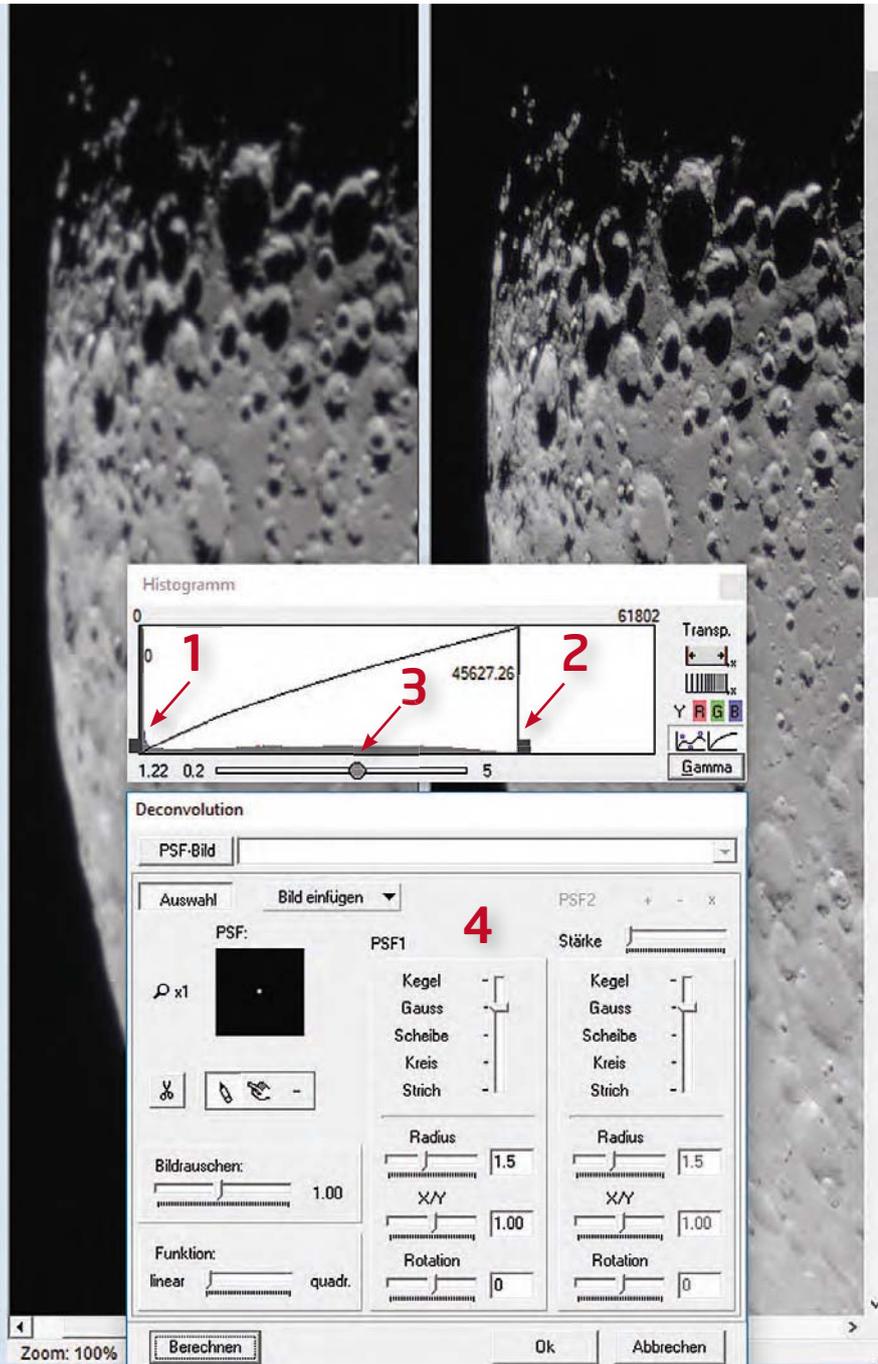
Den wichtigsten Arbeitsschritt in Fitswork bildet die Schärfung, denn das Summenbild aus Registax hat beim Schärfeeindruck noch immer wenig mit dem visuellen Eindruck zu tun. Als sehr empfehlenswert erweist sich die Deconvolution-Schärfung.

Dabei wird versucht die Weichzeichnung jedes Bildpunkts durch das Seeing umzukehren,



▲ Abb. 1: Mondfotografie mit der DSLR am Teleskop. Die Fokussierung des Mondes erfolgt per Liveview am Kamera-Display.

M. Weigand



▲ Abb. 2: Anpassung der Tonwerte über den Schwarz- (1) und Weißwert (2), den Gamma-Wert (3), sowie Schärfen mit der Deconvolution (4) in Fitswork.

M. Weigand



▲ Abb. 3: Das JPG-Einzelbild (links) enttäuscht in Sachen Detailwiedergabe. Rechts ist das Resultat des optimierten Workflows mit deutlich verbesserter Schärfe abgebildet.

← 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)

z.B. durch Annahme einer gaußförmigen Verwischung. Diese Methode kann tolle Ergebnisse produzieren, bringt aber auch gnadenlos Bildrauschen hervor – daher die gestackte Bildserie. Sollte dennoch etwas zu viel Rauschen zum Vorschein kommen, kann der Regler »Bildrauschen« leicht erhöht werden.

Der wichtigste Parameter der Deconvolution ist der Filterradius. Die optimale Einstellung hängt vom Sampling und dem Seeing während der Aufnahme ab und muss durch Probieren ermittelt werden. Bisherige Erfahrungen ergaben Werte zwischen 0,7 und 2,5 – beim gezeigten Beispiel war es 1,5. Für eine bestimmte Teleskop-Kamera-Kombination variieren die optimalen Werte nur geringfügig von Fall zu Fall. Alle anderen Filterparameter spielen in der Regel kaum eine Rolle.

Bei optimaler Filtereinstellung wirken die Kraterländer nun deutlich schärfer als im JPEG-Bild und Kleinkrater kommen besser zur Geltung. Bei Bedarf kann noch eine zweite Schärfungsstufe mit einer moderat eingestellten »unscharfen Maske« folgen.

► Mario Weigand

🖱️ SURFTIPPS

- RegiStax
- Bedienungsanleitung mit Kapitel zu RegiStax 6.1 (pdf)
- Fitswork

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a12063](https://oc1m.de/a12063)

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

TELESKOPE, RAKETEN UND EIN FAST VERGESSENER SONNENFORSCHER

Astronomie, Raumfahrt und sehr viel Himmel auf Deutschlands zweitgrößter Insel Usedom

Die Insel Usedom in der pommerschen Bucht hat Sternfreunden und Amateurastronomen einiges zu bieten: Es lockt nicht nur der oft klare Himmel, sondern auch eine eigene, gut ausgestattete Sternwarte. Geschichtsinteressierte können sich zudem in Peenemünde auf Spurensuche nach den Anfängen der Raumfahrt begeben.



► Abb. 1: Exponate auf dem Gelände des »Historisch-technischen Informationszentrums« in Peenemünde: links ein Modell der V1-Abschussrampe, rechts ein Modell der V2-Rakete und dahinter ein Triebwagen von einem baugleichen Modell der Peenemünder Werkbahn.

Privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.



M. Holl

wecken. Die Weiterverarbeitung ist untersagt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

Wer gerne sein Teleskop mit in den Urlaub nimmt und in einem Hotel mit viel Licht im Umfeld übernachtet, muss auf Usedom nicht verzweifeln. In meinem etwas im Landesinneren gelegenen Hotel konnte ich trotz arger Lichtverschmutzung einen SQM-L-Wert von 19^m07 in einer mondlosen Nacht ermitteln. Das ist besser als an meinem üblichen Standort in Hamburg. Man muss nur ein wenig ins Hinterland weg von den Touristenzentren der Kaiserbäder fahren, um vergleichsweise dunkle Standorte zu finden, etwa rund um

die Seen im Südosten von Usedom. Vorteil der Insel, die als die sonnenreichste des ganzen Landes zählt, ist die sehr oft anzutreffende hohe Transparenz der Seeluft, die dazu führt, dass man außerhalb heller Orte erstaunlich schnell einen relativ dunklen Himmel über sich vorfindet. Selbst wenn man »nur« einen Feldstecher, noch dazu einen bildstabilisierten, eingepackt hat, kann man relativ leicht die prominentesten Himmelsobjekte aufsuchen. Mit bloßem Auge konnte ich hier mehr von der Milchstraße im Schwan sehen als bei mir zu Hause.

Eine Sternwarte neben der Seebrücke

Auf Usedom gibt es sogar ein kleines Observatorium, die »Manfred-von-Ardenne-Sternwarte« in der Ostseegemeinde Heringsdorf. Touristen können sich hier über das aktuelle Himmelsgeschehen informieren und an mehreren Tagen pro Woche, sofern es das Wetter zulässt, selber durch eines der Instrumente hindurchschauen. Als Hauptinstrument gibt es einen 250mm-Cassegrain-Spiegel mit vier Metern Brennweite, der vom Namensgeber, dem Physiker Manfred von Ardenne, 1930 für eine Privatsternwarte in Berlin-Lichterfelde beschafft worden war. Konstrukteur des Teleskops war kein Geringerer als der Hamburger Optiker Bernhard Schmidt (1879–1935), nach dem das Schmidt-Teleskop benannt ist. Hergestellt wurde das Teleskop durch die Optische Anstalt C. P. Goerz in Berlin. Neben diesem Hauptinstrument verfügt die Sternwarte noch über ein klassisches Telemotor-Fernrohr. Auf der Montierung sitzt derzeit zusätzlich ein privater 160/1600mm Doublet-Apochromat, der auch bei öffentlichen Führungen genutzt wird. Auch wenn der Standort direkt neben der Seebrücke auf den ersten Blick unsinnig erscheinen mag, so sorgen doch die zuvor geschilderten besonderen Himmelsbedingungen auf Usedom dafür, dass hier nicht nur visuelle Beobachtung, sondern auch Astrofotografie möglich ist.

Die braunen Anfänge der Raumfahrt

An der Nordostspitze der Insel Usedom war von 1936 bis 1945 das militärisch streng abgeschirmte Raketenzentrum Peenemünde zu finden. Nach ersten Raketenversuchen in der Nähe von Berlin verlegte man die Entwicklung nach Übernahme durch das Heereswaffenamt an die Ostsee, um eine freie Schussbahn entlang der pommerschen Küste zu haben. Entstehen sollte hier die »Vergeltungswaffe 2«, die V2, von der sich die Nazi-Diktatur eine entscheidende Wende im Krieg versprach. Das daher historisch nicht unbelastete Gelände ist heute teilweise zu besichtigen: Interessierte Besucherinnen und Besucher können im Bereich des ehemaligen Kraftwerks an der Peene ein Museum besuchen, das angesichts der Geschichte der Anlage und einer kritischen Diskussion seit seiner Gründung im Jahr 1990 mehrfach seinen Fokus verändert hat. Kurz nach der Wiedervereinigung noch als »Geburtsort der Raumfahrt« stilisiert, widmet es sich heute sowohl der Geschichte der Raum-



M. Holl

▲ Abb. 2: Die beiden Hauptinstrumente der Heringsdorfer Sternwarte: der 250mm-Cassegrain-Spiegel (rechts) und der 160/1600mm-Doublet-Apochromat (links).

fahrt, der Entwicklung des »Aggregats 4« zur V2 und deren weiteren Nutzung in den USA und der ehemaligen UdSSR, als auch dem Zusammenhang zwischen der Raketenforschung und dem Einsatz von KZ-Häftlingen. Viele der damaligen Wissenschaftler rund um Wernher von Braun (1912-1977) waren zudem tief verstrickt in das NS-System. Auch darüber wird man im ehemaligen Kraftwerk informiert, das bis 1990 noch Strom für die Region lieferte. Auf dem Museumsgelände gibt es neben einem Modell der V2 eine V1-Abschussrampe sowie einen Zug, der der Peenemünder Werkbahn gleicht, die hier einst betrieben wurde. Außerhalb des Geländes kann man an der Peene Bunkerreste aufsuchen, im Ort die Ruine des Sauerstoffwerks bestaunen oder vom nahen Flugplatz aus Busfahrten zu den sonst nicht mehr zugänglichen Stätten der Testversuche mit der V1 oder den Ruinen des Prüfstandes VII unternehmen. Von hier aus gelang – freilich nach sehr vielen Fehlversuchen – am 3. Oktober 1942 erstmals ein Start, der die Rakete auf eine Gipfelhöhe von 85km be-



▲ Abb. 3: Der Pulverturm in Anklam. Auf die Sternwarte von Gustav Spörer auf der Spitze des Turms weist heute nur noch ein Messingschild hin.

förderte und damit die – von manchen – bei 80km definierte Grenze zum Weltraum überschritt. Dieser Termin am »Tag der Deutschen Einheit« wird heute in bestimmten Kreisen als Beginn der Weltraumfahrt definiert.

Der vergessene Sonnenforscher

In Anklam, einige Kilometer im Landesinneren an der Peene gelegen, stößt man eher zufällig auf einen der bedeutendsten Sonnenforscher, nämlich auf Gustav Spörer (1822–1895). Nur ein Schild am Pulverturm am Eingang des kleinen Stadtparks weist auf ihn hin. Selbst im nicht weit entfernten Stadtmuseum im Steintor wird nicht über Spörer informiert. Dabei betrieb der Gymnasiallehrer in den Jahren 1860 bis 1874 auf der Spitze des Turms, der einstmals ein Teil der Stadtbefestigung war, eine kleine Sternwarte, von der aus er regelmäßig die Sonne beobachtete. Aus diesen Beobachtungen wurde später vom englischen Astronomen Richard Christopher Carrington (1826–1875) das Spörersche Breitenwan-



▲ Abb. 4: Usedom ist zur Beobachtung von atmosphärischen Phänomenen ideal. Hier ein spektakulärer Sonnenhalo, aufgenommen am 11.9.2017 um 11:30 MESZ mit einem iPhone.

derungsgesetz bei den Sonnenflecken abgeleitet. Es beschreibt die Wanderung der Zonen, in denen Sonnenflecken auftreten können, von hohen nördlichen und südlichen bis hin zu äquaturnahen Breiten im Laufe eines Fleckenzyklus.

Spörer beschäftigte sich auch mit den Phasen geringer Sonnenaktivität in der Vergangenheit und wird oft in einem Atemzug mit dem Astronomen und Bibelforscher Edward Walter Maunder (1851–1928) genannt, nach dem das Maunder-Minimum zwischen 1645–1715 benannt wurde. Spörer fand eine ähnliche Phase geringer Sonnenaktivität zwischen etwa 1420 und 1570, die heute als das Spörer-Minimum bekannt ist. In seiner Anklammerzeit am städtischen Gymnasium war er Mathematiklehrer des Luftfahrtpioniers Otto Lilienthal (1848–1896). Im Jahr 1868 wurde ihm von Kronprinz Friedrich Wilhelm – dem späteren »99-Tage Kaiser« Friedrich III. – ein nicht näher bezeichnetes Teleskop geschenkt. Mit Einrichtung des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam im Jahr 1874 wechselte er aus dem Schuldienst an die neue Sternwarte.

Halos und Nebensonnen

Wer an Haloerscheinungen und Nebensonnen interessiert ist, kommt auf Usedom ebenfalls auf seine Kosten. So können hier, besonders im Frühjahr, aber auch im Spätsommer und Herbst bei den sehr häufigem auftretenden Cirruswolken Sonnenhalos in unterschiedlichster Ausprägung beobachtet werden. Gerade am Strand bieten sich oft schöne Vordergrundmotive oder ein freier Blick auf den Himmel an, um entsprechende Erscheinungen der atmosphärischen Optik zu beobachten und zu fotografieren. Aber auch stimmungsvolle Sonnenauf- und Sonnenuntergänge lassen sich hier erleben, weil der Horizont in fast alle Richtungen ziemlich flach ist – abgesehen von der leicht hügeligen Landschaft im Südosten der Insel, die aber ihren ganz eigenen Reiz und vor allem viele Vordergrundmotive besitzt, die zur einfachen Astrofotografie mit Kamera und Fotostativ geradezu einladen. ▶ Manfred Holl

SURFTIPPS

- Manfred-von-Ardenne-Sternwarte
- Historisch-Technisches Museum in Peenemünde

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a12068

INTERVIEW

»Bei trockener Luft ist der Himmel immer noch ganz ordentlich«

Abenteuer Astronomie: Die Sternwarte Heringsdorf trägt den Namen des Universalgelehrten Manfred von Ardenne. Wie kam es zur Gründung?

Lars Stephan: Manfred von Ardenne war nach seiner Rückkehr aus der Sowjetunion seit 1955 in Dresden ansässig und richtete sein Forschungsinstitut wieder ein. Da die Familie seiner Frau Bettina schon länger mit Heringsdorf verbunden war, fiel die Wahl auf dieses Seebad zur Errichtung eines Ferienheimes für die Familie und die Institutsmitarbeiter. Da Manfred von Ardenne seit seiner Jugend selbst ein Liebhaber-astronom war, hatte er zugleich die Idee, den Ort um eine Sternwarte zu bereichern. Dafür stellte er seinen 10-Zoll-Goerz-Cassegrain zur Verfügung.

Abenteuer Astronomie: Die Sternwarte ist ganzjährig geöffnet?

Lars Stephan: In den Wintermonaten wird auf dem Platz neben der Sternwarte eine Kunsteisbahn betrieben, die mit Flutlicht beleuchtet ist. Das bedingt eine Pause, ansonsten finden wöchentlich an bis zu vier Tagen Führungen statt.

Abenteuer Astronomie: Wie sind die Beobachtungsbedingungen der direkt am Strand unweit der Seebrücke von Heringsdorf gelegenen Sternwarte, Stichwort Lichtverschmutzung?

Lars Stephan: Die Bedingungen haben sich in den letzten 30 Jahren natürlich verschlechtert, weil die Beleuchtung stark zugenommen hat. Dabei kommt es aber auch auf die Luftfeuchtigkeit an. Bei trockener Luft ist der Himmel immer noch ganz ordentlich. Eine Verlegung der Sternwarte in wirkliche Dunkelheit ginge zulasten der Erreichbarkeit und damit wäre der Absicht einer Volkssternwarte nicht gedient.

Abenteuer Astronomie: Welche Fernrohre stehen zur Beobachtung zur Verfügung?

Lars Stephan: Neben dem Goerz-Cassegrain mit den Spiegeln von Bernhard Schmidt gibt es ein Zeiss-Telementor und ein Zeiss AS 80/840. Als »Lichteimer« fungiert ein 12"-Flextube-Dobson von Sky-



▲ Abb. 5: Lars Stephan

watcher mit GoTo. Im Sommer ist auch ein Doublet-Apo 160/1600 von Astro-Optik-Manufaktur nutzbar.

Abenteuer Astronomie: Wie haben sich die Besucherzahlen seit der Gründung der Sternwarte entwickelt? Wird sie von Touristen und Einheimischen gut angenommen?

Lars Stephan: Zu Zeiten der DDR gab es im Herbst und Winter wesentlich mehr Besucher, denn die Heime waren mit prophylaktischen Kuren belegt. Genaue Zahlen vermag ich nicht zu nennen. Seit der Eisbahn fällt der Winter ja komplett weg. Je nachdem wie das Wetter ausfällt, sind es bis ungefähr 1000 Besucher im Jahr. Und ja, es kommen ab und zu auch Einheimische, gerade zu besonderen Ereignissen wie Finsternissen.

Abenteuer Astronomie: Was ist für die Zukunft geplant?

Lars Stephan: Soweit es die Zeit erlaubt, möchte ich mich wieder verstärkt mit Deep-Sky-Fotografie beschäftigen. Die heutigen Kameras bieten ja fantastische Möglichkeiten, zum Beispiel die Kurzzeitbelichtungsmethode, bei der kein Guiding notwendig ist. Für die Besucher ist es ein interessanter Einblick, wenn sie neben dem eigentlichen Thema Astronomie auch etwas über die modernen Techniken der Astrofotografie erfahren.

Lars Stephan ist Leiter der Sternwarte Heringsdorf.

M. Holl

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

GANZ KALIFORNIEN AM HIMMEL

Bei meinem letzten Namibia-Aufenthalt nutzte ich die einmalige Gelegenheit meine Kamera samt Objektiv auf einer Montierung mitlaufen zu lassen. Dies war meine Geburtsstunde in der Astrofotografie und ist mittlerweile schon eineinhalb Jahre her. Gute Voraussetzungen besaß ich durch einen im Vorfeld gekauften Apochromaten, der eigentlich für die Mond- und Planetenbeobachtung angeschafft wurde, aber immer öfter für die Fotografie erhalten muss. Schnell wurde eine Kamera im Internet gekauft, welche ich auch gleich modifizieren ließ.

Auch ein Autoguider ließ nicht lange auf sich warten. So ausgerüstet, den »Apo« auf einer EQ6-Montierung nachführend, gelangen mir schon einige ansehnliche Aufnahmen.

Es fehlte das gewisse Etwas

Aber irgendwie fehlte mir noch das gewisse Etwas. Ich merkte schnell, dass viele Objekte gar nicht richtig auf den Kamerachip passten. Die Brennweite des »Apos« ist mit 816mm einfach zu lang. Auch stellte sich immer wieder die Frage, welcher Filter benutzt werden sollte.

Wieder wurde investiert: Ich entschied mich nach längerer Recherche im Internet und auf Empfehlungen von Freunden aus dem Verein für den Hutech IDAS LPS D1 Nebelfilter und einen passenden Reducer, welchen ich auf dem letzten HTT erstand. Jetzt sollte ich alles zu-

IM DETAIL

Technik und Bearbeitung

Optik: Takahashi TSA 102/816

Reducer: Takahashi TOA/FS

Montierung: Skywatcher EQ-6

Nachführkontrolle: AMP Image Master Leitrohr 60/240, Lacerta MGEN 2

Kamera und Belichtungszeit: Canon EOS 60d AstroModified, 20×600s

Nachbearbeitung: Photoshop, Fitswork, Straton

sammen haben und die Vorfreude gute und schöne Astrofotos machen zu können, stieg an.

Am 14. Oktober sollte es soweit sein. Schon am späten Nachmittag baute ich die Technik auf. Der Takahashi TSA 102/816 wurde auf die EQ6 gesetzt und die Kamera des MGEN an den AMP Image Master mini angeschlossen. An den rotierbaren Kameraadapter schraubte ich den Takahashi TOA/FS Reducer, welcher die Brennweite auf 610mm

reduzierte. Zwischen Reducer und der modifizierten Canon EOS 60d kam schließlich der IDAS Filter. Alles war vorbereitet – es konnte also dunkel werden.

Unterstützung von Freunden aus dem Verein

Bei Dunkelheit war das Alignment dann schnell durchgeführt und NGC 1499, der Ka-



liforniennebel, eingestellt. Zum Fokussieren benutze ich die Bathinov-Maske von Lacerta, was mit der 1:10 Untersetzung von Starlight Feather Touch sehr genau ging. Das Guiding lief gut und so machte ich 20 Aufnahmen zu je 600 Sekunden.

Die Bildbearbeitung ist eine Sache, bei der ich oft an meine Grenzen stoße. Wie gut, dass man im Verein Freunde hat, welche einem immer mit Rat und Tat zur Seite stehen. An

dieser Stelle gilt mein Dank Hartmut Podlech, Oliver Huth und Endriko Siegismund, die mich in Sachen Bildbearbeitung sehr weit nach vorne gebracht haben. Die Bilder wurden mit Fitswork gestackt, bevor sie mit Straton und Photoshop CS5 weiterbearbeitet wurden. Das Ergebnis war mein bislang schönstes, aber sicherlich nicht mein letztes Astrofoto – da bin ich mir ganz sicher!

► Mario Richter

▲ Abb. 1: Der Nebel NGC 1499 im Sternbild Perseus, der wegen seiner Form auch als Kaliforniennebel bezeichnet wird.



SURFTIPPS

- Bilder des Autors bei astrobin

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a12071](https://oc1m.de/a12071)

STRUKTUREN



▲ Abb. 1: NGC 6979, auch »Pickering's Triangular Wisp« genannt, ist Teil des Cirrusnebels im Sternbild Schwan. Das Bild entstand am 23. August 2017 mit einem 254mm-Newton bei 1000mm Brennweite und einer Atik 383L+ mit einer Belichtungszeit von 28×1200s in H α , 17×1200s in [OIII] und je 17×300s je RGB von Eggersdorf aus. *Frank Iwaszkiewicz*



▲ Abb. 2: Die offenen Sternhaufen M38 und NGC 1907 sowie der Emissionsnebel Sh2-230 im Sternbild Fuhrmann, aufgenommen am 18. Oktober 2017 mit einem 254mm-Newtonteleskop bei 1200mm Brennweite und einer Nikon D5300(a) bei fünf Stunden Belichtungszeit und ISO 400 von Österreich aus. *Michael Schmidt*



▼ Abb. 3: Der Trifidnebel (Messier 20) im Sternbild Schütze. Die Aufnahme entstand am 22. August 2017 von Hakos in Namibia aus mit 200mm-Newton-Teleskop bei 800mm Brennweite mit einer Kamera vom Typ ASI 1600 MMC mit LRGB- und H α -Filtern. Die Belichtungszeit betrug 132min. *Tommy Nawratil*



BEGEGNUNGEN



▲ Abb. 1: Die schmale Sichel des Mondes am Morgen des 19. September 2017 zusammen mit dem Stern Regulus (oben links vom Mond) und der Venus (oben). Aufnahme mit einer Nikon D500 und einem Teleobjektiv mit 100mm Brennweite bei ISO 250 und mit 5/8 Sekunden Belichtungszeit. *Frank Wächter*



▲ Abb. 2: Der Komet C/2017 O1 (ASASSN1) - links unten - und der Kalforniennebel am 29. September 2017. Aufnahme mit einer Moravian G2 830 mit einem Teleobjektiv bei 135mm Brennweite. Die Belichtungszeit betrug 10×90s (L) und jeweils 180s für R, G und B. *Norbert Mrozek*

»HERR ESPENAK, WIE HAT DIE SOFI DEN AMERIKANERN GEFALLEN?«



▲ Abb. 1: Kompositbild der Sonnenkorona 2017 aus 57 Aufnahmen.

Fred Espenak ist »Mr Eclipse«, für die USA aber auch den Rest der Welt: Eigentlich ein NASA-Spezialist für die Untersuchung von Planetenatmosphären im Infraroten, ist der Astrophysiker bekannt geworden durch die genaue Berechnung von Sonnenfinsternissen – und die weite Verbreitung der Tabellen und Karten. Für 1994 bis 2010 erschienen 13 dicke »Eclipse Bulletins«, die die NASA verschenkte und auch online stellte: Bald waren sie die Grundlage für Finsternisplaner schlechthin. Mit Espenaks Pensionierung 2009 endete dieser Service zwar, aber jetzt sind Espenaks Berechnungen – auch von Finsternissen weit in der Vergangenheit und Zukunft – außer in mehreren Büchern auch auf verschiedenen Websites zu finden. Im Vorfeld der »Großen Amerikanischen« Sonnenfinsternis im August 2017 war Espenak – es sollte seit 1970 seine 28. totale werden – natürlich gefragt wie nie: Wie hat er

die Reaktion seiner Landsleute erlebt, die zum ersten Mal seit 38 Jahren der Kernschatten des Mondes auf dem Festland traf?

Abenteuer Astronomie Laut einer Analyse von Sozialforschern haben sich rund 88% der erwachsenen Amerikaner – 215 Millionen – die Sonnenfinsternis mit eigenen Augen oder zumindest online angeschaut. Erstaunliche Zahlen...

► **Fred Espenak:** Leider wurde dabei nicht zwischen partieller und totaler Sonnenfinsternis unterschieden. Aber es ist gleichwohl beeindruckend, dass sich so viele Leute die Zeit genommen haben, zumindest einen Aspekt der Finsternis anzuschauen. Das zeigt, dass es da draußen großes Interesse an Astronomie gibt. Verlässliche Zahlen über die Zahl der Menschen in der Totalitätszone gibt es erst aus ein paar Bundesstaaten. In South Carolina zum Bei-

spiel hat man abgeschätzt, dass rund 1,6 Millionen Menschen hinein gereist sind – und da sind diejenigen, die dort ohnehin wohnen, nicht mitgezählt.

Abenteuer Astronomie Andererseits hört man immer wieder Geschichten, wie Amateurastronomen vergeblich versucht haben, Freunde und Kollegen in den Totalitätsstreifen zu locken – selbst, wenn die Fahrt nicht weit gewesen wäre.

► **Fred Espenak:** Oh ja, viele haben es einfach nicht begriffen. Ein paar meiner Nachbarn in Arizona, zwar Amateurastronomen, aber ohne Finsterniserfahrung, konnte ich immerhin bewegen, mit mir nach Wyoming zu fahren. Und selbst sie haben nach der Finsternis gesagt: Ich hatte keine Vorstellung, wie das sein würde, ich war nicht vorbereitet. Man muss immer wieder betonen, dass das Erlebnis so völlig



▲ Abb. 2: Fred Espenak mit optischem Gepäck bei der Sonnenfinsternis 2017 in Casper, Wyoming: vier Teleskope und 17 Kameras.

un-alltäglich ist – und es ist kaum möglich, das zu vermitteln. Man kann Videos, Fotos zeigen, und am besten kann man wohl mit Tonaufnahmen demonstrieren, dass da etwas Spektakuläres passiert, bei all dem Geschrei ...

Abenteuer Astronomie Jetzt wo es so viele Augen- und Ohrenzeugen gibt, wird es bei nächsten totalen Finsternis in den USA – in nur sieben Jahren – wohl anders sein?

► **Fred Espenak:** Ich denke, dann werden viel mehr Leute motiviert sein, hinzufahren. Wer die Finsternis 2017 gesehen hat, hat 2024 bestimmt schon auf dem Kalender. Und diesmal wird auch die Familie mitgeschleift, die 2017 noch keine Lust hatte. Der Totalitätsstreifen verläuft 2024 nicht von Küste zu Küste, aber dafür ist er fast doppelt so breit wie 2017: Da gibt's immer noch eine Menge Platz. Leider sind die Wetteraussichten im April nicht so vielversprechend, wie sie es 2017 waren: Es werden mehr Pech haben als diesmal.

Abenteuer Astronomie Kann man schon sagen, ob dank der Sonnenfinsternis die wissenschaftliche Bildung im Land gestiegen ist?

► **Fred Espenak:** Dazu ist es noch zu früh, aber zumindest für kurze Zeit hat die Finsternis im Sommer Interesse für Astronomie geweckt. Man darf aber hoffen, dass bei manchen – vor allem jungen – Leuten eine längere Wirkung zurückbleibt. Wie Schulen mit der Finsternis um-

gegangen sind, war uneinheitlich. Mancherorts wurden die Schüler in Klassenräume gesperrt, anderswo gab es organisierte Beobachtungen – und wieder woanders blieben die Schulen am Finsternistag einfach zu: Der fiel genau mit dem Beginn des Schuljahrs zusammen, und so konnte man sich die Beschäftigung mit der Finsternis einfach ersparen.

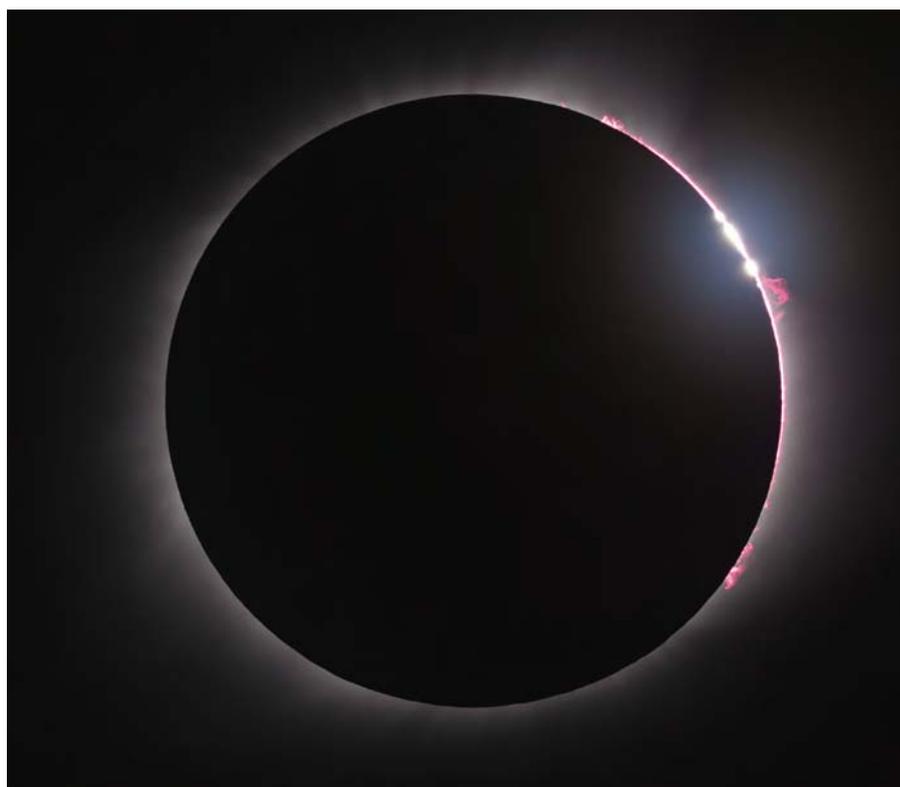
Abenteuer Astronomie In Amerika ist ja alles ein bisschen größer und verrückter... sagt man. Gab es da besonders kuriose Dinge?

► **Fred Espenak:** Freunde von mir waren in Glendo in Wyoming – und ein paar Minuten vor der Totalität ließ jemand eine Meile entfernt zwei Heißluftballons aufsteigen. Die drifteten in ein, zwei Minuten sehr nahe an die Sonne heran. Was die da machten, war streng verboten, das war eine Sperrzone. Zehntausende Leute waren da, und die haben bestimmt dem einen oder anderen während der Totalität die Sicht genommen. Einer hat aber das Kennzeichen der Ballons aufgeschrieben: Die haben nachher noch mächtig Ärger mit der Luftaufsicht bekommen!

Abenteuer Astronomie Wohin geht denn die Reise 2024?

► **Fred Espenak:** Entweder nach Mexiko oder Texas: Da sind die Wetteraussichten nach den ersten, vorläufigen Analysen noch am besten. Aber vorher kommen natürlich noch andere totale Sonnenfinsternisse, die nächste 2019 in Südamerika. Die Tour, die ich begleiten werden, ist sogar schon ausgebucht und hat eine Warteliste. Wir haben 54 Teilnehmer, und der begrenzende Faktor war, dass wir in Chile nur 30 Hotelzimmer bekommen konnten. Das Interesse ist also groß...

Die Fragen stellte Daniel Fischer



▲ Abb. 3: Der dritte Kontakt mit einer spektakulären Protuberanz und Perlschnurphänomen – das Ende der Totalität.



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.

Von Bärtierchen, Mondstationen und fleckigen Raumanzügen

Salzburger Schüler informieren sich am ESTEC über die Zukunft der Raumfahrt

Mit vielen Fragen im Gepäck besuchte der Pluskurs Astronomie für Schüler das europäische Weltraumforschungs- und Technologiezentrum ESTEC in den Niederlanden. Sie lernten dabei nicht nur Interessantes über die europäische Raumfahrt und künftige Raumstationen auf dem Mond, sondern erfuhren auch, warum sich an einem ausgestellten Astronautenanzug braune Flecken befinden und wie man im All auf die Toilette geht.



▲ Abb. 1: **Sich einmal wie ein Kosmonaut fühlen:** In der Space Expo nahmen einige von uns in einer Sojus-Kapsel Platz. *Herbert Pühringer*

Wir waren 20 Schüler und zwei Lehrer vom Privatgymnasium der Herz-Jesu-Missionare, die sich morgens von Salzburg aus mit dem Zug auf den Weg in die Niederlande gemacht hatten und schließlich nach rund zehn Stunden Fahrt die alte Universitätsstadt Leiden erreichten. Leiden ist auch bekannt für seine alte Sternwarte, wo wir von einem Studenten eine Führung erhielten.

Am nächsten Morgen machten wir uns in einem überfüllten Bus dann auf den Weg von Leiden nach Noordwijk zur ESA. Dort angekommen,

wurden wir von einem sehr freundlichen ESA-Mitarbeiter empfangen und bekamen als Erstes einen kurzen Vortrag über die Aufgaben, Erfolge, Ziele und Pläne der europäischen Raumfahrtbehörde. Interessant war für uns, dass mehr als ein Drittel des Budgets (5,25 Milliarden €) nur für Erdbeobachtungen ausgegeben wird und für die Erforschung des Weltraumes wenig Geld überbleibt. Das Galileo-Projekt, das für die Navigation der Europäer gedacht ist, wird voraussichtlich 2018 voll einsatzfähig sein. Leider ist es für unsere Handys noch nicht geeignet. Dafür würden wir einen anderen Chip benötigen.

Duplikate und robuste Bärtierchen

Anschließend betraten wir nach einer Passkontrolle das eigentliche ESTEC-Gelände. ESTEC steht für »European Space Research and Technology Centre«. Erste Station war eine große Halle, in der alle Gerätschaften als Duplikate aufgebaut waren, die derzeit aktuelle Projekte betrafen. Sollte im Weltraum ein Problem auftreten, so kann man mit den Duplikaten am Boden eine Lösung suchen, die dann im Weltraum auf das Original angewendet wird. So zum Beispiel bei einem Nachbau des Columbus-Labors in Originalgröße. Die Internationale Raumstation ISS ist im Maßstab 1:10 nachgebildet. Damit lässt sich die richtige Stellung der Sonnensegel und die Positionierung der Funkeinrichtung zur Erde simulieren.

Unter den Raumsonden befand sich auch das Landemodul Schiaparelli, welches 2016 am Mars wegen eines Softwarefehlers, der hier analysiert wurde, zerschellte. Außerdem sahen wir eine Raumsonde, welche speziell für Tests für den Wiedereintritt in die Atmosphäre gebaut und auch schon eingesetzt wurde. Zu unserer aller Überraschung wurde die wertvolle Messtechnik nicht nur durch Hightech-Werkstoffe aus Keramik geschützt, sondern auch durch ganz normalen Kork.

In einem luftdicht abgeschotteten Raum, in dem eine Marslandschaft nachgebildet war, sa-



▲ Abb. 2: Die Teilnehmer der Exkursion vor dem Nachbau des europäischen Raumfahrtlabors Columbus am ESTEC der ESA. *Rafael Ragginger*

ßen Wissenschaftler und testeten Rover, die eigenständige Entscheidungen treffen mussten. Einen großen Eindruck hinterließ bei mir das Experiment mit Bärtierchen. Ein Großteil dieser Tierchen überlebte, obwohl sie 18 Tage im Weltall ohne Schutz vor Kälte und der Weltraumstrahlung im Vakuum ausgesetzt waren.

Mondstation aus dem 3D-Drucker

Anschließend verließen wir die Halle wieder und drangen nun tiefer in das ESTEC-Laborgelände ein. In den Gängen zwischen den Laboren, wo wir als Besuchergruppe leider nicht reindurfen, bekamen wir bereits entwickelte oder in Arbeit befindliche Technologien präsentiert. So zum Beispiel auch wie weit man heutzutage bereits mit dem Einsatz von 3D-Druckern ist. So kann man am ESTEC etwa Werkzeuge aus Titan drucken. Durch die stetige Weiterentwicklung des 3D-Drucks soll auch eine Vision der ESA, mit anderen Staaten ein Dorf auf dem Mond zu errichten, realisiert werden. Man will ein Landemodul auf den Mond schicken, in das eine Luftschleuse integriert ist. Auf der anderen Seite wird ein Zelt aufgeblasen, das als Wohn- und Arbeitsraum dienen wird.



▲ Abb. 3: Höhepunkt der »Space Expo« für viele von uns: eine bereits verwendete Sojus-Kapsel. Die Spuren vom Wiedereintritt sind deutlich zu erkennen. *Herbert Pühringer*

Um die Bewohner vor Minimetereiten und Weltraumstrahlung zu schützen, soll eine bis zu drei Meter dicke Hülle aus Mondstaub von den 3D-Druckern geschaffen werden, die das Zelt mitsamt dem Modul überspannt. Es wird jetzt geforscht, wie man den Mondstaub zu betonähnlichem Baumaterial verbinden kann. Wir konnten schon einen 1,5 Tonnen schweren gedruckten Steinblock besichtigen. Falls der Bau dieser Mondstation wirklich gelingt, könnte diese als Ersatz der nur bis 2025 betriebenen ISS dienen.

Braune Stellen im Raumanzug

Letzte Station unseres Besuchs war eine Besichtigung der »Space Expo«, welche sich direkt neben dem ESA-Standort befindet. Hier konnten wir Modelle von Raumsonden und Satelliten und Raketentriebwerken bestaunen – und einen originalen Raumanzug, der allerdings einige braune Stellen hatte. Natürlich war die Erklärung dafür nicht die, an die viele von uns sofort dachten: Die braunen Stellen wurden durch Schokoeier verursacht, die der Astronaut Andre Kuipers mitgenommen hatte und die geschmolzen waren. Man konnte sich in der »Space Expo« aber anschauen, wie man im All auf die Toilette geht: Es gab nämlich einen betretbaren Nachbau der ISS, der neben mehreren Modulen auch eine Toilette umfasst. Diese besteht aus einem Schlauch fürs kleine Geschäft und einer umgeänderten Kloschüssel, an der man sich festbindet, um seine großen Angelegenheiten zu regeln. Highlight der »Space Expo« war für uns aber eine echte, bereits verwendete Sojus-Kapsel, mit welcher Astronauten ins All gebracht wurden.

► Yannick Voithofer,
Isabella Wizani und Elisa Bauer
Pluskurs Astronomie des Privatgymnasiums
der Herz-Jesu-Missionare



► Abb. 4: Der Raumanzug des ESA-Astronauten Andre Kuipers mit bräunlichen Flecken. *Herbert Pühringer*

WENN DIE KAMERA DAS AUGEN ERSETZT

Electronically Assisted Astronomy, Teleskop-Selbstbau und Kaufberatung bei astrotreff.de



▲ Abb. 1: Aufnahme der Gamma-Cygnis-Region, die bei Astrotreff.de diskutiert wurde. Das Bild entstand mit einem Takahashi Astrographen e 200 und einer modifizierten Sony A7R aus 27 Aufnahmen mit jeweils 5min Belichtungszeit bei ISO 1250. *Bruno Mattern*

Die Objekte des nächtlichen Sternenhimmels kann man auf verschiedene Weise fotografieren. Langzeitbelichtungen lassen viele Details, etwa von Galaxien, erkennen. Bilder mit kurzen Belichtungszeiten geben einen groben Überblick und gleichen in einigen Fällen eher dem visuellen Eindruck. Und genau darum geht es bei der EAA-Fotografie. EAA steht dabei für »Electronically Assisted Astronomy«, also »Elektronische Unterstützung bei der Astronomie«. Hier wird das menschliche Auge durch eine DSLR-Kamera oder eine Webcam ersetzt und das gewonnene Bild direkt ins Internet übertragen. Das kann beispielsweise Schulungsveranstaltungen und öffentliche Vorträgen deutlich attrak-

tiver machen. Voraussetzung für eine »echte« EAA-Aufnahme ist jedoch, dass das Bild »live« eingespielt wird und alle Bearbeitungsschritte in Echtzeit erfolgen müssen. Bei Astrotreff.de wurden einige der bei Live-Übertragungen erzeugten Bilder ohne nähere Bildbearbeitung gezeigt und diskutiert. Interessant sind vor allem die mit verschiedenen Kamerasystemen gewonnenen Bilderergebnisse, die sehr unterschiedlich ausfallen, aber auch das Potential dieser elektronischen Beobachtungsmethode offenbaren. Ins Visier genommen wurden dabei prominente Objekte wie NGC 2261 (Hubbles Veränderlicher Nebel, vgl. Stoyans Sky in diesem Heft), M 42, NGC 2573 mit NGC 2573A und IC 2233, M 81 und M 82,

M 97 und M 108. Anhand einiger Beispielbilder und Screenshots wurde beschrieben, wie man leichte Bildanpassungen während der Liveübertragung vornehmen kann, ohne dabei in die Bildverarbeitung einzusteigen.

Astrobilder in der Diskussion

Sehr beliebt bei Astrotreff.de sind die Unterforen, in denen man einfach nur seine Bilder posten kann und diese diskutiert werden. Ein Beispiel dafür ist das »Bilderforum Interstellare Objekte (Deep Sky)«. So präsentierte ein Themenstarter ein Bild der bekannten Gamma-Cygni-Region, das er von einem Standort in der Lüneburger Heide aus mit einer modi-



▲ Abb. 2: Die Galaxie M 51, Live-Bild mit EAA-Technik aufgenommen mit einer ASI290MC-Kamera, 2000 Einzelbilder zu je 5 Sekunden bei Gain 351. Markus Meel

fizierten Fotokamera aufgenommen und mit einem Stacking-Programm weiterverarbeitet hat. Das Besondere dabei: Die sehr detailreiche Aufnahme entstand Ende Juli am Ende der Mitternachtsdämmerung vor dem Herannahen einer Schlechtwetterfront. Neben Lob für die Aufnahme gab es auch leise Kritik an der für einige Fotografen zu harten, d.h. zu kontrastreichen Bearbeitung des Bildes und einem leichten »Farbrauschen« im Hintergrund, obwohl bei der Bildverarbeitung nur ganz sanfte Schritte vorgenommen wurden. Das zeigt die Schwierigkeit des Objektes mit sehr hellen und sehr lichtschwachen Bildpartien.

Gesucht: Bestes Instrument zum Wiedereinstieg

Für viele (Wieder-)Einsteiger in das Hobby Astronomie stellt sich die Frage, für welchen Instrumententyp sie sich entscheiden sollen, insbesondere wenn es nur ein begrenztes Budget oder andere Vorgaben gibt. So wurde in einem Astrotreff-Thread diskutiert, wie man ein Gerät findet, mit dem man mobil bleibt, das aber trotzdem die Option für viele Beobachtungsmöglichkeiten (Mond, Planeten, Deep-Sky) und die Astrofotografie bietet. Gesucht wurde ein Allrounder für die kommen-

INTERAKTIV

Netznews

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

SURFTIPPS

- EAA-Aufnahmen
- Gamma-Cygni-Region
- Dobson oder Feldstecher
- 12-Zöller-Selbstbau

KurzLink: oc1m.de/a12081

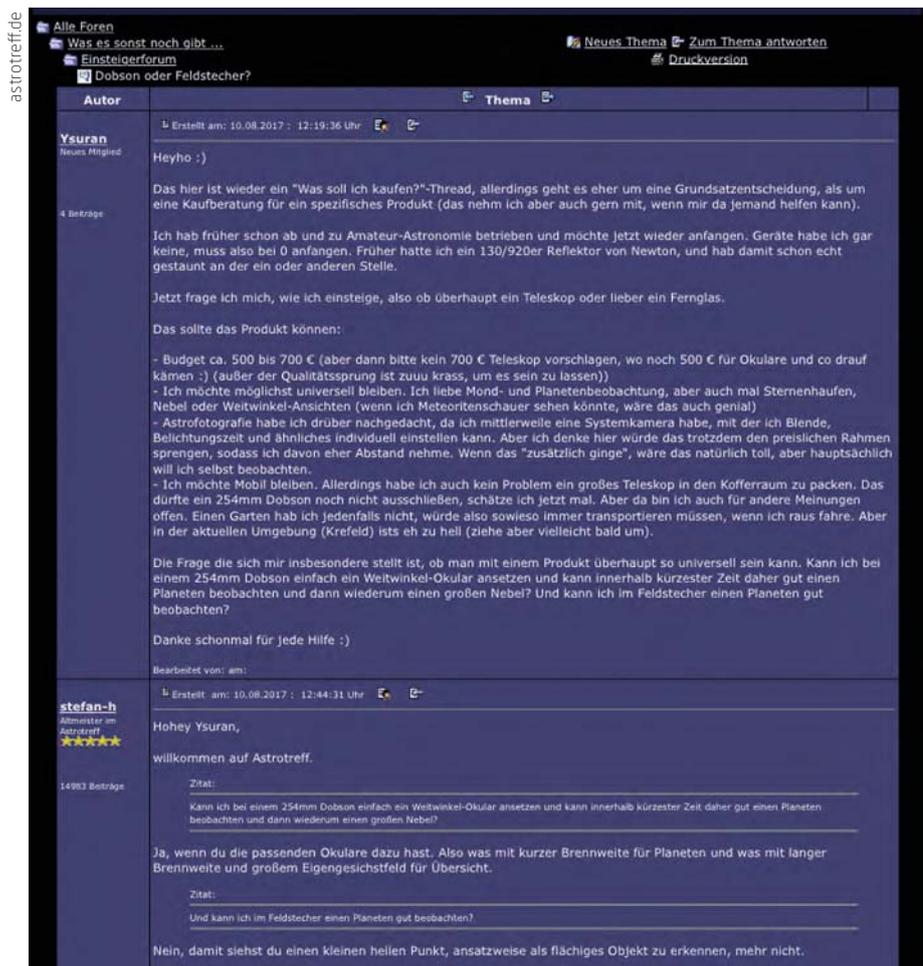
den Jahre, der möglichst viel »Luft nach oben« hat, um sich weitere Beobachtungsgebiete zu erschließen. Empfohlen wurden schließlich nicht ein, sondern zwei Instrumente: ein 8-Zoll-Dobson mit einigen ausgewählten Okularen mit unterschiedlichen Brennweiten und ein Fernglas mit einem großen Gesichtsfeld, das gut für Übersichten geeignet ist und überall leicht mit hingenommen werden kann.

Spiegelteleskop selbst gebaut

Es ist nicht ungewöhnlich, dass sich – nicht nur aus Kostengründen – Sternfreunde mit bastlerischem Geschick und Zugang zu einer Werkstatt ihr Teleskop selbst bauen. Beim Astrotreff ging es beispielsweise um den Selbstbau eines 12-Zöllers, insbesondere um die Probleme beim Grobschliff, die Schleifmasse, den eigentlichen Schleifvorgang oder den Krümmungsradius des Spiegels. Zur Herstellung eines Fernrohres gehört aber nicht nur der Spiegel, sondern auch der Tubus und die richtige Positionierung des Okularauszuges. Die Frage, ob man einen Volltubus oder doch lieber Stangen nimmt, ist nicht unerheblich. Im Forum werden die einzelnen Schritte bei der Produktion des neuen Fernrohres dokumentiert und auch andere »Spiegelschleifer« geben Erfahrungen wieder oder berichten über eigene, aktuell laufende Projekte.

► Manfred Holl

◀ Abb. 3: Screenshot des Astrotreff-Threads zur Frage: Dobson oder Feldstecher.



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

Warum ich immer wieder auf den SoFi-Stau hereinfalle

Kurz vor der »Great American Eclipse« vom August 2017 überschlugen sich die Warnungen vor gigantischen Verkehrsstaus, zusammenbrechendem Internet und Versorgungsengpässen. Diese Horrorszenarien kenne ich seit Jahren von anderen Finsternissen – sie treten nie ein.

Warum schaffe ich es nicht, sie einfach zu ignorieren?



P. Hombach

▲ Abb. 1: Kein Stau, nirgends. Straßenszene nahe Redmond in Oregon kurz nach der Finsternis.

Wo immer der Mondschatten besiedelte und hoch motorisierte Gegenden dieses Planeten streift, wird mit einer Stampede eklipsophiler Automobilisten gerechnet. Ausgebuchte Hotels, leer getankte Tankstellen - »bringen Sie mehrere Gallonen Wasser mit«. So auch bei der diesjährigen SoFi. Gewiss, es ist sinnvoll, sich im Zielgebiet rechtzeitig um ein Quartier zu bemühen, wenn man eine größere Reisegruppe unterbringen möchte. Im Fall der USA-SoFi war unser Standort jahrelang vorher vom Reiseveranstalter gebucht worden. Mit näher rückender SoFi stiegen die Hotelpreise, wurden Garageneinfahrten zu Eclipse-Standplätzen hochgejazzt, für nur 200\$ pro Nacht. Solche Leute haben sich allerdings mehrheitlich verzockt und blieben auf den Angeboten sitzen.

Panik-Beschleunigung im Internet

Wenige Tage vor der USA-SoFi machen Bilder in Foren die Runde, die einen »Mega-Stau« in Oregon zeigen. Bei einer Tankstelle ist offenbar kurzzeitig das Benzin alle. Die Berichte verbreiteten sich wie ein Lauffeuer. Ich bin beunruhigt. Im TV und auf Warntafeln über den Highways wird vor massiven Beeinträchtigungen gewarnt.

Am SoFi-Tag fahren wir über weitgehend leere Straßen. Weniger trivial sind die zu dieser Jahreszeit herrschenden Waldbrände in der Region – da sind wir einfach glimpflich davongekommen! Und von einem überlasteten Internet kann keine Rede sein. Heerscharen twitternder Astronomen machen nicht mehr Datenverkehr als üblich. Meine SoFi-Fotos sind jedenfalls zeitnah auf abenteuer-astronomie.de zu sehen.

Kommet zuhauf! Offenbar nicht...

Ist vielleicht das Interesse der jeweiligen Bevölkerung im Finsternisgebiet gar nicht so groß, wie man meinen könnte? Der Finsternis-Fan ist geneigt, von seinem Enthusiasmus auf den Mobilisierungsgrad anderer zu schließen. Nach dem Motto: Wenn ich schon Tausende Kilometer für ein paar Sekunden Totalität reise, dann müssen doch die Ortsansässigen erst recht in Massen herbeiströmen. Ernüchternd und lehrreich ist hier das Erlebnis eines mitreisenden Astrofotografen, das er mir beim Post-Eclipse-BBQ mit ehrlicher Fassungslosigkeit erzählte: Unsere Hotelanlage in Oregon hatte genau auf der Grenze der Totalitätszone gelegen, weswegen die 150 angereisten SoFi-Touristen am Morgen des 21. August 2017 mit Bussen zu ihrem Beobachtungsplatz im Kernschatten gekarrt wurden.

Interessant wäre es gewesen, von Mitarbeitern des Resorts zu erfahren, ob die SoFi dort nun noch hochgradig partiell oder schon total gewesen war. »Ich habe geschlafen«, bekennt eine Angestellte auf Nachfrage des Astrofotografen freimütig. Die Great American Eclipse freiwillig verpennt? Wir können es kaum glauben!

Beim nächsten Mal ist alles genau so

Zurück in Deutschland esse ich verschämt die unangebrochene Notration Studentenfutter. Werde ich nun bei der nächsten Sonnenfinsternis alle Warnungen ignorieren? Wohl kaum. Nehmen wir Texas 2024. Was, wenn 2017 alle Amerikaner auf den Geschmack gekommen sind? Sich Menschen, die die SoFi verschlafen haben, ärgern und jetzt erst recht zu den Plätzen mit der besten Wetterstatistik wollen? Dann setzten sich alle ins Auto und fahren los, bringen mehrere Gallonen Wasser mit und tanken die Tankstellen leer. Oder auch nicht. Das weiß man eben erst hinterher.

Übrigens: Den einzig relevanten Stau erlebte ich doch noch am Tag nach der Finsternis auf dem Weg zum Flughafen Portland, da wurde es fast eng mit dem Rückflug. Na also, geht doch!

► Paul Hombach



Termine für Sternfreunde Dezember 2017 / Januar 2018

Um die Weihnachtszeit finden weder große Teleskoptreffen noch astronomische Tagungen statt. Wir präsentieren daher an dieser Stelle eine Auswahl von Ausstellungen, die bei jedem Wetter besucht werden können.

Astronomiemuseum der Sternwarte Sonneberg
www.astronomiemuseum.de
 D-96515 Sonneberg

Das Museum bietet ein vielfältiges Programm für die ganze Familie. Lernen Sie die Sonne, Planeten und andere Himmelskörper besser kennen. Erfahren Sie mehr über die Sternbilder und tauchen Sie ein in die Tiefen des Kosmos.

Deutsches Museum
www.deutsches-museum.de
 D-80538 München

Auf 1100m² zeigt das Museum Exponate zur Astronomie. Außerdem verfügt es über ein Planetarium, ein Sonnenteleskop und einen Planetenweg der Isar entlang.

Arche Nebra
www.himmelsscheibe-erleben.de
 D-06642 Nebra

Das Informationszentrum zur berühmten Himmelscheibe beherbergt eine Dauerausstellung und ein Planetarium. Darüber hinaus bietet die Arche Nebra ein umfangreiches Veranstaltungsprogramm an.

RiesKraterMuseum Nördlingen
www.rieskrater-museum.de
 D-86720 Nördlingen

Das Nördlinger Ries ist ein etwa 25 Kilometer durchmessender Einschlagkrater, der vor etwa 15 Millionen Jahren entstand. Die Dauerausstellung ist den Kleinkörpern unseres Sonnensystems im Allgemeinen und dem Ries-Impakt im Besonderen gewidmet.

Technik Museum Speyer
speyer.technik-museum.de
 D-67346 Speyer

Die russische Raumfähre Buran ist sicherlich ein Highlight in der Raumfahrtausstellung dieses Museums. Im IMAX-Dome werden auch Filme zu Astronomie- und Raumfahrtthemen gezeigt.

Deutsche Raumfahrt Ausstellung Morgenröthe-Rautenkranz e.V.
www.deutsche-raumfahrt-ausstellung.de
 D- 08262 Muldenhammer

Sigmund Jähn, der erste Deutsche im Weltall, ist der berühmteste Sohn dieser Stadt im Vogtland. Seine Exponate bildeten den Grundstein des Museums, das sich aber längst der gesamten Weltraumforschung widmet.

Kepler-Museum
www.kepler-museum.de
 D-71263 Weil der Stadt

Das Museum im Geburtshaus von Johannes Kepler wird von der Kepler Gesellschaft e.V. unterhalten. Neben dem Museum betreut der Verein auch die Kepler-Sternwarte und einen Planetenweg.



LESERBRIEFE

Ich möchte mir gern ein Fernglas kaufen, das stark genug ist, auch den Saturn mit seinen Ringen zu sehen. Nun lese ich natürlich jede Ausgabe der Zeitschrift durch. Ich erkenne daran aber nicht, für welches Fernglas ich mich entscheiden müsste. Ich möchte mit beiden Augen sehen und das Fernglas in den Händen halten und über den Himmel schwenken. Dabei könnte ich auch in der Wohnung an einem offenen Fenster stehen. Es wäre einfacher für mich. Den Sternenhimmel kenne ich ganz gut, ich würde die interessantesten Objekte auch ohne Justierung finden. Ein schweres Fernglas stellt kein Problem dar. Ich habe von alten Kameras verschiedene Stative, die sich als Hilfe herrichten lassen würden. Nun bitte ich Sie um einen guten Rat.

Rita Pätzold

Um den Saturn mit seinen Ringen deutlich erkennen zu können, benötigen Sie ein sogenanntes Großfernglas mit einer Öffnung von etwa 80mm oder mehr. Das Fernglas sollte außerdem mindestens eine 20-fache Ver-

größerung ermöglichen. Ein solches Fernglas ist allerdings nicht ohne Stativ in der Hand zu halten. Für einen komfortablen Einblick ist es günstig, dass das Fernglas einen 45°- oder 90°-Einblick besitzt. Damit ist auch eine bequeme Beobachtung in der Nähe des Zenits möglich. Auch die Montierung für ein solches Fernglas muss stark genug sein und einige Kilogramm an Gewicht tragen können.

Alternativ zu einem Großfernglas ist ein bildstabilisiertes Fernglas ein schönes Beobachtungsinstrument für den Nachthimmel. Damit lassen sich zwar die Ringe des Saturn nur andeutungsweise erkennen, die elektronische Bildstabilisation ermöglicht jedoch ein sehr ruhiges Bild, das der Beobachtung mit einem Stativ nahekommt.

Lambert Spix



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

BLICK IN DIE ZUKUNFT DER ASTRONOMISCHEN FORSCHUNG

Neue Denkschrift zeigt Perspektiven der Astrophysik in Deutschland auf

Einer der Höhepunkte der diesjährigen Herbsttagung der Astronomischen Gesellschaft in Göttingen war die Vorstellung der neuen »Denkschrift«, die die aktuellen Schwerpunkte der astronomischen Forschung in Deutschland beschreibt und Perspektiven für die kommenden Jahre aufzeigt. Tatsächliche Probleme werden darin eher am Rande angesprochen.

Über 400 Astronomen aus dem In- und Ausland trafen sich Mitte September zur jährlichen Herbsttagung der Astronomischen Gesellschaft (AG) in Göttingen. Einer der Höhepunkte in diesem Jahr war, neben der Verleihung der Karl-Schwarzschild-Medaille an Prof. Dr. Richard Wielebinski vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie (vgl. Interview in Abenteuer Astronomie 11), die Vorstellung einer neuen »Denkschrift«. Es ist das vierte Dokument dieser Art – nach Denkschriften in den Jahren 1962, 1987 und 2003.

Beteiligung an ESO, ESA & Co.

Die neue Denkschrift trägt den Titel »Perspektiven der Astrophysik in Deutschland 2017–2030 – Von den Anfängen des Kosmos bis zu Lebensspuren auf extrasolaren Planeten«. Der Rat Deutscher Sternwarten als Vertretung der wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen in der AG stellt darin den Stand der astrophysikalischen Forschung in Deutschland vor und gibt Handlungsempfehlungen für das kommende Jahrzehnt.

Konkrete Forderungen finden sich in der Denkschrift kaum, stattdessen werden Empfehlungen gegeben: So wird etwa die Beteiligung der deutschen Astronomie an den wesentlichen internationalen Infrastrukturen, dem Extremely Large Telescope und den weiteren Einrichtungen der europäischen Südsternwarte ESO in Chile und dem European Solar Telescope auf Teneriffa für erforderlich gehalten. Zudem spricht man sich für ein starkes Engagement Deutschlands in der Weltraumforschung aus. Besondere Erwähnung findet das in Südafrika und Australien geplante Radioteleskop Square Kilometre Array (SKA). Lange Zeit hatte Deutschland bei dessen Planung eine führende Rolle gespielt, bis die deutsche Beteiligung zum Entsetzen der Radioastronomen überras-



▲ Abb. 1: Stolz auf die neue Denkschrift: Prof. Dr. Sami K. Solanki (von links), Prof. Dr. Matthias Steinmetz, Prof. Dr. Eva Grebel, Prof. Dr. Joachim Wambsganz und Prof. Dr. Jörn Wilms.

chend vom zuständigen Ministerium in Berlin gekündigt worden war. Inzwischen hofft man, in Zukunft zumindest wieder eine assoziierte SKA-Mitgliedschaft erreichen zu können.

Zu wenig Geld für Instrumente

Probleme in der astronomischen Forschungslandschaft in Deutschland werden in der Denkschrift eher indirekt angesprochen. Bei der Pressekonferenz zur Vorstellung wurde man hingegen deutlicher: Hier wurde auf die Unterfinanzierung des deutschen Raumfahrtprogramms hingewiesen. Deutschland würde zwar einen beträchtlichen Beitrag zum ESA-Haushalt leisten und damit zahlreiche europäische Raumfahrtmissionen mitfinanzieren, die Instrumente der ESA-Sonden aber müssen zusätzlich aus nationalen Mitteln finanziert werden und hier fehlt immer wieder das Geld. Von den deutschen ESA-Beiträgen hätten deutsche Wissenschaftler also vergleichsweise wenig, weil ihnen oft das Geld für Instrumente fehlt. Eine Erhöhung der Mittel des nationalen Programms um 10 bis 20 Prozent wurde als dringend notwendig angesehen,

wird aber so konkret in der Denkschrift dann doch nicht gefordert.

Ein weiteres Problem sind die fehlenden Perspektiven für den »akademischen Mittelbau«, was insbesondere bei langfristigen Raumfahrtprojekten fatale Folgen haben könnte: Da Zeitverträge nicht beliebig verlängerbar sind, hätten schon Experten aufgrund arbeitsrechtlicher Bestimmungen entlassen werden müssen. Wichtiges Wissen ist dadurch verlorengegangen.

Wozu die deutsche Astronomie fähig ist und worauf sie auch mit Recht stolz sein kann, war im Anschluss der Pressekonferenz im Foyer des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung zu besichtigen: Hier werden unter anderem Modelle der Kometensonden Rosetta und Philae ausgestellt – eine Erfolgsmission, an der deutsche Wissenschaftler einen großen Anteil hatten. ▶ Stefan Deiters



SURFTIPPS

- Die neue Denkschrift

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a12086

Astronomie vor Ort

Neuigkeiten und Veranstaltungen unserer Partner-Sternwarten

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



Bayern

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

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

Fr. 8.12.2017, 20:00 Uhr
 Missionen zu den Kleinkörpern des Sonnensystems – Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse
 Sven Seeberg, Sternwarte Regensburg

Nordrhein-Westfalen

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

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

November
Sa. 18.11.2017, 18:00 - 5:00 Uhr
 Leonidennacht
Fr. 24.11.2017, 17:00 - 19:00 Uhr
 Sternwanderung
Fr. 24.11.2017, 19:30 - 21:30 Uhr
 Sternwanderung

Fr. 24.11.2017, 22:00 - 24:00 Uhr
 Sternwanderung
Sa. 25.11.2017, 17:00 - 19:00 Uhr
 Sternwanderung
Sa. 25.11.2017, 19:30 - 21:30 Uhr
 Sternwanderung
Sa. 25.11.2017, 22:00 - 24:00 Uhr
 Sternwanderung

Dezember
Fr. 8.12.2017, 18:00 - 20:00 Uhr
 Sternwanderung
Fr. 8.12.2017, 20:30 - 22:30 Uhr
 Sternwanderung
Fr. 8.12.2017, 23:00 - 1:00 Uhr
 Sternwanderung
Sa. 9.12.2017, 18:00 - 20:00 Uhr
 Sternwanderung
Sa. 9.12.2017, 20:30 - 22:30 Uhr
 Sternwanderung
Sa. 9.12.2017, 23:00 - 1:00 Uhr
 Sternwanderung

Österreich

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

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

Schweiz

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

Sternwarte geöffnet
 jeden Mittwoch ab 19:00 Uhr.

Zusätzlich Veranstaltungen des Planetariums jeden Mittwoch, Freitag, Samstag und Sonntag

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

Ab 2018:
 das neue kostenlose Sternwarten-
 Programm mit vielen Vorteilen.

Informationen unter: <https://abenteuer-astronomie.de/sternwarten-programm/>

DAS ERLEBNIS EINES STERNREICHEN NACHTHIMMELS

Zahlreiche Aktivitäten in der Eifelregion sprechen auch eine breite Öffentlichkeit an

Die Astronomie-Werkstatt »Sterne ohne Grenzen« bietet auf dem Internationalen Platz Vogelsang IP, inmitten des Sternenparks Nationalpark Eifel, Angebote rund um das Naturerlebnis sternenreicher Nachthimmel in deutscher und englischer Sprache an.

Medienzentrum des Kreises Euskirchen



▲ Abb. 1: Nächtliche Beobachtungen locken zahlreiche Interessierte an.

Das Angebot umfasst Workshops u.a. zur Handhabung des eigenen Fernrohrs, Multimedia-Präsentationen und Ausstellungen sowie angeleitete und eigenständige Sternbeobachtungen. Diese vermitteln anschaulich den Wert der natürlichen Nacht und machen die Bedeutung des Sternenhimmels konkret erfahrbar. Mit Teleskopen und Großfeldstechern werden in der Dunkelheit und tagsüber spannende Himmelsbeobachtungen durchgeführt. Für besondere Anlässe wie z.B. Geburtstagsfeier, Be-

triebsausflug, Klassentreffen, Jubiläum oder andere Gelegenheiten können interessierte Gruppen ein individuell abgestimmtes Programm buchen.

Das wechselnde öffentliche Programm richtet sich an alle Zielgruppen, ist für Kinder ab 8 Jahren geeignet und enthält unter anderem geführte Sternenwanderungen am Nachthimmel mit astronomischen Instrumenten, Beobachtung der Sonne mit Spezialteleskopen sowie informative und unterhaltsame Vorträge zu verschiedenen Themen der Astronomie, zum Wert einer

natürlichen Nachtlandschaft und zur Bedeutung der Lichtverschmutzung für Mensch und Natur.

Das Programm im Jahr 2017 bestand aus über 80 öffentlichen Sternbeobachtungsangeboten, die größtenteils auf der Sternwarte auf dem Internationalen Platz Vogelsang bei Schleiden durchgeführt wurden. Dazu kamen weitere Veranstaltungen, die an verschiedenen Plätzen in der Eifelregion, zum Beispiel am »Weißer Stein« in Hellenthal-Udenbreth oder in der Stadt Heimbach, durchgeführt werden. Das Programm für 2018 wird in Kürze veröffentlicht. Etwa 3000 Buchungen pro Jahr von Gästen aus der Region, aber auch aus fernen Ländern wie China oder Indien mit steigender Tendenz, heben den touristischen Wert der Angebote für die Region hervor, denn viele Besucher sind Übernachtungsgäste.

Die Sternwarte beteiligt sich mit mobilen Teleskopen auch an vielen Events in der Region, zum Beispiel an der Sternenwoche Rureifel oder dem »Tag der Parke« in Schleiden-Dreiborn. Gerade diese Aktivitäten vor Ort sprechen eine breite Öffentlichkeit an und lässt sie über den Wert der Nacht nachdenken. Die Auswirkungen der Lichtverschmutzung sind dabei natürlich auch immer wieder ein Thema und viele Teilnehmer haben auch während der nächtlichen Heimfahrt ein »Aha«-Erlebnis: »Auf der Rückfahrt nach Hause ist mir erst richtig aufgefallen, wie viele Leuchten viel zu hell und blendend sind. Morgen melde ich mich mal bei der Stadtverwaltung.« Gut so, denn für den Erhalt des Naturerlebnisses »Sternreicher Nachthimmel« müssen sich immer mehr Menschen einsetzen, damit eine belastungsarme Beleuchtung überall zum Standard wird.

► Harald Bardenhagen

Claudia Bender-Bardenhagen



▲ Abb. 2: Die Astronomie-Werkstatt ist mit mobilen Teleskopen auf zahlreichen Events präsent.

SURFTIPPS

- Astronomie-Werkstatt »Sterne ohne Grenzen«

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a12090](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a12090)

DUNKLER HIMMEL UND GROSSE TELESKOPE

Ein Besuch in der Außenstelle der Sternwarte Regensburg

Durch die immer stärker werdende Lichtverschmutzung werden astronomische Beobachtungen von der Stadt aus immer schwieriger. Aus diesem Grund hat sich die Volkssternwarte Regensburg schon vor vielen Jahren dazu entschieden, einen Außenposten im Bayerischen Wald in Niederbayern einzurichten.



▲ Abb. 1: Fernab der Lichter der Großstadt bieten sich auf der Außenstelle der Sternwarte Regensburg ausgezeichnete Beobachtungsbedingungen. *Gottfried Meissner und Maximilian Weinzierl*

Fernab von größeren Orten oder gar Städten und umgeben von der Wildnis herrschen hier Bedingungen, von denen andernorts lediglich geträumt wird. Schon der Anblick der Milchstraße, die hier außerordentlich detailreich gesehen werden kann, ist beeindruckend. Außerdem können teilweise Objekte bereits mit bloßem Auge gesehen werden, die sonst nur durch das Teleskop bei entsprechender Vergrößerung sichtbar sind. So ist beispielsweise M 13 eindeutig als Nebelfleck schon freitägig erkennbar, sogar M 33 konnte ab und zu zumindest indirekt ohne optische Hilfsmittel ausgemacht werden. Dies spiegelt sich auch in der Grenz-

größe wider, die häufig knapp unter der 6^m-Grenze liegt.

Um unter diesen Bedingungen auch angemessene Instrumente zur Verfügung zu haben, entschied man sich, einige große Geräte zu installieren. Schon in den 1980er Jahren wurde unter Mitwirkung von Philipp Keller und Wolf-Peter Hartmann ein 40cm f/6 Newton auf einer schweren Liebscher-Montierung konstruiert, der durch eine Rolldach-Hütte vor dem Wetter geschützt wird. Dieser Newton ist für Planeten und Deep-Sky gleichermaßen ein hervorragendes Teleskop, das immer wieder große Freude macht. Später konnte eine zweite Hütte dazu erworben werden, die sich gänzlich auf Schienen nach Norden wegrollen lässt. Hier wurde zunächst ein 55cm f/4 Dobson mit Zambuto-Spiegel betrieben. Dank EQ-Plattform und Argo-Navis-Computer sind hier sehr komfortabel eindrucksvolle Beobachtungen möglich. Zuletzt wurde vor rund zwei Jahren das neue Schmuckstück der Sternwarte in Betrieb genommen: ein in jahrelanger Arbeit selbstgebautes Spiegelteleskop nach Newton-Bauweise mit einer Öffnung von 635mm und einer Brennweite von 2667mm. Der Tubus wurde von Egbert Wagner konstruiert und zusammen mit Martin Nafz geschweißt.

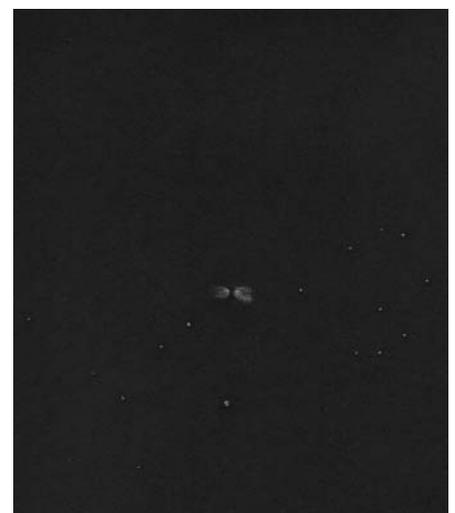
Um dieses Monstrum auch über den Himmel navigieren zu können, ist es auf einer ASA DDM 160 montiert, die aufgrund ihrer Funktionsweise mit Direktantrieb das Teleskop völlig lautlos und schnell am Himmel positioniert. Dies führt zu der kuriosen Situation, dass jede Bewegung des Gerätes vom Operator angekündigt werden muss, um zu vermeiden, dass herumstehende Beobachter mit dem schweren Gittertubus kollidieren. Auch Astronomie kann gefährlich sein!

Mithilfe dieses hervorragenden Teleskops unter einem überdurchschnittlichen Himmel werden viele neue Möglichkeiten der Beob-

achtung eröffnet. Zum einen können bereits bekannte und oft gesehene Objekte mit einer zuvor selten gesehenen Tiefe, Schärfe und Vergrößerung bestaunt werden, die so manchen erfahrenen Hobbyastronomen in Verzückung geraten lassen. Zum anderen lassen sich bei den richtigen Wetterbedingungen auch sehr lichtschwache und exotische Objekte beobachten.

So nutzte Matthias Bogner dieses Gerät bereits mehrfach aus, um damit nicht nur zu spechteln, sondern auch um Zeichnungen diverser Objekte zu erstellen. Sein bisheriges Meisterstück brachte er dabei Ende August 2017 zustande, als es ihm trotz mäßiger Durchsicht (Grenzgröße 5,8-6^m) gelang, den Egg-Nebel (CRL 2688) zu beobachten und schließlich durch ein 3,7mm-Ethos-Okular, also bei 720-facher Vergrößerung, zu zeichnen. Bei CRL 2688 handelt es sich um einen bipolaren protoplanetarischen Nebel mit einer visuellen Helligkeit von knapp 13^m.5. Nur sehr wenige visuelle Beobachter konnten den Egg-Nebel bisher überhaupt auffinden.

▶ Torsten Bendl und Gottfried Meissner



▲ Abb. 2: Zeichnung des Egg-Nebels. *Matthias Bogner*

MARKTPLATZ

Novitäten und Nachrichten von Herstellern und Händlern.

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

Lacerta: Lacerta Nikon Off Axis Guider mit »Antiverkippli-Kügeli«



Lacerta

Der brandneue Lacerta Nikon OAG ist absolut robust und stabil, und auch für Vollformat-Kameras gerechnet.

Er hat aber auch eine weitere innovative Funktion: Durch drei seitlich zugängliche Stellschrauben kann der Tilt um ca. 0,2mm eingestellt werden. Damit können eventuelle Verkippungen sehr gut auskorrigiert werden.

Das Guide-Prisma wurde fix eingebaut, um den vielen Anfälligkeiten flexibler OAGs entgegenzuwirken.

Stabil ja, das Gegenteil von flexibel! Ein sich verstellendes und locker werdendes Guideprisma ist damit unmöglich.

Es werden zwei Versionen, mit einem kleineren oder einem größeren Prisma angeboten, je nach Öffnungsverhältnis des Teleskops:

Eine für Vollformat-Kameras bis f/4 (Version »S« - short), und eine ab f/7.3 (Version »L« - long) oder langsameren Tuben, um Vignette noch Beugungserscheinungen vom Guideprisma ausschließen zu können.

Der optische Weg ist mit 8,5mm optimiert für Korrektoren mit 55mm Arbeitsabstand (z.B. GPU, Esprit, Baader usw... Flattener).

Website: <https://teleskop-austria.at>

Buch: Sternbilder

Ein Detail kann aus einer sehr guten Aufnahme eine machen, für die »Weltklasse« die angemessene Kategorie ist. Nicholas Roemmelt hat einen Bildband für den Verlag Frederking & Thaler

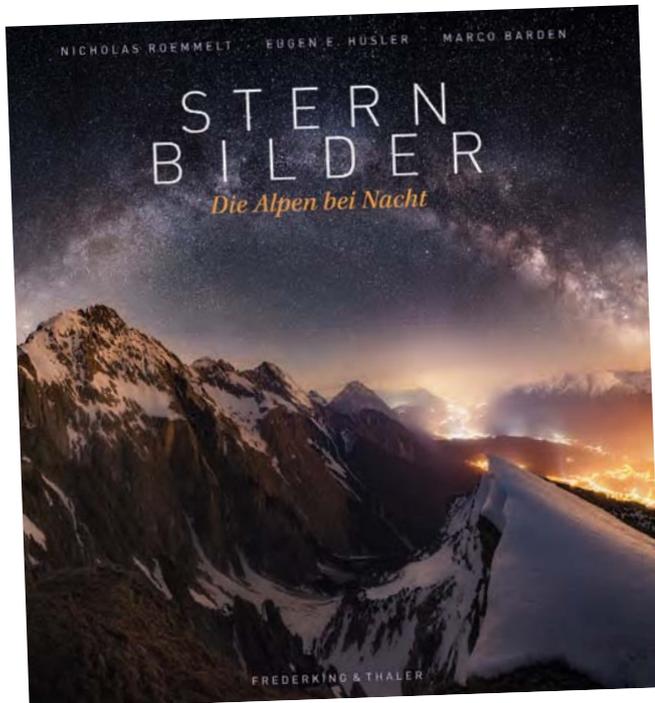
mit Nachtaufnahmen aus den Alpen gefüllt. Allesamt hervorragend und das Werk extrem harter Arbeit. Aber dieses eine Bild vereint alles, was ästhetische Astro-, Landschafts- und Reportagefotografie ausmacht:

den Menschen, die Natur und ein konkretes himmlisches Ereignis. Roemmelt stand zur Mondfinsternis im September 2015 auf dem Pockkogel in Tirol. Seine Aufnahme zeigt zerklüfteten Fels, ein Gipfelkreuz mit Bergsteiger, Nebelschwaden im Tal, den Himmel mit der Milchstraße – und den glühend roten Mond, der dem Bild Plastizität verleiht.

Roemmelt ist Bergsteiger und fotografiert, was er oben sieht. In »Sternbilder« zeigt er, dem Untertitel entsprechend, die Alpen bei Nacht. Sein Hauptaugenmerk liegt

auf dem irdischen Vordergrund, sonst würde er tiefer belichten und konsequent nachführen. Er reizt die Möglichkeiten der stehenden Kamera aus. Zudem setzt er offensichtlich um, was er als Credo angibt, dass er keine Bilder von unterschiedlichen Orten oder verschiedenen Aufnahmetagen zusammenfügt: »Alles, was auf meinen Fotos zu sehen ist, war auch vor Ort zu sehen.« Leider fehlen den Bildern Aufnahmedaten. Dafür führt Roemmelt in seine Aufnahme- und Bearbeitungstechniken ein und schildert die aufwendigen Vorbereitungen. Eugen E. Hüsler steuert seine Gedanken als Bergsteiger bei. Der Astrophysiker Marco Barden stellt für jede Jahreszeit kurz den Sternenhimmel vor.

► Stefan Zaruba



IM DETAIL

Nicholas Roemmelt, Eugen E. Hüsler, Marco Barden: **Sternbilder - Die Alpen bei Nacht**, Verlag Frederking & Thaler, 2017 ISBN: 978-3-95416-235-2, 40 €

iOS- und Android-App: DLR_next

Die Astronomie hat viele verschiedene Facetten und jeder Amateurastronom findet im Laufe der Zeit einen oder mehrere Bereiche, die ihn besonders interessieren. So spannend die verschiedenen Aspekte der Astronomie sind, so schwer ist oft der Einstieg für junge Menschen. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) betreibt bereits seit einiger Zeit unter dem Titel »DLR_next« eine Website, die umfangreiche Informationen zum Thema Luft- und Raumfahrt, aber auch zu benachbarten wissenschaftlichen und technischen Fragestellungen für interessierte junge Menschen bereithält und so die Annäherung an die Themen der Astro-

nomie erleichtert. Mit der für Android- und iOS-Smartphones entwickelten App »DLR_next« sind Teile dieser Informationen nun gut strukturiert und übersichtlich auch auf dem Smartphone (leider ist die App nicht für Tablet-PCs optimiert) verfügbar: Die App informiert nicht nur über News und die Forschungsfelder des DLR (Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr), sondern beinhaltet auch umfangreiche Informationen zur Internationalen Raumstation ISS und zum aktuellen Sternenhimmel. Die App berechnet die Flugbahnen der ISS für den aktuellen Beobachtungsort und ermöglichen so die Sichtung der Raumstation bei ihrem Überflug. Auch die Beobachtung des Sternenhimmels wird durch die (recht technisch anmutende) Visualisierung des aktuellen Sternenhimmels erleichtert und durch zusätzlich abrufbare Informationen unterstützt.

Die App »DLR_next« ist daher ein guter Einstieg, um jungen Menschen verschiedene Aspekte der Astronomie zu erklären und die aktive Auseinandersetzung mit dem Sternenhimmel zu unterstützen.

► Ullrich Dittler



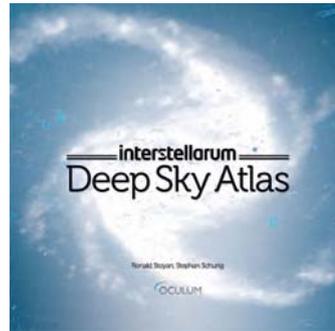
IM DETAIL

iOS-App: DLR_next, 35 MB, Version 1.0.6, iOS 5.1 oder höher, kostenlos

Android-App: DLR_next, 35 MB, Version 1.0.8, Android 4.0 oder höher, kostenlos

Raten und gewinnen!

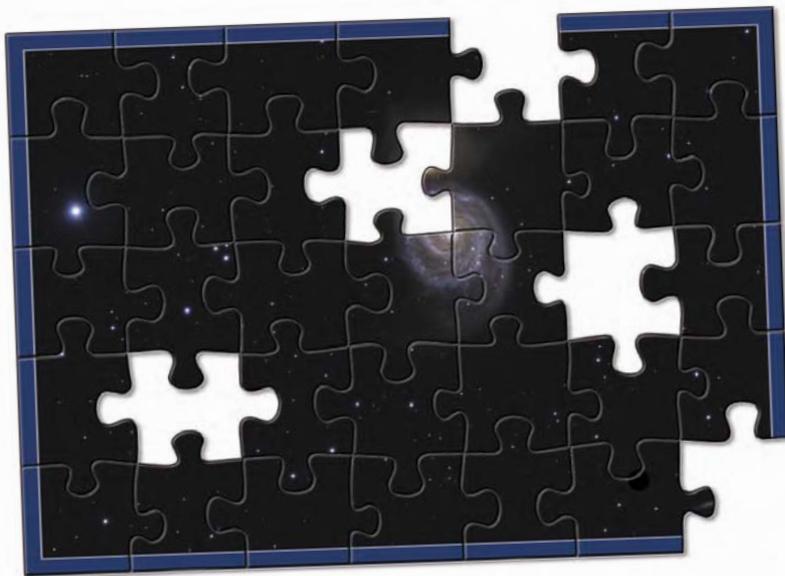
Rätsel-Spaß der Extra-Klasse steuert unser Autor Steffen Behnke in jeder Ausgabe durch sein Bilderrätsel bei. Gesucht wird ein astronomisches Objekt, zu gewinnen gibt es interessante Preise. Können Sie mit Ihrem Wissen punkten? Dann ist unser Bilderrätsel genau das Richtige für Sie. Aber welches astronomische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



Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir diesmal drei Mal den »interstellarum Deep Sky Atlas Normalausgabe«. Beim Atlas handelt es sich um eine neue Dimension der Himmelskartographie. Gewinnen Sie ein Werk, das:

- auf einen Blick zeigt, welche Objekte mit Ihrem Instrument sichtbar sind
- wirklich verlässliche Objektdaten verwendet
- vollständig alle mit mittelgroßen Teleskopen sichtbaren Deep-Sky-Objekte verzeichnet
- visuell sichtbare Objektmrisse gibt
- klar gegliedert ist nach Jahreszeit, Rektaszension und Deklination
- groß und übersichtlich ist, aber gleichzeitig genau und detailliert
- den kompletten Himmel in einem Band abbildet
- farbig ist, aber nachts dennoch voll verwendbar bleibt
- praktisch gebunden und wasserfest verarbeitet ist
- alle Abell-PN, Hickson-Gruppen, Arp-Galaxien, Barnard-Dunkelnebel, Palomar-GC und viele weitere Kataloge vollständig enthält
- für alle Emissions-Nebel den idealen Filter nennt
- eine sinnvolle und vollständige Auswahl von Veränderlichen gibt
- Doppelsterne mit Abstand, Positionswinkel und Namen verzeichnet

» interstellarum Deep Sky Atlas Normalausgabe « 79,90€



GEWINNER

Die Gewinner des Astro-Puzzles in Abenteuer Astronomie 11 sind:

- Klaus-Michael Köppl, Krefeld
- Ralf Fischer, Nürnberg
- Hans-Peter Fuhrmann, Buchloe

Alle Gewinner erhalten das »Astro-Praxis-Buchpaket«: Die Sonne, Meteore, Kometen, Galaxien.

Auflösung aus Heft 11:
NGC 7023 -
der »Irisnebel«

Der Irisnebel ist ein Reflexionsnebel im Sternbild Kepheus, wobei NGC 7023 ein offener Sternhaufen innerhalb des Nebels LBN 487 ist.
Steffen Behnke

Vor 100 Ausgaben: interstellarum 12

Deep-Sky im Fernglas



▲ Abb. 1: interstellarum-Fernglas-Kolumnist Jürgen Breitung am 20×100-Großfernglas.

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

Vor ca. 20 Jahren habe ich in der Rubrik »Deep Sky im Fernglas« einige Artikel zu bestimmten lohnenden Himmelsregionen verfasst, wie sie in einem mittleren Fernglas zu sehen sind. Prädestiniert für mich ist immer wieder die Som-

ermilchstraße im Sagittarius, Galaxien im Frühjahr rund um Leo und Virgo, aber eine sehr vielseitige Region war damals für mich auch der Bereich um Cygnus, Cepheus und Cassiopeia.

Ferngläser sieht man ja eher für große Offenen Sternhaufen und große Galaxien wie die Plejaden und M 31, für kleinere oder unbekanntere Ziele eher weniger. Ich hatte mir damals gerade einen 16×70-Fujinon zugelegt und war wirklich erstaunt, was ein sehr gutes mittleres Fernglas am Himmel doch leisten kann. Natürlich war bei 16× schon ein Stativ angesagt, aber der enorme Kontrast einer beidäugigen Beobachtung ließ Objekte wie z. B. NGC 7789 (Cassiopeia) in viele feine Einzelsterne auflösen, was man sonst eher nur mit dem Teleskop schafft, aber auch Dunkelnebel wie Barnard 168 (Cygnus) bieten sich an, weil viel Raum zu überblicken ist, oder der große Galaktische Nebel IC 1396 mit Nebelfilter (Cepheus).

SURFTIPPS

- interstellarum 12 zum Download

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a12097

Ich bin dann immer wieder mal von den Okularen zurückgetreten und habe das Fernglas bewundernd angeschaut.

Von meinem Taufpaten hatte ich als 7-Jähriger einmal ein 7×30-Fernglas geschenkt bekommen und irgendwie wurde damals bei mir der Fernglasvirus eingepflanzt, der zeitweise immer wieder heftig ausbricht. Als Jugendlicher habe ich mit einem billigen, aber sehr guten russischen 7×50-Feldstecher der Marke Tenta Sternbilder und deren Objekte kennen gelernt. Ich erinnere mich gut, als ich zum ersten Mal mitten in den Schwan gehalten habe, das war ein einmaliges Erlebnis: lauter Sterne.

Dieses Live-Erlebnis, entspannt mit beiden Augen den Nachthimmel zu screenen, ist auch durch ein großes Teleskop nicht zu ersetzen. Ich habe mir dann später ein 20×100-Miyauchi angeschafft, das definitiv besser für meine Halswirbel ist. Es hat mir viele schöne Fernglasstunden bereitet.

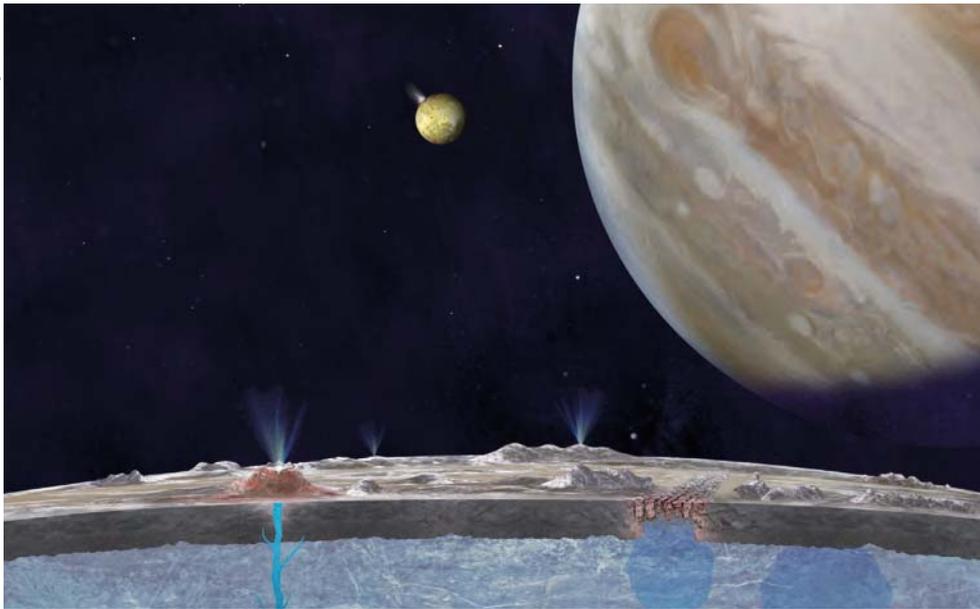
► Jürgen Breitung



◀ Abb. 2: Ausschnitt aus dem Originalartikel in interstellarum 12.

Abenteuer Astronomie 13, im Handel ab 26. Januar 2018

NASA/JPL-Caltech



▲ **Leben im All:** Wie Wissenschaftler danach suchen und wo sie es vermuten

O. Henze



▲ **Je dunkler, desto heller:** Der optimale Beobachtungsplatz

M. Langlotz



▲ **Pentax KP im Praxistest:** Was leistet die neue Low-Light-Kamera?

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Händler

APM
Lacerta
Vixen

Sternwarten

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

Medien

Astrotreff.de
CalSky.com
CCD-Guide

Privatpersonen

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

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@abenteuer-astronomie.de
(0049) 09131-970694

Redaktion

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

Anzeigen

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

Facebook

facebook.com/AbenteuerAstronomie

Twitter

twitter.com/abenteuerastro

Website

www.abenteuer-astronomie.de

Impressum

Abenteuer Astronomie
ISSN 2366-3944

Verlag

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

Geschäftsführung

Marion Faisst, Ronald Stoyan

Herausgeber

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Dr. Stefan Deiters

Redaktion

Daniel Fischer, Paul Hombach, Christian Preuß

Kolumnen

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

Korrektur

Verena Tießen, Manfred Holl, Paul Hombach,
André Knöfel

Anzeigenleitung

Marion Faisst

Abo-Service

Melanie Jessen

Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

Grafik

Arnold Barmettler,
Dieter Reimann

Vertrieb

IPS Pressevertrieb GmbH, Meckenheim

Hinweise für Leser

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

Datenquellen: Himmels-Almanach 2017 und 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.