

Titelbild: Künstlerische Darstellung einer Supernova-Explosion vom Typ Ia. Diese Sternexplosionen spielen in der Kosmologie eine wichtige Rolle, was sie aber auslöst, weiß man bis heute noch nicht sicher. *Bild: ESO*

REDAKTION IM EINSATZ

Der perfekte Himmel

Du musst unbedingt einmal nach La Palma kommen, hatte Kai von Schauloth jedes Mal gesagt, wenn wir uns auf Astromessen getroffen hatten. Im Januar war es dann endlich soweit. Das Wetter präsentierte sich – zumindest für einen Norddeutschen – fast noch hochsommerlich. Der Himmel war in der Regel blau und ohne Wolken. Der »Athos Star Campus« liegt im Nordwesten der Insel auf rund 900m Höhe über dem Meer. Von der ehemaligen Mandelfinca mit ihrer liebevoll gepflegten Gartenanlage reicht der Blick über Orangenbäume hinunter bis zum Atlantik. Schon allein das würde für einen erholsamen Urlaub in den kleinen Bungalows ausreichen.

Doch wenn es dann dunkel wird, dürfte es selbst demjenigen die Sprache verschlagen, der sonst eher wenig mit Astronomie zu tun hat – dieser Himmel... Als Großstädter habe ich so viele Sterne zuvor nur sehr selten gesehen und erkenne selbst bekannte Konstellationen wie den Orion nur nach genauem Hinsehen – nicht nur, weil sie nicht an der vertrauten Stelle zu finden sind, sondern vor allem weil in ihnen so viel mehr Sterne zu sehen sind, als man gewohnt ist. Auch der Mond scheint viel brillanter zu sein als daheim, fast fühlt man sich geblendet vom hellen Licht.



S. Deiters

Ein so heller Mond stört natürlich auch bei einer Beobachtungsnacht in der Sternwarte von Athos gemeinsam mit dem Wissenschaftsjournalisten Jan Hattenbach. Doch was man trotz Mondlicht dennoch sehen kann, spricht einmal mehr für diesen perfekten Himmel. Und da die Insel auch sonst noch so viel zu bieten hat – nicht zuletzt die großen Teleskope auf dem Roque de los Muchachos – werde ich sicherlich wiederkommen – auch wenn ich mich an das Klatschen im Ferienflieger nach einer erfolgreichen Landung nie werde gewöhnen können.

► Stefan Deiters



Stefan Deiters

Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Faszinierend ist es schon, dass Sternexplosionen in Milliarden Lichtjahren Entfernung etwas über die Ausdehnungsgeschwindigkeit des Universums verraten können – und dann noch Explosionen, von denen man eigentlich gar nicht genau weiß, wie sie ausgelöst werden. Unser Autor Wolfgang Kerzendorf ist Experte für Supernova-Explosionen dieses wichtigen Typs Ia und hat in seinem Beitrag ausführlich beschrieben, wie heute der genaue Wissensstand dazu ist (Seite 16).

Dass »Fixsterne« nicht für alle Zeiten fix am Himmel stehen, weiß man schon länger. Nie wurden aber Positionen und Bewegungen von einer großen Zahl von Sternen genauer gemessen als derzeit mit dem Astrometriesatelliten Gaia. Aus diesem Anlass schaut sich unser Autor Stefan Jordan die »Sterne in Bewegung« einmal genauer an und beschreibt, was man aus ihren Bewegungen alles lernen kann (Seite 22).

Wenn Sie nur eine beruhigende Information aus unserem Artikel über Wölfe und Amateurastronomen mitnehmen, dann bitte diese: Astronomen fallen nicht in das Beuteschema eines Wolfes – zumindest solange nicht, wie sie sich auf zwei Beinen bewegen. Im Interview hat Wolf-Experte Nico Brunkow aber noch einige andere interessante Informationen parat (Seite 46).

Unser Redakteur Daniel Fischer war wieder in Norwegen unterwegs und hat sich während einer Reise mit der Hurrutigen Gedanken darüber gemacht, wie man mit modernen Hilfsmitteln und aus dem warmen Inneren eines Schiffs heraus feststellen kann, ob ein Gang ans eisige Deck zur Polarlicht-Beobachtung wirklich lohnt. Die Ergebnisse seiner Versuche lesen Sie in seinem Bericht (Seite 70).

Eine interessante Lektüre bei diesen und den weiteren Themen des Hefts wünscht

Ihr

Stefan Deiters

WENN STERNE EXPLODIEREN

Supernovae, Weiße Zwerge
und die Dunkle Energie

Abenteuer Astronomie 14
April/Mai 2018

Wissen

First Light

8 Bunt in der Milchstraße
10 75 Mal erfolgreich

Fischers fantastische Zahlen

12 Bereits zwischen 82 und 88 Jahre alt

Deiters' erstaunliche Fakten

13 Nicht nur Saturn hat Ringe

Fakt oder Fiction

15 Reisen durch die Zeit

Hauptartikel

16 Wenn Sterne explodieren

*Supernovae, Weiße Zwerge
und die Dunkle Energie*

Hintergrund

22 Sterne in Bewegung

Interview

26 Marc Cayrel, Roberto Tamai

Update

28 Mit hoher Geschwindigkeit um »Nichts«

29 Mit zwei Jahren
Verspätung zum Mars

Müllers Universum

30 Wann explodiert Beteigeuze?

Astro-Abc

31 M wie Meteor

Einsteiger?

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



Himmel

Wichtige Ereignisse

- 32 Gasriese glänzt in der Waage
- 33 Roter Flitzer überholt Ringplaneten
- 33 Knapp am Königsstern vorbei

Aktuell im Sonnensystem

- 34 Der Mond im April/Mai
- 35 Die Planeten im April/Mai
- 36 Sonne aktuell
- 37 Kometen aktuell
- 38 Planeten aktuell

Jetzt am Abendhimmel

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

Praxis

Artikel

46 Der mit dem Wolf guckt

Die Rückkehr der Wölfe

Spix' Spechteltips

52 Mond ohne alles

*Mondbeobachtung mit
dem bloßen Auge*

Stoyans Sky

54 Starburst³

*Die unglaubliche Welt
der Galaxie M 82*



54

Starburst³

Die unglaubliche Welt
der Galaxie M 82

POLARLICHTJAGD

70

mit Schiff und WLAN

62

RAUMSTATION vor der Sonne

Technik

Hubble vs. Amateure

60 Bodes Galaxie im
Großen Bären

Dittlers Fotoworkshop

62 Raumstation vor der Sonne

Equipment und Vorbereitung

*So gelingt die Dokumentation
eines Transits der Internationalen
Raumstation ISS vor der Sonne*

Astro-Hacks

64 Eine Box für den Nachtmodus

Teleskop-Tuning

65 Griffbereit - dank neuer Tragegriffe

Weigands Techniktipps

66 Mit Lucky Imaging
zu Detailbildern von Mond & Co.

Fabrikneu

69 Neuheiten

Erlebnis

Artikel

**70 Polarlichtjagd
mit Schiff und WLAN**

*Auf der Hurtigruten mit
modernen Alarmsystemen*

Mein bestes Astrofoto

78 Eine kosmische Blüte

Leser-Galerie

80 Qualle, Katze & Hummer

Rückblick

84 Der Komet und das
Siebengestirn

Szene

Astronomie vor Ort

86 Förderpreis ermöglicht Kauf
von Sonnenteleskop

87 Planetentagung im September in Bonn

Diskurs & Diskussion

89 Von blauen Super-Blutmonden

Space Checker

90 Raumfahrer, Teleskope
und die Kosmologie

Netznews

92 Deep-Sky im Netz

Astrorätsel

93 Vier verflixte Fehler

Leserbriefe

94 Leserbrief

Rezensionen

96 Mensch und Universum

96 Aurora Forecast

Vor 100 Ausgaben

97 interstellarum 14

Rubriken

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

26

Interview

» Wie steht's um das Extremely Large Telescope,
meine Herren?«

BUNT IN DER MILCHSTRASSE

Neue Sterne im Schützen

▲ So farbenfroh kann es in unserer Galaxis zugehen, wenn neue Sterne entstehen: wie hier in einer Region im Sternbild Schütze, die Sharpless 29 genannt wird. Eine gewaltige Aufnahme des VLT Survey Telescope der Europäischen Südsternwarte zeigt viele astronomische Phänomene, kosmischen Staub ebenso wie Gaswolken, die das Licht der heißen, jungen Sterne im Nebel reflektieren oder verschlucken und wieder abstrahlen. Der zentrale Nebel ist das markanteste Merkmal von Sharpless 29: nur wenige Lichtjahre groß und voll des Chaos, das Sterne in einer interstellaren Wolke bilden. In wenigen Jahrmillionen steht hier nur noch ein Haufen Sterne.



75 MAL ERFOLGREICH

Neuer Späher im All



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



◀ Da zieht sie eine Strichspur am klaren Himmel Floridas, die 75. Rakete des Typs Atlas V der United Space Alliance: Am Abend des 19. Januar 2018 trug sie den vierten Frühwarnsatelliten des Space Based Infrared System in einen geostationären Orbit. Dort schaut er bald mit seiner Wärmekamera nach überraschenden Raketenstarts überall in der Welt. Und auch in der Erdatmosphäre verglühende kleine Asteroiden registrieren diese Satelliten: Dank ihnen wissen wir auch besser über unsere unmittelbare kosmische Nachbarschaft Bescheid.

ULA

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

Fischers fantastische Zahlen



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

Auf **1km genau** in der Milchstraße geortet

werden können demnächst irdische Raumschiffe: wenn sie ein kleines Röntgenteleskop mitführen und nacheinander auf eine Reihe Pulsare ausrichten. Diese schnell rotierenden Neutronensterne sind überall in der Galaxis verteilt und senden so konstante Folgen von Röntgenblitzen aus, dass mit nur ein paar dieser natürlichen »Funkbaken« eine hochgenaue Positionsbestimmung im Raum möglich ist. Das Prinzip wurde jetzt mit dem Röntgenteleskop NICER demonstriert, das kürzlich auf der Internationalen Raumstation installiert wurde: Es konnte den Ort der ISS ganz autonom auf besser als 10km genau bestimmen, was aber noch deutlich präziser gehen dürfte – und zwar gleich gut überall im Sonnensystem und im Prinzip auch weit darüber hinaus. Noch dürfte es allerdings bis zur Anwendungsreife etwas dauern: NICER hat die Größe eines Kühlschranks, aber ein für Navigationszwecke optimiertes Röntgenteleskop könnte wesentlich kleiner ausfallen.



SURFTIPPS

- Apollo-Programm der NASA
- Jaxa

Kurzlink: oc1m.de/a14012

Bereits zwischen **82 und 88 Jahre alt**

sind die letzten fünf der einst zwölf Männer, die einmal auf dem Mond gestanden haben: Mit dem Tod von John Young am 5. Januar 2018 lebt nunmehr weniger als die Hälfte von ihnen – und so schnell werden keine neuen dazu kommen. Denn die Pläne der Weltraumagenturen sehen auch im kommenden Jahrzehnt allenfalls eine Raumstation in einem fernen Mondorbit vor – für neue teure Landeoperationen ist nirgends Geld oder eine klare Motivation zu erken-

nen. John Young war einer der erfahrensten US-Raumfahrer überhaupt, zweimal hatte er mit Gemini-, zweimal mit Apollo-Kapseln und zweimal mit dem Space Shuttle – insbesondere bei dessen allererstem Flug 1981 – die Erde verlassen. Überraschenderweise ist die einzige Apollo-Mission, deren drei Teilnehmer alle noch leben, die erste, die den Mond erreichte: Dessen erste Umrundung durch Apollo 8 jährt sich in diesem Dezember zum 50. Mal.



NASA

▲ Abb. 1: John Young nimmt während der Mission Apollo 16 im April 1972 Haltung auf dem Mond an – um den er bereits mit Apollo 10 herumgefliegen war, bei der Generalprobe für die erste Landung. Neun Jahre nach Apollo 16 kommandierte er dann den ersten Space Shuttle.

Nur **9,54m lang** und **52cm dick**

ist die kleinste Rakete der Geschichte, der – nach einem Fehlstart ein Jahr zuvor – am 2. Februar der Transport eines winzigen Satelliten in eine Erdumlaufbahn gelang. Die SS-520, eine um eine dritte Stufe erweiterte Höhenforschungsrakete, startete vom japanischen Uchinoura Space Centre und brachte in 4½ Minuten den 35×11×11cm großen und 3kg schweren TRICOM-1R auf eine elliptische Bahn zwischen 190 und 2000km Höhe. Der von Studenten der Universität Tokio gebaute Satellit soll Bilder der Erde machen und Daten speichern und senden. 48 Jahre hatte den Rekord für die kleinste Orbitalrakete ebenfalls eine japanische gehalten, die 16m lange und mit 9,5 Tonnen Startgewicht auch fast viermal so schwere Lambda-4S. Weitere Satellitentransporte mit der SS-520 – die sonst Nutzlasten auf einmalige Parabeln bis in 800km Höhe schießt – sind nach diesem Experiment erst einmal nicht vorgesehen.



Jaxa

▲ Abb. 2: Die kleinste Rakete aller Zeiten, die einen Satelliten in den Orbit brachte: Start der japanischen SS-520 mit dem Minisatelliten TRICOM-1R am 2. Februar.

Nicht nur Saturn hat Ringe



NASA, ESA und M. Showalter (SETI Institute)

▲ Abb. 1: Hubble-Aufnahme der Ringe des Uranus aus dem Jahr 2003.

Der Saturn wird gemeinhin als »Ringplanet« bezeichnet, dabei weiß man seit Mitte der 1970er Jahre, dass nicht nur der zweitgrößte Planet im Sonnensystem Ringe besitzt: Das erste Ringsystem um einen weiteren Planeten entdeckte man im März 1977 bei Beobachtungen einer Sternbedeckung durch Uranus von Bord des Kuiper Airborne Observatory. Dieses Teleskop in einem umgebauten Militärtransporter war der Vorgänger des Flugzeugteleskops SOFIA. 1986 wurden die Ringe um Uranus dann während des Vorüberflugs von Voyager 2 auch direkt beobachtet. Mit Voyager 1 entdeckte man 1979 Ringe um Jupiter. Einige Jahre später ergaben Beobachtungen dann auch Hinweise auf Ringe um Neptun, die Voyager 2 schließlich 1989 bestätigte.



Deiters'
erstaunliche
Fakten



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

Zwei Monde im Sonnensystem sind größer als Merkur

Monde sind in der Regel deutlich kleiner als Planeten. Zwei Monde des Sonnensystems sind aber größer als der kleinste Planet Merkur, der selbst keinen Mond hat. Der größte Mond im Sonnensystem ist Ganymed. Er gehört zu den vier Galileischen Monden des Jupiter und hat einen Durchmesser von 5262km – Merkur bringt es auf einen Durchmesser von nur 4880km. Damit ist so-

gar ein zweiter Mond im Sonnensystem größer als der sonnennächste Planet, nämlich der Saturntrabant Titan, der einen Durchmesser von 5150km hat. So steht der Merkur in Sachen Größe im Sonnensystem nur auf Platz 11. Betrachtet man allerdings seine Masse, sieht die Reihenfolge anders aus: Diese ist bei Merkur nämlich mehr als doppelt so groß wie die von Ganymed oder Titan.



NASA/JPL

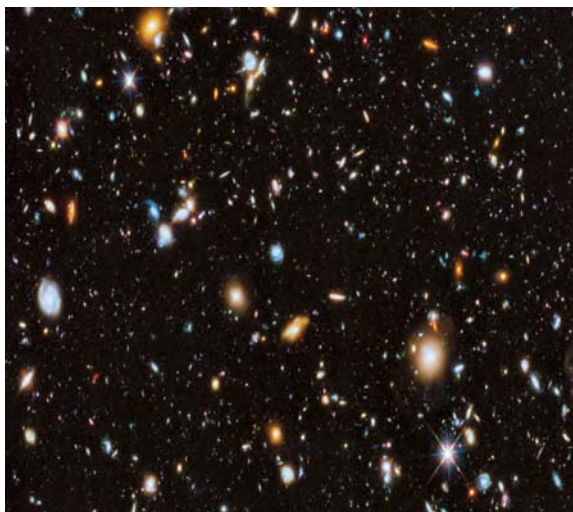
▲ Abb. 2: Größter Mond im Sonnensystem und auch größer als Merkur: Ganymed.

Das beobachtbare Universum ist viel größer, als man vielleicht denkt

Das Universum entstand im sogenannten Urknall vor rund 13,8 Milliarden Jahren – länger als 13,8 Milliarden Jahre hatte das Licht also nicht Zeit, um sich durch das All auszubreiten. Am Himmel sollte man deshalb keine Objekte sehen können, die weiter entfernt sind als 13,8 Milliarden Lichtjahre – so denken zumindest viele. Doch das stimmt nicht. Das beobachtbare Universum ist deutlich größer als 13,8 Milliarden Lichtjahre in jede Richtung. Man darf die Rechnung näm-

lich nicht ohne die kosmische Expansion des Raums machen. Nachdem das Licht eine weit entfernte Galaxie verlassen hat, dehnte sich das Universum immer weiter aus. Damit ist die Galaxie heute weiter entfernt, als es der Lichtlaufzeit entsprechen würde. Bei großen Entfernungen sollte man also immer darauf achten, ob eine Lichtlaufzeit angegeben ist oder eine Entfernung. Nach aktuellen Modellen hat das beobachtbare Universum in jede Richtung eine Ausdehnung von über 46 Milliarden Lichtjahren.

NASA, ESA, H. Teplitz and M. Rafelski (IPAC/Caltech), A. Koekemoer (STScI), R. Windhorst (Arizona State University) und Z. Levay (STScI)



▲ Abb. 3: Die entferntesten Galaxien im Universum sind deutlich weiter entfernt, als man es vielleicht zunächst für möglich halten würde.

**FAKT ODER
FICTION?**



▲ Abb. 1: Der legendäre DeLorean, die Zeitmaschine aus »Zurück in die Zukunft«.

REISEN DURCH DIE ZEIT

Zeitreisen sind unglaublich beliebt in der Science-Fiction. Ob »Star Trek«, »Zurück in die Zukunft« oder »Interstellar« – die Geschichten leben von den spannenden Verstrickungen, die sich ergeben, wenn man in die Vergangenheit oder Zukunft reist. Aber ist das physikalisch möglich?

Es hat sich immer noch nicht genug herumgesprochen, dass Zeitreisen tatsächlich physikalisch funktionieren – insbesondere dann, wenn die Reise in die Zukunft geht. Die Grundlage für solche Zeitreisen ist natürlich Einsteins Physik. Seine Spezielle Relativitätstheorie von 1905 besagt, dass bei hohen Geschwindigkeiten die Zeit langsamer verstreicht. Je schneller man sich bewegt, desto weiter reist man in die Zukunft, wenn man nach der Reise zu seinem Ausgangspunkt zurückkehrt.

Die zweite Variante des Zeitreisens in die Zukunft funktioniert in der Nähe von Massen. Hierfür benötigen wir die Allgemeine Relativitätstheorie von 1915. Je näher man sich an der Masse befindet, desto langsamer tickt die Uhr, sodass man bei der Rückkehr in die Welt fern von der Masse in der fernen Zukunft landet. Im Film »Interstellar« verbrachte die Hauptfigur Cooper nur ein paar Stunden in der Nähe eines Schwarzen Lochs. Er alterte dadurch langsamer, sodass er beim Wiedersehen mit seiner Tochter jünger war als sie! Meines Wissens kam hier zum ersten Mal in der Science-Fiction die Zeitdehnung durch Massen ins Spiel.

Test im Linienflug

Doch lässt sich diese Theorie tatsächlich auch in der Praxis nachweisen? Den Physikern Joseph

Hafele und Richard Keating ist dies 1971 gelungen: Sie nutzten dazu ein Flugzeug, mit dem sie einmal um die Welt flogen. Vorher hatten sie zwei Atomuhren synchronisiert. Die eine verblieb auf der Erde an Ort und Stelle, die andere drehte die Runde im Flugzeug. Ein Vergleich der Uhren nach der Rückkehr ergab einen Gangunterschied von etwa einer Zehntel Mikrosekunde. Einsteins Zeitdehnungseffekte durch Bewegung und Massen waren damit fulminant durch dieses »Hafele-Keating-Experiment« bestätigt worden. Interessanterweise gibt es einen messbaren Unterschied, ob man westwärts oder ostwärts fliegt, weil sich nach Ost-West-Flugbewegung und Erddrehung addieren.

Reisen in die Vergangenheit verboten?

Die Science-Fiction ist komplett schmerzfrei und gestattet auch Reisen zurück in der Zeit, etwa im Film »Butterfly Effect« aus dem Jahr 2004: Hauptfigur Evan reist immer wieder in die Vergangenheit, etwa um Korrekturen vorzunehmen und andere Entscheidungen zu treffen und »verschlimmbessert« damit die Gegenwart.

Wie es scheint, grätschen genau hier die Naturgesetze dazwischen: Denn eine Zeitreise in die Vergangenheit verstößt gegen den zweiten

Hauptsatz der Wärmelehre, nach dem die Unordnung – man könnte auch sagen Komplexität – in einem abgeschlossenen System zunimmt. Gegenstände fallen zu Boden und gehen zu Bruch, aber nicht umgekehrt. Gase verteilen sich gleichmäßig in einem Zimmer – sie sammeln sich aber nicht in der Zimmerecke. Das berühmteste Problem bei Reisen in die Vergangenheit ist das sogenannte Großvater-Paradoxon: Ein Zeitreisender kommt in der Vergangenheit an und verursacht aus Versehen den Tod des Großvaters, bevor dieser einen Sohn – den Vater des Zeitreisenden – zeugt. Damit verhindert der Reisende die eigene Geburt! Wer trat aber dann die Zeitreise an?

Paradoxa wie diese sind vielen Physikern ein Gräuel – auch Stephen Hawking. Er vermutet, dass Naturgesetze Zeitreisen in die Vergangenheit verbieten. »Zeitschutzvermutung« nennt er das; eine bisher unbewiesene Hypothese. Eins steht jedenfalls fest: Bislang sind wir noch keinem Zeitreisenden aus der Zukunft begegnet.

► Andreas Müller



SURFTIPPS

- Hafele-Keating-Experiment

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a14015](https://oc1m.de/a14015)

WENN STERNE EXPLODIEREN

Supernovae vom Typ Ia gelten als wichtiges Werkzeug für die Bestimmung von Entfernungen im All. Wie sie genau entstehen, ist allerdings noch immer nicht geklärt.

Supernovae, die mit der Explosion eines Weißen Zwergs in Verbindung stehen, spielen in der Kosmologie eine wichtige Rolle. Mit ihrer Hilfe gelang es Astronomen beispielsweise nachzuweisen, dass sich das Universum beschleunigt ausdehnt – durch die mysteriöse Dunkle Energie. Doch erst seit einigen Jahren beginnen die Forscher zu verstehen, was bei solchen Supernovae wirklich passiert.

Als die Astrophysikerin Mansi Kasliwal im August 2011 in Kalifornien die neuesten Daten aus dem Palomar-Teleskop herunterlud, fiel sie fast vom Stuhl: Die Bilder zeigten ein neues, leuchtendes Objekt in der Feuerrad-Galaxie M-101, das so noch nie dagewesen war. Es war einerseits zu dunkel, um als Supernova zu gelten, und andererseits aber zu hell, um einer anderen Klasse von kosmischen Explosionen zugeordnet werden zu können. Noch in der Nacht zuvor war an selbiger Stelle gar kein Stern zu sehen gewesen.

Schon wenige Stunden nach der Entdeckung war die komplette Supernova-Fachwelt in freudiger Aufregung. 16 Stunden nach dem Fund observierte bereits das Weltraumteleskop Swift das Ereignis. Nur eine Stunde später wurde das robotische Liverpool-Teleskop auf den Kanaren entsprechend eingestellt und kurz darauf auch mit dem Lick-Teleskop in Kalifornien sowie dem Keck-Teleskop auf

Hawaii gebannt in den Himmel auf den neuen Lichtpunkt geblickt.

Eine ganz frische Supernova

Erst die nächsten Stunden und Tage zeigten, was der Wissenschaftlerin Kasliwal gemeinsam mit Kollegen der Palomar Transient Factory tatsächlich gelungen war: eine Supernova zu beobachten, die lediglich elf Stunden zuvor explodiert war. Noch nie zuvor waren Physiker derart nah am Entstehen einer Supernova dran. Gleichzeitig war seit einem Vierteljahrhundert keine Supernova dieses Typs (Typ Ia) entdeckt worden, die der Erde derart nahe war.

Astrophysiker forschen seit etwa 90 Jahren an dem Phänomen Supernova – erste Augenzeugenberichte sind jedoch bereits Tausende von Jahren alt. Kurz gesagt versteht man unter Supernova das extreme Aufleuchten eines Sterns nach seiner Explosion. Der ex-

plosive Tod des Sterns macht ihn durch die extreme Helligkeit für mehrere Wochen bis Monate auch auf große Distanz sichtbar. Der Begriff Supernova wurde erstmals 1934 von den Astrophysikern Walter Baade und Fritz Zwicky benutzt: »Nova«, da das Objekt vor der Explosion zu dunkel war, um es zu sehen, und daher dann »neu« am Himmel erschien. Der Zusatz »Super« entstand aufgrund der extremen Helligkeit.

Wissenschaftler gehen davon aus, dass in unserer Galaxie alle hundert Jahre eine Supernova entsteht. Entdeckt werden jedoch ungleich mehr: Da die Astrophysiker auch die benachbarten Galaxien im Blick haben, beobachten sie mittlerweile jährlich mehrere tausend solcher Sternexplosionen. Und es werden immer mehr gefunden – etwa alle vier Jahre verdoppelt sich die Zahl der Entdeckungen pro Jahr. Dabei verbessert sich das generelle Design der Teleskope allerdin-



ESO

▲ Abb. 1: Supernovä vom Typ Ia, hier eine künstlerische Darstellung, spielen eine wichtige Rolle bei der Bestimmung von Entfernungen im All. Was die Explosion des Weißen Zwergs aber auslöst, ist bislang noch nicht zweifelsfrei geklärt.



Thunderfoot

▲ Abb. 2: Die Supernova in der Galaxie M101. Bild vom 25. August 2011.

Speicherkapazitäten, Rechenleistungen, Algorithmen und die bessere Vernetzung, die diesen Trend vorantreiben.

Stern ohne Wasserstoff

Rund ein Viertel der beobachteten Supernovae haben eine interessante Signatur: Es lässt sich kein Wasserstoff nachweisen – die Spektren zeigen hingegen andere Elemente wie Silizium, Eisen, Kalzium, Magnesium und Schwefel. Damit kann der Vorgänger der Explosion kein normaler Stern sein, da dieser zum Großteil aus Wasserstoff besteht. Dieser Typ von Supernova wird als Typ Ia bezeichnet. Die weiteren Typen (vgl. Kasten) stammen von einem »normalen« Stern ab.

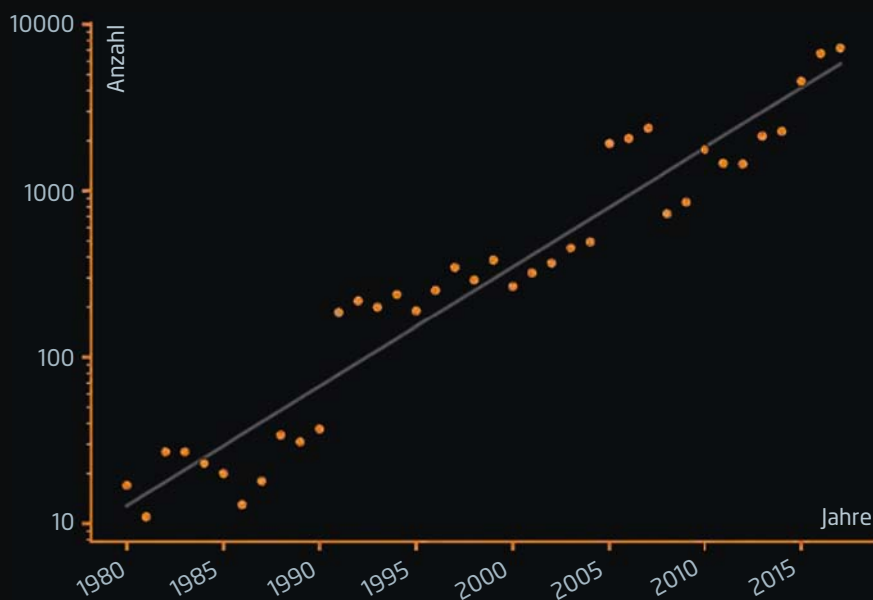
Die Supernova vom Typ Ia ist für die Wissenschaftler aufgrund der spezifischen physikalischen Eigenschaften besonders interessant. So kann durch die Beobachtung der Lichtintensität über viele Wochen die Helligkeit am Höhepunkt bestimmt werden – egal bei welcher Entfernung. Die Objekte lassen sich daher als sogenannte »Standardkerzen« verwenden. Durch die Kalibrierung kann genau berechnet werden, wie weit die Typ-Ia-Supernova von der Erde entfernt ist.

Das Besondere für die Astrophysiker ist, dass sie damit nicht nur die Entfernung der Supernova an sich, sondern auch die der Galaxie bestimmen können, zu der der explodierte Stern gehört. Die Supernovae sind die hellsten Standardkerzen, die es gibt, und erlauben somit Distanzmessungen von riesigen Entfernungen. Zum Vergleich: Die nächsthellsten Stan-

dardkerzen (Cepheiden) sind rund eine Million Mal dunkler als die Supernovae.

Ein explodierter Weißer Zwerg

Diese extreme Helligkeit bei der Explosion entsteht durch den Zerfall von radioaktivem Nickel in radioaktives Kobalt. Seit den



W. Kerzendorf

▲ Abb. 3: Die Supernova-Entdeckungen pro Jahr verdoppeln sich etwa alle 50 Monate.

1960er-Jahren sind sich die Wissenschaftler einig, dass bei der Supernova vom Typ Ia ein sogenannter »Weißer Zwerg« explodiert. Dieser wiederum entsteht, wenn ein Stern ausbrennt, der weniger als achtmal die Masse unserer Sonne hat. Dabei stößt er die Wasserstoff- und Heliumhülle ab und zurück bleibt ein erdballgroßer Kern, der nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht – der Weiße Zwerg. Hier liegt auch die Erklärung dafür, dass eine Supernova vom Typ Ia kein Wasserstoff aufweist.

Keine eindeutige Erklärung jedoch haben die Wissenschaftler bis heute auf die Frage gefunden, warum so ein Weißer Zwerg explodiert. Viele Weiße Zwerge fristen viele Milliarden Jahre ein ereignisloses Dasein und kühlen lediglich von ihren ursprünglich hunderttausend Grad auf etwa null Grad ab. Etwa jeder Hundertste scheint plötzlich einen explosiven Tod zu sterben. Was die Zündung auslöst, ist immer noch unklar.

Eine Erklärung für das Phänomen, die sich über viele Jahre hielt, ist die sogenannte »Single-Degenerate-Theorie«. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Weiße Zwerg einen Begleitstern hat, es sich also um ein Doppelsternsystem handelt. Tatsächlich hat rund die Hälfte aller Sterne einen Begleitstern. Dieser Begleitstern dehnt sich im Laufe der Jahre langsam aus. Dabei kommen Teile der Hülle irgendwann dem Weißen Zwerg so nahe, dass durch die Gravitation des Weißen Zwerqs Teile des Begleitsterns angezogen werden. Das Ergebnis: Ein Massestrom entsteht und der Weiße Zwerg gewinnt an Masse.

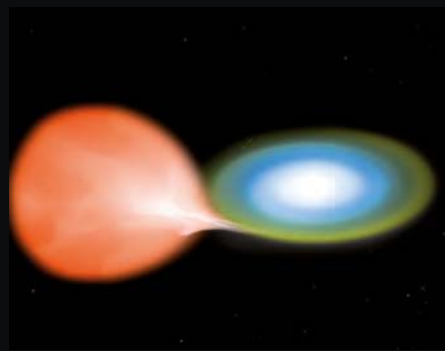
Im Gegensatz zu anderen Sternen bleiben Weiße Zwerge durch den Druck der Elektronen stabil. Das heißt: Wenn sie schwerer werden, werden sie auch kleiner. So entsteht ein immer dichter werdendes Zentrum. Wenn die Dichte ungefähr hunderttausendmal höher als die von Blei ist, wird eine Kernfusion von Kohlenstoff und Sauerstoff ausgelöst. Die erzeugte Energie kann zunächst noch durch Neutrinos abtransportiert werden. Wenn die Dichte des Weißen Zwerqs aber zu hoch wird, explodiert er. Die Stoßwelle, die den Kohlenstoff und Sauerstoff verbrennt, führt zu der Entstehung des vorher beschriebenen radioaktiven Nickelisotops Nickel-56.

Der fehlende Begleiter

Diese Theorie bekam aus zweierlei Gründen viel Zustimmung. Zum einen konnte sie die Explosion recht schlüssig erklären. Zum anderen waren bereits Objekte bekannt, bei

denen ein heißer Weißer Zwerg von einem roten, kalten Stern umkreist wurde.

Anfang des neuen Jahrtausends simulierten Astrophysiker die Single-Degenerate-Theorie mithilfe von Computern. Sie setzten einen Begleitstern der Druckwelle einer Typ-Ia-Supernova aus und beobachteten die Entwicklung des Sterns nach der Kollision. Das Ergebnis war eindeutig: Auch wenn kleinere Teile der Außenhülle des Sterns weggerissen werden, so wird er die Explosion an sich überleben. Die Simulation hat außerdem ergeben, dass der überlebende Begleitstern zwei Eigenschaften hat: eine Flugbahn, die ihn vom Zentrum der Explosion wegführt, und eine ungewöhnliche Helligkeit und Temperatur. Da die Begleitsterne immer noch sternähnlich sind, können sie aber nur in unserer Galaxie (oder in sehr naheliegenden Galaxien) beobachtet werden. Um sie in den entfernten Galaxien sehen zu können, sind sie viel zu lichtschwach.



▲ Abb. 4: Lange Zeit nahm man an, dass Supernovae vom Typ Ia in Doppelsternsystemen entstehen, in denen ein Weißer Zwerg so lange Material von seinem Begleiter abzieht, bis eine kritische Masse erreicht ist und der Weiße Zwerg explodiert.

Mittlerweile ist diese Single-Degenerate-Theorie jedoch weitgehend widerlegt. Die ersten Zweifel kamen, als sich Wissenschaftler auf die Suche nach den Begleitsternen machten. Dabei konzentrierten sie sich nicht auf jüngste Supernova-Entdeckungen, sondern suchten in Supernova-Überresten, die historisch bekannt waren. Die Supernova aus dem Jahr 1006 ist die erste überlieferte Beobachtung des Phänomens. Sie wurde von Mönchen in den Schweizer Alpen beobachtet, in einem bis heute erhaltenen Jahrbuch beschrieben und auch von Gelehrten im mittleren Osten sowie in China dokumentiert.

Neben der von 1006 wurde eine Supernova untersucht, die 1572 vom dänischen Astronomen Tycho Brahe beobachtet wurde. Brahe schloss aus seiner Entdeckung, dass Sterne nicht – wie bis dahin angenommen

– ewig unverändert bleiben, sondern dass sie sehr wohl ihren Zustand ändern können. Nur wenig später, 1604, entdeckte ein Schüler Brahens, nämlich Johannes Kepler, eine weitere Supernova. Auch in Korea wurden Lichtkurven dieser Erscheinung dokumentiert. Die modernen Untersuchungen der antiken Messungen aller drei Supernovae haben ergeben, dass diese von Sternen in unserer Milchstraße stammen und der Klasse der Typ-Ia-Supernovae angehören.

Mehrere Forschergruppen haben jahrelang in den Supernova-Überresten dieser historischen Ereignisse nach den überlebenden Begleitsternen gesucht. Die Explosionsreste sind bis heute mit modernen Teleskopen zu sehen. Gefunden haben die Wissenschaftler nichts.

Eine Theorie bröckelt

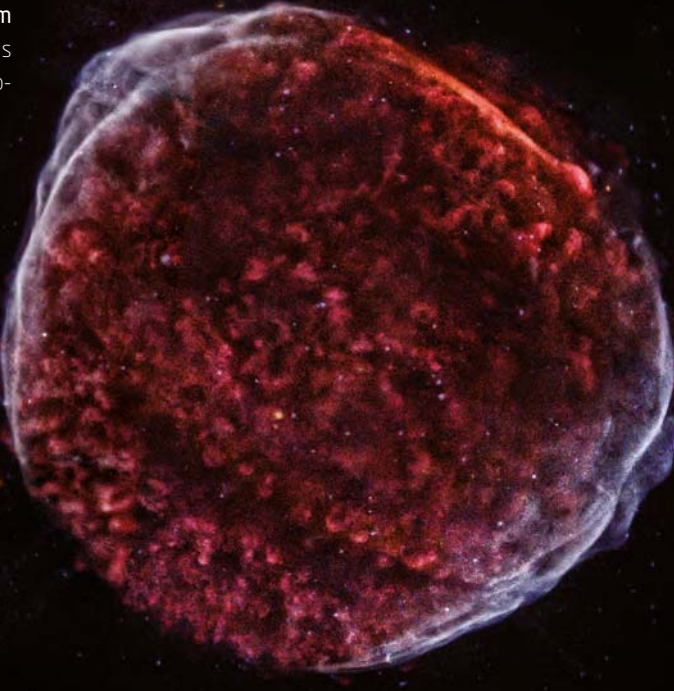
Diese Ergebnisse haben erste Zweifel an dem Single-Degenerate Szenario hervorgerufen. Weitere Skepsis wurde laut, als eine weitere Vorhersage der Computersimulation in der Realität überprüft wurde: Danach sollte der Begleitstern beim Kollidieren mit der Stoßwelle für mehrere Tage überproportional aufleuchten. Lange Zeit wurden die Supernovae aber erst Tage nach der Explosion entdeckt – zu spät, um so ein Aufleuchten zu messen. Erst mit dem Kepler-Teleskop, das eigentlich nach Exoplaneten sucht, konnten Supernovae kurz nach der Explosion gemessen werden. Deren Entdeckung ließ keinen Zweifel zu: Das vorhergesagte Aufleuchten existiert nicht.

Ein drittes Argument gegen das Single-Degenerate-Szenario ist, dass der Weiße Zwerg eine extrem hohe Dichte (Zehn bis 100 Millionen Mal die Dichte von Blei) erreichen muss, bevor er zündet: Seine Masse muss somit knapp den 1,38-fachen Wert der Sonne erreichen und damit nahe der sogenannten »Chandrasekhar-Masse« liegen. Tatsächlich werden Weiße Zwerge aber meistens mit sehr viel weniger Masse geboren, nämlich mit der 0,6–0,8-fachen Masse der Sonne. Da auch laut Simulation der Massentransfer zwischen Begleitstern und Weißem Zwerg sehr ineffizient ist, lässt sich die Fülle an gefundenen Supernovae so nicht erklären – es dauert schlicht zu lange, bis es genügend sehr schwere Weiße Zwerge gibt, die zünden.

Es gibt mittlerweile noch einige weitere Beispiele für die Unzulänglichkeiten des Single-Degenerate-Szenarios. Der Grund dafür, dass so lange an dieser Theorie fest-

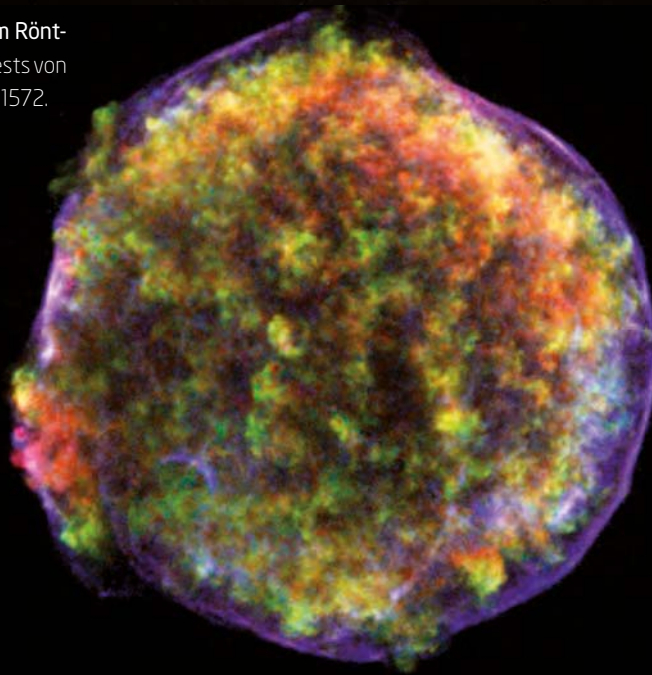
► Abb. 5: Aufnahme im Röntgenbereich des Überrests der Supernova von 1006.

NASA/CXC/Middlebury College/Finkler



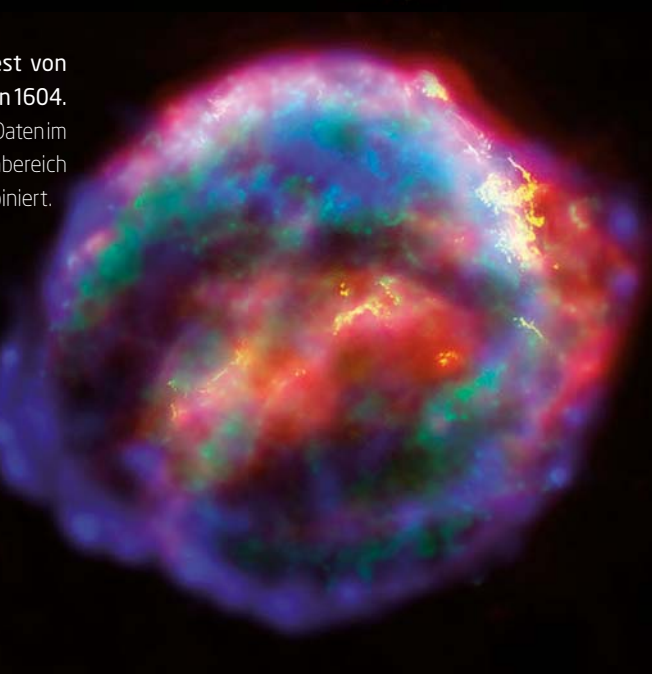
► Abb. 6: Aufnahme im Röntgenbereich des Überrests von Tycho's Supernova von 1572.

NASA/CXC/Rutgers/Jwarren & J. Hughes et al.



► Abb. 7: Der Überrest von Keplers Supernova von 1604. Für die Ansicht wurden Daten im Infraroten, im Röntgenbereich und im Optischen kombiniert.

NASA, ESA, R. Sankrit und W. Blair
(Johns Hopkins University)



gehalten wurde, sie in vielen Lehrbüchern zu finden ist und bis heute heftig debattiert wird, ist, dass es für lange Zeit keine schlüssigen Alternativen gab.

Was lässt Weiße Zwerge explodieren?

Bis heute ist sich die Fachwelt nicht einig, was tatsächlich zu der Zündung führt. Ein vielversprechender Ansatz ist die Verschmelzung von zwei Weißen Zwergen. Nach dem Tod der ursprünglichen Sterne umkreisen sie sich zunächst, verlieren Energie durch Gravitationswellen und kommen sich so immer näher und näher. Schließlich verschmelzen sie und lösen so die Zündung aus. Zwar ist die Idee schon Jahrzehnte alt, doch die erste Berechnungen in den 1980er Jahren stimmten nicht mit den beobachteten Typ-Ia-Supernovae überein. Erst moderne Computer in den letzten acht Jahren ermöglichten, das Szenario so zu simulieren, dass es doch realistisch erscheint, während des Verschmelzens die Explosion auszulösen.

Die kontinuierliche Debatte um die Explosionsmodelle ist jedoch nicht nur von Neugier getrieben. Das Verständnis der Typ-Ia-Supernovae ist sehr wichtig für viele andere Felder der Astronomie: Unter anderem sind sie bedeutende Endpunkte der Sternenentwicklung. Außerdem tragen sie nicht zuletzt dazu bei, dass wir die Entstehung von Planeten – wie auch die der Erde – besser verstehen können. Denn die Hälfte des Eisens unseres Planeten stammt von diesem Typ Supernova: Das radioaktive Nickel, das die Supernova so hell leuchten lässt, zerfällt über Kobalt zu Eisen. Anschließend vermischt es sich mit dem interstellaren Gas, aus dem wiederum neue Sterne und Planeten entstehen.

Nobelpreis dank Sternexplosionen

Der wichtigste und sicherlich bekannteste Nutzen der Typ-Ia-Supernovae ist die Möglichkeit, durch ihre Helligkeit auch bei weit entfernten Objekten im Universum die genaue Distanz festzustellen. In den 1990er-Jahren führte dies zu einer spektakulären Erkenntnis. Zwei Wissenschafts-Teams fanden mithilfe der Distanzmessung und einer Geschwindigkeitsbestimmung heraus, dass sich die Ausdehnung des Universums nicht wie gedacht abbremst. Im Gegenteil: Die Expansion scheint sich sogar zu beschleunigen. Die lässt sich nur erklären, wenn der Gravitation etwas entgegenwirkt – die Dunkle Energie. Diese Erkenntnis wurde 2011 mit dem Nobelpreis für Physik gewürdigt.

Mit dem Nobelpreis und der zunehmenden Widerlegung der Theorie zur Entstehung

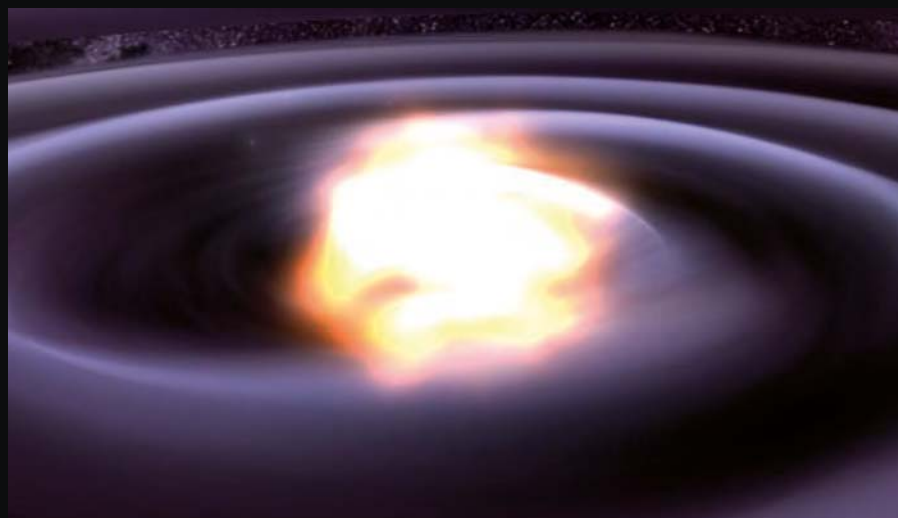
der Supernova wurden vereinzelt kritische Fragen laut: Ist es möglich, trotz der Unsicherheiten der Typ-1a-Supernovae-Modelle, diesen als Entfernungsmesser zu trauen? Die Antwort lautet ganz klar: Ja. Denn in allen Szenarien wird die geforderte Masse an Nickel produziert, die notwendig ist, um die Supernova als Standardkerze zu kalibrieren.

Auch die spektakuläre Entdeckung der Supernova »2011fe«, die vor sieben Jahren Mansi Kasliwal fast vom Stuhl holte, hat keine eindeutige Antwort auf die Frage nach der Entstehung dieses Phänomens ergeben. Und dennoch hat sie weitreichende Erkenntnisse gebracht: Erstes konnte ein heller Begleitstern diesmal ausgeschlossen werden – er war definitiv weder vor noch nach der Explosion zu

sehen. Ebenso gab es kein extremes Aufleuchten, das andeuten würde, dass die Supernova-Stoßwellen den Begleitstern getroffen haben. Und zuletzt begeistert die SN 2011fe die Physiker bis heute: Nach wie vor werden Daten gesammelt, riesige Weltraumteleskope in ihre Richtung gedreht und die Wissenschaftler blicken fasziniert auf den Lichtpunkt.

► Wolfgang Kerzendorf und Elena Koene

CSFC/D.Berry



▲ Abb. 8: Ein derzeit diskutiertes Szenario für die Entstehung von Supernovae vom Typ 1a ist die Verschmelzung von zwei Weißen Zwergen.



IM DETAIL

Typen von Supernovae

Seit den 1950er-Jahren werden zwei Typen von Supernovae unterschieden – je nachdem welche Elemente in den Spektren identifiziert werden können:

Typ 2: In diesem Typ haben Wissenschaftler Wasserstoff messen können. Das lässt darauf schließen, dass diese Art von Supernovae sehr große »normale« Sterne gewesen sind, da die meisten Sterne im Universum wasserstoffhaltig sind.

Typ 1: Diese Supernovae bestehen nicht aus Wasserstoff. Man geht davon aus, dass der Wasserstoff im Laufe des Sternenlebens verschwunden ist. Die Supernovae Typ 1 werden wiederum in drei Untergruppen eingeteilt: Typ 1a, 1b und 1c. Sie unterscheiden sich unter anderem dadurch, dass Typ 1a Silizium enthält, während die anderen beiden Subtypen dieses Element nicht aufweisen.

Mittlerweile ist bekannt, dass Typ 1b und 1c sehr ähnlich zu den Supernovae Typ 2 sind – mit dem Unterschied, dass ein Begleitstern die äußere Hülle des explodierenden Sterns aufgenommen hat.

| DIE AUTOREN |

Dr. Wolfgang Kerzendorf ist Astrophysiker und entlockt mit künstlicher Intelligenz und Statistik explodierenden Sternen aller Art ihre Geheimnisse. Seine Dissertation schrieb er bei Prof. Dr. Brian Schmidt an der Australian National University. Danach forschte er drei Jahre an der University of Toronto in Kanada und ist mittlerweile ein ESO Fellow am European Southern Observatory in Garching bei München.

Elena Koene ist freie Journalistin in München und schreibt unter anderem über wissenschaftliche Themen.

STERNE IN BEWEGUNG

Wie Astronomen die Eigenbewegung der Sterne messen und was man daraus lernen kann

Erst im 18. Jahrhundert entdeckte man, dass die Sterne am Himmel nicht »fix« sind, sondern sich sehr langsam über den Himmel bewegen. Heute wissen wir, dass man aus der Bewegung der Sterne und Sternhaufen in unserer Milchstraße viel über deren Entstehung und die Verteilung der Dunklen Materie in ihr lernen kann. Mit hoher Präzision misst der Gaia-Satellit seit Mitte 2014 nicht nur die Entfernungen, sondern auch die Bewegungen von mehr als einer Milliarde Sterne.

Aufgrund der Erdrotation drehen sich die Sterne am Himmel scheinbar in knapp 24 Stunden einmal um die Erde. Auf der Nordhalbkugel kreisen sie um den Polarstern, der nur ein halbes Grad vom Himmelsnordpol entfernt ist. Die relative Lage der Sterne zueinander bleibt dabei aber gleich; auch über Jahrhunderte scheinen die Sterne und mit ihnen die Sternbilder an der rotierenden Himmelskugel festzustehen, weshalb sie schon in der Antike als »Fixsterne« bezeichnet wurden. Man nahm an, dass nur die Wandelsterne – also die Planeten, die Sonne und der Mond – von Tag zu Tag vor dem Hintergrund der Fixsterne ihre Bahnen ziehen.

Sterne bewegen sich doch

Dass sich aber auch die Sterne bewegen, erkannte im Jahre 1718 der englische Astronom Edmond Halley. Er verglich eine Reihe von Sternpositionen mit den Angaben aus dem Sternkatalog von Hipparchos (ca. 190–120 v. Chr.), der durch das Hauptwerk *Almagest* des alexandrinischen Astronomen Claudius Ptolemäus (ca. 100–180) in die heutige Zeit überliefert wurde. Dabei fiel ihm auf, dass sich die hellen Sterne Sirius, Arktur und Aldebaran seit

der Antike um mehr als ein halbes Grad gegenüber dem Rest der Sterne verschoben hatten.

Im zwanzigsten Jahrhundert konnte man durch Vermessung von Fotoplaten, deren Aufnahmen des Sternenhimmels viele Jahre auseinanderlagen, die Eigenbewegungen von mehreren hundert Millionen Sternen bestimmen. Den Rekordhalter fand 1916 der US-amerikanische Astronom Edward Barnard. Der nach ihm benannte Stern bewegt sich um mehr als zehn Bogensekunden pro Jahr. Gleichzeitig kommt er uns jede Sekunde um 110 Kilometer näher.

Präzise Messungen vom Weltraum aus

Die präzisesten Messungen der Sternpositionen und damit auch ihrer Bewegungen gelingen vom Weltraum aus. Von 1989 bis 1993 hat der Hipparcos-Satellit der europäischen Weltraumagentur ESA die Positionen, Bewegungen und Parallaxen (aus letzteren kann man auf die Entfernungen der Sterne schließen) von mehr als 118.000 Sternen mit hoher Präzision vermessen. Mit diesem Sternkatalog konnten noch Eigenbewegungen bestimmt werden, die nur wenige Tausendstel einer Bogensekunde (also Millibogensekunden) pro Jahr betrugten.

Noch viel genauer vermisst gegenwärtig der 2013 gestartete ESA-Astrometriesatellit Gaia die Positionen der Sterne. Schon in Gaias erstem Sternkatalog, der im September 2016 veröffentlicht wurde, finden sich neben den Positionen für zwei Millionen Sterne auch die Eigenbewegungen und Parallaxen. Und am 25. April dieses Jahres erhalten wir mit Gaias zweitem Katalog diese Daten für etwa 1,3 Milliarden Sterne. Die besten Gaia-Messungen der Eigenbewegungen erreichen dabei schon eine Genauigkeit von ca. 50 Mikrobogensekunden (millionstel Bogensekunden) pro Jahr. Das entspricht der jährlichen Bewegung einer Lichtquelle um etwa zehn Zentimeter in der Entfernung des Mondes.

Zusammen mit der ebenfalls von Gaia gemessenen Entfernung kann man aus der Eigenbewegung eines Sternes, also seiner Richtungsverschiebung am Himmel, die Geschwindigkeit eines Sternes ermitteln, mit der er sich senkrecht zu unserer Blickrichtung bewegt. Um daraus die wahre Raumgeschwindigkeit eines Sternes relativ zum Sonnensystem zu bestimmen, benötigt man noch die Geschwindigkeit, mit der sich der Stern von uns weg oder auf uns zu bewegt. Für die hellsten etwa 100 Millionen Sterne soll Gaia auch diese mithilfe des Dopplereffekts bestimmen. Bewegt sich näm-



S. Jordan

▲ Abb. 1: Das Sternbild Großer Bär heute (orange) und in 100.000 Jahren (grau), vorausberechnet aufgrund der Messungen der Bewegung der Sterne mit den HIPPARCOS- und Gaia-Satelliten (vgl. Surftipp).

lich ein Stern auf uns zu, werden dessen Spektrallinien zu kürzeren Wellenlängen verschoben, entfernt er sich von uns, verlängern sich die Wellenlängen.

Die Sterne der Milchstraße

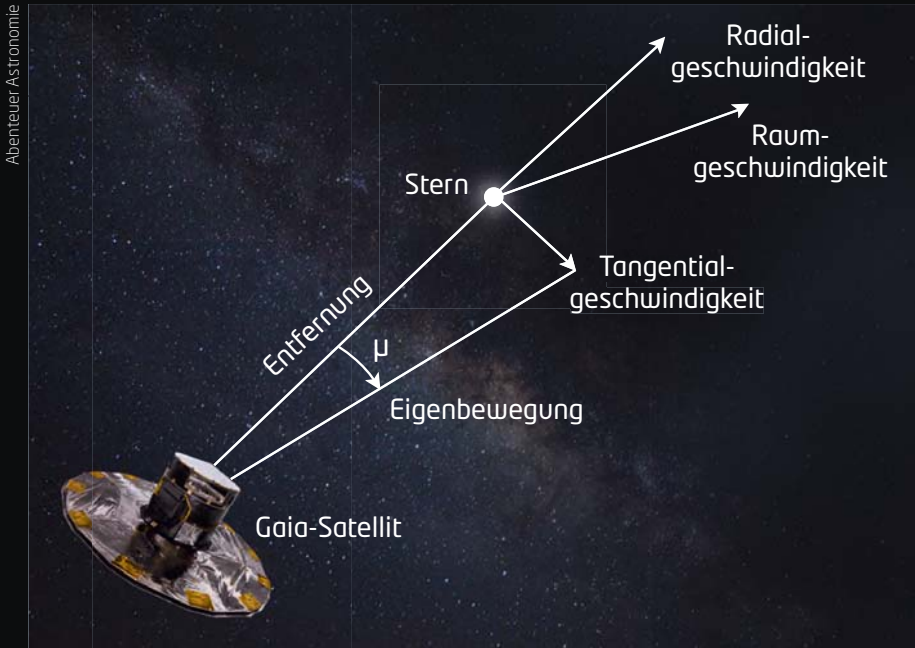
Die Bewegung der Sterne mit dem Gaia-Satelliten so präzise zu bestimmen, ist kein Selbstzweck, sondern extrem wichtig, wenn man unser Sternsystem, die Milchstraße, und ihre Entwicklung genau verstehen will. Die Milchstraße ist ein dynamisches System. Deshalb müssen wir nicht nur die Lage, sondern auch die Bewegungen ihrer Sterne genau kennen. Die Verteilung ihrer Geschwindigkeiten wird durch die Verteilung der Massen in der Milchstraße bestimmt.

Eigentlich sollte die Bewegung, mit der die Sterne das Zentrum unserer Milchstraße um-



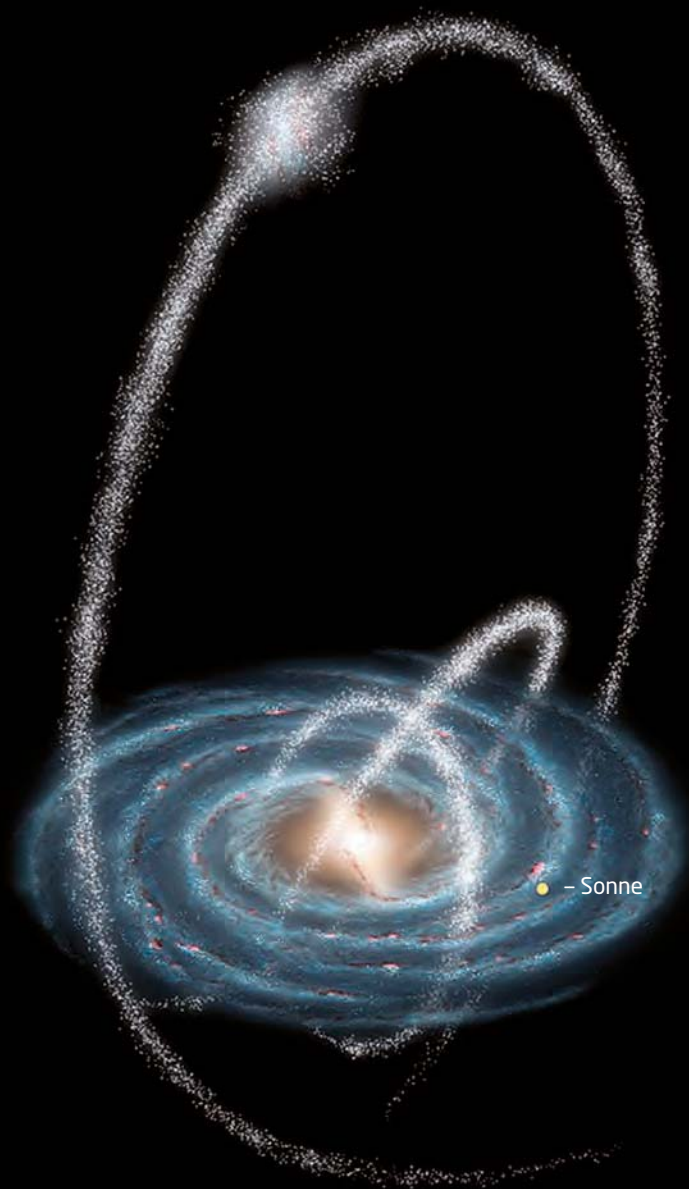
Alejandro Sanz Gómez

▲ Abb. 2: Barnards Pfeilstern bewegt sich mit 10,3 Bogensekunden pro Jahr von allen Sternen am schnellsten am Himmel. Mit einer Entfernung von sechs Lichtjahren ist er der zweitnächste Stern nach dem Sternsystem Alpha Centauri.



▲ Abb. 3: Die Eigenbewegung eines Sternes ist die jährliche Winkelverschiebung μ am Himmel. Kennt man die Entfernung des Sterns, z.B. in Kilometern, ergibt sich daraus seine Bewegung pro Jahr senkrecht zu einem Beobachter in unserem Sonnensystem. Die Raumgeschwindigkeit eines Sterns erhält man aus dieser Tangentialgeschwindigkeit aber erst, wenn man noch die Radialgeschwindigkeit, also die Bewegung auf uns zu oder von uns weg, mit dem Doppeleffekt misst.

NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC/Caltech)

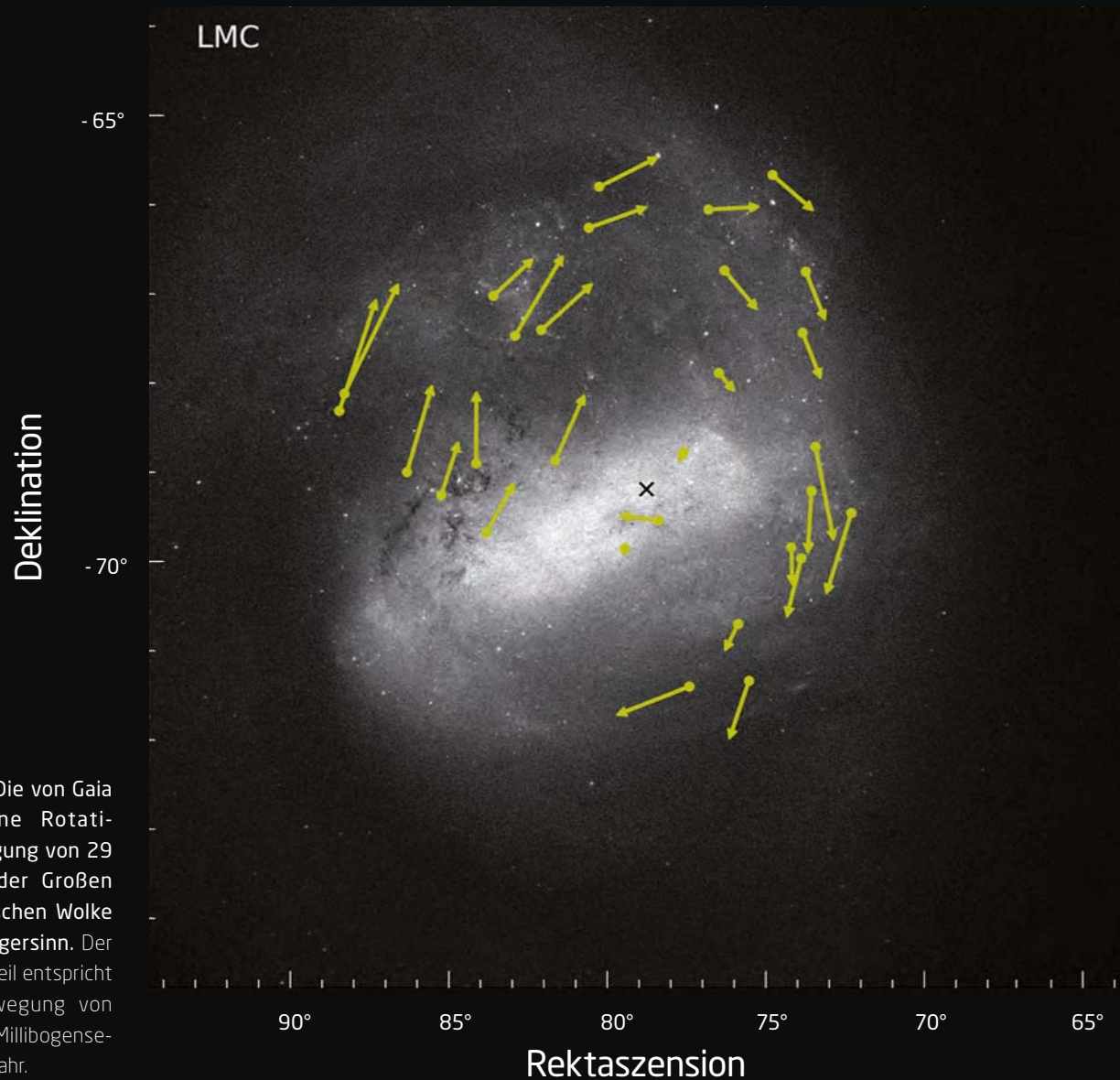


laufen, von innen nach außen immer langsamer werden, weil die Materie in ihrem Innern dichter ist. Tatsächlich ist die Bahngeschwindigkeit aber mit rund 200 Kilometern pro Sekunde über einen großen Teil unserer Galaxis ziemlich konstant. Daraus schloss man bereits vor rund 80 Jahren, dass es in unserem Sternsystem von hundert bis dreihundert Milliarden Sternen nicht nur die sichtbare, sondern zusätzlich eine mysteriöse Dunkle Materie gibt. Anders als die Sterne und leuchtende Gaswolken ist die Dunkle Materie aber nicht so stark zum Zentrum hin konzentriert, sondern umgibt die Milchstraße in einem riesigen dunklen Halo.

Die Bewegung von Sternen wird auch von deren Vorgeschichte bestimmt: Im Laufe der Milliarden Jahre hat die Milchstraße durch ihre Gezeitenkräfte immer wieder Zwerggalaxien zerrissen, die ihr zu nahegekommen sind. Viele dieser Überreste hat sich unsere Galaxie dann einverleibt und ist auf diese Weise gewachsen. Mehr als ein Dutzend dieser Reste kann man aber immer noch in Form von Bögen erkennen und deren Bewegungen unterscheiden sich immer noch deutlich von der Mehrheit der Sterne unserer Galaxis. Gaia wird mit Sicherheit viele weitere solcher Sternströme entdecken und die Bewegungen ihrer Mitgliedsterne genau bestimmen. Deren präzise Vermessung durch Gaia wird dann genauere Hinweise darauf geben, wie sich die geheimnisvolle Dunkle Materie in der Milchstraße verteilt. Auf diese Weise kann man eventuell auch etwas über die physikalische Natur der Dunklen Materie lernen.

Mit Hilfe des ersten Gaia-Katalogs konnte nicht nur die Eigenbewegung der Sterne in unserer unmittelbaren Umgebung ermittelt werden, sondern sogar die Rotation der größten Begleitgalaxien unserer Milchstraße, der Großen und der Kleinen Magellanschen Wolken. Nur 18 Stunden nach Öffnung von Gaias Datenarchiven am 16. September 2016 veröffentlichten die Astronomen van der Marel und Sahlmann dieses Resultat aus den Gaia-Messungen an 29 bzw. 8 Sternen. Es ist zu erwarten, dass mit dem zweiten Gaia-Katalog im April eine viel detailliertere Kartierung der inneren Bewegung dieser Sternsysteme gelingen wird.

◀ Abb. 4: Im Laufe der Zeit sind Zwerggalaxien unserer Milchstraße immer wieder so nahe gekommen, dass sie durch deren Gezeitenkräfte zerrissen wurden. Gaia soll die Position und die Bewegungen solcher Sternströme genau vermessen, um Hinweise auf die Entstehungsgeschichte unserer Heimatgalaxie zu erhalten. Auch auf die Verteilung der Dunklen Materie in unserer Milchstraße kann aus der Analyse solcher Sternströme geschlossen werden.



The Astrophysical Journal Letters (2016), 832, L23, 2016

► Abb. 5: Die von Gaia gemessene Rotationsbewegung von 29 Sternen der Großen Magellanschen Wolke im Uhrzeigersinn. Der längste Pfeil entspricht einer Bewegung von etwa 2,2 Millibogensekunde pro Jahr.

Sternhaufen als Laboratorien

Sterne entstehen im Allgemeinen nicht alleine. Die meisten Sterne bilden sich durch den Kollaps von Verdichtungen in interstellaren Molekülwolken, wenn diese eine kritische Masse überschreiten. Dann entsteht durch die gravitative Anziehung der Moleküle und Atome meist gleich eine Vielzahl von Sternen, ein sogenannter offener Sternhaufen.

Viele Sterne eines offenen Sternhaufens bleiben auch nach mehreren hundert Millionen Jahren noch gravitativ aneinander gebunden und bewegen sich gemeinsam mit etwa gleicher Geschwindigkeit und Richtung durch unsere Milchstraße. Das macht es auch möglich, herauszufinden, welche Sterne in der Umgebung des Sternhaufens wirklich zu ihm gehören und welche nur zufällig in der gleichen Richtung stehen: Die echten Mitglieder haben nämlich praktisch dieselbe Eigenbewegung (und Entfernung), und ent-

sprechende Messungen, z.B. von Gaia, erlauben dann deren Identifizierung.

Doch warum ist es wichtig, die Mitglieder eines Sternhaufens zu bestimmen? Die Sterne in unserer Milchstraße haben sehr unterschiedliche Alter und auch die chemische Zusammensetzung ändert sich von Stern zu Stern. Dagegen sind die Sterne eines Sternhaufens ungefähr zur selben Zeit geboren und haben eine sehr ähnliche Elementzusammensetzung. Daher sind Sternhaufen sehr gute Laboratorien zum Studium der Sternentwicklung. Je nach Masse der einzelnen Sterne haben sie unterschiedliche Entwicklungsstadien, weil massereiche Sterne sich schneller verändern als massearme. Beobachtungen der Sterne eines Sternhaufens lassen sich wegen ihrer Gemeinsamkeiten besonders gut mit Computermodellen vergleichen und erlauben daher ein tiefes Verständnis dafür, wie das Leben eines Sternes abläuft.

► Stefan Jordan

DER AUTOR |

Dr. Stefan Jordan ist außerplanmäßiger Professor am Astronomischen Rechen-Institut am Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg. Neben seiner Arbeit an Weißen Zwergen arbeitet er an der Bereitstellung und Visualisierung des Gaia-Katalogs. Außerdem ist er für die Öffentlichkeitsarbeit im Gaia-Projekt und für den SFB 881 »The Milky Way System« tätig.



SURFTIPPS

- Animation der Veränderung der Sternbilder innerhalb von 100.000 Jahren
- Gaia-Seiten der ESA
- Gaia-Archiv der ESA
- Youtube Playlist mit Gaia-Videos

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a14025

»Wie steht's um das EXTREMELY LARGE TELESCOPE, meine Herren?«

ESO

Das größte optische Teleskop des nächsten Jahrzehnts wird immer greifbarer: Die Produktion des 39,3 Meter großen Hauptspiegels des Extremely Large Telescope der Europäischen Südsternwarte hat begonnen, die ersten Segmente sind bei Schott in Mainz hergestellt worden. Wie geht es weiter? Fragen an Marc Cayrel, den Head of ELT Optomechanics, und ELT Programme Manager Roberto Tamai.

► Abb. 1: Künstlerische Darstellung des Extremely Large Telescope auf dem Cerro Armazones in Chile: Man beachte die relative Größe der Fahrzeuge!

Abenteuer Astronomie Die Produktion der Spiegel-segmente läuft – wie viele sind schon fertig?

► **Cayrel:** Am 19. Dezember 2017 haben wir den ersten Glasblock für den Hauptspiegel hergestellt, in unserem Jargon eine »boule« – daraus werden später sechs Spiegelsegmente gewonnen. An denen werden wir nun ausgiebig den Herstellungsprozess überprüfen, bevor 2019 die Massenproduktion anläuft. Der Plan ist, bis Januar 2024 insgesamt 949 Segmente herzustellen. Ihre weitere Bearbeitung dauert etwa sieben Jahre. Die Produktion der Rohlinge und ihre

Politur läuft dabei parallel, und am Ende wollen wir ein neues Segment pro Tag herstellen.

Abenteuer Astronomie Für das Teleskop werden 798 Segmente benötigt – warum werden dann über hundert mehr hergestellt?

► **Cayrel:** Es gibt 133 verschiedene Segmentformen. Dank der hexagonalen Symmetrie besteht der Hauptspiegel aus sechs Sektoren mit jeweils 133 Segmenten, so kommt die Gesamtzahl 798 zustande. Etwa alle 18 Monate muss jedes Spiegelsegment neu beschichtet werden, um sei-

ne Reflektivität zu erhalten: Es wird dann durch eins der Zusatzsegmente ersetzt, das bereits eine neue Beschichtung erhalten hat.

Alle hergestellten Segmente kommen also irgendwann auch ins Teleskop. Jeden Tag während des laufenden Betriebs sollen ein oder zwei Segmente ausgetauscht werden, nach etwa drei Monaten Bearbeitung kommen sie dann mit neuer Beschichtung wieder ins Teleskop zurück – und ggf. auch anderweitig erneuert, etwa an den Aktuatoren, die sie im Teleskop präzise in die richtige Form bringen. Das ELT wird also nebenan eine regelrechte »Fabrik« besitzen, um



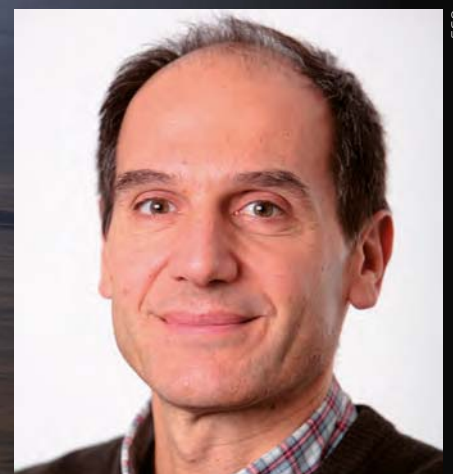
Schott/ESO

▲ Abb. 2: Die erste »boule« für die Hauptspiegelsegmente des ELT ist in Mainz fertig geworden.



ESO

▲ Abb. 3: Marc Cayrel, Head of ELT Optomechanics



ESO

▲ Abb. 4: Roberto Tamai, ELT Programme Manager

SURFTIPPS

- Video des Produktionsbeginns bei Schott
- ESO-Mitteilungen zu ELT-Fortschritten
- Schott-Mitteilungen zu ELT-Arbeiten

 **Kurzlink:** oc1m.de/a14027

kontinuierlich an den Spiegelsegmenten zu arbeiten.

Abenteuer Astronomie Wie weit sind die Arbeiten an den anderen optischen Elementen und der Mechanik des ELT inzwischen gediehen?

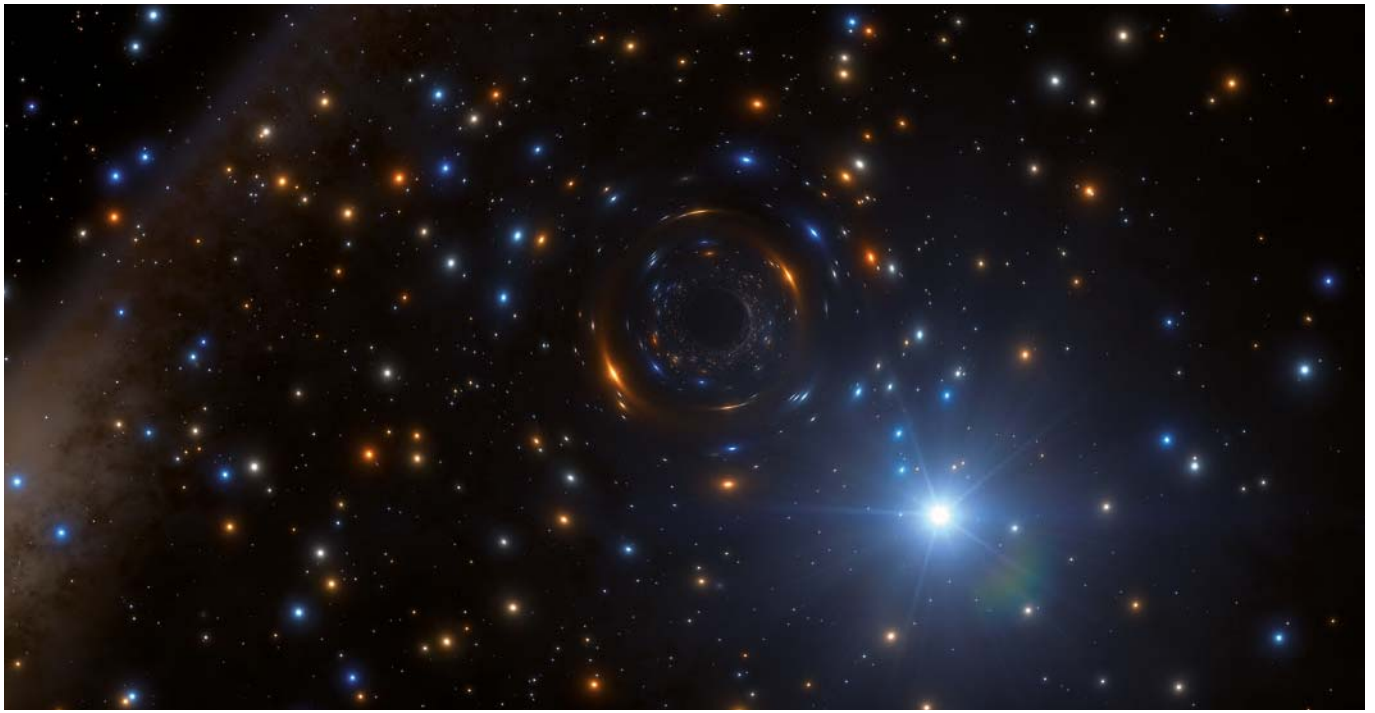
► **Cayrel:** Die Rohlinge für den Sekundär- und Tertiärspiegel sind bereits bei Schott hergestellt worden, und Safran Reosc in Frankreich bereitet derzeit die Einrichtungen und Ausrüstung für ihre Politur vor. Die Mechanik für diese beiden Spiegel wird gerade bei Sener in

Spanien entwickelt. Um den vierten Spiegel im Strahlengang kümmert sich das italienische Konsortium AdOptica, wo inzwischen der Bau der nötigen Anlagen läuft; die spezielle Adaptive Optik dazu, die die Luftunruhe bekämpfen wird, kommt wiederum von Safran Reosc. Und der Auftrag für den fünften Spiegel ist ausgeschrieben: Die Herstellung soll Ende 2018 beginnen.

Abenteuer Astronomie Das erklärte Ziel der ESO ist das »First Light« des ELT im Jahr 2024 – gibt es da noch Zeitreserven?

► **Tamai:** Ja! Wir versuchen immer, etwas Luft zu behalten. Die Zeitreserven bei den Aktivitäten, die absolut kritisch für den Erfolg sind, sind freilich begrenzt, aber wir geben uns alle Mühe, sie zu behalten. Der Plan heute ist, dass die ersten Instrumente HARMONI und MICADO, inklusive ihrer Adaptiven Optik MAORY, ab Anfang 2025 für die Wissenschaft zur Verfügung stehen. Auch das Instrument METIS der ersten Generation wird bereits gebaut – und die Phase-A-Studien für die Instrumente MOS und HIRES der zweiten Generation werden gerade abgeschlossen.

Die Fragen stellte Daniel Fischer



▲ Abb. 1: So könnte das Doppelsternsystem aus Stern und Schwarzen Loch im Kugelsternhaufen NGC 3201 aussehen.

MIT HOHER GESCHWINDIGKEIT UM »NICHTS«

Astronomen entdecken inaktives stellares Schwarzes Loch in Kugelsternhaufen

Bei Beobachtungen des Kugelsternhaufens NGC 3201 mit dem Instrument MUSE am Very Large Telescope der europäischen Südsternwarte ESO fiel Astronomen das eigentümliche Verhalten eines Sterns auf: Er scheint mit einer Geschwindigkeit von einigen hunderttausend Kilometern pro Stunde hin- und hergeschleudert zu werden und dies mit einer regelmäßigen Periode von 167 Tagen. Bei MUSE, die Abkürzung steht für Multi Unit Spectroscopic Explorer, handelt es sich um einen leistungsfähigen Spektrografen, mit dem sich die Geschwindigkeiten von Tausenden von Sternen gleichzeitig bestimmen lassen.

Doppelsystem mit Schwarzen Loch

Eine Erklärung für das merkwürdige Verhalten des Sterns glauben die Wissenschaftler auch gefunden zu haben: Der Stern umkreist offenbar etwas Unsichtbares, das etwa die vierfache Masse unserer Sonne hat – ein Schwarzes Loch. Da diese von sich aus keinerlei Strahlung abgeben, lassen sie sich meist nur entdecken, wenn sie gerade Material verschlingen und dieses sich zuvor in ihrer unmittelbaren Umgebung aufgeheizt hat. Solche Schwarzen Löcher werden »aktiv« genannt. Man kennt viele Doppelsystemen, bei denen ein Partner ein nor-

malster Stern oder Riesenstern und der andere Partner ein Schwarzes Loch ist. Hier kann das Schwarze Loch dann ständig Material von seinem Partner abziehen. Dieses sammelt sich zuvor in einer heißen Scheibe um das Schwarze Loch, die sich beobachten lässt.

Mit MUSE gelang es den Astronomen nun erstmals, ein Schwarzes Loch inmitten eines Kugelsternhaufens nachzuweisen, das nicht aktiv ist, also prinzipiell unsichtbar. Lediglich die auffällige Bewegung eines Sterns, der das Schwarze Loch umläuft, hat es verraten. Der Stern dürfte, so die Analyse der Forscher, die 0,8-fache Masse der Sonne haben, das Objekt, das er umkreist, eine Masse von 4,36 Sonnenmassen. Es muss sich damit mit

großer Wahrscheinlichkeit um ein Schwarzes Loch handeln.

Schwarze Löcher in Kugelsternhaufen

Gerade in Kugelsternhaufen ist das Thema Schwarze Löcher spannend: Die Sterne in solchen Sternhaufen entstanden alle vor sehr langer Zeit gemeinsam und sind somit auch gleich alt. Aus diesem Grund sollten die massereichsten Sterne des Haufens längst als Supernova explodiert und zu einem Schwarzen Loch oder Neutronenstern geworden sein.

Diese stellaren Überreste dürften inzwischen sogar die massereichsten Objekte im Haufen darstellen, da alle massereicheren Sterne längst explodiert oder zu Weißen Zwergen geworden sind. Nach der Theorie sollten sich die Schwarzen Löcher dann im Zentralbereich des Kugelsternhaufens konzentrieren und könnten sich dort durch nahe Begegnungen gegenseitig aus dem Haufen »kicken«, so dass heute nur noch wenige Schwarze Löcher vorhanden wären.

Beobachtungen im Radio- und Röntgenbereich hatten schon darauf hingedeutet, dass verhältnismäßig kleine Schwarze Löcher in Sternhaufen sehr viel häufiger sind, als man bislang angenommen hatte. Der Nachweis eines Schwarzen Lochs in NGC 3201 ist ein weiteres Indiz dafür.

► Stefan Deiters

ESO

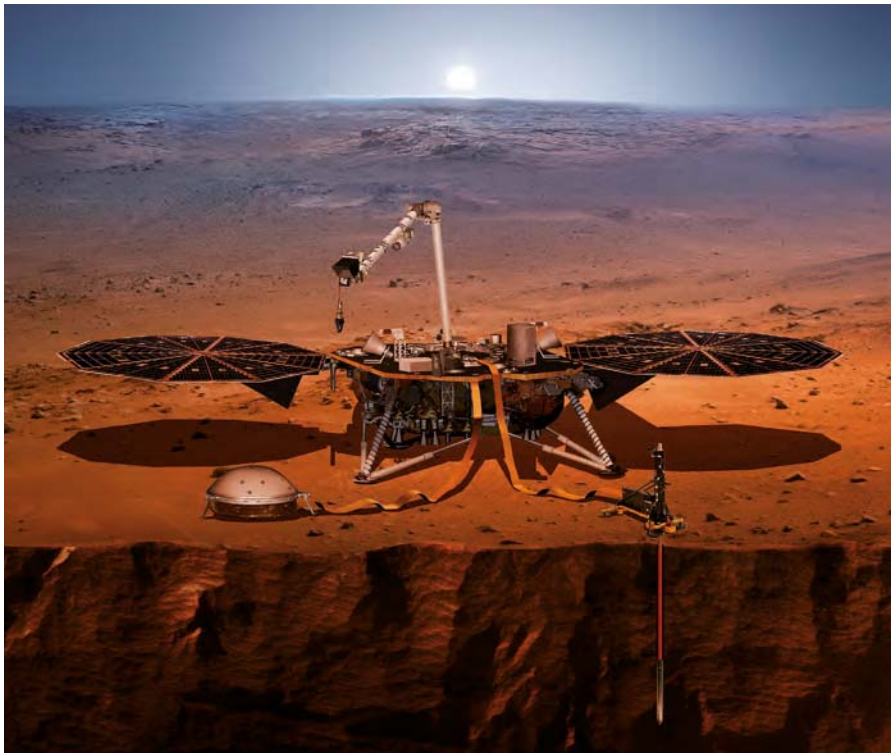


▲ Abb. 2: Der Kugelsternhaufen NGC 3201 liegt rund 15.000 Lichtjahre entfernt im Sternbild Segel des Schiffs.

MIT ZWEI JAHREN VERSPÄTUNG ZUM MARS

NASA-Lander InSight startet und ExoMars hat seinen Arbeitsorbit erreicht

NASA/JPL-Caltech



▲ Abb. 1: Die NASA-Sonde InSight soll Informationen über das Innere des Roten Planeten liefern.

Eigentlich hätte es schon 2016 soweit sein sollen, doch wenige Monate vor dem Start hatte die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA den Start ihrer Mission »Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport«, kurz InSight, zum Mars abgesagt. Grund waren Probleme mit einem der beiden Hauptinstrumenten-Pakete an Bord des Landers, dem Seismic Experiment for Interior Structure. Dieses Seismometer wurde federfüh-

rend von der französischen Raumfahrtagentur Centre National d'Études Spatiales gebaut. Ziel von InSight ist es, mehr über das Innere des äußeren Nachbarn der Erde im Sonnensystem zu erfahren.

Maulwurf für den Mars

Da sich die Starts von Missionen zum Roten Planeten an der Oppositionsstellung des Mars orientieren, war nach der Verschiebung

ein Start erst wieder in diesem Jahr möglich. Er ist nun für Anfang Mai geplant. Macht sich InSight tatsächlich dann auf den Weg, wird die Landung gut ein halbes Jahr später, also Ende November stattfinden.

Das zweite Hauptinstrument an Bord stammt aus Deutschland und wurde federführend vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelt: Das »Heat Flow and Physical Properties Package«, kurz HP3, soll als eine Art Mars-Maulwurf Sensoren bis zu fünf Meter tief in den Marsboden einbringen, um den Wärmefluss aus dem Innern des Mars zu vermessen. Die Wissenschaftler erhoffen sich davon ganz neue Einblicke in die thermische Entwicklung des Mars und zu verborgenen Wasservorkommen unter der Oberfläche.

ExoMars erreicht Arbeitsorbit

Eine andere Mars-Mission sollte inzwischen – nach über einem Jahr – ihren endgültigen Arbeitsorbit um die Roten Planeten erreicht haben: Die europäisch-russische Marssonde ExoMars Trace Gas Orbiter war im März 2016 gestartet und schließlich im Oktober in einen Marsorbit eingeschwenkt. Anschließend musste die Sonde von ihrer anfänglich hochelliptischen Umlaufbahn von 98.000×200km in einen kreisrunden Orbit in rund 400km Höhe gebracht werden. Dies geschah hauptsächlich durch »Aerobraking«: Dabei tauchte die Sonde bei einem Umlauf immer leicht in die Atmosphäre ein, so dass sich ihr Orbit ganz allmählich verändert. Ende Februar war das Aerobraking abgeschlossen, die finalen Anpassungen sollten dann noch mit den Triebwerken an Bord erfolgen.

Der Trace Gas Orbiter wird aus dem Marsorbit die Zusammensetzung der Atmosphäre des Roten Planeten untersuchen und ist dabei besonders auf die Entdeckung von Spurengasen spezialisiert. So könnte zum Beispiel das Vorhandensein von Methan einen wichtigen Hinweis auf biologische oder aber geologische Prozesse auf dem Mars liefern. Neben seinen wissenschaftlichen Aufgaben soll der Orbiter auch Daten des geplanten europäischen Marsrovers empfangen und zur Erde weiterleiten.

► Stefan Deiters

ESA/ATG-medialab



▲ Abb. 2: Die Sonde ExoMars Trace Gas Orbiter hat über ein Jahr lang ihren Orbit durch »Aerobraking« angepasst.

► Abb. 1: Das Sternbild Orion mit seinem rötlichen Hauptstern Beteigeuze aufgenommen von der Hacienda Los Andes in Chile.
CEDIC Team und Justin Kabaus

WANN EXPLODIERT BETEIGEUZE?

Massereiche Sterne, die etwa achtmal schwerer sind als unsere Sonne, explodieren in einer Supernova. Zum Glück sind sie selten, aber wie gefährlich wären sie, wenn sie sich in der Nähe des Sonnensystems ereignen; zum Beispiel, wenn der rote Riesenstern Beteigeuze hochgeht?

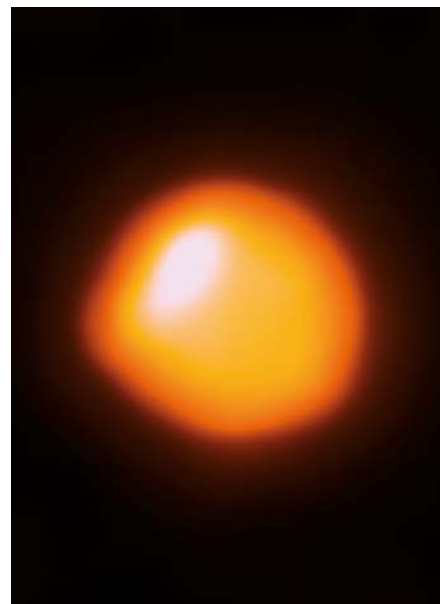
Beteigeuze ist ein roter Überriesenstern, der für uns Europäer im Wintersternbild Orion, einer Jagdfigur der griechischen Mythologie, den linken Schulterstern darstellt. Er ist einer der auffälligsten Sterne des Himmels – denn Beteigeuze ist nicht nur auf Platz 10 in der Hitparade der hellsten Sterne (die Sonne nicht mitgerechnet), sondern erstrahlt in einem markanten Rot. Überriese, das verrät schon, weshalb Beteigeuze so eine imposante Erscheinung ist: Der Stern ist wahnsinnig groß und hat den etwa 1400-fachen Durchmesser der Sonne. Säße Beteigeuze an ihrer Stelle inmitten unseres Sonnensystems, würde seine Oberfläche bis zum Planeten Jupiter reichen!

Als Leuchtkraft bezeichnen Astronomen so etwas wie die Helligkeit eines Sterns »vor Ort«. Sie hängt vor allem von der Sterngröße und seiner Oberflächentemperatur ab. Obwohl Beteigeuze an der Oberfläche kühler als die Sonne ist, nämlich nur rund 3300 Grad Celsius gegenüber 5250 Grad Celsius

us im Fall der Sonne, übertrifft die Leuchtkraft des Überriesen die der Sonne um etwa das 100.000-Fache. Denn der Sternradius geht quadratisch in die Leuchtkraft ein. Diese riesige Plasmakugel erscheint nur deshalb so klein am Himmel, weil der Gigant ungefähr 640 Lichtjahre von uns entfernt ist. Zum Vergleich: Das nächste Sternsystem Alpha Centauri ist nur etwa vier Lichtjahre weit weg.

Das kurze Leben massereicher Sterne

Beteigeuze ist nicht nur größer, sondern bringt auch die zwölffache Masse der Sonne auf die Waage. Derartige Sterngiganten entwickeln sich ganz anders als unser Zentralstern. Obwohl sie viel mehr »Brennstoff« für die Verschmelzung von Atomkernen zur Verfügung haben und sie daher naiv betrachtet langlebiger sein müssten, leben sie paradoxerweise sehr viel kürzer: Massereiche Sterne sterben daher früher. Auf dem Zent-



▲ Abb. 2: Radiofoto der Sternoberfläche von Beteigeuze, aufgenommen mit dem Radioteleskopverbund ALMA im Jahr 2017. Die »Beulen« verraten Temperaturunterschiede in den äußeren Sternhüllen.

ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/E. O'Gorman/P. Kervella

rum solcher Sterne lastet nämlich infolge der großen Masse ein viel größerer Druck. Das Sternzentrum wird dadurch viel heißer und die »Maschine« läuft viel schneller. Massereiche Sterne verschleudern also ihre viel größeren Ressourcen. Beteigeuze ist erst acht Millionen Jahre alt und wird schon bald sterben – die Sonne bringt es auf knapp fünf Milliarden Jahre und hat noch einige Milliarden Jahre vor sich.

Interessant wird es für Sternmassen ab acht Sonnenmassen. So schwere Sterne durchlaufen alle Kernfusionsprozesse bis zum Element Eisen. Hier stoppt die Fusionskette aus kernphysikalischen Gründen, weil bei der Verschmelzung von Eisenatomkernen keine Energie mehr frei wird. Der schwere und dichte Sternkern sackt unter dem eigenen Gewicht im Gravitationskollaps zusammen und bildet ein kompaktes Überbleibsel: einen Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch. Der Rückprall am Kern zusammen mit Myriaden von im Kollaps entstehenden Neutrinos verursacht die nachfolgende Sternexplosion: eine Supernova vom Typ II.

Explosives Ende

Genau dieses Szenario erwarten wir für den roten Überriesen Beteigeuze. Vielleicht geschah die Explosion schon längst, aber wir erfahren davon erst rund 640 Jahre später, weil das Licht der Explosion so lange zu

uns unterwegs ist. Fakt ist, dass die nächste Supernova in unserer Heimatgalaxie seit rund 400 Jahren überfällig ist: Die letzte Sternexplosion in der Milchstraße war »Keplers Supernova«, die im Jahr 1604 beobachtet wurde. Hier explodierte ein Stern im Sternbild Schlangenträger in rund 20.000 Lichtjahren Distanz.

Aus verschiedenen Messungen (u.a. der Häufigkeit bestimmter chemischer Elemente) kennen die Astronomen die Supernova-Rate: Pro Jahrhundert und pro Galaxie sollten zwei bis drei Sterne explodieren. Daher wissen wir, dass es langsam wieder an der Zeit ist.

Ein Variante besonders heftiger und deutlich hellerer Sternexplosionen sind die Gammablitz, früher auch Hypernovae genannt. Die Astrophysiker erwarten für Beteigeuze allerdings keinen Gammablitz, weil der Stern keine ausreichend große Masse aufweist. Wenn Beteigeuze explodiert, werden wir es auf jeden Fall auf der Erde mitbekommen. Wie bei historisch beobachteten Sternexplosionen, z.B. der Entstehung des Krebsnebels im Sternbild Stier im Jahr 1054, wird der explodierte Stern am helllichten Tag zu sehen sein!

Gefahr für die Erde?

Aber was dann? Müssen wir um die Erde fürchten? Hier können die Astronomen Ent-

warnung geben. Beteigeuze ist zu massearm und weit genug entfernt. Ohne Gammablitz ist die hier ankommende Strahlung zum Glück nicht energiereich genug. Weiterhin schützt uns die Erdatmosphäre. Denn sie schwächt energiereiche Gamma- und Röntgenstrahlung ab, so dass keine nennenswert gefährliche Strahlung am Erdboden ankommen wird. Freuen wir uns also auf ein spektakuläres Himmelsschauspiel, das Beteigeuze bieten wird. Aufgrund der beobachteten Aktivität des roten Sterns rechnen die Astronomen aber erst in einigen tausend Jahren damit.

► Andreas Müller

INTERAKTIV



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

Kurzlink: oc1m.de/fb



Astro-ABC: M wie Meteor

Das Wort Meteor kann man zunächst mit Sternschnuppe gleichsetzen. Meteore sind Leuchterscheinungen in der Hochatmosphäre, hervorgerufen durch schnell eindringende Teilchen aus dem Weltall. Die Geschwindigkeiten liegen zwischen 11 und 72 Kilometern pro Sekunde! Solche kosmischen Splitter werden Meteoroiden genannt. Dabei kann es sich um winzige Staubpartikel bis hin zu metergroßen Brocken handeln. Entsprechend unterschiedlich stark sind die Leuchterscheinungen, die sie auslösen. Einfache Sternschnuppen werden von Teilchen erzeugt, die nur 1 bis 10mm groß sind. Das Leuchten, dass ein Beobachter am Nachthimmel sieht, ist dabei nicht das Verglühen der winzigen Gesteins- oder Metallkörner selbst, sondern das Rekombinationsleuchten der Luftmoleküle entlang der Flugbahn des Teilchens. Man kann sa-



▲ Abb. 1: Ein Meteor leuchtet am Nachthimmel auf – hier ein Perseid am 13. August 2015

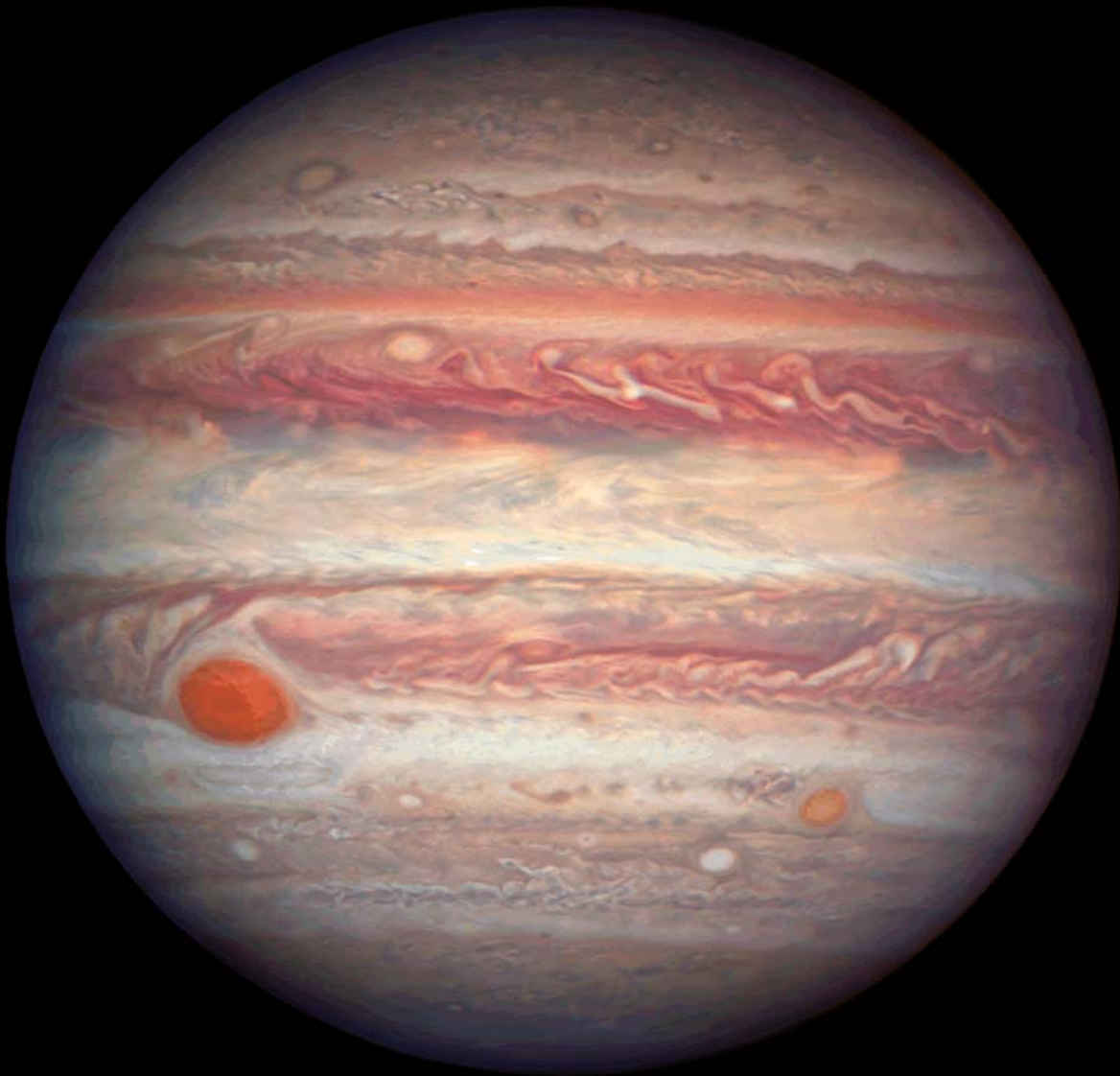
gen, eine Sternschnuppe ist die leuchtende Bremsspur eines Meteoroiden. Bei größeren Brocken wird es spektakulärer: Während Sternschnuppen schon oberhalb von etwa 80km Höhe verglühen, schaffen es größere Meteoroiden bis in dichtere Atmosphärenschichten in 20km Höhe. Neben dem Ionisationsleuchten trägt bei ihnen das Verglühen ihres Materials stark zur Helligkeit bei, es kommt zu einer Feuerkugel, auch Bolide genannt. Wenn etwas Materie eines Meteoroiden den Hölletritt durch die Erdatmosphäre übersteht und auf dem Erdboden auftrifft, spricht man von einem Meteoriten. Meteore treten zu bestimmten Zeiten im Jahr gehäuft auf. Zu den bekanntesten Meteorströmen des Jahres gehören die Perseiden im August oder die Geminiden im Dezember.

► Paul Hombach



GASRIESE GLÄNZT IN DER WAAGE

Jupiter in Opposition zur Sonne am 9. Mai



NASA, ESA und A. Simon (GSFC)

▲ Abb. 1: Eine Hubble-Aufnahme von Jupiter, die aus einer Entfernung von 670 Millionen Kilometern gemacht wurde. Zur Opposition am 9. Mai wird uns der Gasriese noch zwölf Millionen Kilometer näher sein.

Wenn die Planeten des Sonnensystems in Opposition zur Sonne stehen, lassen sie sich in der Regel besonders gut beobachten: Sie sind am Nachthimmel auffällig hell und zudem die gesamte Nacht über zu sehen. Der Gasriese Jupiter erreicht in der Nacht vom 8. auf den 9. Mai, genau um 2:39 MESZ, seine Oppositionsstellung, die Erde befindet sich dann also genau zwischen dem Gasriesen und der Sonne. Jupiter leuchtet hell im Sternbild Waage, erreicht über dem Südhorizont allerdings nur eine Höhe von 21 Grad. Sobald die Venus untergegangen ist, macht derzeit dem Gasriesen mit einer Helligkeit von $-2^m,5$ aber niemand mehr seine Rolle als hellstes Objekt am

nächtlichen Himmel streitig – vom Mond einmal abgesehen.

Rund um den Oppositionszeitpunkt erreicht ein Planet auch seine geringste Entfernung von der Erde. Dass der Zeitpunkt des geringsten Abstands nicht genau mit der Opposition zusammenfällt, liegt an den nicht exakt kreisförmigen Umlaufbahnen der Planeten. Zum Zeitpunkt der Opposition ist Jupiter 4,4 AE von der Erde entfernt, das entspricht etwa 658 Millionen Kilometern. Das ist etwas mehr als die durchschnittliche Entfernung zur Opposition. Sein scheinbarer Durchmesser am Himmel beträgt 43,8 Bogensekunden – auch dies ist natürlich etwas kleiner als der durchschnittliche Durchmesser zur Opposi-

on. Die maximal mögliche Helligkeit zur Opposition beträgt $-2^m,94$. Die diesjährige Oppositionshelligkeit liegt damit sogar noch unter dem Durchschnittswert.

Auf seiner Bahn um die Sonne schwankt der Abstand des Gasriesen von der Erde zwischen 589 Millionen Kilometern und 968 Millionen Kilometern und der Durchmesser des Jupiter Scheibchens zwischen 29,8 und 50,1 Bogensekunden. Wer mit dem bloßen Auge beobachtet, wird den Planeten in jedem Fall nur als hellen Lichtpunkt sehen, aber schon ein gutes Fernglas reicht aus, um erkennen zu können, dass es sich hier um einen Planeten handelt, der zudem auch noch von Monden umkreist wird.

► Stefan Deiters

Roter Flitzer überholt Ringplaneten

Mars nahe Saturn am 2. April

Mars legt seit Jahresbeginn ein ordentliches Tempo vor. Er ist von der Waage durch die Tierkreissternbilder Skorpion und Schlangenträger inzwischen in den Schützen gezogen. Dort begegnet er am Morgen des 2. April Saturn. Um 5:00 MESZ, da setzt die astronomische Dämmerung ein, finden wir den rötlichen Planeten nur 1,3° südwestlich des Ringplaneten. Nur 20' weiter südwestlich steht übrigens M 22, der schönste Kugelsternhaufen des Schützen. Der Morgen des 2. April bietet Fernglasbeobachtern die schöne Gelegenheit, beide Planeten und das schimmernde Fleckchen des Kugelsternhaufens gemeinsam in einem Feld zu beobachten. In Sachen Helligkeit schenken sich die

beiden Planeten wenig: Mars ist 0^m,3 und der viel fernere, aber erheblich größere Saturn 0^m,5. Das ändert sich bald. Am 14. April überschreitet die Helligkeit des Mars 0^m, bis Anfang Dezember strahlt er dann heller als die nullte Größenklasse.

Mit einer Bahngeschwindigkeit um die Sonne von knapp 10 Kilometern pro Sekunde ist Saturn deutlich langsamer unterwegs als Mars: Dieser durchläuft seine viel kürzere Innenbahn mit dem zweieinhalbfachen Tempo. Am Himmel zeigt sich das ungleiche Wettrennen nun von Tag zu Tag: Am Morgen des 3. April steht Mars genau südlich von Saturn, am 4. ein Stückchen südöstlich, am 5. April ist der Abstand schon fast wieder auf 2° angewachsen. ► Paul Hombach



▲ Abb. 2: Mars und Saturn am 2. April um 5:00 MESZ.

Knapp am Königsstern vorbei

Mond bei Regulus 24. April

Schon in der Abenddämmerung ist zu sehen, wie sich der zu 71% beleuchtete Mond dem hellsten Stern im Sternbild Löwen, auch als α Leonis bekannt, annähert. Um 21:00 MESZ ist der Erdrabant bereits auf 0,8° an Regulus herangerückt. Das Paar steht dann fast genau im Süden und somit in bestmöglicher Höhe über dem Horizont. Die geringste Distanz zwischen den beiden ist um 22:53 MESZ zu beobachten. Nur noch 0,2° liegen dann zwischen dem Mondrand und dem Königsstern, wobei der Mond genau nördlich, also oberhalb steht. Der Name Regulus kommt aus dem Lateinischen und heißt über-

setzt »kleiner König«. Am Königsstern lässt sich nun sehr schön die Eigenbewegung des Mondes verfolgen. Pro Stunde bewegt er sich um etwa um einen eigenen Durchmesser am Himmel nach Osten. Kurz vor Mitternacht steht der Mond schon 25' links oberhalb von α Leonis, eine Stunde später ist der Abstand auf 50' angewachsen. Um 2:00 MESZ am 25. April sind es wieder 1,3°. Da neigen sich beide schon dem Westhorizont entgegen und stehen dort noch rund 20° hoch. Dann zieht bereits ein anderer Himmelskörper die Blicke auf sich: Jupiter im Sternbild Waage steht zu dieser Zeit im Süden. ► Paul Hombach

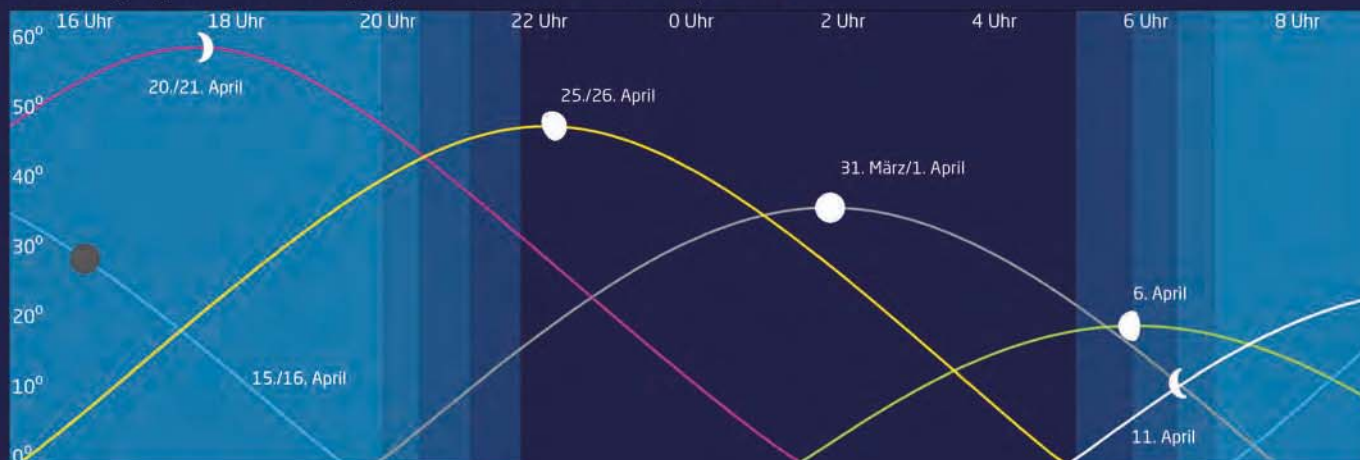
Astronomische Ereignisse im April 2018/Mai 2018

1.4.	19:53	MESZ	Merkur: untere Konjunktion
2.4.	8:31	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 4,936°)
2.4.	14:39	MESZ	Mars (0 ^m ,3) 1,3° O Saturn (0 ^m ,5, sichtbar am Morgen)
3.4.	0:20	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,634°)
8.4.	4:15	MESZ	Mond bedeckt Albdah (2 ^m ,9), Bedeckung am hellen Rand
8.4.	9:18	MESZ	Mond: Letztes Viertel
14.4.	10:30	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -5,713°)
14.4.	20	MESZ	Mars: Helligkeit wächst auf 0 ^m
16.4.	3:57	MESZ	Neumond
17.4.	6:53	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,553°)
17.4.	10	MESZ	Saturn: Aphel (Entfernung von Sonne: 10,0656 AE)
18.4.		MESZ	Uranus: Konjunktion
19.4.	2	MESZ	η-Aquariiden (aktiv bis 28.5.)
20.4.	8	MESZ	Mars: Durchmesser wächst auf 10" (-0 ^m ,1)
22.4.	23:46	MESZ	Mond: Erstes Viertel
24.4.	22:53	MESZ	Mond 0,2° NO Regulus
26.4.	0:36	MESZ	Mond: Goldener Henkel bei Mond sichtbar zwischen 22:36 und 4:54
29.4.	5:25	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 4,649°)
29.4.	20:24	MESZ	Merkur (0 ^m ,3) größte Elongation West (27,0°), Morgenhimmel
30.4.	2:58	MESZ	Vollmond
30.4.	4:32	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,562°)
3.5.	18:49	MESZ	Merkur: Dichotomie/Halbphase
5.5.	1:54	MESZ	Mond 2,2° O Saturn
6.5.	5:33	MESZ	Mond 2,2° NE Mars
7.5.	21	MESZ	Maximum η-Aquariiden, ZHR=50
8.5.	4:09	MESZ	Mond: Letztes Viertel
9.5.	2:39	MESZ	Jupiter Opposition (2 ^m ,5)
12.5.	2:01	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -6,586°)
13.5.	14:36	MESZ	Merkur (-0 ^m ,2) 2,2° O Uranus (5 ^m ,9, sichtbar am Morgen)
14.5.	12:02	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,559°)
15.5.	13:48	MESZ	Neumond
16.5.	21:02	MESZ	Mond 2,6° O Aldebaran
22.5.	1:50	MESZ	Mond 1,5° NE Regulus
22.5.	5:49	MESZ	Mond: Erstes Viertel
24.5.	18	MESZ	Mars: Helligkeit wächst auf -1 ^m
25.5.	10:40	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 5,489°)
25.5.	16:24	MESZ	Mond: Goldener Henkel bei Mond sichtbar zwischen 16:24 und 20:00
27.5.	7:02	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,618°)
28.5.	4:20	MESZ	Venus (-3 ^m ,9) nur 16' W Mebsuta, ε Gem (3 ^m ,1, sichtbar am Abend)
29.5.	16:20	MESZ	Vollmond

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

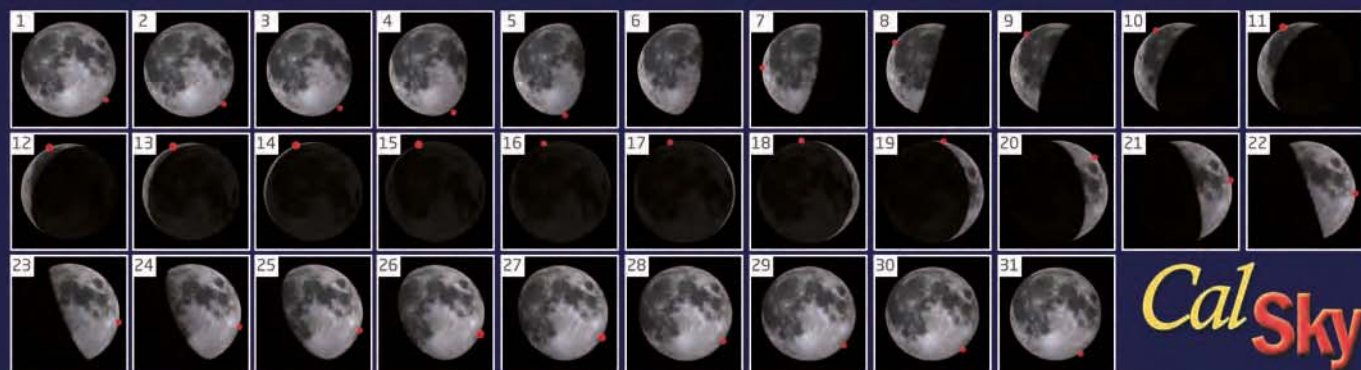
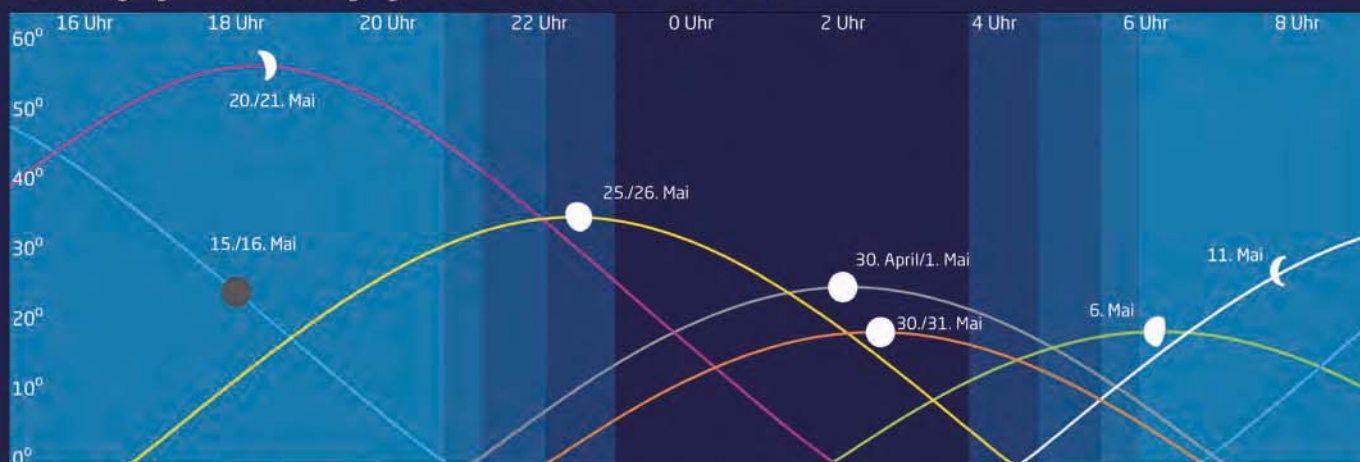
Der Mond im April/Mai

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



CalSky

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

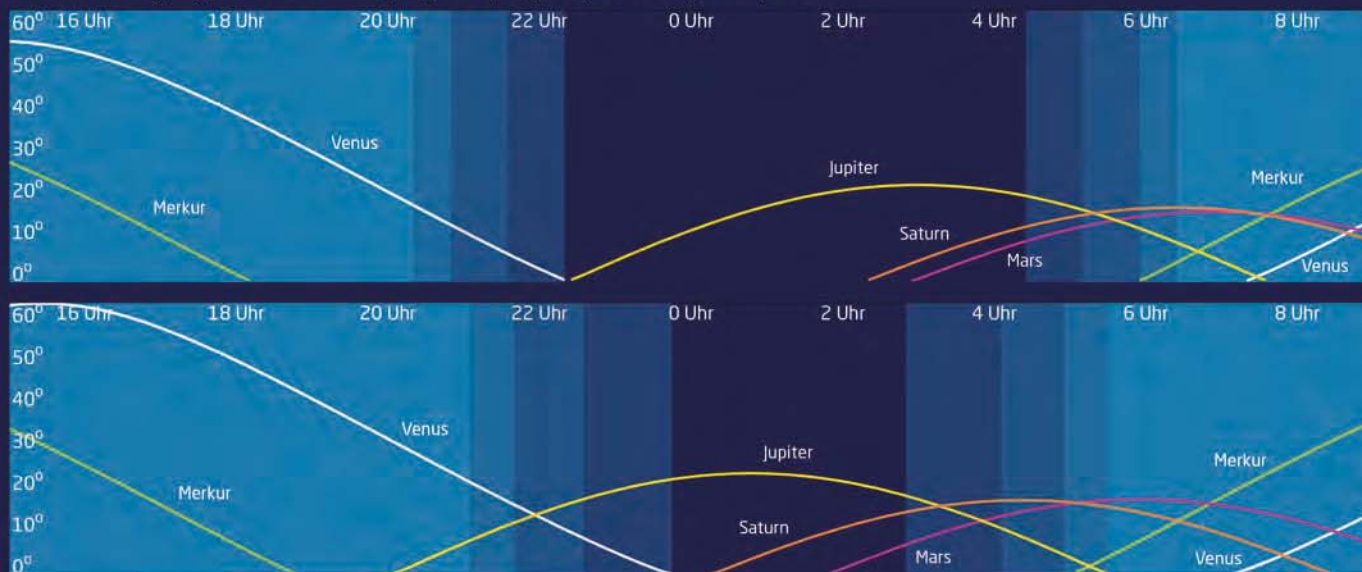


CalSky

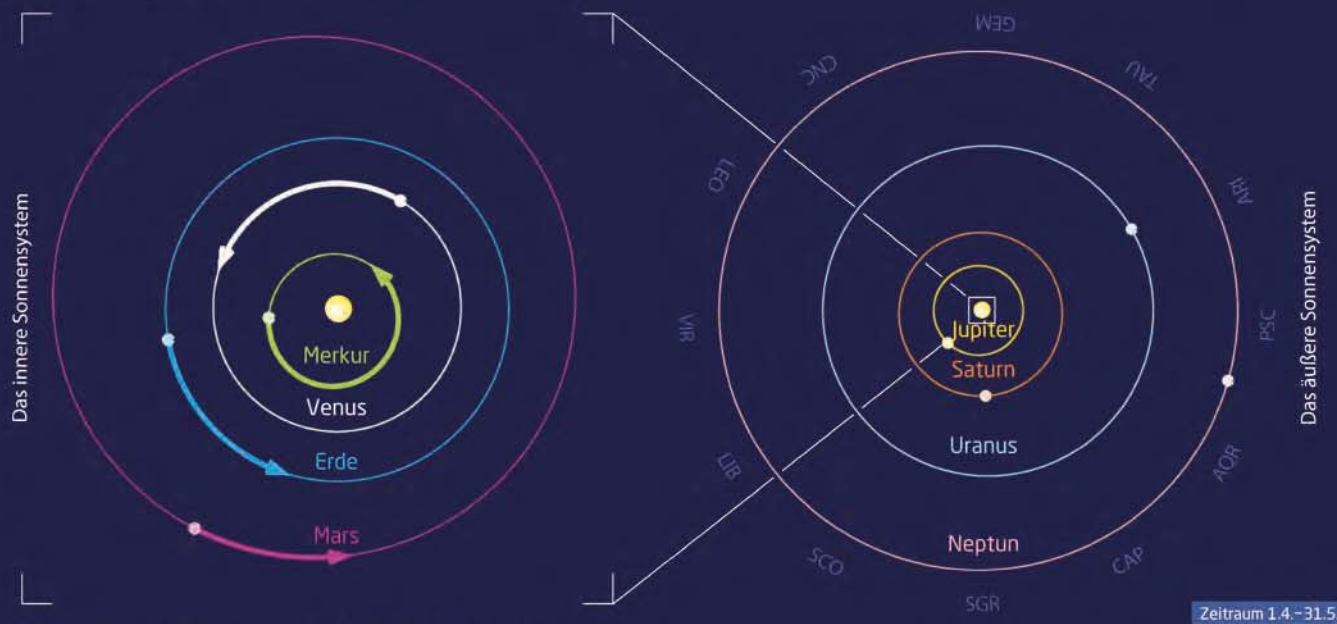
Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform www.CalSky.com erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

Die Planeten im April/Mai

Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im April (oben) und Mai (unten) 2018

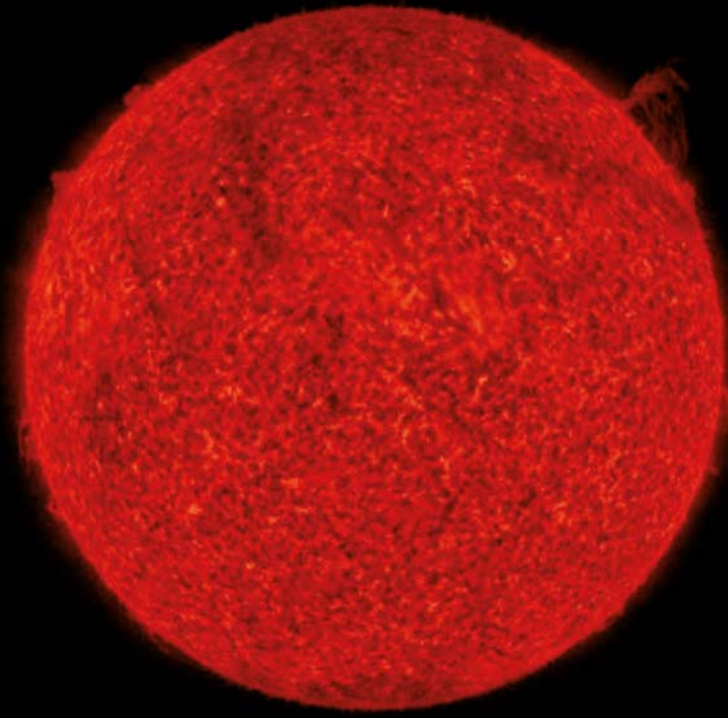


Planeten: Bahnen im April und Mai 2018



Planeten: Anblick im Fernrohr im April und Mai 2018





▲ Abb. 1: Aufnahme der Sonne des Solar Dynamics Observatory bei einer Wellenlänge von 304 Ångström vom 10. November 2017 mit der Filamentruption rechts oben.

Sonne aktuell: Schwächelnde Aktivität

Gegen Ende des Jahres war die Sonnenaktivität ausgesprochen gering. Dies gab schon einmal einen Vorgeschmack auf das Minimum, das nach wie vor für die Zeit ab 2020 erwartet wird. Nur je drei neue Fleckengruppen konnten im November und Dezember 2017 beobachtet werden, dazu gab es 19 bzw. 16 fleckenfreie Tage. Am 31. Dezember konnte eine kleine Fleckengruppe gesehen werden, die aber nur für ein paar Stunden sichtbar war und daher vom SILSO in Brüssel als Fleck anerkannt

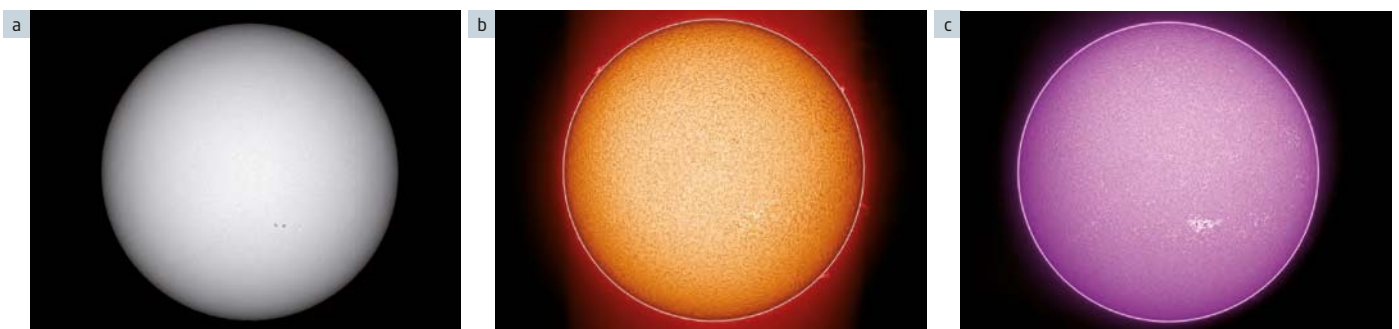
wurde, von der NOAA aber nicht, da sie keine zwei Tage durchhielt. Nur eine einzige Fleckengruppe, die AR (1)2692, die gegen Ende des Jahres sichtbar war, erreichte die Waldmeierklasse D. Andere kamen nur bis C oder waren A- oder B-Gruppen.

In beiden Monaten gab es kein einziges Flare und lediglich am 10. November eine nicht erdwärts gerichtete Filamentruption. Dennoch konnten in nördlichen und südlichen Breiten und in vier Nächten von Deutschland aus foto-

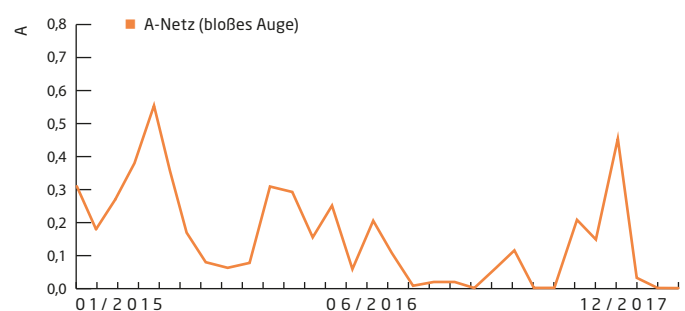
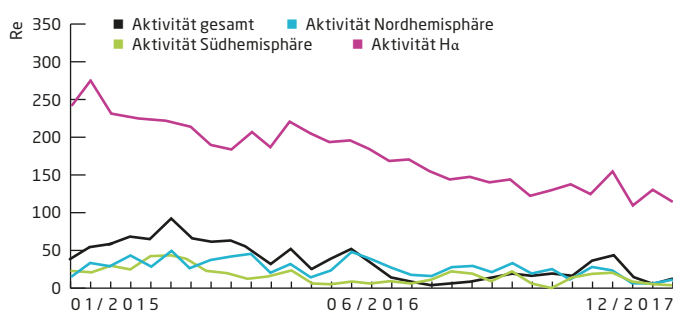
SURFTIPPS

- Magnetometer Kiruna
- Polarlicht-Archiv
- Tromsø Geophysical Observatory
- Aktuelle Magnetfelddaten zum DST-Index
- Arbeitskreis Meteore e.V.

Kurzlink: oc1m.de/a14036



▲ Abb. 2: Sonnenaktivität am 25.12.2017 mit der Region AR (1)2692 im Weißlicht (a, Refraktor 76/570mm, Kamera: PointGrey Grasshopper3-U3-285SM, H α -Licht (b, mit Coronado Solarmax 90-Filter) und im Kalzium-Licht (c, mit Lunt CaK-Modul). Ullrich Dittler



Kometen aktuell: Helle Kometen – Fehlannonce

Zurzeit stehen keine Kometen heller als 10^m an unserem Himmel. Wir müssen uns noch mindestens bis zum Sommer gedulden, um auch Schweifsterne mit Ferngläsern und kleineren Teleskopen beobachten zu können. Allerdings mangelt es nicht an mittelhellen Kometen der 11. bis 12. Größenklasse, die aber nur größeren Fernrohren zugänglich sind.

Schon länger beobachtbar ist der Komet **C/2016 R2 (PanSTARRS)**, der zum Jahreswechsel sogar noch etwas an Helligkeit zugelegt hat. Im Januar 2018 zeigte der Komet auf Fotos recht ungewöhnliche Schweifstrukturen mit langen, sich schnell verändernden Jets. Er kann am Abendhimmel beobachtet werden und besitzt eine nahezu konstante Helligkeit um 10^m sowie eine gut kondensierte Koma von 1,5 Bogenminuten scheinbarem Durchmesser. Bis Mitte April wandert der Schweifstern durch den Perseus, weiter in den nördlichen Bereich des Sternbilds Fuhrmann. Bei Einbruch der Dunkelheit steht er Anfang April noch gut 35 Grad hoch über dem Nordwesthorizont. Ab Mai verschlechtern sich zusehends die Beobachtungsbedingungen.

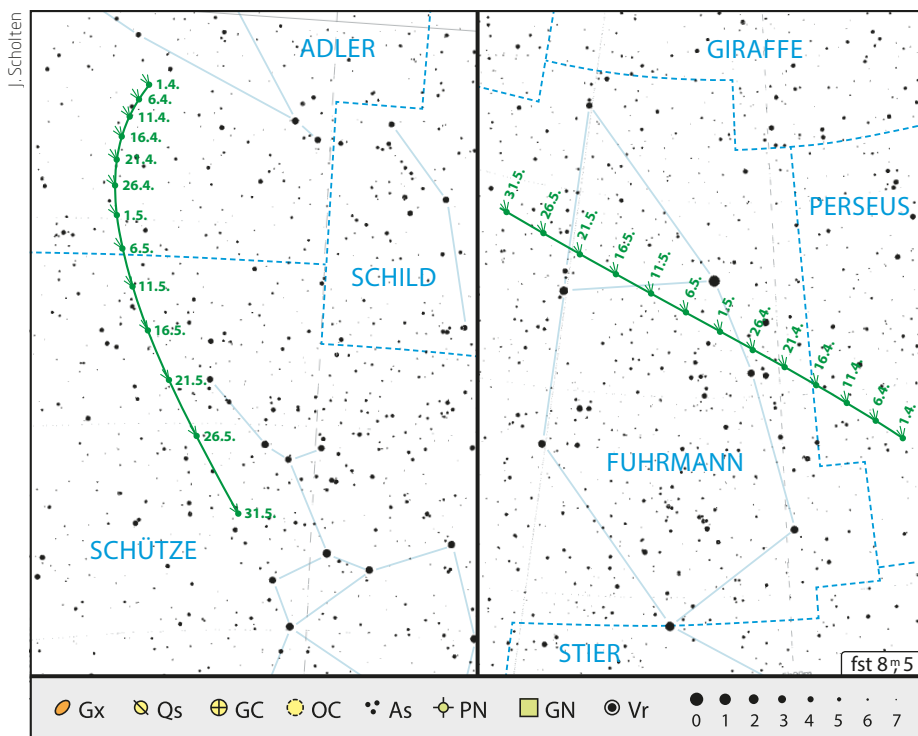
▲ Abb. 1: Komet C/2016 R2 PanSTARRS am 16. Januar 2018 aufgenommen mit einem 254mm-Newton-Teleskop bei 1000mm Brennweite mit einer Moravian G2 8300. Norbert Mrozek

Mit den immer kürzer werdenden Nächten und der schrumpfenden Elongation zur Sonne befindet sich PanSTARRS gegen Ende der astronomischen Dämmerung nur noch knapp 15 Grad hoch im Osten. Am 9. Mai steht der Komet, der eine Umlaufzeit von ungefähr 20.100 Jahren besitzt, mit 389 Millionen Kilometern Abstand zur Sonne im Perihel.

Der am 22. Juni 2016 vom PanSTARRS-1-Teleskop auf dem Haleakala in Hawaii entdeck-

te Komet **C/2016 M1 (PanSTARRS)** wird im Sommer 2018 die 10. Größenklasse erreichen. Der Schweifstern ist ein Objekt für den Morgenhimmel und steht zu Beginn der astronomischen Dämmerung noch 20 Grad hoch im Südosten im südlichen Bereich des Sternbilds Adler. Im April beträgt die Helligkeit noch 11^m , steigt aber bis Ende Mai auf 9^m , so dass er bereits in mittleren Teleskopen und eventuell sogar in lichtstarken Feldstechern aufgesucht werden kann. Leider verschlechtern sich ab Ende Mai die Beobachtungsbedingungen für uns Mitteleuropäer. PanSTARRS zieht durch das Sternbild Schütze und erreicht immer südlichere Deklinationen. Gleichzeitig nimmt sein Winkelabstand zur Sonne (Elongation) immer weiter zu und beträgt Mitte Juni bereits 160 Grad. Spätestens Anfang Juni verschwindet der Schweifstern schließlich endgültig von der Himmelsbühne und wird im Sommer zum Objekt für Beobachter auf der Südhalbkugel der Erde.

► Andreas Schnabel



▲ Abb. 2: Die Kometen C/2016 M1 (PanSTARRS, links) und C/2016 R2 (PanSTARRS) im April und Mai.

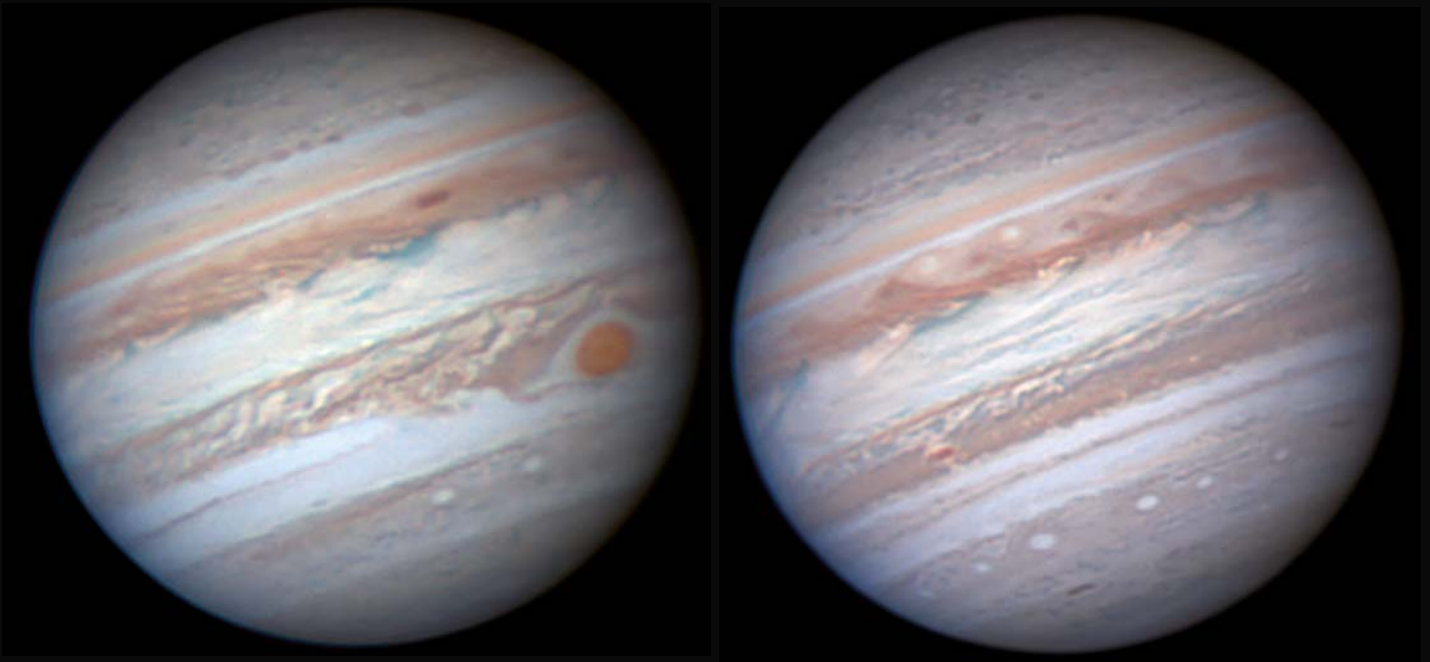
SURFTIPPS

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

Kurzlink: oc1m.de/a14037

Kometen im April/Mai 2018

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	Helligkeit
C/2016 R2 (PanSTARRS)	7.9.2016	9.5.2018 (2,60 AE)	22.12.2017 (2,05 AE)	November 2017 bis Juni 2018	10^m - 11^m
C/2016 M1 (PanSTARRS)	22.6.2016	10.8.2018 (2,21 AE)	24.6.2018 (1,29 AE)	April 2018 bis Juni 2018	$\sim 11,5^m$ - $9,5^m$



▲ Abb. 1: Jupiter am 27.1. (a) und 28.1.2018 (b), aufgenommen an einem 404mm Newton plus 5× Powermate und einer Kamera vom Typ Blackfly PGE-31S4M-C von Rubyvale in Australien aus. Anthony Wesley

Planeten aktuell: Jupiters Wirbel

In den Wintermonaten hatten es Planetenbeobachter wahrlich nicht leicht! Im Frühjahr 2018 ist Besserung in Sicht, wenn sich gleich vier Planeten immer besser in Szene setzen. Eine monatelange Schlechtwetterperiode ließ so manchen Beobachter an seinem Hobby beinahe verzweifeln. Eine besonders ungewöhnliche Beobachtung erreichte die Redaktion dennoch. Sie fällt in die Kategorie »Machen sie das nicht zuhause nach!«, jedenfalls nicht, wenn Sie nicht absolut über die nötige Erfahrung und das Wissen um die Sicherheitsvorkehrungen verfügen. Friedhelm Dorst ist bekannt für Beobachtungen unter extremen Bedingungen. Ihm gelang es, Venus nahe ihrer oberen Konjunktion am Mittag des 8. Januar 2018 nur 29' südlich des Sonnenrandes trotz leichter Zirren zu filmen, während die Sonne selbst durch eine Laterne verdeckt war. Von ersten Sichtungen des Abendsterns in der hellen Dämmerung mit dem Fernglas am 5. und 8. Februar berichten mehrere Beobachter aus Nordrhein-Westfalen.

Zwei Ansichten des Riesenplaneten

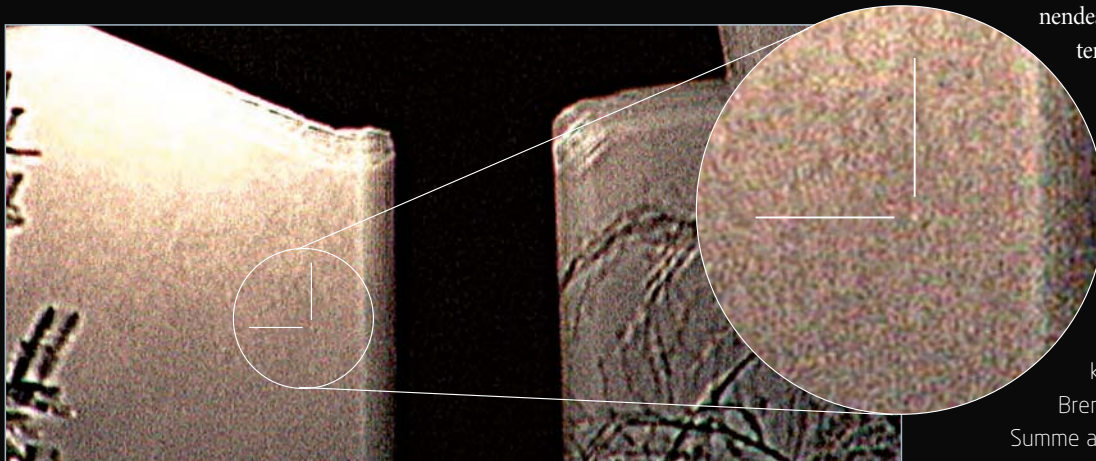
Während hiesige Beobachter noch auf eine Jupiterbeobachtung warteten, hat für Planetenfotografen auf der Südhalbkugel die Saison des Riesenplaneten längst begonnen. Anthony Wesley aus Australien zeigt, dass der schrumpfende Große Rote Fleck immer noch eine beeindruckende Erscheinung ist. Auf der anderen Seite des Gasriesen ist eine charakteristische »Perlenkette« aus weißen Ovalen in gemäßigten südlichen Breiten zu sehen. Das nördliche Äquatorband (NEB) erscheint stark durcheinandergewirbelt, vielleicht sind das Vorboten einer kommenden Auflösung des Bandes!

Vier Planeten am Frühlingshimmel

Gelegentliche Wolkenlücken vorausgesetzt, lassen sich in den Monaten April und

Mai vier der fünf klassischen Planeten beobachten: Jupiter steht am 9. Mai in Opposition. Damit erreicht er die beste Sichtbarkeit des Jahres. Da er im Sternbild Waage steht, fallen seine Maximalhöhen über dem Südhorizont für Mitteleuropa in diesem Jahr allerdings bescheiden aus. Die Abendsichtbarkeit der Venus erreicht im Mai ihren Höhepunkt. Sie steht vorübergehend sogar noch nördlicher als die Sonne zur Zeit der Sommersonnenwende und geht Ende Mai erst gegen Mitternacht unter. Mars zieht weiter sehr südlich im Sternbild Schütze seine Bahn. Mitte April wird er heller als 0^m, Ende Mai wird er mit mehr als -1^m endgültig zum Glanzpunkt. Allerdings ist er weiterhin nur in der zweiten Nachthälfte zu beobachten. Sein Durchmesser legt deutlich von 8" auf 15" zu. Mars zieht am 2. April nah an Saturn vorbei. Der Ringplanet geht Anfang April erst nach 3:00 MESZ auf, Ende Mai erscheint er schon vor Mitternacht am Südosthorizont.

In den Sommermonaten wird der Rote Planet zur Höchstform auflaufen und ein spannendes Objekt für Teleskopbeobachter sein. ► Paul Hombach



◀ Abb. 2: Venusbeobachtung extrem: Der Planet ist am 8.1.2018 um 12:55 MEZ rund ein halbes Grad vom Sonnenrand entfernt dennoch als Lichtpünktchen eindeutig zu sehen. Zum Einsatz kam ein Camcorder mit 78mm Brennweite und ND4,2 Filterung. Summe aus 30 Einzelbildern, mit Giotto bearbeitet. Friedhelm Dorst

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für April/Mai 2018

Sternbild-Streifzüge:
Großer Bär

Fernglas-Wanderung:
Um die Deichsel des
Großen Wagens

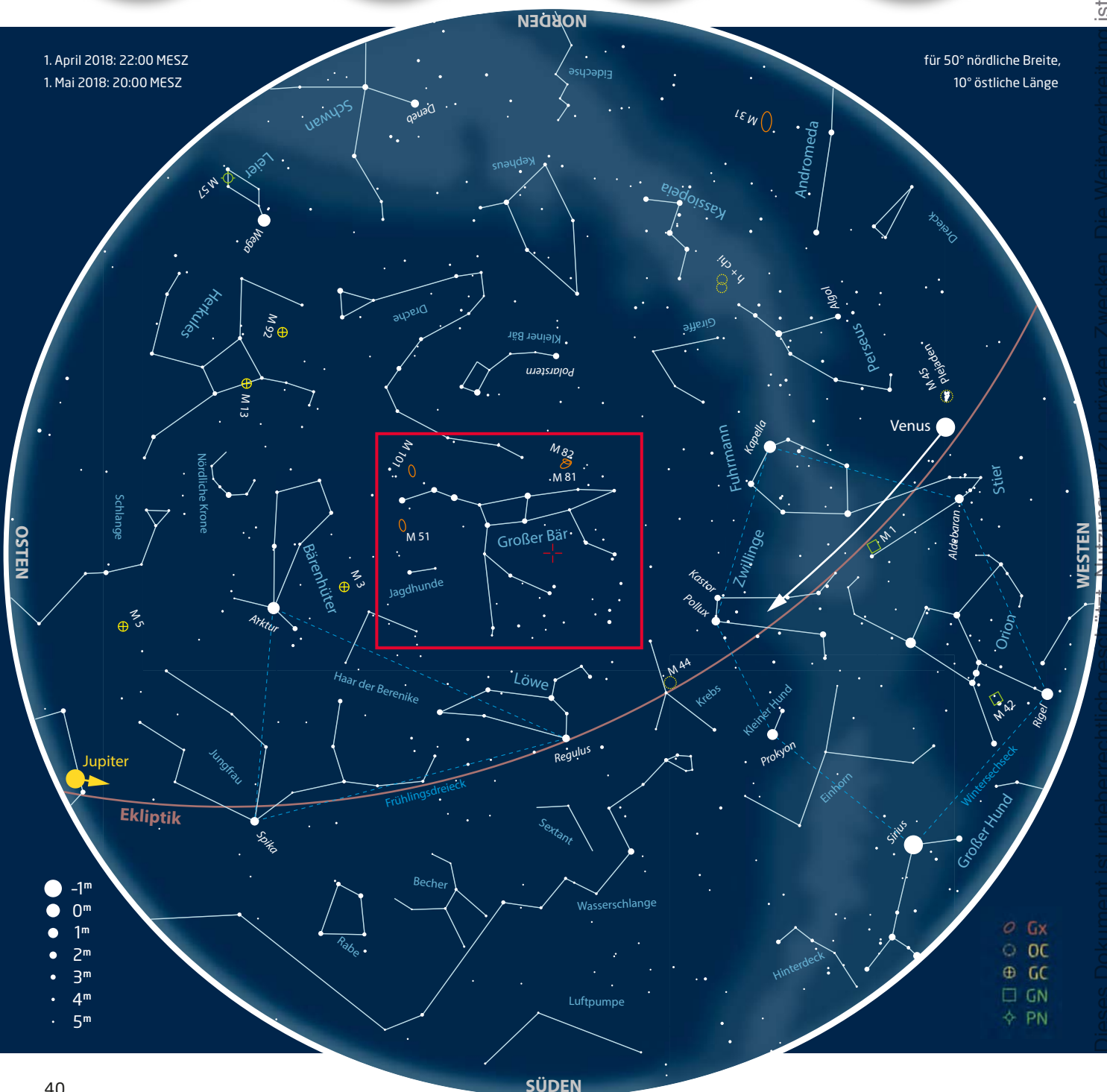
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
Mizar und Alkor - mehr als
nur »Augenprüfer«

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
Das senkrechte Galaxien-
paar M 81/M 82



1. April 2018: 22:00 MESZ
1. Mai 2018: 20:00 MESZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



Sternbild-Streifzüge: Großer Bär

Unbestritten ist der Große Wagen die bekannteste Konstellation am Himmel. Jeder erkennt die Anordnung aus den sieben hellen Sternen, die so gesehen an eine Schubkarre erinnert. Dabei ist der Große Wagen nicht einmal ein eigenes Sternbild, sondern nur ein Teil des Sternbilds Großer Bär. Tatsächlich formt das Sternmuster Großer Wagen nur den Hinterleib und den für Bären anatomisch überlangen Schwanz des Raubtieres. Während sein Kopf am Himmel recht unscheinbar ist, lassen sich die Pranken gut an drei auffälligen Sternpaaren in Richtung des Löwen erkennen.

Historisch gesehen war aber tatsächlich der Wagen vor dem Bären da. Schon im aus der mittelbabylonischen Zeit stammenden astronomischen Keilschrift-Kompendium MUL.APIN, das ungefähr um das Jahr 1000 v. Chr. zusammengestellt wurde, findet sich das sumerische Wort MAR.GID.DA. (wörtlich »Wagen ziehen«). In Homers um 700 v. Chr. entstandenen Epos »Odyssee« taucht schließlich der Bär am abendländischen Nachthimmel auf. Denn auf seiner zehnjährigen Irrfahrt segelt Odysseus auch nach den Sternen, wobei er »den Bären, den andere den Wagen benennen« immer zu seiner Linken halten soll.

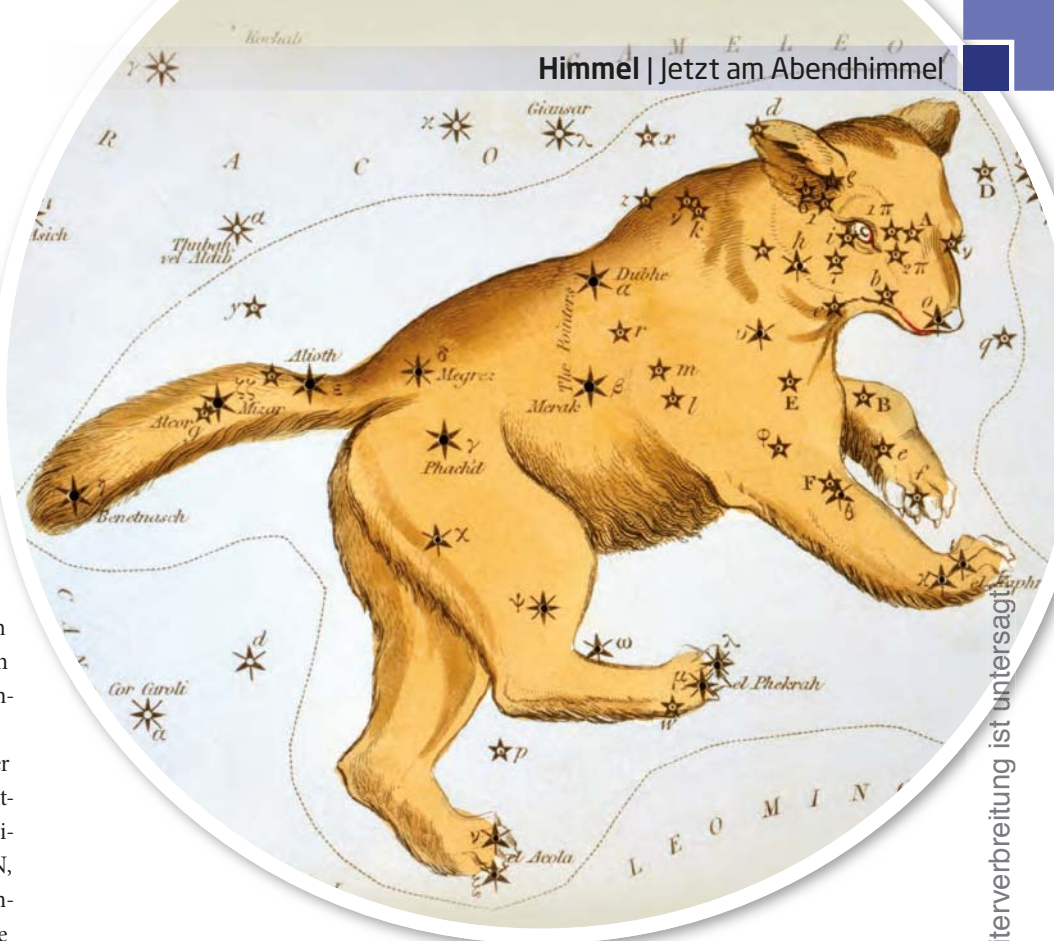
Zeus' Amme oder Geliebte

Die berühmteste griechische Sage zum Großen Bären dreht sich wie so oft um Göttervater Zeus, der sich in die Nymphe Kallisto verguckte. Zur Strafe des Seitensprungs, aus dem Kallistos Sohn Arkas hervorging, verwandelte Zeus' Gattin Hera die wunderschöne Nymphe in eine wilde Bärin. 15 Jahre später war aus ihrem Sohn ein junger Jäger geworden, doch bevor er seine eigene Mutter töten konnte, verwandelte Zeus Arkas ebenfalls in einen Bären und schleuderte nun beide Raubtiere an das Himmelszelt. So entstanden der Große und der Kleine Bär mit den übertrieben langen Schwänzen.

Nach einer anderen Version stellt der Große Bär die Nymphe Helike dar, die zusammen mit Kynosura das Götterkind Zeus aufzog, das vor seinem Vater Kronos auf der Insel Kreta versteckt wurde. Zum Dank wurden sie als zwei Raubtiere am Himmel verewigt.

Eine Wagenladung Bunt

Wie in jedem Frühling u.a. die Sternbilder Löwe und Jungfrau mit Galaxien locken, so hält

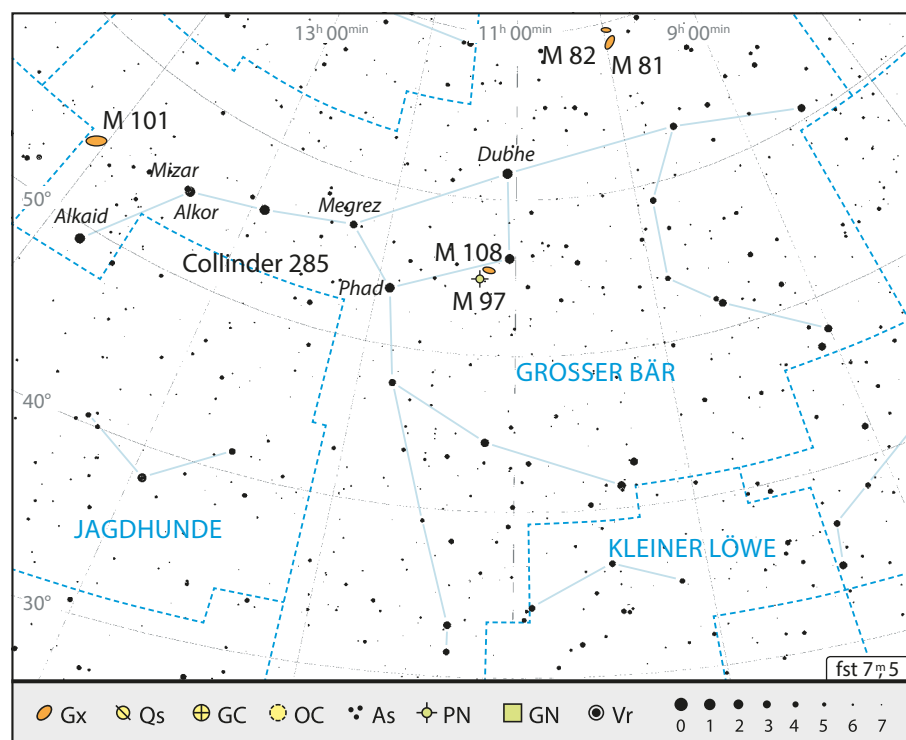


▲ Abb. 1: Im Hinterteil des Großen Bären befindet sich das bekannteste Sternmuster (Asterismus): der Große Wagen

auch der Große Bär, der jetzt direkt über unseren Köpfen im Zenit steht, ein paar Paradebeispiele für ferne Welteninseln parat. Vor allem sind hier M 101, M 108 (mit dem Eulennebel M 97 in der Nähe) und das Galaxienpaar M 81 und M 82 zu nennen. Doppelsternbeobachter werden an dem Doppelstern Mizar und dem Reiterlein Alkor nicht vorbeikommen, denn

jede Komponente ist nochmals – wenn auch im Teleskop unsichtbar – doppelt, so dass es ein Sechsfachsystem ergibt. Dass fünf der sieben Wagensterne den Kern eines nur 80 Lichtjahre entfernten Sternhaufens formen, ist nur wenig bekannt. Er wird als Collinder 285 oder Ursa-Major-Bewegungshaufen bezeichnet.

► Nico Schmidt



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



▲ Der »Goldene Henkel« erscheint als kleiner heller Bogen, der noch in die unbeleuchtete Nachtseite des Mondes hineinragt. Rolf Hempel

Mond-Spaziergang: Ein »Goldener Henkel« auf dem Mond

Auf dem Mond sind aufgrund der flachen Beleuchtung in der Nähe des Terminators zahlreiche Schatten- und Lichtspiele zu sehen. Man fasst sie mit dem alten Begriff »Clair-Obscure-Effects« zusammen. Wohl eines der schönsten Beispiele dafür ist der sogenannte »Goldene Henkel«. Hierbei werden über einen Zeitraum von einigen Stunden die aus den Schatten ragenden Gipfelspitzen des Montes Jura

(Juragebirge) beleuchtet. Gleichzeitig liegt die kleine Ebene des Sinus Iridum (Regenbogenbucht) noch teilweise im Dunkeln.

Heller Bogen über der Nachtseite

So sieht man von der Erde aus einen kleinen hellen Bogen, der noch in die unbeleuchtete Nachtseite des Mondes hineinragt. In der englischsprachigen Beobachtungsliteratur ist das Schauspiel unter dem Begriff »jewelled handle effect« bekannt und geht wohl auf den englischen Autor und Astronomen Sir Patrick Moore zurück, der seit den 1970er Jahren diese Erscheinung in seinen Büchern beschreibt. Der »Goldene Henkel« ist mittlerweile ein beliebtes und bekanntes Beobachtungsziel und Sichtbarkeitsdaten sind im Internet zu finden. Der nächste gute Zeitpunkt für eine Beobachtung ist der späte Abend des 26.4.2018.

◀ Abb. 2: Über einen Zeitraum von einigen Stunden werden die aus den Schatten ragenden Gipfelspitzen des Montes Jura beleuchtet. Rolf Hempel

Im Prinzip tritt das Phänomen jeden Monat im Verlauf einer Lunation auf und zwar 24 Stunden nach Sonnenaufgang über Kopernikus (vgl. Abenteuer Astronomie 1). Allerdings ist der »Goldene Henkel« nicht immer beobachtbar, da der Mond sich unter dem Horizont befinden kann oder noch am Taghimmel steht.

Mit dem freien Auge?

Zur Beobachtung reicht bereits ein kleines Fernglas, das den Henkel eindeutig zeigt. Im Teleskop kann man mit einer niedrigen Übersichtsvergrößerung beginnen und zur Detailbeobachtung der beleuchteten Bergspitzen höhere Vergrößerungen versuchen.

Besonders scharfäugige Beobachter können sich an der Sichtung des »Goldenen Henkels« ohne optische Hilfsmittel versuchen. Der beste Beobachtungszeitpunkt dafür ist dann, wenn der Mond hoch am noch nicht vollkommen dunklen Himmel steht, z.B. in der Dämmerung. Der Henkel erscheint unter einem Winkel von etwa 60° und sollte gerade so freizügig als winzige »Beule« vom Terminator in Richtung der Nachtseite hin zu sehen sein.

► Lambert Spix

Fernglas-Wanderung: Um die Deichsel des Großen Wagens

Eine der am leichtesten aufzufindenden Formationen des Sternhimmels ist der »Große Wagen«, eigentlich Teil des Sternbildes Großer Bär. Rund um dessen Deichsel finden sich einige interessante Fernglasobjekte.

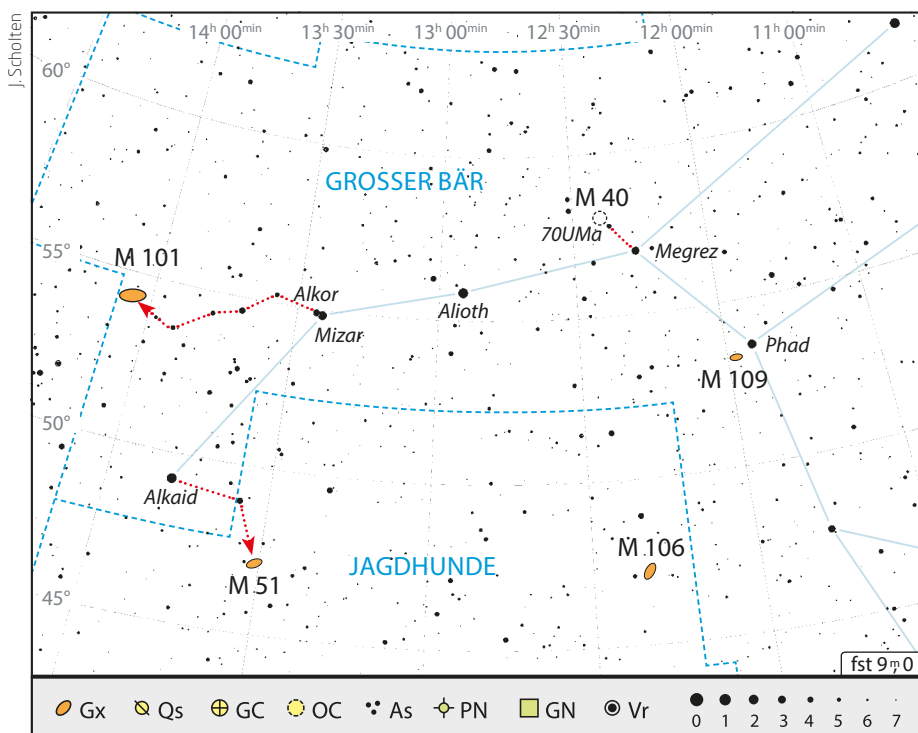
Gewaltige Galaxien

Zwei der schönsten Sternensinseln finden sich unweit der letzten Deichselsterne Alkaid und Mizar. Die Galaxie M 101 bildet mit den Sternen ein fast gleichseitiges Dreieck. Sie lässt sich von Mizar aus auch über eine sich schlängelnde Kette von Sternen 4. bis 7. Größe aufsuchen. Wichtiger als die Größe der Optik sind ein dunkler Himmel und eine gute Dunkeladaptation der Augen, denn M 101 ist zwar recht groß, aber leider lichtschwach. Unter gutem Himmel kann man sie schon in einem Kleinfernglas als strukturlosen Nebel ausmachen, in einem 10×50 erscheint dieser als über 10' groß und leicht oval.

Die zweite Station unserer Wanderung, M 51, befindet sich lediglich 3,5° südwestlich von Alkaid und bildet mit drei 7^m-Sternen ein Viereck. Die schon zum Sternbild Jagdhunde gehörende Galaxie ist schwach auch in kleineren Gläsern sichtbar, wenn man indirek-

▲ Abb. 1: Der »Große Wagen« ist in unseren Breiten zirkumpolar, allerdings verschwinden in Horizontnähe die schwächeren Himmelsobjekte im Dunst. Marcus Degenkolbe

tes Sehen anwendet, also leicht am Objekt vorbeischaute. In einem 10×50 wirkt sie leicht oval und etwa halb so groß wie M 101. Unter guten Bedingungen lassen sich sogar die beiden Kerne der Hauptgalaxie 51 und ihrer Begleiterin NGC 5195 ausmachen.



▲ Abb. 2: Das Aufsuchen der Objekte dieser Wanderung gestaltet sich durch die auffälligen Startpunkte recht einfach.

Prominente »Fakes«

Das sicher ungewöhnlichste Messier-Objekt ist M 40. Selbst Charles Messier sah an der Stelle schon einen Doppelstern, nahm diesen aber trotzdem in seinen Katalog nebliger Objekte auf. Über Megrez und den Stern 70 UMa leicht zu finden, sieht man im Fernglas zwei 9^m-Sternchen in 49" Entfernung, deren Trennung durch ein Stativ deutlich erleichtert wird, aber auch freihändig möglich ist.

Noch kurioser ist die Geschichte des 7^m-Sterns »Sidus Ludovicianus«. Er befindet sich zwischen Mizar und Alkor und wurde aufgrund einer angeblich beobachteten Eigenbewegung im Jahre 1722 vom Gießener Mathematiker und Astronomen Johann Georg Liebknecht für einen Planeten gehalten. Er ist etwas südlich der Verbindungslinie seiner berühmten Nachbarn in jedem Fernglas erkennbar.

Schwerer Brocken

Zu den schwächeren Messier-Galaxien gehört M 109. Sie befindet sich nur 40' südöstlich des Kastensterns Phad, erfordert aber gute Bedingungen und einige Beobachtungserfahrung. Dann wird ein schwacher, kleiner Nebel in mittelgroßen Ferngläsern wie einem 10×50 erkennbar.

► Kay Hempel



▲ Abb. 1: Wer den Stern Alkor (links) noch erkennen kann, dessen Augen sind noch gut. Mizar selbst ist ein System aus zwei Doppelsternen. Rolf Löhr



Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Mizar und Alkor – mehr als nur »Augenprüfer«

Gäbe es eine Rangliste der beliebtesten Himmelsobjekte, dann wäre der Stern Mizar (oder ζ UMa) im Großen Wagen sicherlich unter den Top Ten. Mizar ist nicht nur leicht zu finden – die Deichsel des Wagens macht bei ihm einen signifikanten »Knick« – vor allem dient der zwei Magnituden helle Stern seit ewigen Zeiten als eine Art »Augenprüfer«, der jedem Beobachter Auskunft über dessen Sehschärfe oder die Qualität seiner Augengläser gibt: Wer es schafft, mit bloßem Auge unmittelbar neben Mizar einen weiteren Stern, Alkor (oder im Volksmund das »Reiterlein«), zu erkennen, hat den Test bestanden und kann sich ausgezeichneter Sehkraft rühmen.

Ein Planet um Mizar?

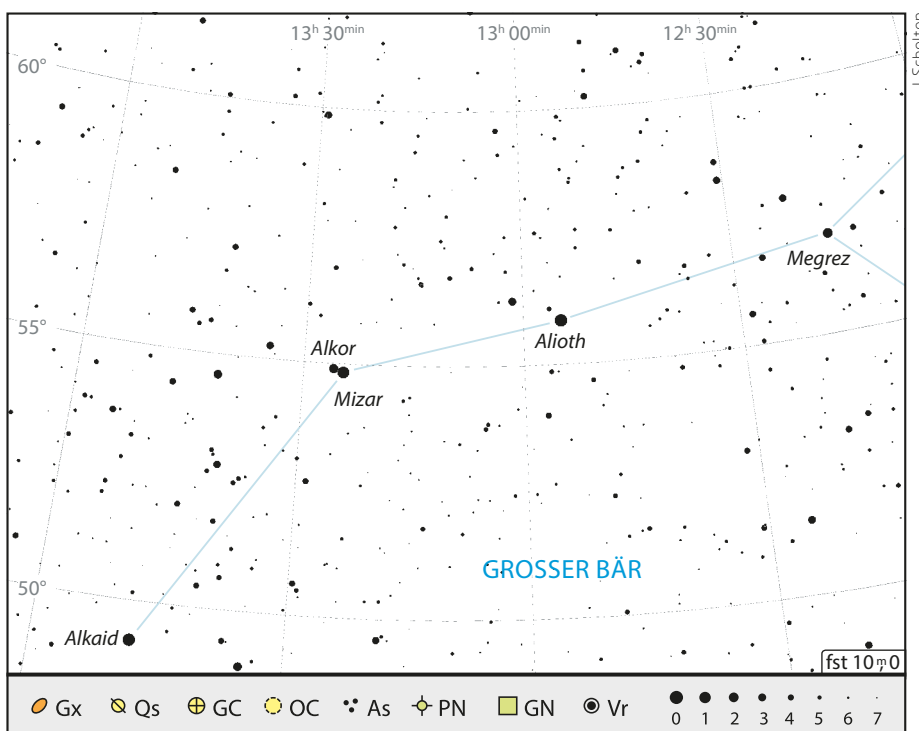
Ob Mizar auch mit Alkor gravitativ verbunden ist, ist noch nicht abschließend geklärt, da man gegenwärtig noch von einer unterschiedlichen Distanz beider Sterne zur Erde ausgeht. Mizar soll 78, Alkor 81 Lichtjahre entfernt sein – eine Differenz, die angesichts der Fehleranfälligkeit kosmischer Entfernungsangaben keinen eindeutigen Schluss über die tatsächliche Verbindung zulässt. Geklärt ist hingegen, dass ein weiterer, recht schwacher Stern der 8. Größe, mit dem Alkor und Mizar ein gleichschenkliges Dreieck bilden, keine physikalische Verbindung mit diesen hat.

▲ Abb. 2: Schon in der Antwerpener Ausgabe vom Apian's Cosmographia aus dem Jahr 1545 ist Mizar mit seinem Begleiter zu erkennen.

Der schwache Lichtpunkt ist von der Erde rund fünf Mal so weit entfernt, kann aber mit einer schönen historischen Anekdote aufwarten. So soll ihn der Gießener Mathematiker Johann Georg Liebknecht nach einer Beobachtung im Winter 1722 für einen Planeten Mizars gehalten und den Stern – getreu der damals üblichen Personifizierung von Himmelsentdeckungen – nach seinem Landesherrn Ludwig V., dem Landgrafen von Hessen-Darmstadt, »Sidus Ludoviciana« getauft haben. Liebknecht glaubte eine Eigenbewegung des kleinen Sterns zu erkennen – ein bedauerlicher Irrtum. Ludwigs Stern sehen wir auch heute noch dort, wo ihn Liebknecht vor knapp 300 Jahren erblickt hat. ► Karl-Peter Julius

Binäre Doppelsternsysteme

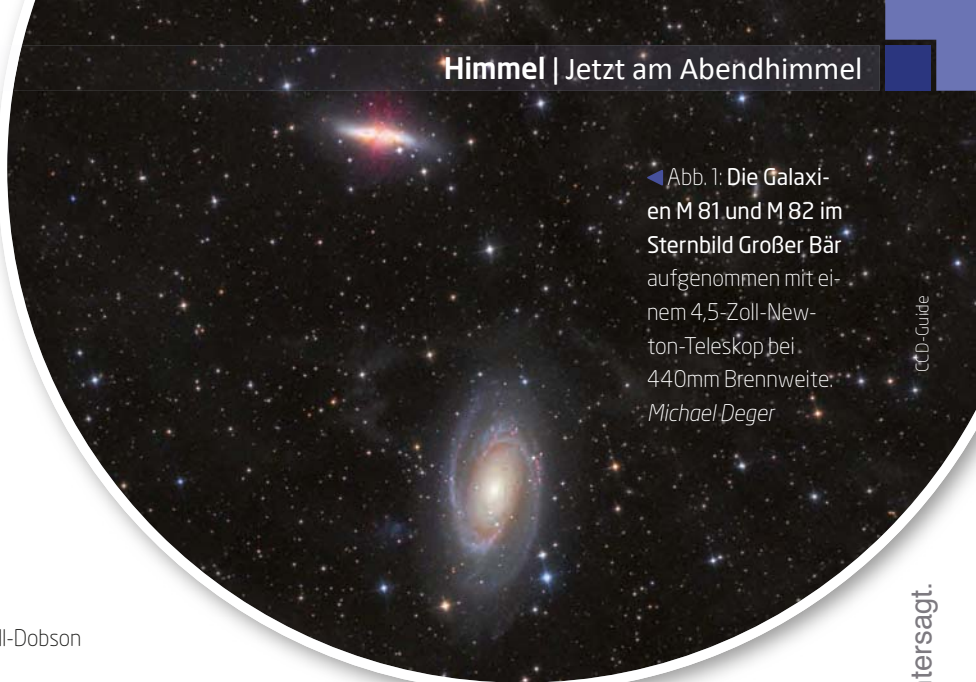
Doch Mizar bietet sehr viel mehr als nur eine optische Spielerei. Nimmt man ihn mit einem kleinen oder mittleren Teleskop bei geringer Vergrößerung (30× bis 50×) ins Visier, dann erscheint im Gesichtsfeld eine attraktive Formation mehrerer Sterne, in der Mizar und ca. zwölf Bogenminuten nordöstlich von ihm sein Begleiter Alkor dominieren. Unschwer zu erkennen ist aber auch, dass Mizar nicht nur vom »Reiterlein« Alkor begleitet wird, sondern von einem schwachen Lichtpunkt, der von der hellen Komponente Mizars rund 14 Bogensekunden entfernt liegt. Das ungleiche Paar ist nicht nur hübsch anzusehen, sondern bildet ein binäres System – eine physikalische Verbindung zweier Sterne, die dem Stadtbeobachter nicht allzu häufig geboten wird. Unerkannt bleibt jedoch auch bei ausgezeichneten Lichtverhältnissen, dass Mizars Komponenten wiederum selbst spektroskopische Doppelsternsysteme bilden.



▲ Abb. 3: Auffindkarte von Mizar und Alkor im Großen Bären.



▲ Abb. 2: Zeichnung von M 81 und M 82 mit einem 4-Zoll-Dobson bei 16x Vergrößerung. Peter Kiss



◀ Abb. 1: Die Galaxien M 81 und M 82 im Sternbild Großer Bär aufgenommen mit einem 4,5-Zoll-Newton-Teleskop bei 440mm Brennweite. Michael Deger

CCO-Guide

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Das senkrechte Galaxienpaar M 81/M 82

Das Galaxienpaar M 81/M 82 ist 11,8 Millionen Lichtjahre von uns entfernt und eins der schönsten Beobachtungsziele des nördlichen Sternenhimmels. Da die beiden Galaxien im Großen Bären stehen, gehen sie in unseren Breiten nicht unter. Aus diesem Grund ist dieses Pärchen auch eins der beliebtesten Beobachtungsziele, welches von vielen Sternfreunden regelmäßig aufgesucht wird. Die beste Beobachtungszeit dafür ist jetzt im Frühling, wenn das Galaxienpaar hoch am Himmel steht.

Zum Aufsuchen beginnt man am besten am Heck des Großen Wagens beim Stern α UMa (Dubhe). Etwa 10° westlich von α UMa stößt man auf 23 UMa. Von dort schwenkt man rund $4,5^\circ$ nach Nordwesten, bis man zur

4 bis 5^m hellen Sterngruppe aus o1, o2 und p UMa stößt. Etwa $3,5^\circ$ nordöstlich davon findet man 24 UMa, einen Stern 5. Größe. Das Galaxienpaar M 81/82 befindet sich knapp 2° ost-südöstlich davon. Im Sucher kann M 81 bereits als kleines Nebelfleckchen erkannt werden.

Bodes Nebel und Zigarrengalaxie

Messier 81 befindet sich im Mittelpunkt einer kleinen Galaxiengruppe, zu der auch Messier 82 gehört und die aus mindestens zehn Galaxien besteht. Diese sogenannte M 81-Gruppe ist unserer lokalen Gruppe sehr ähnlich. Die Galaxien Messier 81 und 82 sind echte Nachbarn und entfernen sich momentan voneinander. Johann Elert Bode entdeckte beide Galaxien von

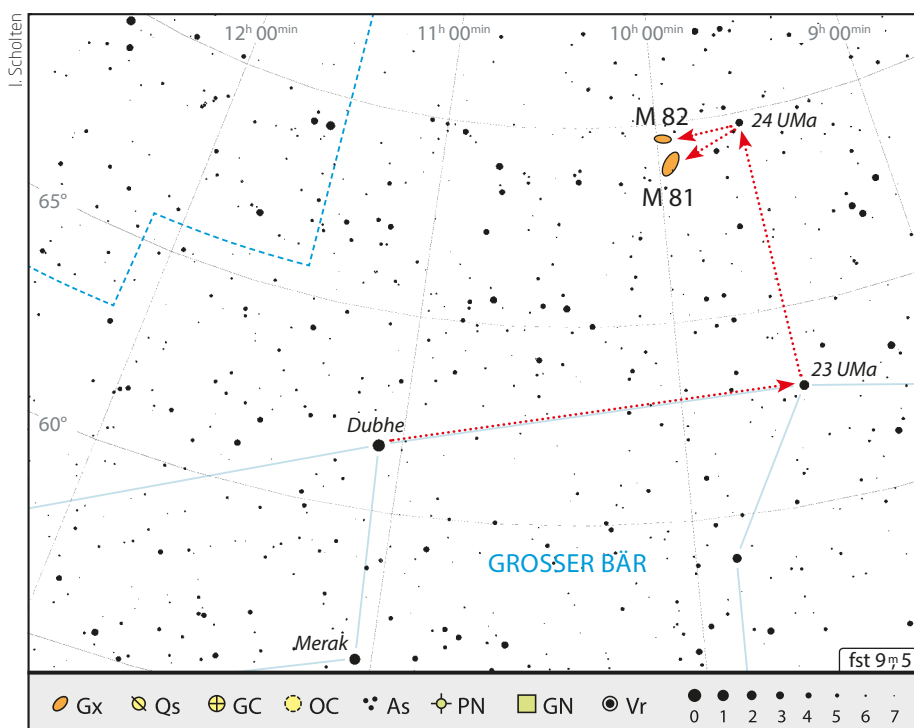
Berlin aus in der Silvesternacht von 1774. Am 9. Februar 1781 hat Charles Messier das Galaxienpaar mit der Nummer M 81 und M 82 seinem Nebelkatalog hinzugefügt.

Die Galaxie M 81 erscheint im Fernglas recht hell und oval und im Teleskop groß mit diffusem, einheitlich abnehmenden Halo und leicht länglicher Form von Nord nach Süd laufend. Der Zentralbereich ist ebenfalls leicht länglich und hell mit einem sternähnlichen Kern. Die Spiralstruktur ist visuell recht schwierig, kann jedoch unter einem dunklen Landhimmel in größeren Teleskopen bei schwacher Vergrößerung gesehen werden. Dann kommen aus dem diffusen Halo zwei Spiralarme hervor, welche ca. 180° um den Kern laufen. Zu Ehren des Entdeckers wird M 81 auch als »Bodes Nebel« bezeichnet.

Senkrechtes Galaxienpaar

Die Galaxie M 82 steht senkrecht zu M 81 und sieht völlig anders aus. Sie wurde durch Wechselwirkungen mit M 81 verformt und befindet sich in Kantenlage. Durch die länglich aussehende Form wird sie auch »Zigarrengalaxie« genannt. Die Galaxie besitzt eine hohe Flächenhelligkeit und kann im Fernglas als heller und länglicher Nebel von Ost nach West verlaufend gesehen werden. Im kleinen Teleskop und bei hoher Vergrößerung erscheint sie gefleckt. In größeren Teleskopen wird ein Staubband sichtbar, welches senkrecht durch die Mitte verläuft.

Besonders reizvoll ist es, beide Galaxien gemeinsam im Okular zu beobachten. Dies erreicht man mit einem tatsächlichen Gesichtsfeld ab 2° und einer Vergrößerung von etwa 20-30x. Dann sieht man, dass die Galaxien senkrecht zueinander stehen, M 81 als ovaler Nebelfleck und M 82 als schmaler Lichtstreifen. ▶ Michael Feiler



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte für M 81 und M 82 im Sternbild Großer Bär.

DER MIT DEM WOLF GUCKT

Die Rückkehr der Wölfe sorgt nicht nur für Freude. Manche Amateurastronomen haben Sorgen vor tierischen Gästen beim Beobachten.

Der Wolf ist zurück: Über ein Jahrhundert lang galt er in Deutschland als ausgestorben, inzwischen ist er in manchen Regionen – vor allem in den östlichen Bundesländern und auch in Niedersachsen – wieder heimisch geworden. Was Naturschützer freut, bereitet Landwirten Sorge, die um ihre Tiere fürchten. Und Amateurastronomen, die nachts gerne an einsamen und abgelegenen Plätzen in den Himmel schauen, machen sich Gedanken, ob ihr Hobby durch die Wölfe inzwischen gefährlicher ist als früher.



Rund 150 Jahre lang galt der Wolf in Deutschland als ausgerottet. Seit 18 Jahren ist er offiziell zurück: Im Frühjahr 2000 wurden in der Muskauer Heide im Nordosten von Sachsen an der Grenze zu Polen zum ersten Mal wieder wildlebende Wolfswelpen in Deutschland geboren. Ihre Eltern waren aus dem benachbarten Polen eingewandert. Mittlerweile leben in Deutschland etwa 60 Rudel, 13 Paare und drei residente Einzeltiere in freier Natur: 22 Rudel in Brandenburg, 14 in Sachsen, 11 in Sachsen-Anhalt und 10 in Niedersachsen. Drei Rudel wurden nach den aktuellsten vorliegenden Zahlen von Oktober 2017 in Mecklenburg-Vorpommern registriert. Auch in den deutschsprachigen Nachbarländern kehrt der Wolf wieder zurück: In der Schweiz leben 35–40 Wölfe, in Österreich

sorgte erstmals 2016 ein Wolfspaar wieder für Nachwuchs.

Freude und Sorge

Die Rückkehr der Wölfe ist für Naturschützer ein Grund zur Freude: Einst war der Wolf das – neben dem Menschen – am weitesten verbreitete Säugetier der Welt. Dann wurde er durch gnadenlose Verfolgung vom Menschen ausgerottet. Die Wiedereinwanderung der Wölfe in ihre alten Lebensräume stellt somit nur den eigentlich natürlichen Zustand wieder her.

Dieser Sichtweise können sich allerdings manche nur schwer anschließen, Landwirte etwa, an deren Tieren sich die Wölfe hin und wieder gerne bedienen. Und auch manche Spaziergänger fragen sich, ob eine Wan-

derung im Wald eigentlich noch ungefährlich ist oder ob man mit einem Angriff durch einen Wolf rechnen muss. Auch so mancher Amateurastronom wird sich schon Gedanken gemacht haben, ob ihn nicht ein Wolf ins Visier nimmt, während er gerade einen fernen Nebel anschaut.

In vielen Bundesländern wurden inzwischen Beratungs- und Forschungsstellen für Wölfe ins Leben gerufen. Hier versucht man einen Überblick über die Population der Wölfe zu erhalten und Hilfestellung zum »Leben mit dem Wolf« zu geben. Die meisten Sorgen der Menschen sind nämlich unbegründet (vgl. Interview): Ein zweibeiniger Mensch passt einfach nicht ins Beuteschema eines Wolfes und schon das nicht vertraute Klappern eines Schlüssels würde ihn schnell Reißaus nehmen lassen. ► Stefan Deiters



▲ Abb. 1: In die Falle gegangen: Ein Wolf vor der Fotofalle in der Lieberoser Heide, Dezember 2013.



▲ Abb. 2: Zwei Wölfe, die im Juni 2013 (a) und im September 2014 (b) in die Fotofalle in der Lieberoser Heide geraten sind.

Q BEGEGNUNGEN DER TIERISCHEN ART

Wenn der Igel am Schuh schnuppert...

In einem Aufruf hatten wir nach Erfahrungen unserer Leser gefragt – nicht nur in Bezug auf Wölfe, sondern auch nach anderen Begegnungen der tierischen Art. Einen Wolf hatte tatsächlich noch niemand zu Gesicht bekommen. Sorge machen die Berichte über Wölfe allerdings doch: »Schon länger haben meine Frau und ich ein mulmiges Gefühl, wenn wir mit dem Hund Spaziergänge durch die umliegenden Wälder machen«, schreibt uns etwa ein Leser aus Soltau. »Die Meldungen über Tierrisse durch den Wolf und Wolfssichtungen am Tag und nachts rund um Soltau, Munster und Umgebung nehmen zu. Ich fahre schon lange nicht mehr in der Nacht raus auf das Feld, um mein Hobby Astrofotografie zu betreiben.«

Von gleich mehreren tierischen Begegnungen weiß ein Leser aus Braunschweig zu

berichten, der zum Beobachten rund 50km aufs Land fährt. »Wenn man so mit dem Dobson nach Objekten sucht und dieses dann mindestens so lange ansehen möchte, wie man danach gesucht hat, steht man doch recht lange still herum. So hörte ich einmal, dass sich ein kleiner Schnüffler näherte und meinen Fuß untersuchte. Da es sehr dunkel war, sah ich meinen eigenen Fuß samt Besucher nicht. Nachdem er meinen Fuß aber als ungenießbar einstufte, stieg er über den seltsamen »Stock« hinweg und suchte nach Besserem. Dabei konnte ich eine Gewichtsschätzung ausführen und kam zu dem Schluss, dass ein Igel wohl am besten zu den Indizien passte. Da wir Licht beide nicht mochten, hat keiner von uns die wahre Gestalt des anderen je erfahren.« Außerdem berichtet der Leser von Erfahrungen mit einer Fuchsfami-

lie (die sich allerdings nicht auf seine Beobachtungslichtung traute), mit Rehen, Wildgänsen, Pferden und einem Fischreiher. Nur Wölfe sind ihm bislang noch nicht begegnet, »obwohl ich im Gebiet Braunschweig-Wolfsburg-Magdeburg beobachte.«



| INTERVIEW |

»Der Mensch macht Lärm und riecht anders...«

Nico Brunkow ist vom Landesamt für Umwelt des Landes Brandenburg als einer von rund 30 lokalen Wolfsbeauftragten berufen. Er untersucht und protokolliert die Lebensweise der Wölfe, untersucht Wolfsrisse, berät Landwirte und informiert die Öffentlichkeit bei Veranstaltungen über das Thema Wolf und Mensch.

Abenteuer Astronomie Herr Brunkow, Sie arbeiten hauptberuflich als Ranger der Brandenbur-

ger Naturwacht im Naturpark Schlaubetal, einem beliebten Wandergebiet im östlichen Brandenburg. In der Nähe befindet sich die Lieberoser Heide, ein ehemaliger Truppenübungsplatz. Dort hat sich auch ein Wolfsrudel angesiedelt. Gab es schon Begegnungen mit Wanderern?

► **Brunkow:** Bis jetzt wurden von Wanderern keine Sichtungen unserer Wölfe gemeldet. Allerdings konnten wir schon häufig

die Wölfe mit unseren Fotofallen aufnehmen und ihre Spuren und Losungen im Wald finden. Sie leben also dort, treten aber gegenüber dem Menschen kaum in Erscheinung. Selbst Förster und Jäger, die sich beruflich sehr häufig im Wald bewegen, bekommen die Wölfe nur sehr selten zu Gesicht.

Abenteuer Astronomie Viele Amateurastronomen zieht es aus den lichtverseuchten Städten in das dunkle Umland, um ihrem nächtlichen



▲ Abb. 3: Nico Brunkow, Wolfsbeauftragter und Ranger der Brandenburger Naturwacht im Naturpark Schlaubetal. [privat]

Hobby nachzugehen. Wenn sie dabei in einem »Wolfsgebiet« sind – müssen sie da um ihr Leben fürchten? Sind Wölfe gefährlich?

► **Brunkow:** Wölfe sind Raubtiere, die sich auf die Jagd von Wildtieren, meist Schalenwild, in unseren Wäldern spezialisiert haben. Sie sind schon von klein auf darauf konditioniert: Was im Wald herumläuft, vier Beine und einen bestimmten Geruch hat, ist lecker – also als Jagdbeute geeignet. Der Wolf kennt das Wild – es begegnet ihm täglich. Unsere Wälder sind voll davon. Der Mensch dagegen ist ein Besucher im Wald, den er selten zu Gesicht bekommt. Er für den Wolf ungewöhnlich – er macht meist Lärm und riecht auch ganz an-

ders als das jagdbare Wild. Er passt daher nicht in sein Beuteschema. Da ein Wolf auf unbekannte Dinge eher vorsichtig reagiert, wird er nicht absichtlich mit Menschen zusammentreffen.

Abenteuer Astronomie Wird kein Wolfsrudel einen Hobbyastronomen des Nachts umkreisen...?

► **Brunkow:** Wölfe treten als Einzeltiere und als Paare auf. Hat ein Paar Nachwuchs, spricht man von einem Rudel. Im Rudel leben dabei je nach Jahreszeit fünf bis zehn Tiere: die Elterntiere als Anführer des Rudels, die sogenannten Jährlinge, also Jungwölfe aus dem Wurf des vergangenen Jahres, die eine Zeit lang die Elterntiere bei der Nahrungsbeschaffung unterstützen und die später im Jahresverlauf abwandern, und die durchschnittlich drei bis vier Welpen, die im April/Mai geworfen werden. Viele Welpen überleben aber das erste Jahr nicht, sterben bei Unfällen und durch Krankheiten, z.B. Räude.

»Wolfsrudel sind in unseren Breiten eher klein«

Also sind Wolfrudel in unseren Breiten eher klein. Große Wolfsrudel gibt es z.B. in Nordamerika. Da dort ihre Jagdbeute vor allem im Winter abwandert, folgen diese Wölfe ihrer Nahrung und treffen dort mit anderen Rudeln zusammen und bilden größere Populationen. Durch das ständig verfügbare Nahrungsangebot in europäischen Wäldern bleiben aber hier die Rudel eher auf Distanz und verteidigen ihre Reviere untereinander. Es gibt also in einem Gebiet nur eine begrenzte Anzahl von Wölfen. Das Revier eines Wolfrudels ist sehr groß – es beträgt 200–300km². Während einer Nacht legt ein Wolf in seinem Revier längere Strecken zurück – 20km sind keine Seltenheit.

Abenteuer Astronomie Es gibt aber auch Berichte über Wolfsangriffe in Europa. Was ist da dran?

► **Brunkow:** Die meisten Berichte gibt es natürlich von Wolfsrissen bei Nutztieren. Der Wolf ist anpassungsfähig und wenn ihm die Nahrung wie auf einem Silbertablett serviert wird, greift er zu. Gibt es keine geeigneten Schutzmaßnahmen, nutzt er die Chance auf eine schnelle Mahlzeit. Es sind meist die jungen Einzelwölfe, die z.B. Schafe reißen. Sie müssen sich nach der Abwande-

lung vom elterlichen Rudel alleine durchschlagen und nehmen gerne die Beute ohne energieintensive Jagd.

»Angriffe von Wölfen auf Menschen sind selten«

Angriffe von Wölfen auf Menschen gibt es auch. Allerdings sind diese sehr selten und haben auch einen Hintergrund. Bekommen Wölfe nämlich Tollwut, greifen sie auch Menschen an. Früher war die Tollwut in Europa verbreitet – die Berichte über Wolfsattacken im Mittelalter beziehen sich meist auf tollwütige Wölfe. Tollwut bei Wildtieren ist in Deutschland aber durch geeignete Maßnahmen, z.B. Impfköder, schon seit Jahren ausgerottet. Daher droht aus dieser Richtung keine Gefahr.

Wölfe, die zu sehr an den Menschen gewöhnt sind, können auch gefährlich werden. Füttert man sie zum Beispiel, nehmen sie die Nahrung gerne an und gewöhnen sich daran. Werden sie dann aber nicht weiter gefüttert, werden sie auch fordernd und können Menschen angreifen. In Deutschland werden solche Wölfe daher auch geschossen.

Abenteuer Astronomie Also muss sich kein Hobbyastronom wegen der Wölfe fürchten. Aber wenn er doch einmal einem Wolf begegnet...

»Einem Wolf zu begegnen, ist wie ein Sechser im Lotto«

► **Brunkow:** ...ist das wie ein Sechser im Lotto. Wenn es denn doch einmal passiert: Der Wolf reagiert auf ungewöhnliche Situationen vorsichtig. Wenn man ihn anspricht (die Wildtiere reden ja eher nicht) oder beispielsweise mit dem Schlüsselbund klappert – ein Geräusch, das in der Natur so nicht vorkommt – wird er sich zurückziehen.

Abenteuer Astronomie Herr Brunkow, Sie sind beruflich fast täglich im Wald unterwegs und untersuchen als Wolfsbeauftragter natürlich die Lebensweise »Ihrer« Wölfe. Wann haben Sie das letzte Mal einen lebenden Wolf in freier Wildbahn gesehen?

► **Brunkow:** Spuren von Wölfen finde ich gelegentlich. Den letzten lebenden Wolf habe ich im Februar 2016 in 450m Entfernung auf einem Feld gesehen, als er weiter in Richtung des Waldes lief.

Das Interview führte André Knöfel.

SURFTIPPS

- Wölfe im Land Brandenburg
- Wölfe in Sachsen / LUPUS Institut
- Dokumentations- und Beratungsstelle des Bundes zum Thema Wolf
- Bundesverband Naturwacht e.V.

 **Kurzlink:** oc1m.de/a14050

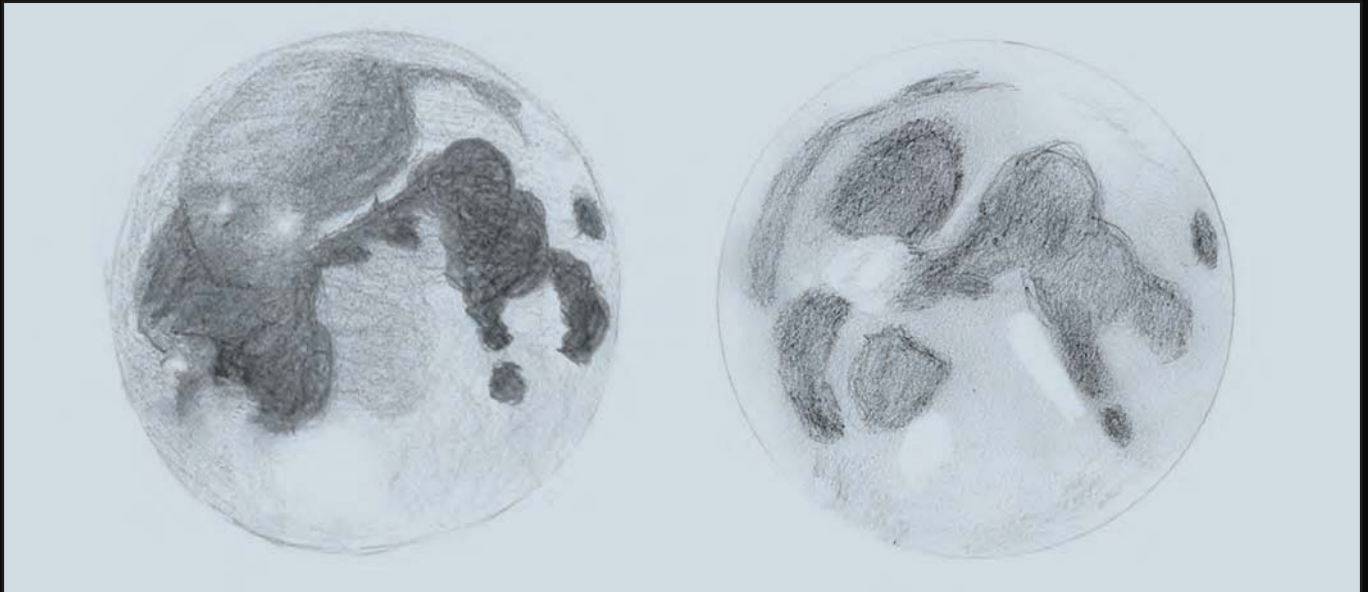
MOND OHNE ALLES

Mondbeobachtung mit dem bloßen Auge

Der Mond ist ein beliebtes Beobachtungsziel, denn bereits in einem kleinen Teleskop sind eine Vielzahl von Mondformationen zu beobachten. Doch bereits das bloße Auge zeigt mehr als das bekannte Mondgesicht. Neben dunklen Mondmeeren und hellen Hochlandregionen sind auch Kraterregionen und Gebirgsketten zu erkennen.



▲ Abb. 1: Bei Vollmond sind die Meere, Hochländer und Strahlensysteme des Mondes im Gesamten sichtbar. Rolf Hempel



▲ Abb. 2: Zwei Zeichnungen des Vollmonds mit dem bloßen Auge. Das Strahlensystem von Tycho ist mit dem bloßen Auge als heller Fleck erkennbar. Ebenso konnten Kopernikus und Kepler identifiziert werden. *Lambert Spix, Kay Hempel*

Der erste Blick zum Mond zeigt natürlich das auffälligste Merkmal der Mondoberfläche: Helle Areale stehen im Wechsel mit dunkel erscheinenden Flächen. Diese dunkelgrauen Flecken bedecken etwa 30% der sichtbaren Mondseite und werden Meere (lat. Mare/Maria) genannt. Die Meere sind die Krater großer Meteoriteneinschläge, die mit Magma überflutet wurden, welches aus der durchschlagenen Mondkruste hervortrat. Die Färbung verursacht das erkaltete Gestein selbst: es ist dunkle Basaltlava. Das Mare Imbrium (Regenmeer) ist mit 1300km Durchmesser die größte kreisrunde erscheinende Lavaebene der Mondoberfläche. Bei Vollmond sind die Mondmeere im Gesamten sichtbar und es kann ein Versuch unternommen werden, möglichst viele von ihnen zu identifizieren. Die hellen weißlichen Areale des Mondes nennt man dagegen Hochländer (lat. Terra/Terrae). Diese Gebiete sind die ursprüngliche alte Kruste des Mondes, die sich nach dem Erkalten der Oberfläche formte.

Heller Strahlenkranz

Der Süden des Mondes besteht aus einer besonders ausgedehnten Hochlandregion. Die grob dreieckige Struktur ragt als Terra Fertilis (Land der Fruchtbarkeit) und Terra Sanitatis (Land der Gesundheit) bis zur Mondmitte. Im südlichen Abschnitt des Hochlands befindet sich Tycho, ein vor etwa 100 Millionen Jahren entstandener Krater, der das hellste und ausgedehnteste Strahlensystem des Mondes zeigt. Dieses besteht aus hellem Gestein, das bei der Entstehung des Kraters ausgeworfen wurde. Hat sich das Auge an die Helligkeit des Mondes gewöhnt, ist es mög-

lich, Helligkeitsunterschiede innerhalb der Hochländer zu erkennen. Das Strahlensystem von Tycho ist als kreisförmige Aufhellung gut zu sehen und der Krater so indirekt zu identifizieren.

Cassinis Weiße Wolke

Es ist sogar möglich innerhalb des Strahlensystems Unterschiede in der Helligkeit zu entdecken. Nordöstlich von Tycho befindet sich ein leicht helleres Areal als das Strahlensystem selbst. Dort liegt »Cassinis Weiße Wolke« oder auch »Cassinis heller Fleck« (engl. Cassinis Bright Spot). Tatsächlich ist es der nur 5km große Krater Hell Q im sehr viel größeren Krater Deslandres mit einem extrem hellen Halo, der eine der hellsten Stellen der sichtbaren Mondseite darstellt. Die Bezeichnung Cassinis Weiße Wolke verdankt die Formation dem französischen Astronomen Giovanni Domenico Cassini, der bei Mondbeobachtungen im Herbst 1671 eine »helle weißliche Wolke« vermutlich an dieser Stelle bemerkte.

Noch genauer

Aber es geht noch genauer. Denn auch die beiden Krater Kopernikus und Kepler lassen sich anhand ihrer hellen Strahlenkränze erkennen – wenn auch schwieriger. Sie befinden sich etwa mittig im Oceanus Procellarum (Ozean der Stürme). Als Wegweiser kann das Montes Apenninus (Apenninengebirge) dienen, das bei hohem Sonnenstand, z.B. bei Vollmond, als helle Trennlinie zwischen dem Mare Serenitatis (Meer der Heiterkeit) und dem Mare Imbrium für das freie Auge sichtbar ist. Verlängert man die gebogene Linie des

Gebirges nach Westen hin, stößt man zuerst auf den hellen Fleck des Kopernikus und danach auf die kleinere Aufhellung von Kepler. Herausfordernd ist die Sichtung von Aristarchus. Der nur 46km große Krater beherbergt das hellste Material der sichtbaren Mondseite in seinem Kraterinneren. Am besten findet man den kleinen hellen Fleck im dunklen Oceanus Procellarum, wenn die Linie Kopernikus-Kepler in einem rechten Winkel nach Nordwesten hin verlängert wird.

Auch bei einem Blick mit dem bloßen Auge lohnt es sich, seine Beobachtungen zeichnerisch zu dokumentieren, um die eigenen Fortschritte festzuhalten. Das Auge wird mit der Zeit geschult, schwache Einzelheiten wahrzunehmen, so dass mit etwas Geduld unterschiedliche Mondlandschaften erkannt werden können, auch wenn die Mondscheibe nur etwa 0,5° groß am Himmel erscheint.

► Lambert Spix

INTERAKTIV



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

Kurzlink: oc1m.de/fb



STARBURST ³

Die unglaubliche Welt der Galaxie M 82

Es gibt Deep-Sky-Objekte, deren Faszination man sich kaum entziehen kann. Dazu gehört die Galaxie M 82 im Sternbild Großer Bär. Hier lassen sich die ungeheuren Kräfte und Prozesse, die hinter der Entwicklung von Galaxien stecken, anschaulich auch mit Amateurteleskopen beobachten.

Zu finden ist M 82 nicht ganz einfach. Ich benutze den Großen Wagen als Hilfsmittel: Von den beiden hinteren Kastensternen Merak und Dubhe – die beiden, die auch als Aufsuchhilfe für den Polarstern dienen – kann man den Wagen nach Westen verlängern zu den beiden Sternen ν und 23 UMa. Verlängert man

die Verbindungslinie beider Sterne Richtung Pol um etwa dieselbe Distanz, die beide Sterne trennt, kommt ein markantes spitzes Sterndreieck in den Blick. Es besteht aus den drei Sternen ρ^1 , ρ^2 und ρ^3 UMa. Die Basis des Dreiecks, verlängert nach Nordosten, führt den Beobachter nach etwa 5° zum Objekt der Begierde.

Dreh- und Angelpunkt

Eigentlich startet jede Beobachtung von M 82 mit der Nachbargalaxie M 81. Sie ist es auch, die M 81 ihren speziellen Charakter eingebracht hat. M 81 ist das zentrale Objekt einer Galaxiengruppe in etwa zwölf Millionen Lichtjah-



◀ Abb. 1: M 82, eine auf Fotos wie im Teleskop gleichermaßen beeindruckende Galaxie. Diese Aufnahme entstand mit dem Hubble Space Telescope.



CCD-Guide

▲ Abb. 2: Amateuraufnahme von M82. Johannes Schedler

ren Entfernung, die man in etwa mit der Lokalen Gruppe um die Milchstraße vergleichen kann. Die mächtige Spiralgalaxie bildet mit 200 Milliarden Sonnenmassen den unangefochtenen Dreh- und Angelpunkt der Gruppe. Genau das wurde der viel kleineren M 82 zum Verhängnis: Seit Millionen von Jahren ringen beide

Galaxien um die gravitative Vorherrschaft (vgl. Kasten).

Ungleicher Kampf

Dabei kann man schon im Teleskop sehen, wie dieser Kampf wohl ausgehen wird. M 81

erscheint als relativ regelmäßiges diffuses Oval, mit großen Teleskopen unter dunklem Himmel kann man auch die Spiralarme nachverfolgen. M 82 dagegen wirkt schon in kleinen Teleskopen unregelmäßig: Ein asymmetrischer Lichtstrahl, bei genauem Hinsehen von dunklen Strukturen quer

Q IM DETAIL

Die Physik von M 82

M 82 gilt als Musterbeispiel einer Starburst-Galaxie. Mit diesem Begriff bezeichnet man eine Galaxie mit einer gegenüber normalen Galaxien stark erhöhte Rate von Sternentstehung. In M 82 werden zehnmal so viele Sterne geboren wie in einer normalen Galaxie ihrer Größe.

Solch übermäßige Aktivität hat einen Grund. In diesem Fall ist es die Beziehung zu M 81: Beide Galaxien stehen in einem seit Millionen Jahren andauernden Reigen aus Annäherung und Entfernung. Durch die Schwerkraft von M 81 induzierte Dichtewellen führen in M 82 zur massen- und riesenhaften Ausbildung von jungen, massereichen Sternen. Die Produkte dieses Prozesses sind die Super

Star Cluster, extrem massereiche junge Sternhaufen, die von der Anzahl der in ihnen enthaltenen Sterne am ehesten mit Kugelsternhaufen vergleichbar sind. Anders als bei diesen sind ihre Sterne jedoch sehr jung und werden auch sehr schnell wieder vergehen – in Supernovae, wie man sie zuletzt im Jahr 2014 beobachten konnte.

Die Sternwinde der vielen jungen, heißen Sterne und die ins All geschleuderten Supernovaresten erzeugen insgesamt einen von der Galaxie ausgehenden Strahlungsstrom (»Wind«), der die Umgebung der Galaxie in einen fluoreszierenden Gasball verwandelt. Allerdings wird diese »heiße Phase« nicht lange andauern – in astronomisch kur-



ESA/Hubble & NASA

▲ Abb. 3: Das Zentrum der Starburst-Galaxie M82.

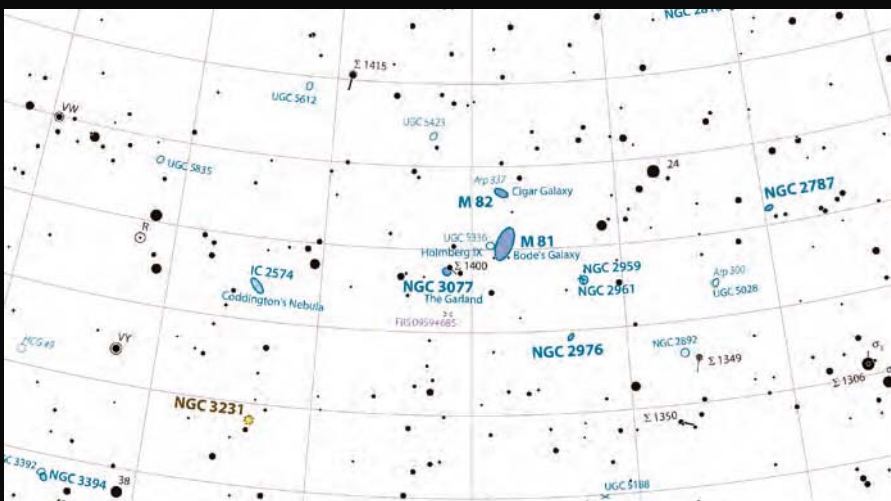
zer Zeit werden Gas und Staub für die Sternentstehung verbraucht sein. Dann braucht es wieder einen neuen Impuls von M 81, um die nächste Star-Party in Gang zu setzen.



▲ Abb. 4: M 82. Zeichnung mit 360mm Öffnung. Ronald Stoyan



▲ Abb. 5: M 82. Die Zeichnung mit 686mm Öffnung zeigt neben der Supernova SN 2014J (Markierung) auch einige Super Star Cluster. Uwe Glahn



▲ Abb. 6: Ausschnitt aus dem interstellarem Deep Sky Atlas.

durchzogen. Das kann man schon mit weniger als 100mm Teleskopöffnung sehen.

Die dunklen Markierungen sind der sichtbare Beweis für die ungeheuren Mengen an Staub, die M 82 enthält. Im Infrarotlicht macht sie das zur hellsten Galaxie am Himmel. Mindestens genauso kennzeichnend sind jedoch die zahlreichen Sternentstehungsgebiete in M 82. Die kräftigsten von ihnen haben sogenannte Super Star Cluster (SSC) hervorgebracht, insgesamt 197 wurden in M 82 gezählt. Diese astronomisch sehr jungen Riesensternhaufen besitzen bis zu einer Million Sonnenmassen – entstanden durch die intensive Starburst-Phase, den die Galaxie bei der letzten Begegnung durchlaufen hat.

Super Cluster, Superwind

Mit mittelgroßen Amateurlteleskopen sind die hellsten dieser SSC sichtbar. Insbesondere das Objekt F, das allein 1,2 Millionen Sonnenmassen besitzt, kann mit einem Teleskop von 300mm Öffnung und mehr als kleines, fast sternförmiges Lichtpünktchen ausgemacht werden. Wer mit großen Teleskopen unterwegs ist, sieht, dass noch weitere solcher »Sternchen« den Körper von M 82 bedecken.

Eine weitere Besonderheit von M 82 lässt sich dagegen nur auf Fotos erkennen. Dort sieht man, dass senkrecht zum eigentlichen Körper der Galaxie enorme Bereiche aus rotem Licht aus dem Kern zu entweichen scheinen. Diese sind Ausdruck von Interaktion zwischen den gewaltigen Gasmassen, die als Superwind von den Sternen der Galaxie erzeugt werden, mit Materie in der Umgebung der Galaxie. Visuell ist davon nichts zu sehen, denn das erzeugte rote Licht der H α -Wellenlänge ist nachts für das menschliche Auge unsichtbar.

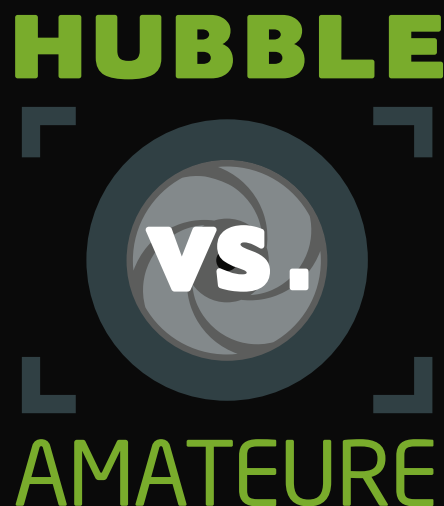
Zwerge

Wer schon in der Gegend ist und sich von M 82 losreißen kann, hat die Gelegenheit weitere von M 81 durchgeknetete Welteninseln zu betrachten. Dazu gehören NGC 3077, die sich nur 1° südöstlich von M 81 befindet, und IC 2574, eine Zwerggalaxie, die jedoch ebenfalls mehr als das übliche Maß an Sternentstehung erreicht. Die hellsten der aktiven Sternentstehungsregionen lassen sich mit großen Teleskopen direkt beobachten.

► Ronald Stoyan

BODES GALAXIE IM GROSSEN BÄREN

Das Weltraumteleskop Hubble begeistert seit Jahren mit seinen spektakulären Bildern. Doch auch Amateurastronomen gelangen vielfach beeindruckende Aufnahmen – mit deutlich günstigerer Technik, dafür aber mit sehr viel Leidenschaft. In dieser Rubrik wollen wir künftig zeigen, was Amateurastronomen heute leisten können, und lassen Hubble gegen Amateure antreten. Diesmal: die Galaxie Messier 81.



 **Hubble**



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

D A T E N Beteiligte Wissenschaftler: Hubble Heritage Team (STScI/AURA) sowie A. Zezas und J. Huchra (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics). Die Aufnahme wurde im Mai 2007 veröffentlicht und entstand aus Daten der Advanced Camera for Surveys (2004–2006) an Bord des Weltraumteleskops Hubble in drei verschiedenen Filterbereichen. Die Aufnahme war damals das schärfste Bild, das bislang von dieser Galaxie veröffentlicht worden war. Die Originaldatei hat eine Größe von 22.620×15.200 Pixeln.

▲ Abb. 1: Messier 81 in einer 2007 veröffentlichten Aufnahme des Weltraumteleskops Hubble.

Messier 81, auch Bodes Galaxie genannt, ist ein wunderbares Objekt für die visuelle Beobachtung. Nach der Betrachtung durch das Hyperion Zoom-Okular (8–24mm) wurde im Januar 2017 eine Übersichtsaufnahme der Region mit dem 4-Zoll-APO-Triplett bei 410mm Brennweite gemacht. Einen Monat später wurden die beiden Hauptgalaxien (M81 und M82) dieser Gruppe einzeln mit dem 10-Zoll-Newton bei 1200mm Brennweite mit einer astromodifizierten APS-C Nikon DSLR aufgenommen. Leider spielte das Wetter im hügeligen Südosten von Österreich nicht ganz mit, da die einzelnen Lights einen leichten Dunst-

schleier aufweisen, aber damit muss man bei nur 243m Seehöhe im ausklingenden Winter immer rechnen.

Die Bearbeitung der Daten erfolgte vollständig im Programm PixInsight. Nach dem Stacken wurde zunächst der Hintergrund geebnet und dann, noch im linearen Zustand, das Bild etwas »entrauscht«.

Im Anschluss erfolgte die Farbkalibrierung durch das neue Plugin FluXX von Hartmut Bornemann, das sich an den Sternfarben im Bild orientiert unter Verwendung des SDSS-DR9 Sternenkatalogs. Mithilfe von »Masked Stretch« wurde das Bild nicht-linear und die folgenden Arbeitsschritte dienten der opti-

schen Verbesserung der Aufnahme in Hinsicht auf Dynamikumfang und Sättigung unter Verwendung entsprechender Masken für die Galaxie selbst. Um der Ansicht vom Hubble-Teleskop zu entsprechen, musste das Bildfeld noch rotiert werden, und der letzte Arbeitsschritt stellte die Schärfung des Bildes unter Maskierung durch Verwendung von Deconvolution dar.

Ich finde es nach wie vor erstaunlich, was ein Amateur heutzutage mit einer gar nicht mal so teuren Ausrüstung bereits im Bild festhalten kann. Grenzen setzen uns nur mehr das Seeing und die leidige, leider nach wie vor zunehmende, Lichtverschmutzung.

► Michael Schmidt



Amateur



D A T E N
Fotograf: Michael Schmidt
Aufnahmedaten: 26. Februar und 1. März 2017
Teleskop/Montierung: 10 Zoll Lacerta Newton auf Skywatcher EQ8
Kamera: Vollformat Nikon DSLR (astromodifiziert)

Nachführkontrolle: Sucherguiding mit MGEN-II Autoguider
Belichtungszeit: insgesamt 340min
Nachbearbeitung: PixInsight (Februar 2018)

▲ Abb. 2: Die Galaxie Messier 81 in einer Aufnahme des Amateurastronomen Michael Schmidt, aufgenommen mit einem 10-Zoll-Newton-Teleskop.

M. Schmidt

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

RAUMSTATION VOR DER SONNE

Equipment und Vorbereitungen



So gelingt die Dokumentation eines Transits der Internationalen Raumstation ISS vor der Sonne



U. Dittler

▲ Abb. 1: Der hier im H α -Licht dokumentierte Transit der Internationalen Raumstation ISS fand am 17.6.2017 um 18:57:03 Uhr statt, als die Sonne 64,7 Grad hoch am Südhimmel stand. Die Entfernung der ISS zum Beobachtungsort betrug 451,6 Kilometer, so dass der Transit nur 0,6 Sekunden dauerte und die Raumstation entsprechend groß erschien. Das Bild entstand mit einem Coronado Solarmax60, sonstige Ausrüstung wie in Abb. 3 zu sehen. Die Ansicht ist eine Montage aus 16 Bildern.

Die Astrofotografie ist meist von langen Belichtungszeiten geprägt, die bei der Deep-Sky-Fotografie viele Stunden umfassen können. Ganz anders verhält es sich bei der Fotografie der Internationalen Raumstation ISS vor der Sonne – hier sind eine detaillierte Planung für das nur 0,6 bis 3 Sekunden andauernde Ereignis entscheidend.

Die Internationale Raumstation ISS kreist in einer Höhe von rund 400km mit einer Bahnneigung von 51,6° in östlicher Richtung um die Erde und benötigt für eine Umrundung rund 92 Minuten. In der Abend- oder Morgendämmerung ist die ISS leicht zu erkennen, wenn sie noch von der Sonne beschienen wird und über den dunklen Himmel zieht – als langer heller Strich ist sie dann leicht auf weitwinkligen Dämmerungsaufnahmen auszumachen. Wer mehr als nur einen hellen Strich der ISS fotografieren möchte, für den ist es sicherlich eine spannende Herausforderung die ISS bei einem Transit vor der Sonne oder dem Mond zu fotografieren. Dabei zeichnen sich die Struktur und der aktuelle Aufbau der ISS vor der leuchtenden Sonne oder dem reflektierten Mondlicht ab.

Vorbereitung am Computer

Entscheidend für eine erfolgreiche Fotografie eines ISS-Transits ist die detaillierte und sekundengenaue Planung: Zunächst muss geklärt werden, wann und wo ein Transit der ISS vor der Sonne oder dem Mond zu beobachten ist. Hierbei helfen einschlägige Webseiten wie etwa CalSky, die ständig die Flugdaten der ISS protokollieren und so stets eine gültige Vorhersage der Flugbahn ermöglichen. Nach der Eingabe der eigenen Standortkoordinaten kann auf der genannten Webseite unter »Satelliten« die ISS ausgewählt werden. Angeben lässt sich auch, welche Ereignisse der kommenden ISS-Überflüge für den gewählten Zeitraum und für welche Entfernung vom eigenen Standort angezeigt werden sollen. Um die Transits der Raumstation vor Sonne und Mond zu sehen, sollte hierbei »Satelliten-Überflüge« deaktiviert und stattdessen »Nur Sonne und Mond« ausgewählt werden. Unter »Maximale Entfernung zur Zentrallinie des Transits« kann dann noch angegeben werden, in welchem Umkreis beobachtbare Transits angezeigt werden soll – wobei es sich hierbei um die Entfernung in der Luftlinie zur Zentrallinie handelt, so dass der Weg mit dem Auto unter Umständen deutlich länger sein kann. Ein Klick auf »go« lässt die Berechnung für die ausgewählten Parameter starten, die im Ergebnis eine Liste der beobachtbaren Transits für den gewählten Umkreis generiert.



U. Dittler

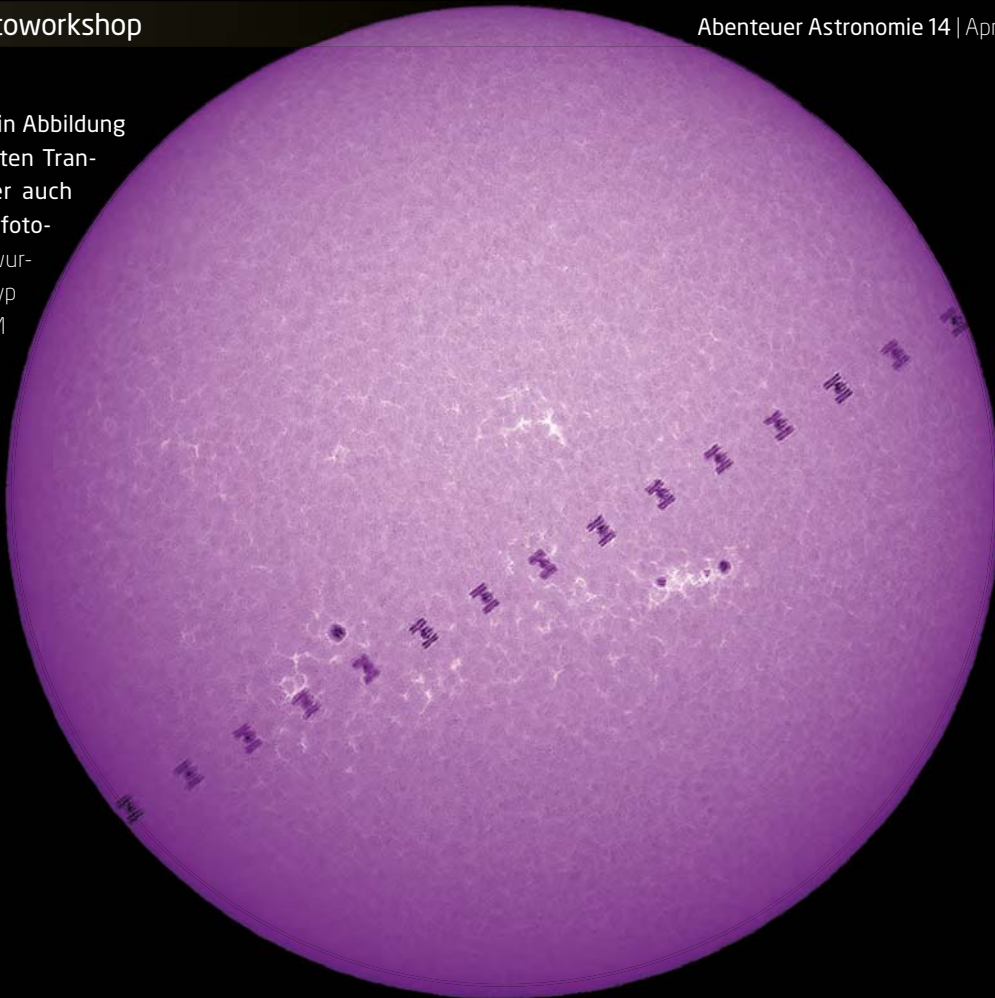
▲ Abb. 2: Am späten Nachmittag konnte an einem klaren Sommertag über dem Gutachtal im Schwarzwald der Transit der ISS vor der untergehenden Sonne fotografiert werden: Der Transit fand um 18:31:58 Uhr statt, als die Sonne noch 24,9 Grad über dem SW-Horizont stand. Die Entfernung der ISS zum Beobachtungsort betrug 870,7km, so dass der Transit 1,7 Sekunden dauerte und die Raumstation mittelgroß erschien. Die Ansicht ist eine Montage aus 51 Bildern in Photoshop.



U. Dittler

▲ Abb. 3: Hier ist die für die Erstellung von Abbildung 2 genutzte Technik zu sehen: Auf einem stabilen Stativ kommt eine Reisemontierung vom Typ Astrotrack zum Einsatz, die ein Takahashi FS-60Q (Brennweite 600mm, Öffnung: 60mm) trägt. Als Kamera wurde eine PointGrey Grasshopper3-U3-2855M genutzt, die die gewonnenen Aufnahmen direkt auf das im Gras liegenden Notebook übertrug.

► Abb. 4: Parallel zu dem in Abbildung 1 im H α -Licht fotografierten Transit der ISS konnte dieser auch zeitgleich im Kalziumlicht fotografiert werden. Hierzu wurde eine CCD-Kamera vom Typ Grasshopper3-U3-60QS6M zusammen mit einem Lunt CaK-Modul (Bandbreite von 0,24nm bei 393nm) an einem Takahashi FC-76DS (Brennweite 570mm, Öffnung: 76mm) verwendet. Das Summenbild entstand aus der Montage von 16 Bildern in Photoshop.



Auf den Standort kommt es an

Bei der Auswahl eines zu beobachtenden Transits aus der Ergebnisliste sind aber nicht nur die Wetterbedingungen am Tag des Tran-

sits und die angegebene Entfernung zu einem Beobachtungsort auf der Zentrallinie entscheidend, sondern auch die Höhe des Sonnenstands zum Zeitpunkt des Transits: Bei einem niedrigen und horizontnahen Sonnen-

stand ist bei der Auswahl des Beobachtungsortes auf eine freie Horizontsicht zu achten und darauf, dass die Sonne nicht über einer Stadt oder Industrieanlage steht, die durch ihre Abwärme zu Luftunruhe vor der Sonne

Astro-Hacks: Eine Box für den Nachtmodus

Vor und während der Beobachtung nutze ich verschiedene Apps auf meinem Smartphone. Zwar haben diese meist einen »Nachtmodus«, beim App-Wechsel oder wenn man einfach eine Nachricht schreiben möchte, leuchtet das Display aber hell auf und die Dunkeladaption darf erneut beginnen. Es musste also eine Lösung her, damit ich beim Beobachten nicht auf meine Apps verzichten

muss. In einem Astro-Forum wurde mir geraten, rote Displayfolie zu benutzen. Da ich das Smartphone aber auch tagsüber normal verwenden wollte, suchte ich eine Lösung, bei der ich ständig eine Folie ankleben und später wieder abreißen muss. Eine dauerhafte Lösung musste her - etwas wie eine Box, aber mit durchsichtiger Oberseite. Gemeinsam mit meinem Schwager, der gelernter Schreiner ist, wurden Skizzen erstellt und

25cm breiten Eingriff. Damit kann man auch mit einem 10-Zoll-Tablet noch gut arbeiten. Vor den Eingriff wollte ich anfangs noch dunklen Stoff spannen. Doch nach der ersten Beobachtung fiel mir auf, dass der Lichtaustritt minimal ist und keine Auswirkung auf die Dunkeladaption hat. Fazit: 25€ Materialkosten und seit zwei Jahren mein treuer Begleiter.

► André Fehr

Maße gesucht. Die Box sollte so klein wie möglich sein, damit ich nicht noch mehr sperriges Equipment tragen muss, aber doch groß genug, um Smartphone oder Tablet problemlos bedienen zu können. Danach ging es in die Schreinerwerkstatt und heraus kam eine Box in 41×31×16cm mit einem



► Abb. 1: Die Box erlaubt die bequeme Bedienung auch noch eines 10-Zoll-Tablets.

ASTRO-HACKS GESUCHT!

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

führt. Zudem führt ein horizontnaher Transit dazu, dass die Entfernung zwischen ISS und Beobachter meist deutlich größer ist als bei einem Überflug im Zenit über dem Beobachter. Und die Entfernung zwischen Beobachter und ISS hat natürlich Auswirkungen darauf, wie groß die ISS auf den Bildern erscheint und wie lange der Transit dauert. Optimal ist sicherlich ein kurze Entfernung im Bereich von wenig mehr als 400km (die zu Transitzeiten von unter einer Sekunde führen), bei horizontnahen Transits kann die Entfernung auch schon mal auf über 1100km (und eine Transiddauer von über drei Sekunden) ansteigen.

Notwendiges Equipment

Da die Fotografie eines Transits der ISS vor der Sonne in der Regel mit einer Fahrt zu einem Beobachtungsort auf der Zentrallinie verbunden ist, bietet sich der Einsatz kurz-brennweitiger Reisetelkope und entsprechender stabiler Reisemontierungen mit motorischer Nachführung an. Bei der Auswahl der verwendeten Kamera sind die Größe des Chips und die Bildfrequenz entscheidend: Um alle Phasen eines Transits fotografieren zu können, sollte die verwendete Kamera es in Verbindung mit dem gewählten Teleskop erlauben, die ganze Sonnenscheibe abzubilden. Kameras mit größerem Chip sind da-

her besser geeignet als Kameras mit kleinerem Chip, da dann auch die Brennweite – und so meist auch die Auflösung – des verwendeten Teleskops größer gewählt werden können. Zudem ist eine möglichst hohe Bildfrequenz der Kamera entscheidend dafür, wie viele Bilder des Überflugs aufgezeichnet werden. Kameras, die nur drei bis vier Bilder pro Sekunde aufzeichnen können (wie dies beispielsweise bei einigen preiswerten DSLR der Fall ist), liefern bei einem nahen und daher kurzen Überflug oft nur eine Handvoll Bilder, während die in der Sonnen- und Planetenfotografie eingesetzten üblichen CCD-Kameras mit Bildfrequenzen von bis zu 30 bis 60 (oder noch mehr) Bildern pro Sekunde arbeiten und deutlich mehr Phasen des Transits dokumentieren können.

Auch eine exakte Uhr mit Sekundenanzeige ist dringend notwendig, um die entscheidende(n) Sekunde(n) des Transits nicht zu verpassen. Eine solche ist aber in den meisten Smartphones integriert und da die angezeigte Zeit in der Regel über GPS-Satelliten abgeglichen wird, sind Smartphones meist deutlich besser geeignet als beispielsweise Armbanduhren.

Wie die Transitfotografie exakt abläuft und wie aus dem Film mit den gewonnenen Aufnahmen ein Summenbild des Transits der Internationalen Raumstation erstellt werden kann, wird im kommenden Heft erklärt.

► Ullrich Dittler



INTERAKTIV



Ullrich Dittler ist ein bekannter Astrofotograf und Autor zahlreicher Veröffentlichungen zur Astrofotografie

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

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fa



SURFTIPPS

- CalSky

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a14063

Teleskop-Tuning: Griffbereit - dank neuer Tragegriffe

Wie man es auch dreht und wendet – die meisten Teleskope sind spätestens dann unhandlich, wenn man sie erst in die allseits übliche Aufnahme für die Prismenschiene bugsiert, um dann irgendwie eine Hand frei zu bekommen, mit der man die Klemmschraube anzieht. Keine schlechte Sache also, wenn man gegenüber der Prismenschiene einen Tragegriff auf die Rohrschellen schraubt, so dass man auch beim Einsetzen größerer Tuben wirklich eine Hand frei hat. So nebenbei schafft der Griff auch einen deutlich stabileren Rohrschellenkäfig. Muss der Tubus rotiert oder verschoben werden, können die Rohrschellen nicht verkanten und unnötig bremsen. Beim Rückweg aus der Nachtkälte liegt der meist aus Kunststoff gefertigte Griff auch wesentlich angenehmer in der Hand als das kalte Aluminium der ansonsten



▲ Abb. 1: Dieser Groß-Dobson wäre ohne Handgriffe überhaupt nicht transportabel.

S. Wienstein

oft als Griff gebrauchten Prismenschiene. Und da die Rohrschellen meist den Schwerpunkt des Tubus umfassen, benimmt man sich treppauf-treppab auch weniger anstößig mit dem teuren Equipment.

Ein passend zum Schwerpunkt montierter Griff macht auch eine klobige Rockerbox deutlich transportabler – oder bei Bedarf auch zwei davon. Gerade wenn große und doch bewegliche Teile im Spiel sind, hat man oft schlicht keine Griffmöglichkeit, um die Gerätschaften sicher und womöglich auch noch rückschonend zum Einsatzort zu bringen. So ganz alternativlos ist der Griff aber nicht. In schwierigen Fällen eignet sich auch Rolladenband, um einen Tragegurt zu fertigen. Das nötige Polyester für die Schulter gibt es als Kfz-Zubehör im Handel: Man kann einfach ein Auto-gurt-Polster verwenden.

► Sven Wienstein

▲ Abb. 1: Die Mondoberfläche bietet immer ein spannendes Motiv und mit der richtigen Software können feinste Details aus einem Video herausgeholt werden.

MIT LUCKY IMAGING ZU DETAILBILDERN VON MOND & CO.

Problemlose Videoverarbeitung mit AutoStakkert! 3

Der Frühling bietet gute Gelegenheiten für die Mondfotografie. Unser Trabant erreicht bei zunehmender Phase eine angenehme Höhe über dem Horizont, sodass die Chancen auf gute Sichtbedingungen hoch sind. Die besten Bilder entstehen per »Lucky Imaging«, bei dem sehr viele Bilder aufgenommen und dann die schärfsten ausgewählt werden. Für diese Aufgabe haben einige programmierfreudige Enthusiasten unter den Hobbyastronomen in den letzten Jahren immer bessere Software-Lösungen entwickelt.

Ein beliebtes Programm unter Sonnen-system-Fotografen ist »AutoStakkert!« von Emil Kraaikamp. Seit 2017 befindet sich Version 3 in der beta-Phase (aktuell 3.0.14), wobei es meiner Erfahrung nach trotz dieses Status immer stabil lief. Das Programm nutzt die modernen Multicore-CPU's effektiv aus und arbeitet sehr schnell, sodass die Auswertung eines Videos nur noch wenige Minuten dau-

ert. Im Folgenden wird der Arbeitsablauf mit AutoStakkert! am Beispiel eines Mond-Videos dargestellt. Der Arbeitsablauf beginnt mit dem Laden des Videos.

Bildstabilisierung und Qualitätsanalyse

Bevor das Suchen nach den schärfsten Bildern losgeht, ist die Zentrierung des Objekts nötig, um die Qualität aller Bilder vergleichen zu können. Die ersten Einstellungen richten sich nach dem Motiv. Planeten werden als begrenzte Objekte per Helligkeitsschwerpunkt (»COG«) zentriert, formatfüllende Mondareale mit der »Surface«-Option. Die Ausrichtungsbox wird über ein markantes Oberflächen-

merkmal gesetzt und ihre Größe angepasst. Danach wird die Qualitätsanalyse konfiguriert. In jedem Bild analysiert AutoStakkert! Helligkeitsgefälle – sie sind bei scharfen Bildern steiler. Rauschen erzeugt natürlich auch ein Helligkeitsgefälle, weswegen der Parameter »Noise robust« schon standardmäßig auf 4 steht. Bei sehr rauschigen Aufnahmen muss er erhöht werden. Die Option »Laplace Δ« wählt man je nach Sampling. Bei eigentlich zu langer Brennweite (Oversampling) muss die Qualitätsanalyse an eher groben Strukturen erfolgen und der Haken entfernt werden. Sind die feinsten erkennbaren Strukturen hingegen sehr klein abgebildet, ist »Laplace Δ« sinnvoll, eventuell in Kombination mit einem höheren »Noise robust«. Weiterhin sind mit der loka-

SURFTIPPS

- AutoStakkert!
- Fitswork
- Registax

 **Kurzlink:** oc1m.de/a14066

len Qualitätsanalyse »Local (AP)« bessere Ergebnisse zu erzielen. Nur in schwierigen Fällen mit schwankender Bildhelligkeit empfiehlt sich die Option »Global (Frame)«. Daraufhin startet mit »2) Analyse« der entscheidende Schritt des »Lucky Imaging«. Das Ergebnis der Qualitätsanalyse ist ein Diagramm der nach ihrer Qualität sortierten Bilder.

Mit der Stack-Größe experimentieren

Der Qualitätsverlauf gibt Hinweise über eine sinnvolle Verwendungsrate der Bilder. Schlechtes Seeing macht einen strengen Ausschluss zu stark verformter oder unscharfer Bilder erforderlich. In durchschnittlichen Nächten sind Werte von 40% bis 60% als Verwendungsrate

sinnvoll. Stehen sehr viele oder sehr rauscharme Bilder zur Verfügung, können geringere Werte ausprobiert werden, das Resultat wird eventuell schärfer. Mit der Zeit bekommt man ein Gefühl für die richtige Verwendungsrate. Das optimale Ergebnis zu finden, gelingt oft aber nur durch Versuche. Hilfreich ist es, sich die nach Qualität sortierten Bilder anzuschauen und visuell zu prüfen. AutoStakkert! erleichtert diesen Prozess, indem es relativ zeitsparend Summenbilder für gleich mehrere frei wählbare Stack-Größen produziert. Für einen besseren Vergleich der verschiedenen Ergebnisse empfiehlt es sich, die Option »Sharpened« zu verwenden, da die Unterschiede der Summenbilder mit ihr besser sichtbar werden.

Bevor aber das erste Summenbild generiert wird, erfolgt nun als Feinschliff die Ausrich-

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



tung einzelner kleiner Bildsegmente. In der Menüleiste am linken Rand des Bildfensters sind alle nötigen Einstellungen zu finden. Unter »AP Size« wird zwischen verschiedenen Bereichsgrößen gewählt und mit »Place APs in Grid« werden die Ausrichtungspunkte automatisch und gleichmäßig über das ganze Bildfeld verteilt. Je feiner das Motiv strukturiert ist, desto kleinere Bereiche können verwendet werden. »Min Bright« bestimmt die Helligkeitsgrenze für die Punkte. Gegebenenfalls können einzelne Punkte auch manuell gesetzt oder entfernt werden. Alle weiteren Optionen können erst einmal belassen und das Stacken mit »3) Stack« gestartet werden.

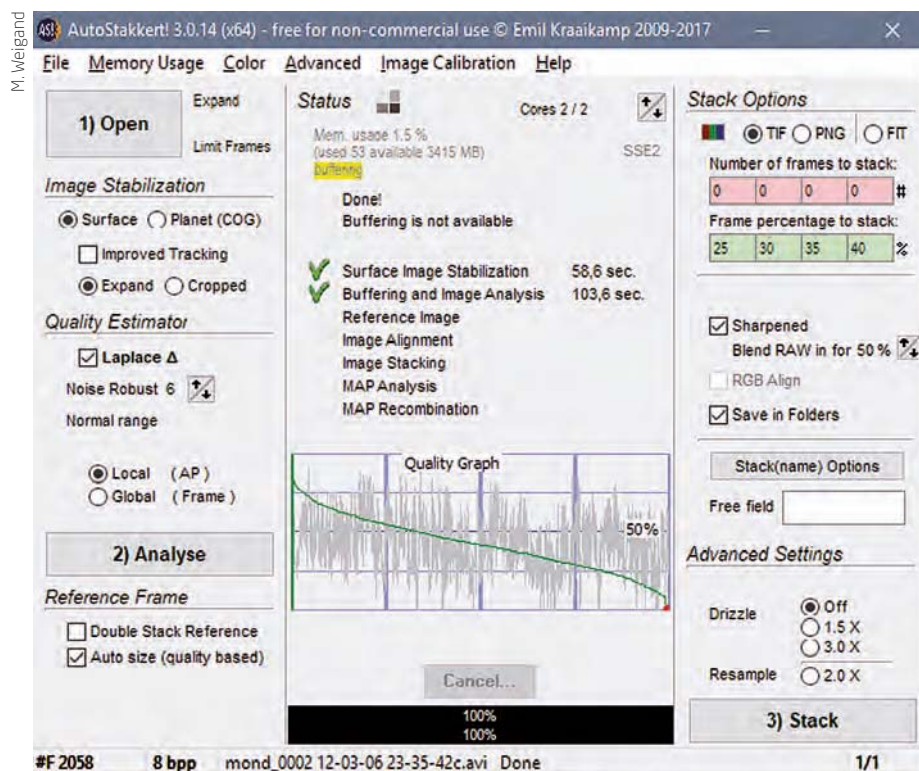
Das Summenbild

Die Auswertung ist nach wenigen Minuten abgeschlossen. Summenbilder sehen auf den ersten Blick normalerweise nicht sonderlich scharf aus, feine Einzelheiten gilt es daher noch in der Nachverarbeitung herauszuarbeiten. Dazu eignen sich die Schärfungsalgorithmen verschiedener Programme. Es lohnt sich zum Beispiel mit der »Deconvolution« und der »Iterativen Gauss-Schärfung« in »Fitswork« sowie der Wavelett-Schärfung in »RegiStax6« zu experimentieren.

Fazit

Dank der Entwicklungsarbeit sehr engagierter Amateure im Software-Bereich geht das Lucky Imaging heute leichter, schneller und präziser vonstattendenn je! AutoStakkert! ist ein hervorragendes Werkzeug für die Auswertung von Videos – nicht nur des Mondes. Auch aus Aufnahmen der kommenden großen Marsopposition, die unter schwierigen Bedingungen tief am Horizont stattfindet, lässt sich damit das Optimum herausholen.

► Mario Weigand



▲ Abb. 2: Das Hauptfenster von Autostakkert!. Der Arbeitsablauf ist in die drei Abschnitte links und rechts der Fortschrittsanzeige in der Mitte angeordnet. Dort findet man nach der Analyse auch das Qualitätsdiagramm. In diesem Beispiel war das Seeing sehr durchwachsen, ca. 30% war die beste Verwendungsrate.



▲ Abb. 3: Das Bildfenster mit dem Stabilisierungspunkt auf dem Zentralberg von Pythagoras links und dem Gitter aus Ausrichtungspunkten rechts.

MORPHEUS-REIHE NUN KOMPLETT

17,5mm-Okular der Morpheus-Okularreihe von Baader ist lieferbar

Das von vielen Sternfreunden erwartete 17,5mm Morpheus ist nun endlich lieferbar. Damit komplettiert Baader seine neue Okularreihe mit 76° scheinbarem Gesichtsfeld, die bislang die Brennweiten 4,5mm, 6,5mm, 9mm, 12,5mm und 14mm umfasste. Eine besondere Eigenschaft der Morpheus-Okulare ist der geringe Bedarf an Backfokus, so dass die Okulare insbesondere auch an Spektiven mit wenig Fokussierweg scharf gestellt werden können. Neben der 1,25-Zoll-Steckhülse ist der Oku-



lartubus so geformt, dass er ohne Adapter in 2-Zoll-Steckfassungen passt – solange die darunterliegende 1,25-Zoll-Steckhülse nirgends anstößt. Die schlanke Bauform erlaubt weiterhin die Verwendung im Bino. Der angenehm große Augenabstand beträgt je nach Brennweite 17,5 bis 21mm und ermöglicht durch die umklappbare Augenmuschel auch die Beobachtung mit Brille. Der Aufbau aus acht Linsen in fünf Gruppen beinhaltet laut Baader drei Elemente aus ED-Glas und eines mit Lanthan. Baaders Phantom-Group-Vergrößerung soll trotzdem für ein helles Bild sorgen. Bis auf das nun erschie-

nene 17mm sind die Okulare homofokal. Neben der visuellen Beobachtung können die Morpheus-Okulare auch fotografisch eingesetzt werden. Ein M43-Gewinde unter der Augenmuschel ermöglicht den Anschluss an das umfassende Baader-Adapter-Sortiment. Dadurch wird praktisch jeder Kamertyp und jede Projektionsart möglich. Insbesondere können Planeten-Kameras über T2 und Clicklock-Klemmung eingesetzt werden, Bajonettadapter erlauben den Anschluss von DSLRs oder Systemkameras, und die Vielzahl an Gewindeübergängen erlaubt es sogar, Kameras mit aufgesetztem Objektiv über dessen Filtergewinde für afokale Projektion zu befestigen. Für mobile Beobachter wird zu jedem Okular eine Gürteltasche mitgeliefert. Baader hat außerdem eine angenehm vollständige Datentabelle zusammengestellt. Alle Brennweiten sind für je 245€ erhältlich.

► Sven Wienstein

SUCHER MIT AUSBLICK

Der neue Evoguide 50ED von Skywatcher

Leitfernrohr und Sucher in einem, das vereint der Evoguide 50ED von Skywatcher. Das 50mm Dublett-Objektiv verwendet ED-Glas vom Typ S-FPL53. Dadurch und aufgrund der kleinen Öffnung wird auch bei einem mit f/4,8 ausgesprochen schnellen Öffnungsverhältnis eine sehr gute Farbkorrektur erreicht. Zur Scharf-Einstellung dient ein Helical-Feingewindefokussierer, der das Okular und einen eventuell verwendeten Zenitspiegel nicht mitdreht. Für die Verwendung als Leitfernrohr lassen sich Nachführkameras per 1,25-Zoll-Aufnahme oder am T2-Gewinde anbringen. Ein

Stoppring kann so justiert werden, dass beim Wechsel zwischen Kamera und Okular beides im Fokus ist.

Beim Einsatz als Sucher kann man das Okular seiner Wahl verwenden – im Zweifelsfall das bequemste, oder auch das mit dem größten Himmelsausschnitt. Bis zu 6,6° groß wird das wahre Gesichtsfeld, also mehr als dreizehn Vollmonddurchmesser. Für ein Fadenkreuz muss man aber selbst sorgen. Viele fotografisch orientierte Sternfreunde haben wohl noch ein klassisches Fadenkreuz-Okular mit Beleuchtung aus früheren Zeiten. Das gut korrigierte Objektiv erlaubt aber auch deutlich mehr Vergrößerung: bis 70× mit einem 3,5mm-Okular.

Zum Lieferumfang gehört eine Metall-Sucherhalterung mit einem Prismen-Fuß, der sowohl in Skywatcher-Aufnahmen als

auch in die kleineren Vixen-Sucherschuhe passt. An beiden Rohrschellen finden sich konterbare Justageschrauben. Mit 800g ist das kleine Gerät allerdings etwas schwerer als ein Standard-Sucher. Erhältlich ist der Super-Sucher für ca. 210€.

► Sven Wienstein



SURFTIPPS

- Morpheus-Okularreihe
- Skywatcher Evoguide 50ED

 **Kurzlink:** oc1m.de/a14069

POLARLICHTJAGD MIT SCHIFF UND WLAN

Auf der Hurtigruten mit modernen Alarmsystemen

Es gibt wohl keinen angenehmeren Weg, sich dem Polarlicht zu nähern, als eine Reise jenseits des Polarkreises auf der norwegischen Hurtigruten. Aber wann stürmt man nachts an Deck der Schiffe im arktischen Ozean, wie verpasst man die besten Erscheinungen nicht? Eine ungewöhnliche Antwort, bei der ein Computer in Japan die Schlüsselrolle spielt, hat kürzlich ihre Premiere bestanden.



◀ Abb. 1 : Die Stadt Tromsø in der Abenddämmerung, von ihrem Hausberg aus gesehen: Die Lichtverschmutzung ist hier so groß geworden, dass sinnvolle Polarlichtbeobachtung Reisen ins Umland erfordert. Nur richtig helle Aurora setzt sich noch gegen das Stadtlicht durch.

Wer in Europa mit hoher Wahrscheinlichkeit unter dem Nordlicht stehen möchte, kommt um eine Reise nach Skandinavien nicht herum. Die Aurora Borealis hält – außer bei kräftiger Anregung durch die Sonne – einen relativ konstanten Abstand vom Magnetpol ein, und da dieser gegenüber der Rotationachse deutlich Richtung Amerika verschoben ist, liegt das Aurora-Oval über Island und jenseits des Polarkreises über dem Norden Norwegens und Schwedens sowie Finnlands. Dort kann natürlich nur im Winterhalbjahr, etwa September bis April, sinnvoll beobachtet werden, da es im Sommer nie dunkel wird. Winter Nächte in der Arktis aber pflegen kalt zu sein: Polarlichtreisen wollen gut durchdacht sein.

Strategien für die Arktis

Einerseits möchte der Beobachter abseits menschlicher Besiedlung Himmel ohne Lichtverschmutzung vorfinden, andererseits doch gerne die Wartezeit auf das nächs-

te schöne Polarlicht im Warmen verbringen – und über einen Alarmdienst verfügen, der ihn rechtzeitig nach draußen treibt, wenn die Aktivität ansteigt. Oft zieht sich nur ein eintöniges grünes Band über den Himmel: Aufregend wird es erst, wenn es beginnt Wellen zu schlagen und sich im Idealfall das helle und formenreiche Polarlicht über den ganzen Himmel ausbreitet, das sich auch noch rasant verändert. Diese dramatischen Phasen können sich über Stunden hinziehen oder auch nur Minuten dauern – und sie beginnen in der Regel ohne konkrete Vorwarnung.

Nur »in die Zone« zu reisen, reicht also bei weitem nicht für eine genussvolle Polarlichtjagd: eine Strategie muss her, um die Erfolgsaussichten zu maximieren. Ganz unterschiedliche Lösungen haben sich bewährt, die verschiedenen persönlichen Vorlieben entgegenkommen. Da wäre das Anmieten eines einsamen Ferienhauses in der skandinavischen Wildnis oder der Aufenthalt in einem isolierten Hotel: Der Himmel ohne Lichtverschmutzung liegt dann buchstäblich vor der

Haustür. Ist aber das Wetter schlecht oder das Polarlicht macht sich rar, ist auch gepflegte Langeweile garantiert. Die Alternative wäre eine Unterkunft in einer größeren Stadt, in Norwegen wäre das vorzugsweise Tromsø, aber das erfordert jeweils Ausflüge an dunklere Orte für ordentliche Aurorasicht – wo der Beobachter dann weitgehend ungeschützt der Natur ausgesetzt ist: der nächtlichen Umwelt ebenso wie der gefühlten Willkür der Polarlichtaktivität. Spontane Reaktion auf plötzliche Ausbrüche scheidet aus.

Mit dem Postschiff zum Polarlicht

In den letzten Jahren zunehmend populär geworden ist aber ein dritter Weg zum Nordlicht: eine winterliche Reise auf der Hurtigruten die norwegische Küste entlang von 60° Breite nach Norden bis auf über 70° und wieder zurück. Seit 125 Jahren verkehren Schiffe auf dieser »schnellen Route«, ein ausgeklügeltes System, das es so auf der Welt kein zweites Mal gibt. Was als reines Verkehrsmittel be-



D. Fischer

▲ Abb. 2: Passagiere der »Richard With« bestaunen das erste überzeugende Polarlicht der Reise am 25. Januar.



▲ Abb. 3: Das erste gute Polarlicht der zweiten Januar-2018-Tour der »Richard With«, nördlich von Tromsø – mit Landschaft im Mondschein.

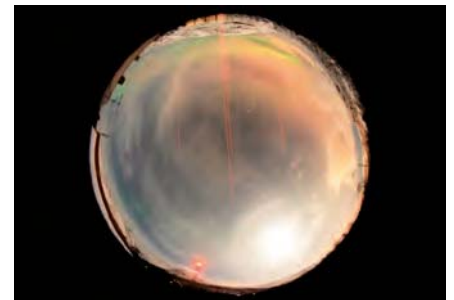
gann, hat sich heute zu einem kuriosen Hybrid gewandelt: ein bisschen Fähre, ein bisschen Frachtschiff, ein bisschen Kreuzfahrt, ein bisschen Expeditionsschiff – und neuerdings sogar eine »schwimmende Universität«, mit umfangreichem Vortragsprogramm eines »Expeditionsteams«, wie es seit 2017 auf den meisten der Schiffe zu finden ist, die im Tagestakt drei Dutzend Häfen zwischen Bergen und Kirkenes in beide Richtungen abfahren.

Vor allem aber haben die Betreiber in den vergangenen Jahren entdeckt, dass auch ihnen die Polarlichter neue Kunden mitten im vormals wenig populären Winter bescheren: Der skandinavische Markt rund um dieses Naturphänomen ist seit etwa 2011 enorm gewachsen, wie allein schon der jedes Jahr dicker werdende Katalog kommerzieller Aktivitäten rund um Tromsø zeigt. Für den Hurtigruten-Passagier bedeutet das insbesondere, dass häufiger als früher Durchsagen mit Polarlichtalarm von der Besatzung zu hören sind. Doch wirklich zuverlässig ist dies

nicht: Die rund um die Uhr besetzte Rezeption befindet sich fensterlos im Bauch der Schiffe, von der Brücke aus sind Polarlichter hoch am Himmel oder hinter dem Schiff nicht zu sehen, und das Expeditionsteam ist nachts nicht im Einsatz – und bedauert selbst die mangelnde »situational awareness« und die Gefahr schöne Polarlichter zu verpassen.

Alarm!

Ein Passagierschiff als Plattform für Polarlichtbeobachtung unterscheidet sich deutlich von den Land-Lösungen: von keinem Deck aus ist der Himmel komplett zu überblicken, aus den Kabinenfenstern – so man überhaupt welche hat – schon gar nicht, Bordbeleuchtung kann stören, bei stärkerem Seegang kann die Gischt bis selbst auf höhere Decks spritzen. Und da die Hurtigruten-Schiffe typischerweise mit 15 Knoten (28km/h) durch die Arktis brettern, kann der Fahrtwind manche Beobachtungspositionen an der Reling schlicht ausschließen. Und auch wenn



▲ Abb. 4: Wie alles begonnen hatte: Der grüne Rand des japanischen All-Sky-Bilds (wie alle anderen in diesem Artikel im Kontrast angehoben) aus der Nähe von Tromsø vom 25. Januar um 20:00 MEZ – beeinträchtigt von dünnen Wolken im Mondschein – kündigte das erste gute Polarlicht für die »Richard With«, die sich etwas weiter nördlich befand, auf dieser Tour an.

die Lufttemperatur dank des Golfstroms, in dem sich der Großteil der Strecke befindet, weit höher als im skandinavischen Inland liegt und sich auch im Winter oft um den Gefrierpunkt bewegt, ist eine stundenlange Polarlichtwacht an Deck für die meisten Polarlichtfreunde keine Option.

Was also tun? Der Autor hat, als astronomischer Reisebegleiter von Polarlicht-Gruppen, inzwischen fünf Wintertouren auf der Hurtigruten absolviert – und dabei zwei Methoden entdeckt, um den mutmaßlichen Zustand der Aurora über den Schiffen auch in deren gemütlichem Inneren zu ergründen. Entscheidend ist das stabile WLAN, das heute zum Standard gehört, in Kombination mit Webseiten aus der geophysikalischen Forschung, die Daten aus Nordeuropa in Echtzeit anbieten. Der Klassiker ist die sogenannte »Norwegian Line« alias »der Stackplot«: Hier sind Messungen der Zuckungen empfindlicher elektronischer Kompass an Standorten in verschiedenen geografischen Breiten Norwegens und damit unterschiedlicher Distanz von der nor-



▲ Abb. 5: Die »Richard With« im Hafen von Honningsvåg auf der Insel Magerøya, auf der sich auch das Nordkap befindet.

D. Fischer

National Institute of Polar Research

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



▲ Abb. 6: Sonnenuntergang kurz nach dem Verlassen von Kirkenes, zu Beginn der »südgehenden« Fahrt, die aber erst einmal nach Nordosten geht.

malen Aurorazone gleichzeitig dargestellt. Helles und komplexes Polarlicht geht praktisch immer mit horizontalen Schwankungen der Kompassnadel einher, und je steiler die Flanken der permanent weiter geschriebenen Kurven sind, desto besser wird die Show.

Zwei Weg zur Erkenntnis

Damit dürfte die Methode 1 klar sein: in der Kabine – oder Schiffsbar – auf den Stackplot starren und auf Zacken von Magnetometern in der Nähe der Fahrtroute zu lauern. Wie das Polarlicht dann konkret aussieht, darüber gibt der Kurvenverlauf allerdings keine Auskunft – und herauszufinden, ab welchem Grad der Zackigkeit der Griff zu Mantel und Kamera lohnt, erfordert eine Menge Versuche. Auch gibt es manchmal beachtliches Polarlicht fast ohne Ausschläge. Was wäre es doch schön, wenn es oben auf dem Schiff eine empfindliche All-Sky-Kamera gäbe, deren Bild man sich auf den Monitor holen könnte: Intensität und Ausdehnung des Polarlichts wären dann tatsächlich in Echtzeit zu beurteilen. Der Autor hatte tatsächlich schon darüber nachgedacht, ob man solch eine Anlage

nicht provisorisch auf dem Oberdeck installieren könnte. Aber es hat sich eine kostenlose Alternative gefunden – und sie hat sich bei der letzten Tour im Januar 2018 bestens bewährt.

Die Lösung ist tatsächlich eine solche All-Sky-Kamera, optimiert für Polarlichter jeder Helligkeit – aber sie befindet sich nicht an Bord, sondern an Land – auf dem Gelände des geophysikalischen Forschungszentrums EISCAT etwa 10km von Tromsø entfernt.

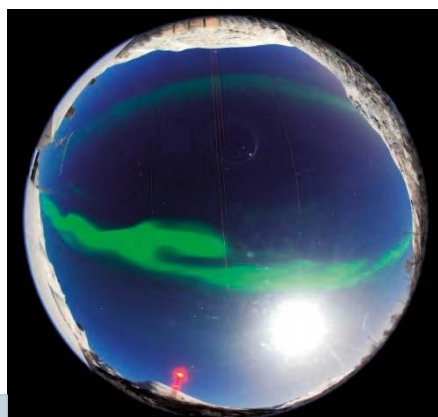
Damit ist sie von der erheblichen Lichtverschmutzung dieser Arktis-Metropole hinreichend weit entfernt und sieht noch deutlich schwächere Polarlichtstrukturen als eine ähnliche Kamera in der Stadt selbst. Betreiber der Kamera im Dunkeln ist ein Forschungsinstitut in Japan, wo sich auch der Server befindet, der im 30-Sekunden-Takt neue Bilder bereitstellt. Das mag bizarr erscheinen: Bilder, die über das Internet erst von Norwegen nach



▲ Abb. 7: Struktureiches Polarlicht über dem Hafen von Berlevåg am Abend des 27. Januar.

National Institute of Polar Research

a

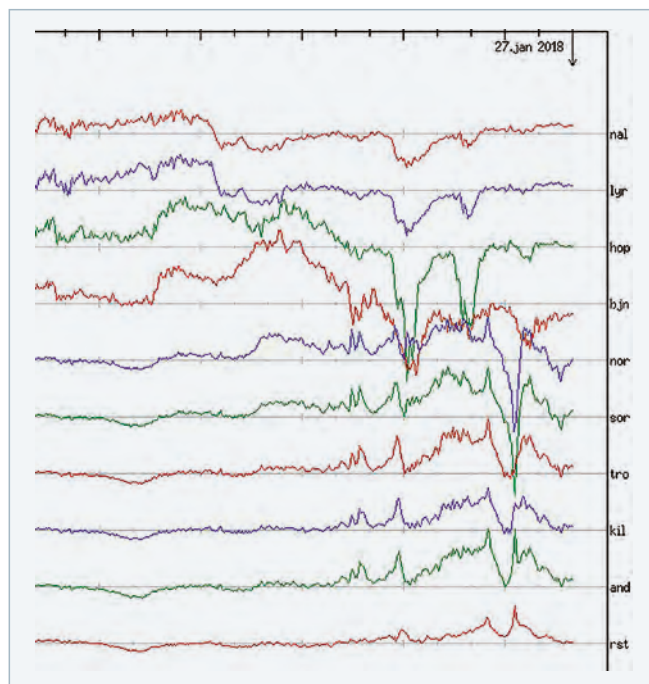


b



▲ Abb. 8: So sieht ein himmelsfüllendes Polarlicht für die japanische All-Sky-Kamera aus: Aufnahmen vom 27. Januar um 22:02 (a) und 22:17 MEZ (b), als die »Richard With« 400km nordöstlicher im Hafen von Berlevåg lag.

► Abb. 9: Der Stackplot der Norwegian Line vom Abend des 27. Januar: Die Zeitmarken sind im Stundenabstand, der Pfeil markiert Mitternacht MEZ. Die beiden hellen Phasen des Nordlichts spiegeln sich exakt in den stärksten Ausschlägen wider.



Norwegian Centre for Space Weather

Japan wandern und dann zurück, über Satellit zum Schiff gelangen und dann per WLAN auf den Bildschirm. Aber: Es funktioniert.

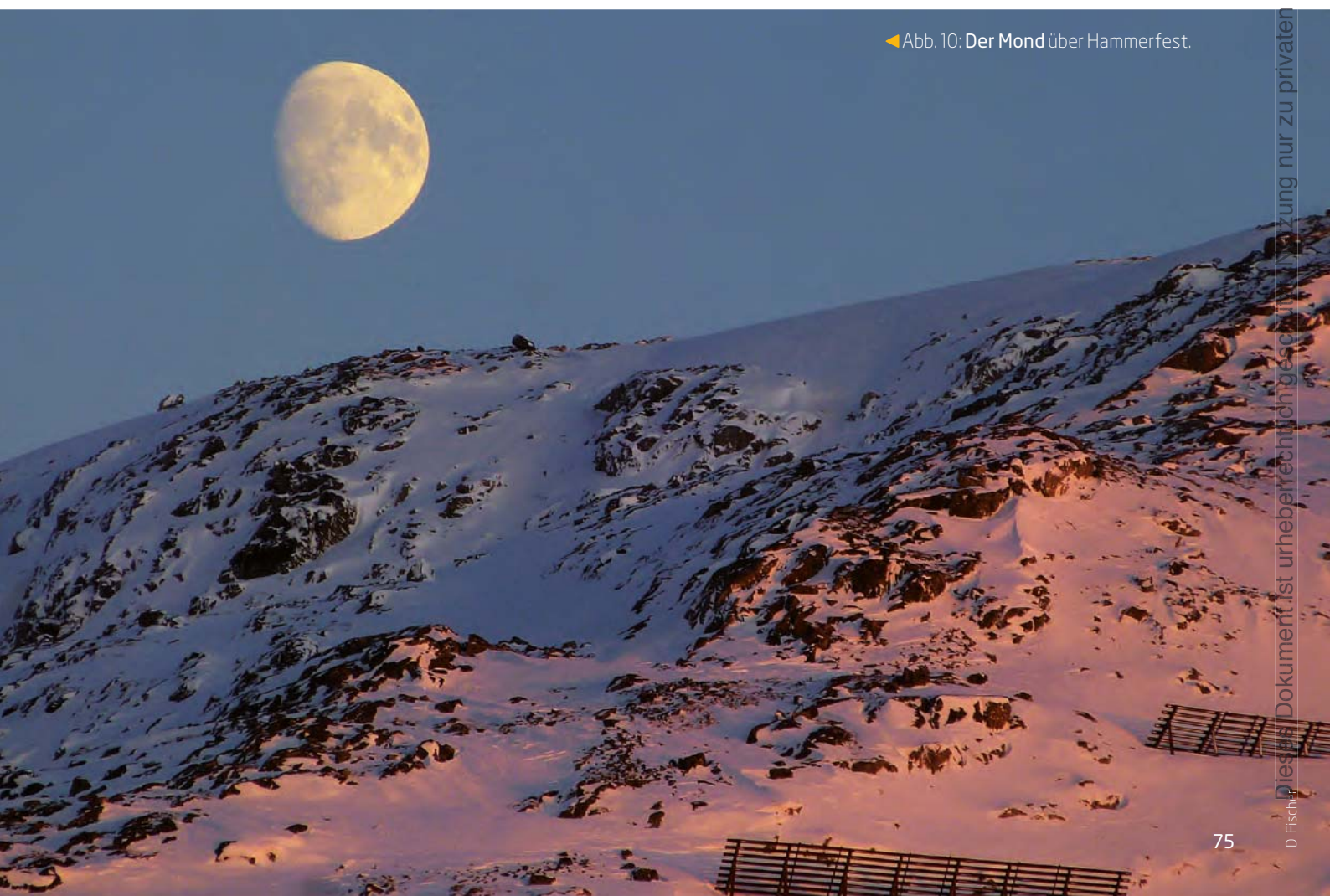
In der Praxis

Ein Grund zur reinen Freude ist das nicht immer, etwa wenn es bei Tromsø klar ist und der Himmel voll grüner Strukturen glüht –

und es über dem Schiff dicht bewölkt ist. So war das etwa in der Nacht 24./25. Januar bei den Lofoten, als die Reise noch kein nennenswertes Polarlicht zu Gesicht bekommen hatte: Ohne das Livebild aus »Japan« hätte man es vielleicht gar nicht zur Kenntnis genommen, aber es glimmte eindeutig etwas hinter den dichten Wolken über der »Richard With«, die nach dem Begründer des Hurtigruten-Ver-

Die Weiterverbreitung ist untersagt.

◀ Abb. 10: Der Mond über Hammerfest.



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

D. Fischer



▲ Abb. 11: Frühes Polarlicht in der besten Nacht – 28. Januar – etwas südlich von Skjervøy: Da würde noch mehr kommen.

kehrs benannt wurde. Und ein schneller Foto-Check zeigte die charakteristische grüne Farbe vom Polarlicht in der Nähe des Ovals in den wenigen winzigen Wolkenlücken. Was hätte es auch sonst sein sollen: (noch) kein Mond und weit und breit keine Stadt.

Das erste »ordentliche« Polarlicht stellte sich bei dieser zweiten Januar-Tour der »Richard With« schließlich am Abend des 25. Januar etwas nördlich von Tromsø ein: ein grünes Band am Rand des All-Sky-Bildes hatte die Neugier geweckt – und da hingen tatsächlich mehrere grüne Bänder über schneebedeckten Hügeln im Schein des zunehmenden Mondes. Kein großes Spektakel eigentlich, aber doch immer wieder beruhigend, dass der hohe Norden »funktioniert«. Und es scheint geradezu ein Naturgesetz zu sein, dass es bei Tromsø klappt – die Stadt hält sich ja auch für die Polarlichthauptstadt schlechthin, mit etwas am Himmel in fast jeder klaren Nacht. Mit diesem ersten Erfolg war der Bann gebrochen: Die folgenden drei

Nächte, erst weiter nord- und dann wieder südgehend bis zurück nach Tromsø, sollte die Aurora immer weiter zulegen.

Crescendo zum Substurm

»Nordgehend« trifft die erste Hälfte der elftägigen Reise allerdings nur bedingt: Hinter Tromsø biegt die Route zunehmend nach Osten ab und geht dann in der Barentssee sogar wieder ein Stück nach Süden und Westen, bevor in Kirkenes kurz vor der russischen Grenze kehrtgemacht wird. Das Schiff bleibt die ganze Zeit mitten in der besten Polarlichtzone, entfernt sich allerdings weit von der japanischen Kamera, um bis zu 480km Luftlinie. Zur Einschätzung der aktuellen Polarlichtaktivität bleibt sie aber weiter geeignet: Zwar befinden sich die meisten Polarlichter nur etwas mehr als 100 km über der Erdoberfläche, aber wenn das Auroraoval in Wallung gerät, sind gleich größere Abschnitte betroffen. Der Hauptnachteil ist im Ostteil der Fahrt, dass es beim bis zu 12°

westlich liegenden Tromsø abends deutlich später dunkel genug für die Kamera wird: Bis zu einer Stunde reist man »blind« und muss mit eigenen Augen aufpassen.

Das zweite ordentliche Polarlicht der Reise geriet am Abend des 26. Januar hinter Meham zur Herausforderung an Mensch und Gerät: Erheblicher Seegang in der Barentssee am nördlichsten Punkt der Reise vereitelte ordentliche Fotos. Aber der folgende Abend – der »Süd«- bzw. vielmehr Westkurs hatte gerade begonnen – machte das mehr als wett, auch wenn die »Richard With« gerade bei den beiden aktivsten Phasen in den Häfen von Båtsfjord und vor allem Berlevåg lag, deren Lichtverschmutzung sich zu der natürlichen des immer volleren Mondes mischte. Aber das konnte das Polarlicht nicht ausbremsen, das nicht nur hell wurde, sondern sich zeitweise auch quer über den ganzen Himmel erstreckte. Und wieder eine Nacht später, bei der Annäherung an Tromsø am 28. Januar dann die Krönung: erst nur ein mattes grünes Band, dann ein erster kleiner Ausbruch – und schließlich helle, farbige und sich rasant verändernde Aurora wieder am ganzen Himmel.

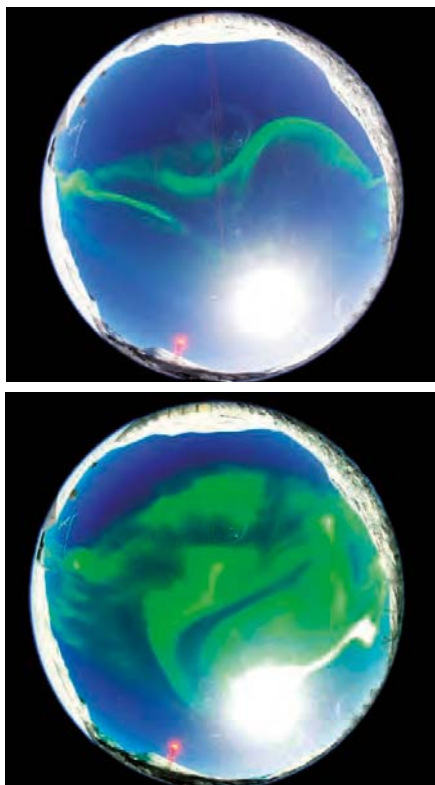
Das ständig neue Bild, mal hier, dann wieder dort, überforderte schon den visuellen Beobachter – und erst recht die Kamera. An diesem Abend hatte die »Richard With« übrigens ein Warnsystem für solche Substürme besessen, das alle elektronischen Tricks noch an Effizienz übertraf: In Kirkenes war eine Gruppe Aurora-Fans aus Japan zugestiegen, wo das Interesse an diesem Naturschauspiel – das es zuhause nur sehr selten zu sehen gibt – besonders ausgeprägt ist. Und die Japaner hatten offenbar tatsächlich Wachen an Deck, die die Wartenenden in der Bordbar alarmierten: Ihre plötzlichen Zuckungen waren das beste Signal, dass draußen wieder die Polarlichter zu tanzen begannen.

► Daniel Fischer

D. Fischer



▲ Abb. 12: Schnappschüsse des grandiosen Substurms vom 28. Januar, die ihm leider in keiner Weise gerecht werden können.



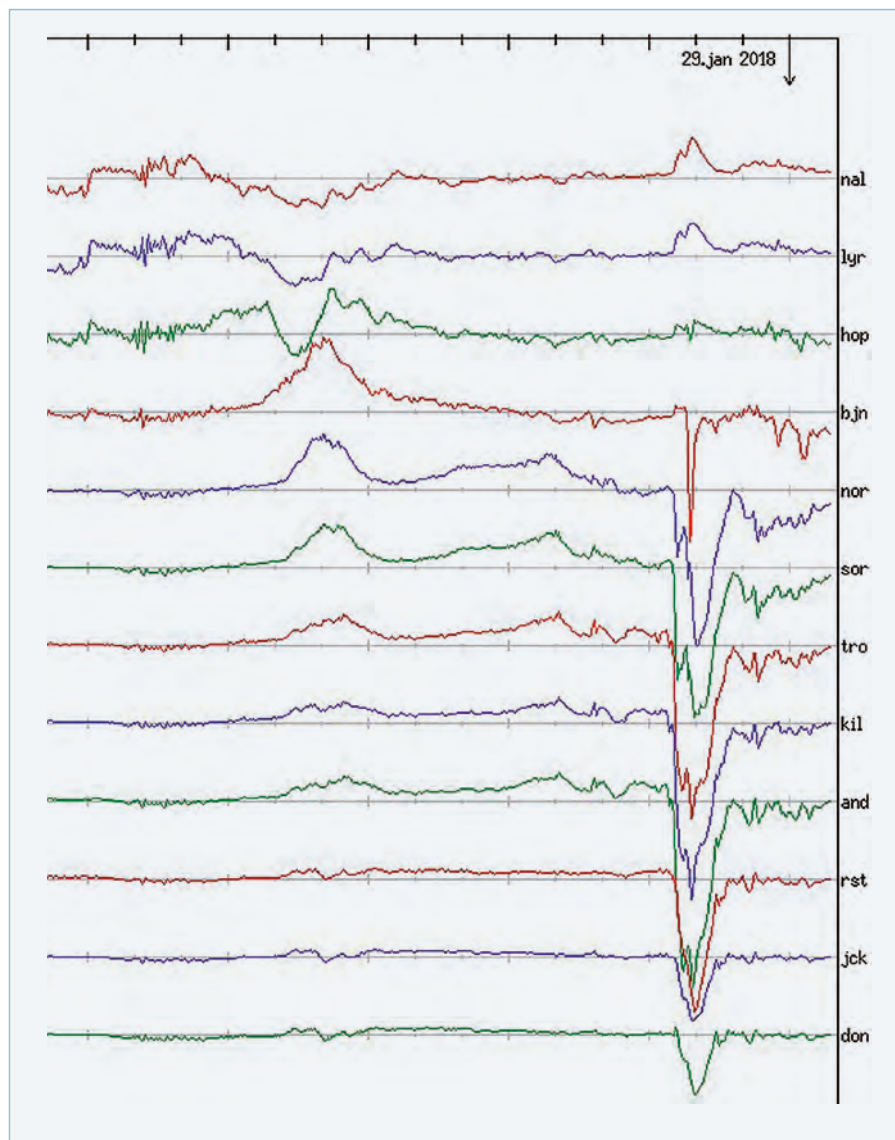
▲ Abb. 13: Das grandiose Polarlicht vom 28. Januar aus Sicht der japanischen All-Sky-Kamera, der der Mond drei Tage vor Vollmond doch arg zusetzt: Aufnahmen von 22:32 (a) und 22:34 MEZ (b), die »Richard With« war da nur wenige Dutzend Kilometer vom Kamerastandort entfernt.



SURFTIPPS

- Norwegian Line
- Aurora über Tromsø live
- Archiv der Aurora-All-Skys

🔗 [Kurzlink: oclm.de/a14077](https://oclm.de/a14077)



▲ Abb. 14: Der Stackplot vom Abend des 28. Januar: Zeitmarken wieder im Stundenabstand, Pfeil bei 1:00 MEZ. Das ansehnliche Polarlicht gegen 20:50 MEZ hat hier keine nennenswerte Entsprechung (was zeigt, dass Stackplots allein als Alarmsystem nicht reichen), die grandiose Show um 22:30 MEZ dagegen korrespondiert mit einem besonders rasanten Ausschlag der Magnetometer.

▲ Abb. 15: Morgenstimmung südlich von Florø – die Reise ist schon fast wieder vorbei.

EINE KOSMISCHE BLÜTE

Im Mai 2016 fuhr ich spontan zum seinerzeit neu eröffneten Sternepark in die Rhön – die Bedingungen auf dem Beobachtungsplatz waren perfekt: 900m hoch gelegen, Windstille ums Equipment dank eines Windschutzes und ein wolkenloser dunkler Himmel darüber.

Auf meinem Beobachtungsplan stand der Irisnebel, NGC 7023. Den Anblick auf Fotos finde ich immer wieder faszinierend, weshalb ich ihn unbedingt einmal selbst fotografieren wollte. Er ist rund 1300 Lichtjahre entfernt und befindet sich im Sternbild Kepheus. Der heiße und junge Stern regt den ihn umgebenden Nebel zum Leuchten an. Der blaue Nebel hat einen Durchmesser von etwa sechs Lichtjahren, die Helligkeit beträgt $7^m 1$ und die Ausdehnung rund $18' \times 18'$. Da dieser im Mai erst nach 1 Uhr eine entsprechende Höhe erreicht, um ihn zu fotografieren, habe ich diesen in drei Nächten hintereinander ab 1 Uhr bis 3:30 Uhr belichtet, um insgesamt auf rund fünf Stunden Belichtungszeit zu kommen.

Perfekter Himmel über der Rhön

Mit Beginn der Nacht hatte ich die Galaxie M 51 fotografiert und dann mit GoTo der Montierung den Irisnebel angefahren. Vorher habe ich an einem Stern noch einmal mit einer Bahtinov-Maske fokussiert. Am Irisnebel habe ich noch den Bildausschnitt festgelegt und dann die Belichtungsreihe gestartet: 600 Sekunden pro Bild bei ISO 400 sollten es sein und nach der Kontrolle des ersten Bildes war ich begeistert. Der dunkle Himmel ohne den störenden Mond lieferte einen Kontrast ab, von dem ich zu Hause im Stuttgarter Raum nur träumen konnte. Dies beweist erneut, dass es sich für gute Deep-Sky-Aufnahmen

mit einer DSLR absolut lohnt, sich für eine Gegend fernab der Lichtverschmutzung zu entscheiden.

Komplexe Bildbearbeitung

Nach drei Nächten hatte ich insgesamt 32 Aufnahmen erstellt, darunter war keine einzige mit einer Flugzeug- oder Satellitenspur! Natürlich hatte ich immer nach jeder Aufnahmeserie Flats mit einer Flatfield-Folie erstellt. Diese mache ich grundsätzlich, dadurch wird die Bildqualität in der Regel immer noch besser. Auf die Erstellung von Darks habe ich verzichtet. Insgesamt hatte ich vier Nächte am Stück mit klarstem Himmel. Auch das Miteinander und der Erfahrungsaustausch mit Gleichgesinnten im Sternepark Rhön haben mir gut gefallen.

Wieder daheim ging es an die Bildbearbeitung: Gestackt habe ich in DeepSkyStacker, die weitere Bearbeitung erfolgte in Fitswork und in Photoshop. Und ab da wurde es schwierig: Viele Bildinformationen waren vorhanden, doch wie arbeite ich die Staubstrukturen so heraus, dass diese farblich mit dem blauen Mittelpunkt harmonisieren? Dazu habe ich mir viele Bilder vom Irisnebel im Internet angeschaut, die mit einer DSLR gemacht wurden, um eine Richtung einzuschlagen. So kam ich zum Entschluss, diese Region etwas heller zu gestalten. Ich musste mit mehreren Ebenen in Photoshop hantieren, um Regionen in einer Ebene auszublenden, dann zu überlagern, aufwändig Sterne verkleinern, bis schließlich das Bild meiner Meinung nach passte und mir auch gut gefiel. Ein bisschen habe ich noch in Lightroom den Nebel mit der Funktion »Klarheit« aufpoliert. Mir persönlich gefällt das Bild des Irisnebels so gut, so dass ich es als mein »Bestes Astrofoto« hier in dieser Rubrik gerne zeige.

► Andreas Braun

IM DETAIL

Technik und Bearbeitung

Optik: TS-Triplet-Apo 102/702mm

Montierung: Skywatcher NEQ-6 mit MGEN-Autoguider

Kamera: Canon EOS700d(a)

Belichtungszeit: 32×600s bei ISO400 + Flats

Bildbearbeitung: DeepSkyStacker, Fitswork, Photoshop CC, Lightroom

► Abb. 1: Der Irisnebel NGC 7023 im Sternbild Kepheus.



QUALLE, KATZE & HUMMER

Erlebnis



▲ Abb. 2: Der Katzenpfotennebel NGC 6334 im Sternbild Skorpion. Das Bild entstand von der Astrofarm Kiripotib in Namibia aus mit einem 107mm-Refraktor bei 525mm Brennweite und einer Canon EOS 1100Da bei ISO 800. Die Belichtungszeit betrug 31×5 min. *Torben Simm*

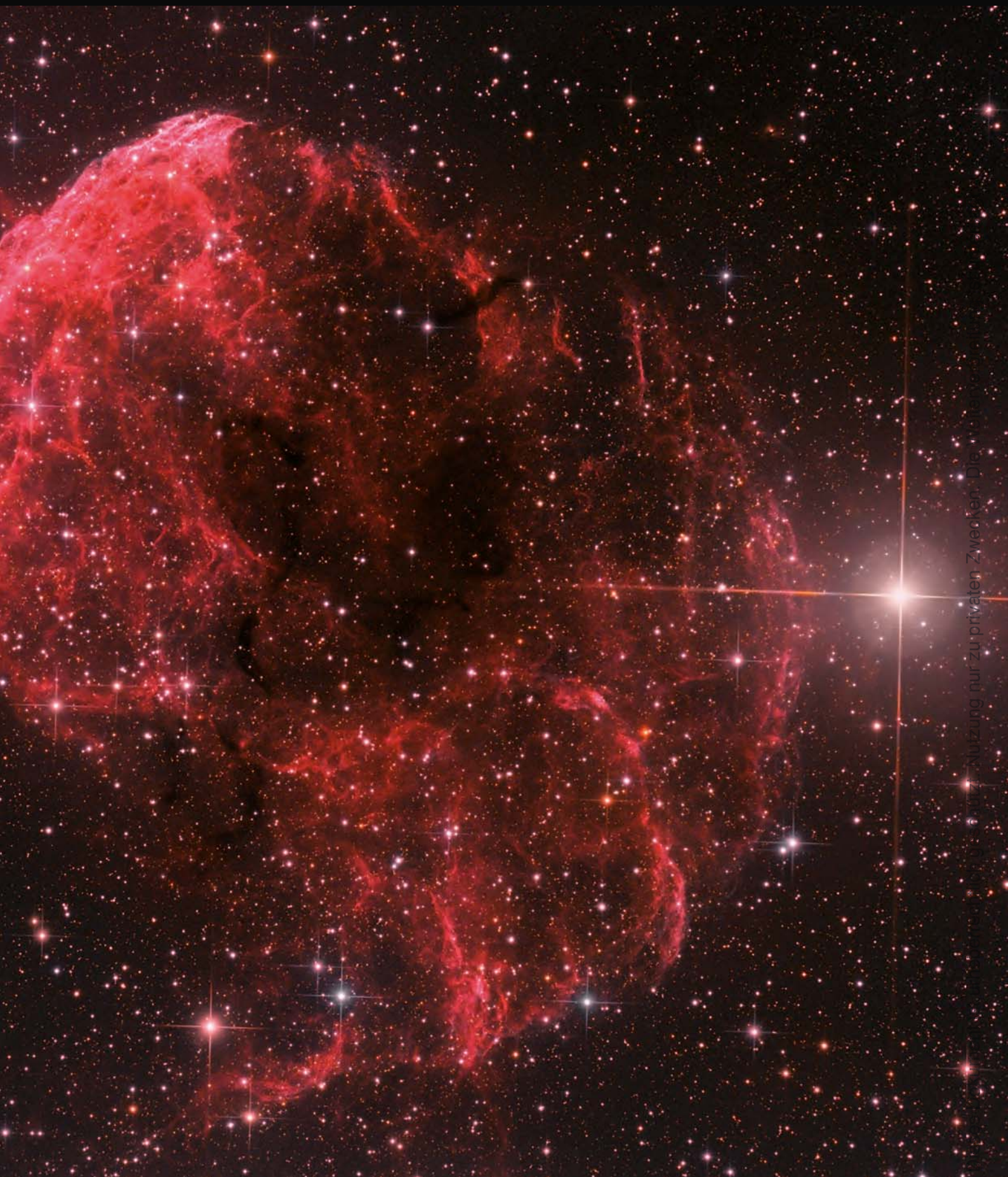


▲ Abb. 3: NGC 6357, der Hummernebel, im Sternbild Skorpion. Das Bild entstand von der Astrofarm Kiripotib in Namibia aus mit einem 107mm-Refraktor bei 525mm Brennweite und einer Canon EOS 1100Da bei ISO 800. Die Belichtungszeit betrug 29×5 min. *Torben Simm*



Das Foto ist ein Kunstwerk und darf nicht für kommerzielle Zwecke genutzt werden. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

▼ Abb. 1: Der Supernova-Überrest IC 443, manchmal auch als »Jellyfish nebula« bzw. Quallennebel bezeichnet, im Sternbild Zwillinge. Die Aufnahme entstand am 13. Februar 2018 von Mümliswil in der Schweiz aus mit einem 200mm-Newtonteleskop bei 800mm Brennweite und einer Kamera vom Typ Canon EOS 600Da. Die Belichtungszeit betrug 13,6 Stunden. *Stefan Roth*







◀ Abb. 4: Der Rosettennebel, NGC 2244, in einer neu bearbeiteten Aufnahme vom 30. Dezember 2016. Das Bild entstand mit einem 200mm-Newton-Teleskop bei 920mm Brennweite und einer Canon EOS 450Da bei ISO 800. Die Belichtungszeit betrug insgesamt 180min.
Daniel Förtisch

DER KOMET UND DAS SIEBENGESTIRN

▲ Abb. 1: Der Komet C/2016 R2 (PanSTARRS) mit den Plejaden, aufgenommen am 5. Februar 2018 aus dem Sauerland mit einer Moravian G2 8300 und einem Teleobjektiv mit 135mm Brennweite. Die Belichtungszeit betrug 60min. *Norbert Mrozek*



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

FÖRDERPREIS ERMÖGLICHT KAUF VON SONNENTELESKOP

Bad Honnefer Sternwarte Siebengebirge e.V. freut sich über Reiff-Förderpreis

Einer der Höhepunkte der Bochumer Herbsttagung der Amateurastronomie ist die Verleihung der Reiff-Förderpreise für Amateur- und Schulastronomie. Zu den Preisträgern gehörte in diesem Jahr auch der noch junge Verein Sternwarte Siebengebirge e.V., der sich mit dem Projekt »Das kosmische Licht der SONNE – Heimatstern unserer Erde« beworben hatte. In der Kategorie »Projekte in Amateurvereinen und an weiterführenden Schulen« erhielten die Bad Honnefer den zweiten Preis. »Sie haben sich innerhalb kürzester Zeit als amateurastronomische Vereinigung etabliert, die etwas mit und für Kinder und Jugendliche auf die Beine stellt, und das wollen wir sehr gerne unterstützen«, so die Begründung der Jury. »Wir hoffen, mit dem Preis nicht nur einen guten Teil der Anschaffungskosten für das Wunsch-Sonnenteleskop übernehmen zu können.«

Astronomisches Grundwissen vermitteln

Monatlang hatte der Verein Spenden und Sponsorengelder für ein neues Sonnenteleskop gesammelt. Der Gewinn des Reiff-Preises kam da gerade zur rechten Zeit: Die Sternwarte Siebengebirge e.V. investiert ihr Preisgeld von 2000€ in die Anschaffung eines 100mm-H α -Teleskops und eine neue Montierung im Gesamtwert von rund 10.000€. »Die Sternwarte Siebengebirge sieht es als eine ihrer Kernaufgaben an, der Bevölkerung im Großraum des Siebengebirges astronomisches Grundwissen näher zu bringen«, so



▲ Abb. 1: Das neue Sonnenteleskop der Sternwarte Siebengebirge e.V., ein Lunt Ls100 B1800 H α -Teleskop von Bresser auf der neuen AVX-GOTo-Montierung von Celestron.

Vereinsvorstand Christian Preuß. »Hierzu zählt auch das eigene Erleben solcher Zusammenhänge durch die Möglichkeit der direkten Beobachtung. Im Mittelpunkt stehen besonders Kinder und Jugendliche an den Bad Honnefer Schulen, wie dem Schloss Hagerhof.«

Die Sternwarte Siebengebirge führt regelmäßige öffentliche Beobachtungen durch und hat auch bereits zwei Schulen mit eigenen Teleskopen ausgestattet. »Mit diesen Teleskopen kann nicht nur eine nächtliche Beobachtung des Sternhimmels erfolgen, sondern durch geeignete Spezialfilter auch eine Beobachtung der Sonne am Taghimmel«, so Vorstandskollege Thomas Haas. Hierbei werden Sonnenflecken und Granulen, die durch Konvektion an der Sonnenoberfläche entstehen, sichtbar. Die persönliche Beobachtung ergänzt den naturwissenschaftlich-technischen Schulunterricht und fördert das astronomische Interesse in der Öffentlichkeit.

bleiben mit einem solchen Teleskop allerdings unbeobachtbar«, weiß Vorstandsmitglied Peter Oden. »Durch die entstehenden Energien bei der Verschmelzung von Wasserstoff zu Helium gibt es eine spezielle Lichtemission des Wasserstoffs (die sogenannte H α -Wellenlänge bei 656,28nm), die bei der normalen Beobachtung in der Lichtflut der Sonne völlig untergeht. Mit unserem neuen H α -Teleskop ist es möglich, genau dieses Licht in einer Bandbreite von weniger als einem Ångström zu beobachten. Hiermit bieten sich phänomenale Anblicke der Sonnenoberfläche. Mit dem neuen H α -Teleskop des Vereins werden solche Beobachtungen nun möglich sein!«

Die Sternwarte Siebengebirge e.V. bedankt sich ausdrücklich bei der Reiff-Stiftung und allen Spendern und Sponsoren für ihre Unterstützung.

► Christian Preuß



▲ Abb. 2: Thomas Haas (von links), Christian Preuß und die Kuratorin der Reiff-Stiftung, Dr. Carolin Liefke, bei der feierlichen Preisverleihung, am 11.11.2017, in der Ruhr-Universität Bochum.

Phänomenale Anblicke

Doch lassen sich so noch nicht alle Vorgänge auf unserem Zentralstern erkennen: »Die eigentlichen Prozesse auf und in der Sonne

SURFTIPPS

- Sternwarte Siebengebirge e.V.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a14086](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a14086)

PLANETENTAGUNG im September in Bonn

Die VdS Fachgruppe Planeten (ehemals Arbeitskreis Planetenbeobachter) veranstaltet ihre diesjährige Planetentagung am Wochenende des 22. September 2018. Sie ist dieses Mal zu Gast im historischen Refraktorium der Volkssternwarte Bonn, Popplersdorfer Allee 47, 53115 Bonn. Den Auftakt bildet nach individueller Anreise am Freitagabend (21. September 2018) ein gemütliches Zusammensein. Die Tagung beginnt am Samstag um 9:00 MESZ und wird nach einem Mittagssnack vor Ort bis in die Abendstunden gehen. Im Anschluss an die Vorträge und Workshops wird ab 18:30 MESZ gegrillt. Im Abendprogramm gibt es weitere, thematisch allgemeinere astronomische Beiträge.

Allgemeinere astronomische Beiträge am Abend

Den Tagungsausklang bildet am Sonntagvormittag eine Führung durch die Astronomieausstellung im Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn. Die Tagungsteilnehmer buchen ihre Unterkunft selber, der Tagungsbeitrag beträgt für ganztägige Teilnehmer 15€. Weitere Informationen und Anmeldung unter planetentagung.de.

► Silvia Kowollik und Paul Hombach



▲ Abb.1: Das historische Refraktorium, Sitz der Volkssternwarte Bonn.

Wir sehen uns beim ATT

Am 5. Mai 2018 ist es wieder soweit: Im Gymnasium Am Stoppenberg in Essen öffnet der 34. »Astronomische Tausch- und Trödeltreff«, den meisten nur kurz als »ATT« bekannt, seine Türen. Die drei Buchstaben stehen heute für die –

nach Veranstalterangaben – größte Astronomiebörse Europas und sind ein Grund dafür, warum zahlreiche Amateurastronomen auch aus entfernteren Regionen Deutschlands im Mai nach Essen reisen.

Auch in diesem Jahr verspricht die Messe eine vielfältige Mischung aus Herstellern, Händlern, Verlagen sowie privaten Vereinen

und Initiativen. Mittelpunkt dürfte wieder die »große Halle« sein, in der sich die großen Teleskophändler und -hersteller präsentieren und sich die neuesten Entwicklungen begutachten lassen. Auch Abenteuer Astronomie und der Oculum-Verlag werden wieder auf dem ATT vertreten sein. Kommen Sie doch einfach vorbei! ► Stefan Deiters

◀ Abb.2: Der Stand des Oculum-Verlags auf dem ATT 2017.



SURFTIPPS

- Planetentagung
- ATT

 [Kurzlink: oculm.de/a14087](http://oculm.de/a14087)



Termine für Sternfreunde April/Mai 2018

Yuri's Night

12.4.2018

Weltweit

Taubensuhler Astronomische Nächte

13.4.-15.4.2018

D-76756 Bellheim

Norddeutsches Astrofotografentreffen (NAFT)

14.4.2018

D-3108 Braunschweig-Hondelage

Bergedorfer Teleskoptreffen

20.4.-22.4.2018

D-21029 Hamburg

Easter Star Party

auf der Hohen Wand

20.4.-22.4.2018

A-1140 Wien

H-alpha Treff (HaTR)

21.4.2018

D-65428 Rüsselsheim

42. Würzburger Frühjahrstagung

28.4.2018

D-97082 Würzburg

34. Astronomiebörse ATT

5.5.2018

D-45141 Essen

Frühlings-Teleskoptreffen

auf der Ahornalp

6.5.-7.5.2018

CH-4952 Eriswil

Internationales Teleskoptreffen

Vogelsberg (ITV)

9.5.-13.5.2018

D-63688 Gedern

BAV Veränderlichenbeobachter-Treffen

25.5.-26.5.2018

D-04746 Hartha

VON BLAUEN SUPER-BLUTMONDEN

Besonders erdnahe Vollmonde werden häufig als Supermonde tituliert. Für das unschuldige Phänomen einer totalen Mondfinsternis hat sich in den Medien die martialische Bezeichnung Blutmond breitgemacht. Findet in einem Monat ein zweiter Vollmond statt, wird zu dessen Kennzeichnung der angelsächsische Terminus Blue Moon bemüht. Wenn nun ein Supermond gleichzeitig ein blutiger blauer ist, verspricht dies mediale Schnappatmung.

Der Fall trat am 31. Januar 2018 ein: Ein besonders naher Vollmond, der zweite im Januar, tauchte in den Erdschatten ein – allerdings für Beobachter in Mitteleuropa unsichtbar. Wie bemerkenswert ist so ein Zusammentreffen? Erdnahe Vollmonde treten in Serie auf. Zumeist drei oder vier Vollmonde nacheinander fallen in ein Zeitfenster von gut vier Tagen rund um den erdnächsten Punkt der Mondbahn. In den 2030er Jahren werden sogar Fünferserien auftreten. Alle 14 Vollmonde wiederholt sich das Schauspiel.

Mondeffekte im Kombipack

Doppelte Vollmonde in einem Monat ereignen sich rund alle zweieinhalb Jahre. Das Jahr 2018 hat sogar zwei Monate mit Doppelvollmond: den Januar und März. Für den nächsten Blue Moon muss man bis Oktober 2020 warten. Im 21. Jahrhundert finden insgesamt 85 totale Mondfinsternisse statt, übrigens mehr als im langfristigen Durchschnitt. Die Kombination von Mondfinsternis und Erdnähe ist keineswegs exotisch. Den nächsten »Super-Blutmond« gibt es schon am 21. Januar 2019, aber der nächste »blaublutige Supermond« wird erst am 31. Januar 2037 am Himmel stehen. Ob ein total verfinsteter Mond überhaupt blutrot erscheint, ist übrigens nicht sicher. Die Färbung einer Mondfinsternis hängt von der Intensität des rötlichen Dämmerlichtes ab, das von der Erdatmosphäre in den Schattenbereich gelenkt wird. Da kann es genauso gut einen Graumond, Kupfermond oder Orangenmond geben.

Super-Duper-Hyper-Mond

Welcher Vollmond darf sich eigentlich »super« nennen? Da gibt es unterschiedliche Definitionen, die allesamt willkürlich sind. Eine Möglichkeit: Der Vollmond muss der Erde auf mindestens 367.610 km nahekomen. Der Unterschied zwischen einem Vollmond in Erdferne und einem in Erdnähe kann geübten Beobachtern durchaus auffallen – da reden wir immerhin über einen verschiedenen Durchmesser von 14%. Manche Supermonde sind tatsächlich noch »superber« als andere, der »Su-

permond des Jahrzehnts« vom 14. November 2016 war so einer. Dass solch ein Hyper-Super-Vollmond dann noch ein Quäntchen größer erscheint, ist faktisch nicht zu sehen. Allein der Standort des Beobachters auf der Erdoberfläche überlagert diese winzigen Unterschiede bei weitem.

Blutmond trifft Blutplanet

Zuletzt hatte die Mondfinsternis vom 28. September 2015 den Anlass für einen Super-Blutmond-Hype geliefert. Immerhin war das schöne Himmelsschaupiel vielerorts zu bewundern. Wer weiß, ob die mediale Begleitmusik nicht sogar den positiven Effekt hatte, dass einfach mehr Menschen hingeschaut haben. Was mag jetzt erst am 27. Juli passieren, wenn eine besonders nahe Marsopposition mit der längsten totalen Mondfinsternis des Jahrhunderts zusammenfällt? Ist die Kunde davon schon in die Redaktionsstuben vorgedrungen? Wenn ja,

so werden sicher schon die Bleistifte gespitzt und Schlagzeilen wie »Himmelssensation: Die Mega-Rekordnacht von Blutplanet und Blutmond« fabriziert. Bei der extremen Marsnähe von 2003 sprangen die Medien auf den Zug auf und den Volkssternwarten bescherte der Hype Besucherrekorde. Insofern können wir gelassen den Medienkapriolen entgegensehen. Vielleicht kommt dadurch so mancher zur Astronomie, der sich sonst nicht dafür interessiert hätte. Seriöse Information plus Live-Beobachtungserlebnis findet derjenige dann bei der Volkssternwarte seines Vertrauens.

► Paul Hombach

SURFTIPPS

- Liste der Supermonde im 21. Jahrhundert

 [Kurzlink: oc1m.de/a14089](https://oc1m.de/a14089)



▲ Abb. 1: Eigentlich unblutig: Das Schauspiel einer totalen Mondfinsternis



SPACE CHECKER

Raumfahrer, Teleskope und die Kosmologie

Die erfolgreiche Zusammenarbeit der Sternwarte Siebengebirge mit der Bad Honnefer Schule »Schloss Hagerhof«

Sogar das WDR-Fernsehen war eigens vorbeigekommen, um einen Kurzbericht über eine spannende Veranstaltung der Sternwarte Siebengebirge in der Bad Honnefer Schule Schloss Hagerhof für die abendlichen Lokalnachrichten zu drehen. Die Mitglieder des Vereins nahmen die Schüler mit auf eine aufregende Reise durch unser Universum und erzählen von ihrer großen Leidenschaft für die Astronomie.

Die drei Experten des Vereins, Thomas Haas, Christian Preuß und Peter Oden, warteten mit reichlich Futter für das wissenshungrige Publikum auf. Extra für ihre Vorführungen hatten sie ihre Instrumente aufgebaut, um den jungen Zuschauern eine Vorstellung von der Größe und Komplexität des anspruchsvollen Equipments von Amateurastronomen

zu vermitteln. Christian Preuß übernahm es, die neueste Anschaffung des Vereins, ein 100mm-Ha-Teleskop zur Sonnenbeobachtung, zu erklären. »Das Besondere an diesem Fernrohr ist ein spezielles Filter, das nur das Licht einer einzigen roten Emissionslinie des Wasserstoffs, H α genannt, durchlässt und so ungeahnte Details auf der Sonne sichtbar macht, wie die Protuberanzen, gewaltige Ex-

plosionen am Sonnenrand, größer als selbst die ganze Erdkugel«, schwärmt Dirk Krämer, Lehrer am Schloss Hagerhof.

Schlaue Frage zur Kosmologie

Thomas Haas erklärte sein mitgebrachtes 11-Zoll-Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop, nicht ohne unerwähnt zu lassen, dass der Verein über ein mit 20 Zoll (50 cm Spiegeldurchmesser) noch größeres Fernrohr, von ihnen stolz DrachenAUGE genannt, verfügt. Es ist das größte noch mobil einsetzbare Teleskop der Region. Auch wurde den Schülerinnen und Schülern angeboten, zur nächsten Beobachtungsnacht auf den Drachenfels zu kommen. Der Drachenfels im Naturpark Siebengebirge ist gewissermaßen der Hausberg für die mobilen Einsätze des Vereins. Zur schnelleren Kommunikation möchte der Verein eine Gruppe bei WhatsApp einrichten, die jeder Interessierte nutzen kann, um keine spontane Beobachtungsnacht zu verpassen.

»Peter Oden schließlich entführte die Jugendlichen der Klassen 7 bis 9 aus dem Klassenzimmer in das unendliche All«, so Krämer weiter. »Thema seines von faszinierenden Fotos begleiteten Vortrags war die Kosmologie, also die Lehre vom Anfang und dem Werden des Weltalls. Dabei waren Zwischenfragen nicht nur erlaubt, sondern ausdrücklich



▲ Abb. 1: Christian Preuß, im stylischen »Raumanzug«, erklärt den Schülern anschaulich die Dimensionen im Sonnensystem

erwünscht, so dass sich ein reger Gedankenaustausch entwickelte und Herr Oden zugeben musste, dass er so viel Sachverstand den zum Teil jungen Zuhörern nicht zutraut hatte. Wichtig war allen drei Referenten, immer wieder das Bild des Menschen als ein Teil des Kosmos in das Augenmerk des Publikums zu rücken, und damit auch die Verantwortung von uns Menschen für unsere winzige kosmische Heimat, denn »wir sind alle Sternenstaub.«

Mars-Wettbewerb und Merkurtransit

Bereits im Jahr 2015 nahmen Schüler vom Schloss Hagerhof erfolgreich am Schülerwettbewerb »MARS – Olympus Mons« teil, den die Sternwarte Siebengebirge in Kooperation mit der Europäischen Weltraumagentur ESA veranstaltete. Im Rahmen der »VMC Imaging Campaign« der ESA gehörte der Verein zu 25 ausgesuchten Organisationen aus der ganzen Welt (nur vier kamen aus Deutschland), für welche die VMC-Weitfeld-Kamera der ESA-Raumsonde Mars Express exklusive Fotos des Planeten Mars aufnahm, die dann in den einzelnen Projekten weiter verarbeitet wurden. Die Sternwarte Siebengebirge veranstaltete dazu einen eigenen Kunst- und Wissenswettbewerb rund um den Mars und seinen Riesenvulkan Olympus Mons, den teilnehmende Schülergruppen auf einer Grundplatte von 1x1 Meter möglichst naturalistisch modellieren und gestalten sollten. Ihrer Kreativität war dabei quasi keine Grenzen gesetzt. An dem Wettbewerb nahmen Schülergruppen der Gesamtschule Oberpleis und



Hagerhof, D. Krämer

▲ Abb. 2: Rund 150 Schüler von Schloss Hagerhof konnten am 9. Mai 2016 den Merkurtransit mit ihren eigenen Augen beobachten. Möglich wurde dies durch ein Dobson-Teleskop, welches die Schule bei einem Schülerwettbewerb der Sternwarte Siebengebirge e.V. gewonnen hatte.

des Bad Honnefer Schloss Hagerhof teil. Beide Schulen gestalteten eigene Ausstellungen rund um das Thema Mars und ihren nachgebildeten Olympus Mons Modellen. Im Anschluss überreichte der Verein beiden Schulen jeweils ein neues Dobson-Teleskop. Mit ihrem Teleskop, nachträglich ausgestattet mit einer Astrosolar-Sonnenfilterfolie, beobachteten über 150 Schüler von Schloss Hagerhof am 9. Mai 2016 erfolgreich den Vorübergang (Transit) des Planeten Merkur vor der Sonnenscheibe. Viele meinten, der Größenunterschied zur Sonne sei »echt krass«.

Bei den Tagen der offenen Tür der Schule ist der Verein mit einem eigenen Informationsstand und Vorträgen vertreten. Im Gegenzug unterstützt das Schloss Hagerhof die Sternwarte Siebengebirge e.V. mit einem jährlichen Förderbeitrag. Das Geld fließt in den weiteren Ausbau und die Arbeit des gemeinnützigen Vereins. Die Sternwarte Siebengebirge e.V. sieht ihr Angebot für die Bad Honnefer Schule »Schloss Hagerhof« als punktuell

ergänzenden Bestandteil im Alltag der Schule mit erlebnispädagogischem Ansatz. Die Angebote orientieren sich am Gedanken der Montessori-Pädagogik und dem Konzept der kosmischen Erziehung der Schule. Aus astronomischer Sicht vermittelt die Sternwarte Siebengebirge eine ganzheitliche und fächerübergreifende Sicht auf unsere Welt, die Erde, das Universum und unsere Rolle als Mensch. Sie bietet einen außerschulischen Lernort und ermöglicht naturnahe Erlebnisse und Erkenntnisse.

► Christian Preuß und Dirk Krämer

Hagerhof, D. Krämer



▲ Abb. 3: Peter Oden während seines Vortrags über Kosmologie.

SURFTIPPS

- Sternwarte Siebengebirge e.V.
- Schule »Schloss Hagerhof«
- Teilnehmerliste der VMC Imaging Campaign der ESA

 **Kurzlink:** oc1m.de/a14091

◀ Abb. 1: Die Deep-Sky-Beobachtung ist für die meisten Sternfreunde das Nonplusultra ihrer astronomischen Beobachtungstätigkeit. Hier eine Aufnahme des Adlernebels, Messier 16. Johannes Schedler

DEEP-SKY IM NETZ

Seiten für Freunde des ganz tiefen Blicks ins All

Die Beobachtung des »tiefen Himmels«, jenes scheinbar unendlichen Bereichs außerhalb unseres eigenen Sonnensystems, ist für die meisten Sternfreunde das astronomische Betätigungsfeld schlechthin. Kein Wunder, dass sich mit Ergebnissen und Beobachtungshinweisen viele Internetseiten füllen. Googelt man danach, stößt man zuerst auf die Seite deepskybeobachtung.de, die von Dirk Panczyk betrieben wird, einem passionierten Beobachter. Hier findet man eine Übersicht zum aktuellen Sternenhimmel, ausgewählten Beobachtungsobjekten, jede Menge Tipps zur »praktischen Himmelsbeobachtung«, der »Astrofotografie mit einfachen Hilfsmitteln«, eine Foto-Galerie, einige Zeitrafferfilme vom Sternenhimmel sowie eine Deep-Sky-Liste.

Auf der Seite »Hobby Amateurastronomie« von Christian Leu gibt es eine tiefgehende Einführung in das Thema, einen Beobachtungsblog, »Himmelsvorschauen«, einen »Leitfaden zur Himmelsbeobachtung« und eine Galerie mit frei verwendbaren Astrobildern aus dem Netz.

Vorbeischaun sollte man beim Surfen auch auf der Deep-Sky-Seite der Vereinigung der Sternfreunde e.V., die umfangreich ist und eine ebenfalls sehr detailreiche Einführung in die Beobachtung ferner Himmelsobjekte enthält. Ergänzt wird das durch eine Auflistung aktueller Beobachtungsprojekte der Fachgruppe, einen »Sky-Guide für ausgewählte Himmelsobjekte«, die nach Jahreszei-

ten aufgeteilt ist, ebenfalls eine Deep-Sky-Liste sowie Grenzgrößenkarten.

Sehr interessant ist auch die Seite der »Deep-Sky-Brothers« Armin und Torsten Hubertus aus Mainz. Sie wurde zwar seit 2016 nicht mehr aktualisiert, enthält aber viele interessante Berichte zu Instrumenten und Montierungen, Texten und Bildern sowie Buchtipps zur Beobachtung und Fotografie des »tiefen Himmels«.

Deep-Sky-Zeichnern, die das Beobachtete nicht mit der Kamera, sondern mit dem Zeichenstift festhalten, sei die Seite deepsky-visuell.de vom Deep-Sky-Beobachter Uwe Glahn dringend ans Herz gelegt. Sie beherbergt eine Vielzahl von Zeichnungen, gibt Hinweise zur Zeichentechnik, beschreibt Beobachtungsprojekte und gibt Empfehlungen zu Optiken, Zubehör und geeigneten Beobachtungsplätzen in den Hochalpen.

Wer gerne den Nachthimmel beobachtet, keinen idealen Ort zum Beobachten in erreichbarer Nähe nutzen kann, aber über einen Balkon verfügt, dem sei die Seite Balkonsternwarten-Netzwerk.de empfohlen. Hier bringen sich viele Sternfreunde ein, die an unterschiedlichen Standorten in lichterfüllten Großstädten oder auf dem Land in Kleinstädten Instrumente oder sogar kleine Kuppeln auf dem Balkon oder der Dachterrasse besitzen. Mittelpunkt ist das eigene Balkonauten-Forum, in dem sich Beobachtungstipps ebenso finden lassen wie aktuelle Beobachtungsergebnisse und -projekte. Außerdem werden Kameras vorgestellt

und Hinweise zur Bildbearbeitung gegeben. Das Forum verfügt über ein eigenes Beobachtungs-Unterforum, das von der Sonnen- über Kometen-, Planeten- bis hin zur Deep-Sky-Beobachtung reicht. Dabei fehlen natürlich auch nicht Bereiche für Mond- und Sonnenfinsternisse und zur Beobachtung von Iridium-Satelliten und den Vorübergehungen der Internationalen Raumstation ISS. ▶ Manfred Holl



INTERAKTIV

Netznews

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



SURFTIPPS

- deepskybeobachtung.de
- [Hobby Amateurastronomie](http://HobbyAmateurastronomie.de)
- [VdS-Fachgruppe deep sky](http://VdS-Fachgruppe-deep-sky.de)
- [Deepsky-Brothers](http://Deepsky-Brothers.de)
- deepsky-visuell.de
- Balkonsternwarten-Netzwerk.de

🔗 Kurzlink: oc1m.de/a14092

VIER VERFLIXTE FEHLER



NASA/JPL

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

◀ Abb. 1: Der Planet Uranus in einer Aufnahme der Sonde Voyager 2. Was hätte wohl Uranus-Entdecker Herschel zu dieser Ansicht gesagt?

Riesenteleskope und Sinfonien

Wilhelm Herschel kennen die meisten als Entdecker von Uranus und als begnadeten Teleskop-Konstrukteur. Sein berühmtestes Teleskop dürfte wohl das als »Great Fifty-foot« bezeichnete Instrument sein, das zwischen 1785 und 1789 auf dem Gelände von Observatory House im engli-

schen Greenwich entstand. Es war rund 50 Jahre lang das größte Teleskop der Welt, wurde allerdings nur bis 1815 genutzt. Herschel war aber auch Musiker und Komponist. Er spielte mehrere Instrumente und schrieb zahlreiche Sinfonien und Konzerte. Seine einzige Oper »Die schöne Caroline« war seiner Schwester gewidmet. Herschel gilt außerdem als Entdecker der Infrarotstrahlung: Er hatte das Sonnenlicht mithilfe eines Prismas in seine Farben aufgefächert und

wollte die Temperatur der einzelnen Farbbereiche messen. Dabei bemerkte er zufällig, dass die Temperatur jenseits des roten Endes des sichtbaren Spektrums noch deutlich höher war und schloss auf eine unsichtbare Komponente der Strahlung. Die NASA benannte daher ihr großes Infrarot-Weltraumteleskop nach Herschel. Dessen Spiegeldurchmesser betrug 3,5 Meter – der bislang größte Spiegel eines Weltraumteleskops überhaupt.

► Stefan Deiters

Auflösung: Das waren die vier Fehler aus Heft 13

Edward Charles Pickering war Direktor am Harvard College Observatory, nicht am Smithsonian Astrophysical Observatory, die damals noch getrennte Einrichtungen waren. Henrietta Swan Leavitt untersuchte veränderliche Sterne in den Magellanschen Wolken, nicht im Orionnebel. Je länger (nicht kürzer) die Periode eines Cepheiden, desto heller ist der Stern. Und Williamina Fleming entdeckte zwar den Pferdekopfnebel, aber keinen Quasar.

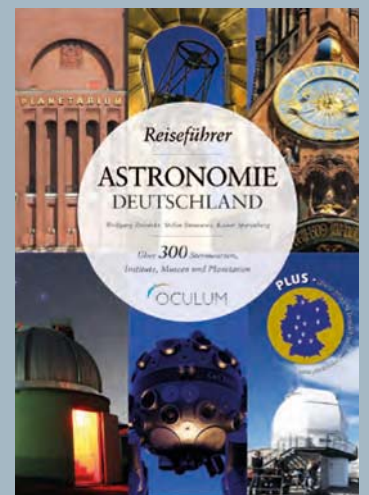
Die Gewinner des Rätsels aus Abenteuer Astronomie 13 sind:

Jennifer Mientus, Reutlingen
Norbert Schneider, Adelshofen
Klaus Schimm, Bautzen

Alle Gewinner erhalten je ein Exemplar des »Handbuchs Astronomie«.

Mitmachen & gewinnen!

Haben Sie die vier Fehler gefunden? Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir unter den richtigen Einsendungen diesmal den im Februar dieses Jahres erschienenen »Reiseführer Astronomie Deutschland«. Das Buch ist die erste vollständige und aktuelle Zusammenstellung aller öffentlichen astronomischen Einrichtungen in Deutschland. Mehr zu dem Buch erfahren Sie auch auf den Seite 58/59 in diesem Heft. Bitte teilen Sie uns Ihre Lösung sowie Ihren Namen und Ihre Anschrift bis zum 25. April 2018 via Facebook-Nachricht, per E-Mail an: gewinnspiel@abenteuer-astronomie.de oder auf dem Postweg (Oculum-Verlag GmbH, Obere Karlstr. 29, 91054 Erlangen), Betreff »Vier verflixte Fehler«, mit und gewinnen Sie mit etwas Glück ein Exemplar des Buchs »Reiseführer Astronomie Deutschland«.



240 Seiten, Softcover, durchgehend farbig, 29,90€



LESERBRIEFE

Abenteuer Astronomie 13



Erlebnis, »Der Krater und der Geschäftsmann«

Auf meiner Karte ist der Barringer-Krater immer noch ca. 60 km östlich von Flagstaff.

Robert Rihl

Sie haben absolut recht und es muss natürlich nicht »westlich« von Flagstaff, sondern »östlich« heißen. Danke für den Hinweis!

Peter Oden

Frage an Andreas Müller

Brauchte das Leben den Mond?

Eine der zahlreichen Astro-Sendungen im TV hat mir neulich ein dickes Fragezeichen auf die Stirn gemalt: Es ging in dem Beitrag um die Rolle des Mondes im rotierenden System Erde-Mond und wie wichtig der Mond für das Leben auf der Erde sei. Dabei wurde behauptet, ohne den Mond würde die Erdachse ins Taumeln geraten und ständige Klimakatastrophen wären die Folge, sodass sich das Leben auf der Erde wohl niemals so entwickelt hätte.

Diese Behauptung bzw. These wurde in dieser Sendung naturgemäß nicht näher

erklärt, geschweige denn hergeleitet. Für mich aber stellt diese These einen kompletten Widerspruch zu meinem bisherigen Wissen dar – weshalb sollte eine fehlende Mondgravitation auf einmal zu einer chaotischen Bewegung der Erdachse führen? Aus der Planetenforschung ist mir kein Beispiel bekannt, dass andere Planeten wild umhertorkeln, nur weil sie keinen oder keine besonders schweren Monde haben. Wo ist mein Denkfehler bzw. meine Wissenslücke?

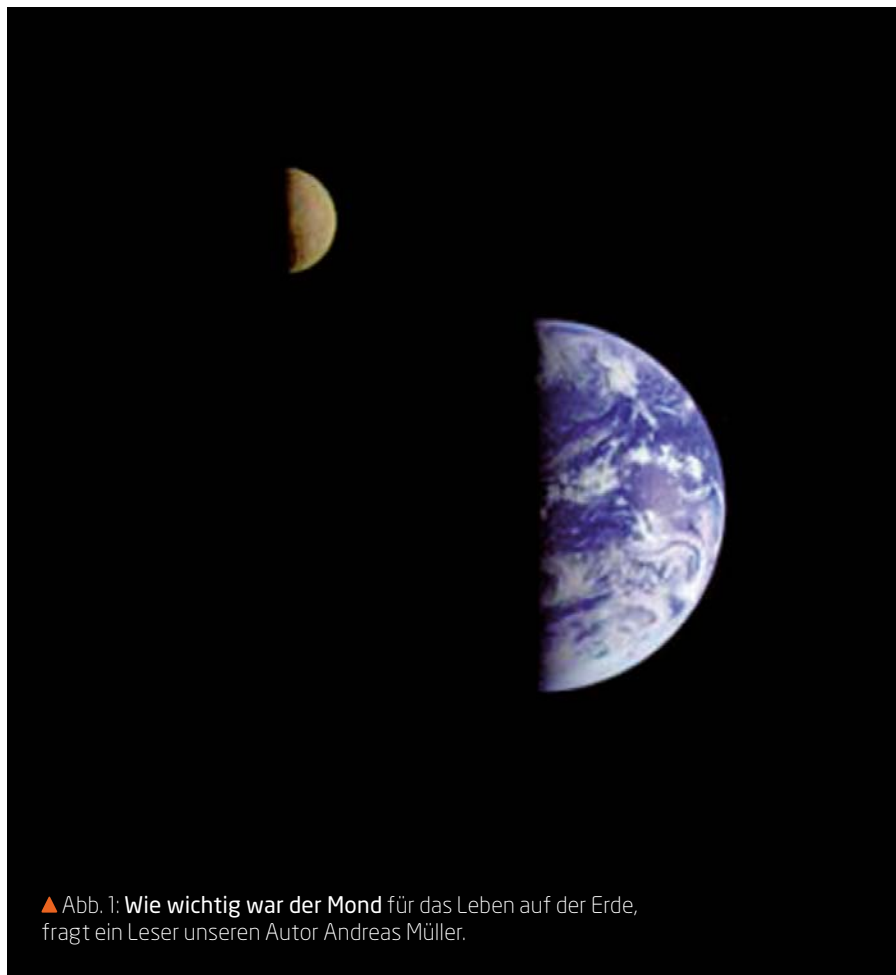
Holger Pötschick (Zuschrift gekürzt)

Tatsächlich wurde (und wird) lange betont, dass ein naher und großer Mond die Taumelbewegung von Planeten stabilisiere. Diese Lehrmeinung basiert in Wesentlichen auf Vorarbeiten aus dem Jahr 1982 und eine Nature-Publikation von 1993. Um das Problem mathematisch zu lösen, wird eine bestimmte Schrägstellung der Erdachse als Anfangsbedingung vorgegeben und die Bewegungsgleichung für die Präzession des

Erdkreises zeitlich integriert. Dabei werden die Störungen von Mond, Sonne, Jupiter und anderen Planeten berücksichtigt. Ihre Drehmomente »ziehen« an der Erdachse.

In der Arbeit von 1993 dokumentierten die Forscher um Laskar für eine mondlose Erde einen viel größeren Winkelbereich (0 bis 85 Grad), in dem die Schrägstellung der Erde variiert. Mit Mond liegt es eher in einem schmalen Bereich, 60 bis 90 Grad. Vor wenigen Jahren, 2012, wurden jedoch neue Simulationen durchgeführt, die diese Lehrmeinung relativieren. Dies kam offenbar auch durch eine neue Modellierung des Einflusses von Merkur. Bei den neueren Simulationen wurden verschiedene Anfangsbedingungen bis über Zeiten von vier Milliarden Jahren integriert.

Die Ergebnisse: Im Zusammenhang mit dem Erdklima wird dem Mond eine wichtige Rolle zugesprochen. Denn die sog. Milankovic-Zyklen, auf denen die Wiederkehr von Eiszeiten beruhen, hängen u.a. von der Taumelbewe-



▲ Abb. 1: Wie wichtig war der Mond für das Leben auf der Erde, fragt ein Leser unseren Autor Andreas Müller.

NASA/JPL

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

gung des Erdkreises ab, der vom Mond beeinflusst wird. Da der Mondeinfluss auf die Tausalbewegung überschätzt wurde, ist auch sein Einfluss auf das Erdklima zu relativieren. Wesentliches Ergebnis für die Astrobiologen: Ein großer Mond ist nicht notwendig, um die Drehachse von erdähnlichen Planeten auf Zeitskalen, auf denen sich Leben entwickelt, zu stabilisieren. Auch mondlose Exoplaneten werden so interessanter und könnten möglicherweise Leben hervorbringen.

Nicht nur angreifende Drehmomente des Mondes und anderer Planeten beeinflussen die Drehachse der Erde. Darüber hinaus spielen weitere Effekte eine Rolle: Sowohl die Rotationsdauer als auch der Umlaufsinn der Planeteneigenrotation (prograd vs. retrograd) be-

einflussen das Ausmaß der Schrägstellung und deren Entwicklung. Es gibt auch je nach Perioden der beteiligten Körper Resonanzeffekte und damit entweder Abschwächungen oder Verstärkungen der Schrägstellung. Bis heute hält sich die Überbewertung des Mondes hartnäckig. Weil ich der Exoplaneten-Community nicht anhöre, rätsele ich, wie gewichtig die neuen Simulationen sind. Die Zitierungen dieser Publikation sind jedenfalls nicht überschwänglich (nur 26 in sechs Jahren), was für mich nahelegt, dass der Impact der Arbeit nicht so groß ist. Lisa Kaltenegger, eine renommierte Exoplanetenforscherin, zitiert in einem Übersichtsartikel die Arbeiten und setzt hinter die Wichtigkeit des Mondes ein Fragezeichen.

Andreas Müller



INTERAKTIV

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

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

Buch: Mensch und Universum

Dieses Titelbild ist preisverdächtig. Ein Primatenfinger stupst einen Raumfahrerhandschuh an, ein Zitat von Michelangelos »Erschaffung Adams«. Und eine plakative Umsetzung eines der Untertitel: »Vom Affen zum Astronauten.« Das Buch zu einer BBC-Serie mit Brian Cox liegt nun auch auf Deutsch vor. »Mensch und Universum« schlägt wie die fünfteilige TV-Reihe »Human Universe« den Bogen von der Astronomie zur Evolution. Die Erforschung des Alls, Kosmologie und Teilchenphysik nehmen dabei breiten Raum ein.

Cox und Co-Autor Andrew Cohen wagen sich an eine Standortbestimmung. Wer sind diese Erdbewohner? Wo ist ihr Platz

im Universum? Woher kommen sie und was könnte noch aus ihnen werden? Eine zentrale Frage ist die nach der Einzigartigkeit des Lebens. Dazu greifen die Autoren zur Drake-Gleichung, die zeigen soll, wie verbreitet Zivilisationen in der Milchstraße sein könnten. Nach heutigen Erkenntnissen über Exoplaneten könnte es zwar ausreichend Orte geben. Doch, so die These im Buch, sind die Hürden in der Evolution nur schwer überwindbar.

»Mensch und Universum« ist köstlich zu lesen. Das liegt an kurzweiligen Anekdoten, sehr persönlich gehaltenen Exkursen und britischem Humor. Beispiel: Wäre die Wechselwirkung der Neutrinos, die den Körper durchströmen, nur etwas stärker, »hätten Sie höllische Kopfschmerzen«. Weniger erheiternd sind einige Patzer, insbesondere bei Zahlen. Da forschte Newton in den »1860er-Jahren« und Hubble am »100-Meter-Hooker-Teleskop«. Zwischen Aristoteles und Brahe lagen 1000 Jahre, zwischen Platon und Galilei gar nur 500, und die Kambrische Ex-



plosion war vor »nur 550 000 Jahren«. Das ist weniger preisverdächtig.

► Stefan Zaruba

IM DETAIL

Brian Cox, Andrew Cohen:
Mensch und Universum, Kosmos-Verlag, 2017,

ISBN: 978-3-440-15631-5, 24,99 €

iOS- und Android-App: Aurora Forecast

Wer immer die Gelegenheit hatte, bei einer Reise in den Norden Polarlichter zu sehen, berichtet fasziniert von diesen spektakulären, aber leider auch seltenen Erscheinungen. Skandinavien oder Island sind gute Ausgangspunkte für die Beobachtung der vergänglichen Lichterscheinungen. Regelmäßig wird auch von Polarlichtern berichtet, die auch noch über Mitteleuropa sichtbar sind.

Die für iOS- und Android-Smartphones und -Tablets verfügbare App Aurora Forecast greift auf aktuelle Daten zur Sonnenaktivität zurück und kann daher jederzeit über die weltweite Sichtbarkeit von Polarlichtern informie-

ren. Die App präsentiert sich sehr aufgeräumt: Der Startbildschirm zeigt grafisch die aktuelle Vorhersage von Polarlichtern an und informiert tabellarisch über geomagnetische Aktivitäten, Geschwindigkeit, Dichte sowie Temperatur des Sonnenwindes.

Wenn sich in der Übersicht Polarlichter zeigen, kann eine 3D-Ansicht der Erde bildschirmfüllend angezeigt werden, um die Ausbreitung der Polarlichter detailliert verfolgen zu können. Da die Polarlichter ihren Ursprung in Entwicklungen auf der Sonne haben, ist es hilfreich und informativ, über die App auch direkt auf aktuelle Ansichten der Sonne (in verschiedenen Wellenlängen) zurückgreifen zu können, die von Sonnensatelliten kontinuierlich aufgenommen werden.

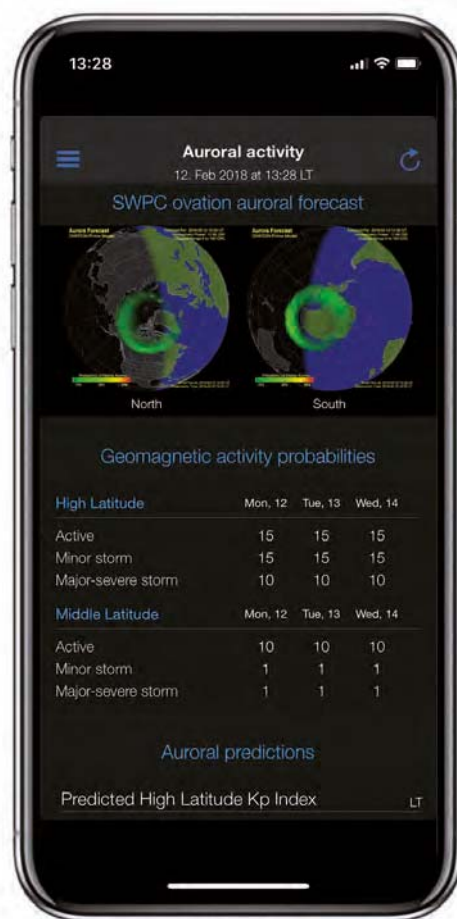
Es ist zweifellos spannend, die Aktivitäten der Sonne und die sich daraus ergebende wechselnde Dichte, Größe und Position von Polarlichtern kontinuierlich zu verfolgen; bequemer ist es natürlich, sich per push-Benachrichtigungen informieren zu lassen, sobald die Chance für Polarlichtbeobachtungen am eigenen Stand- bzw. Beobachtungsort zunimmt – auch diese Möglichkeit bietet die empfehlenswerte App Aurora Forecast.

► Ullrich Dittler

IM DETAIL

iOS-App: Aurora Forecast (Tinac Inc.),
Version 4.1.1., iOS 8.0 oder
höher, kostenlos

Android-App: Aurora Forecast
(Tinac Inc.), Version 2.05.06.,
Android 2.3.3 oder höher,
kostenlos



Vor 100 Ausgaben: interstellarum 14

Mit kleiner Öffnung im Großen Bären



▲ Abb. 1: interstellarum-Mitbegründer Klaus Veit mit dem 8-Zoll-Dobson 1996.

Meine ersten Deep-Sky-Beobachtungen machte ich mit einem 63mm-Refraktor im Jahr 1992. Zu dieser Zeit begann ich damit, die Messier-Objekte zu entdecken, und arbeitete

mich langsam mit zunehmender Öffnung und Erfahrung zum NGC-Katalog und immer exotischeren Objekten vor. Ohne Internet waren wir damals auf die Recherche in Universitätsbibliotheken angewiesen, um den Hunger nach Informationen über neue Objekte zu befriedigen. Bücher der Webb Society oder Burnham's Celestial Handbook waren unsere Quellen. Die Deep-Sky-Szene im angelsächsischen Raum war offensichtlich deutlich weiterentwickelt als in Deutschland. Es gab also viel zu tun, um hierzulande Vergleichbares aufzubauen. Um all dieses Wissen den interessierten Deep-Sky-Beobachtern zugänglich zu machen, schloss ich mich mit Ronald Stoyan und Jürgen Lamprecht 1994 zusammen mit dem Ziel, eine Zeitschrift zu gründen, die den Austausch zwischen Amateurbeschaftern ermöglichen sollte. interstellarum war geboren!

Anfangs noch unsicher im Hinblick auf den Erfolg entwickelte

sich das noch junge Pflänzchen zu einem Sprachrohr der deutschen Amateurastronomieszene mit den beiden Schwerpunkten Visuelle Deep-Sky-Beobachtung und Astrofotografie. Die Symbiose zwischen den beiden einst konträr gegenüberstehenden Disziplinen war gelungen. Im Jahr 1998 beendete ich dann mein ehrenamtliches Engagement für interstellarum aus beruflichen Gründen.

Heute nach über 20 Jahren bin ich stolzer Besitzer eines 18-Zoll-Dobson. Dieser hat das 50-fache Lichtsammelvermögen als der 63mm-Refraktor. Damals hätten wir nicht im Traum daran gedacht, einmal über ein solches zudem noch mobiles Fernrohr zu verfügen. Ich beobachte nach wie vor die Galaxien im Großen Bären, allerdings heute deutlich detailreicher, was ich definitiv bevorzuge. Die Faszination aber ist die gleiche geblieben, egal mit welcher Öffnung.

► Klaus Veit

Mit kleiner Öffnung im Großen Bären
Beobachtungen mit einem 2,5"-Refraktor
Klaus Veit

Das Sternbild Ursa Major enthält viele Galaxien, die mit kleinen Teleskopen wie meinem 63mm-Refraktor leicht zu beobachten sind. Man wird keine Strukturen bei diesen Objekten erkennen. Doch auch kleine Öffnungen haben ihren Deep-Sky-Himmelsreiz. Hier ist die Beobachtung der hier vorliegenden Objekte mit 2,5" Öffnung allerdings ziemlich gut vom Vorteil. Eine hellere Grenzgröße von mindestens 600 ist Voraussetzung. Für Galaxiebeobachtung braucht man etwas mehr Öffnung, je kleiner die Objekte sind. Dies liegt daran, dass genügend Licht versammelt werden muss, um die Objekte überhaupt zu sehen. Hohe Vergrößerung gepaart mit großer AP bedeutet eine große Öffnung. Die größten Galaxien benötigen keine so hohe Vergrößerung, um gerade sichtbar zu sein. Und um die Objekte will es in folgenden gehen. Bei diesen kleinen Himmelskörpern bewege ich mich nur zwischen 7 und 2 UMa, südlich des Wagenkassens. Als erstes Testobjekt für die Güte der Nacht diene M 109 bei γ UMa, die Anfangs zwar schwach, als die Konstellation im Laufe der Nacht heller wird, auffällig erscheint, vor allem im Vergleich mit den anderen Objekten der Tour. Ich konnte bei 53x eine 21" dicke, gelbe Galaxie erkennen, die im Zentrum leicht heller wirkte. Das Objekt ist über eine markante, N-S ausgerichtete Dreiecke, südlich von deren nördlichem Stern es sich befindet, sehr leicht zu finden. Dieser helle Stern der Karte wirkt sich bei der Beobachtung sofort aus.

Name	R.A. (2000.0)	Dec.	Helligk.	Größe	Phi (1"x1")
M 109	11 ^h 57,6 ^m	+52° 23'	9 ^m	7,0 × 4,3	1275
NGC 3718	11 ^h 52,6 ^m	+53° 04'	10 ^m	10' × 7'	1478
NGC 3729	11 ^h 53,0 ^m	+52° 08'	11 ^m	5,1 × 2,2	1074
NGC 3831	11 ^h 53,0 ^m	+52° 29'	10 ^m	6,0 × 3,2	1201
NGC 4088	11 ^h 53,0 ^m	+52° 29'	10 ^m	5,4 × 2,1	1259
NGC 3893	11 ^h 48,0 ^m	+48° 43'	10 ^m	4,2 × 2,8	1278
NGC 3949	11 ^h 53,2 ^m	+47° 52'	11 ^m	2,8 × 1,8	1275
NGC 4096	12 ^h 06,0 ^m	+47° 29'	10 ^m	6,6 × 1,8	1273

Daten aus dem DSG

interstellarum Nr. 14

◀ Abb. 2: Ausschnitt aus dem Originalartikel in interstellarum 14.

SURFTIPPS

- interstellarum 14 zum Download

Kurzlink: oc1m.de/a14097

Abenteuer Astronomie EXTRA, Teleskope & Ferngläser, im Handel ab 20. April 2018

Teleskope,
Ferngläser und
Zubehör im
Praxis-Check,
Tipps für
Einsteiger,
exklusive
Interviews mit
Herstellern.



M. Weigand



U. Dittler



L. Spix



L. Spix

Abenteuer Astronomie Heft 15 erscheint am 18. Mai 2018

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Händler

APM
Baader

Medien

CCD-Guide
CalSky.com

Sternwarten

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

Privatpersonen

Pierre Capesius

**Wir danken allen
Unterstützern herzlich!**

EXPERTEN-BEIRAT

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

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

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

Lambert Spix
Wolfgang Vollmann
Dr. Mario Weigand

Kontakt

Abo-Service

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

Redaktion

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

Anzeigen

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

Facebook

facebook.com/AbenteuerAstronomie

Twitter

twitter.com/abenteuerastro

Website

www.abenteuer-astronomie.de

Impressum

Abenteuer Astronomie
ISSN 2366-3944

Verlag

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

Geschäftsführung

Marion Faisst, Ronald Stoyan

Herausgeber

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Dr. Stefan Deiters

Redaktion

Daniel Fischer, Paul Hombach, Christian Preuß

Kolumnen

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

Korrektur

Verena Tießen, Manfred Holl, Paul Hombach,
André Knöfel

Anzeigenleitung

Marion Faisst

Abo-Service

Melanie Jessen

Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

Grafik

Arnold Barmettler,
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)

Datenquelle: Himmels-Almanach 2018

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben,
Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders
angegeben V-Helligkeit

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

Kartenverweise: Deep Sky Reiseatlas (DSRA), in-
terstellares Deep Sky Atlas (isDSA), Fotografischer
Mondatlas (FMA)