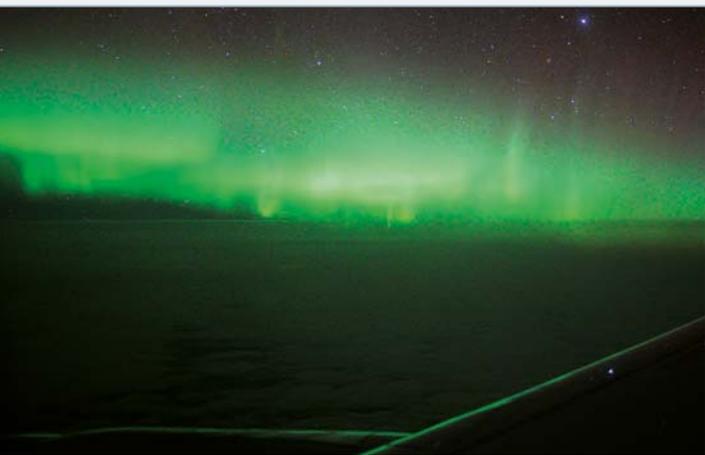


Titelbild: Die Internationale Raumstation ISS Ende Mai 2011. Die Aufnahme entstand von Bord der Raumfähre Endeavour aus, als sich diese gerade von der Station entfernte. Einmontiert im Vordergrund die deutschen ESA-Astronauten Matthias Maurer und Alexander Gerst. *Bild ISS: NASA, Astronauten: ESA/Philippe Sebirot*

REDAKTION IM EINSATZ

Der grüne Bogen

Naturbeobachtung ist Glücksache! Zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein ist eine Sache, die Intensität des gewünschten Schauspiels eine andere. Beim Polarlichtflug in der Nacht vom 17. auf den 18. März 2018 hat alles gepasst. Um 21:00 MEZ startete die A319 mit 115 Polarlichtfans an Bord vom Flughafen Köln-Bonn aus mit Kurs Nordwest zu ihrem sechsstündigen Rundflug. Kaum zwei Stunden nach dem Start dreht Pilot Christoph auf Höhe der Färöer-Inseln die erste von insgesamt neun Schleifen. Schon ist der Blick auf das Polarlichtoval möglich. Da erscheint er am Horizont, ein grünlich schimmernder Bogen, Ausschnitt eines tausende Kilometer großen, im hohen Norden geradezu weltumspannenden Phänomens.



P. Oden

Mit jeder geflogenen Kurve schraubt sich die Maschine im isländischen Luftraum nach Norden. Abwechselnd haben die Fluggäste auf der rechten oder linken Seite den Blick auf die Polarlichter. Und die lassen sich nicht lumpen: Der Hauptbogen ist strukturreich und in ständiger Veränderung, oberhalb erscheinen immer wieder senkrechte Strahlen, die hoch hinauf in den Sternhimmel reichen. Überhaupt – dieser Himmel! In zwölf Kilometern Höhe ist er nicht nur besonders klar, sondern ist bis zu einer Kimmtiefe von ca. 3° zu sehen – da sieht es fast so aus, als lägen einem die Sterne sogar zu Füßen. Plötzlich scheint der halbe Himmel flächenhaft zu pulsieren – ein veritabler »Substurm« des Polarlichts ist im Gange.

Nicht nur unsere Bordfotografen Peter und Wilfried haben ihre helle Freude! Dieser Flug – der zehnte vom Bonner Sternfreund Stefan Krause veranstaltete – bescherte den Teilnehmern zum Jubiläum standesgemäß intensive Polarlichter. Für mich war es bereits der fünfte Einsatz als Polarlichtflugbegleiter und dieses Mal hat es das Naturschauspiel besonders gut gemeint!

► Paul Hombach



Stefan Deiters

Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

in diesen Wochen wird man vermutlich um ein Thema im Fernsehen, in Zeitungen, Magazinen und auch auf Websites nicht herkommen: Der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst, unser »AstroAlex«, startet zum zweiten Mal zur Internationalen Raumstation ISS und wird diesmal sogar für einige Zeit das Kommando auf der Station übernehmen. In der Redaktion haben wir uns Gedanken darüber gemacht, ob und wie wir dieses Thema in Abenteuer Astronomie behandeln sollen. Wir haben uns entschieden, nicht eine weitere Gerst-Story zu machen, sondern stattdessen einmal zu schauen, wie eigentlich die Ausbildung zum Astronauten bei der ESA aussieht. Bei seinem Besuch im Europäischen Astronautenzentrum in Köln hat unser Redakteur Daniel Fischer dazu einen der kompetentesten Ansprechpartner gefunden: den Astronauten Matthias Maurer. Dieser erzählt nicht nur, wie er seine Ausbildung erlebt hat, sondern blickt auch in die Zukunft der Raumfahrt und verrät, warum er den Mond für ein äußerst interessantes Ziel hält (Seite 16).

Der Mond ist auch von der Erde aus betrachtet interessant. Das macht schon die Kolumne von Lambert Spix (Seite 42) in jedem Heft deutlich. Außerdem verdeckt der Mond regelmäßig andere Sterne, was eine ganz andere Art von Beobachtungen erlaubt. Was es dabei und bei Sternbedeckungen durch Asteroiden zu beachten und zu entdecken gibt, verrät unser Autor Oliver Klös (Seite 46).

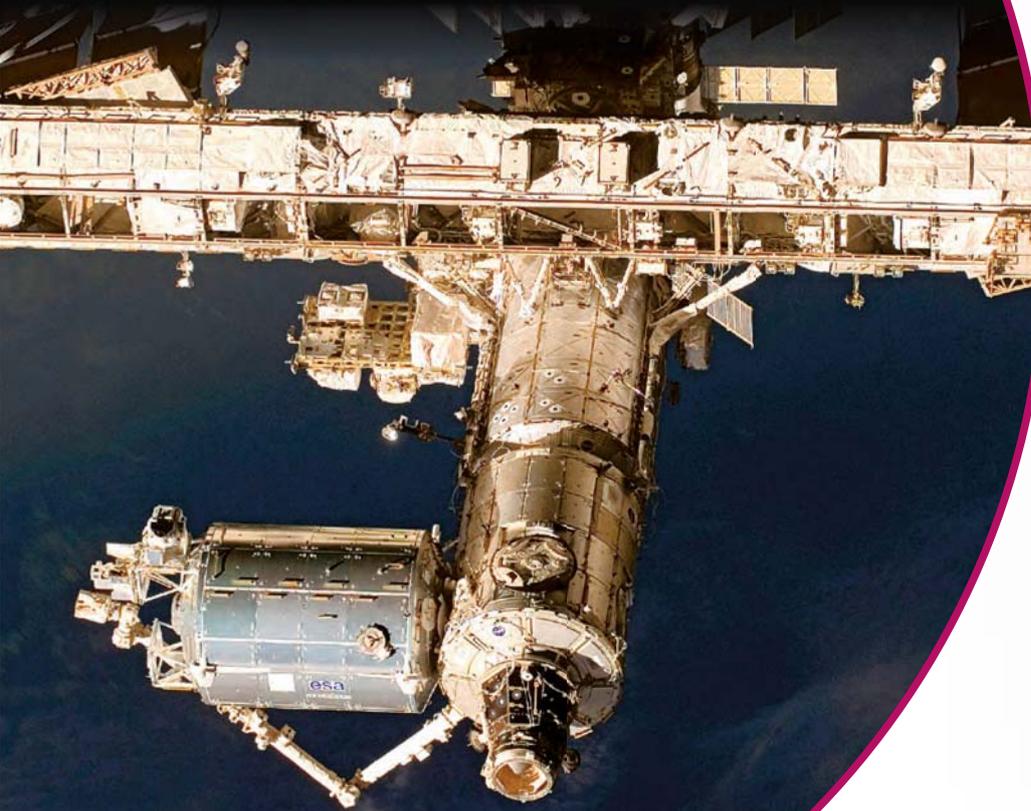
Warum machen Sie eigentlich Astronomie? Diese Frage hat sicherlich jeder schon einmal gestellt bekommen – auch der Autor unseres Berichts über einen »Urlaub« als Volunteer auf einer Lodge in Namibia. Seine Antwort hatte er zunächst als Bildunterschrift unter ein Foto geschrieben, das er in unsere Astrofoto-Community hochgeladen hatte. In der Redaktion gefiel uns sein Text so gut, dass wir ihn gebeten haben, daraus einen ganzen Artikel für das Heft zu machen (Seite 74).

Viel Spaß bei der Lektüre dieser und der vielen anderen Themen wünscht

Ihr

ZUR ISS UND WEITER

Wie die ESA ihre
Astronauten ausbildet



Abenteuer Astronomie 15
Juni/Juli 2018

Wissen

First Light

- 8 Der Krebsnebel quer durchs Spektrum
- 9 Genau von oben auf die Spirale
- 10 An den Himmel gemalt
- 11 Ein sonniges Willkommen

Fischers fantastische Zahlen

- 12 8 und 5 polare Wirbelstürme

Deiters' erstaunliche Fakten

- 13 Viel heißes Gas in Galaxienhaufen

Fakt oder Fiction

- 15 UFOs – Besucher aus dem All

Hauptartikel

16 **Zur ISS und weiter**

Wie die ESA ihre
Astronauten ausbildet

Hintergrund

- 24 Ferne Welten im Visier

Update

- 28 James Webb muss weiter warten
- 29 Amateur verfolgte Beginn einer Supernova

Müllers Universum

- 30 Ist größer wirklich immer besser?

Astro-Abc

- 31 N wie Neutronenstern

Himmel

Wichtige Ereignisse

- 32 Roter Planet tief über dem Südhorizont
- 33 Eine schwierige Mondfinsternis
- 33 Ringplanet begegnet vollem Mond

Aktuell im Sonnensystem

- 34 Der Mond im Juni/Juli
- 35 Die Planeten im Juni/Juli
- 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 für Stadtbeobachter
- 45 Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter

Einsteiger?

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



Praxis

Artikel

46 **Im Schatten des Sternlichts**

Sternbedeckungen durch den Mond
und Asteroiden selbst beobachtend

Spix' Spechteltips

52 **Die Navis des Nachthimmels**

So finden sich auch Einsteiger am
nächtlichen Sternhimmel zurecht

Stoyans Sky

54 **Gigantischer Globular**

M 13 und seine kosmische Umgebung



54

GIGANTISCHER GLOBULAR

M 13 und
seine kosmische
Umgebung



62

ISS-TRANSIT VOR SONNE UND MOND

Technik

Hubble vs. Amateure

58 Die Feuerwerksgalaxie mit einem 8-Zoll-Newton

Praxis-Check

60 Ruhe auf Knopfdruck

Das Vixen ATERA H12x30 im Praxis-Check

Dittlers Fotoworkshop

62 ISS-Transit vor Sonne und Mond

Durchführung und Bildbearbeitung

Astro-Hacks

64 Der perfekte Griff

Teleskop-Tuning

65 Wann sich ein Spiegeltausch lohnt

Praxis-Check

66 Auf die Temperatur kommt es an...

Bresser Messier MC-152 Hexafoc

Weigands Techniktipps

70 Einmal zurückspulen bitte!

Fabrikneu

72 Neuheiten

Erlebnis

Artikel

74 Just Listen ...

Als Volunteer in einer Lodge in Namibia

80 Baikonur – die Stadt, die Raumfahrt atmet

Mit einer Gruppe »Spacetweeps« beim Start von »AstroAlex« in Kasachstan

Mein bestes Astrofoto

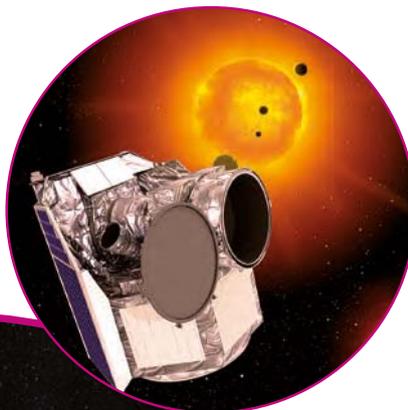
84 Ein Herz am Himmel

Leser-Galerie

86 Formenvielfalt unter Galaxien

Rückblick

88 Henkel & Krater



24

Ferne Welten im Visier

Neue Missionen zum Aufspüren und Erforschen von extrasolaren Planeten

Space Checker

Unsere Rubrik für Kids

Kleine Sternengucker am Rhein, Seite 94



Szene

Astronomie vor Ort

90 Aus Wunsch wird Wirklichkeit

Diskurs & Diskussion

92 Marsflug für Dummies

Rezensionen

93 Das Universum in deiner Hand

93 Astrophoto for iPad

Space Checker

94 Kleine Sternengucker am Rhein

Netznews

96 Astronomie hören und sehen

Astrorätsel

97 Vier verflixte Fehler

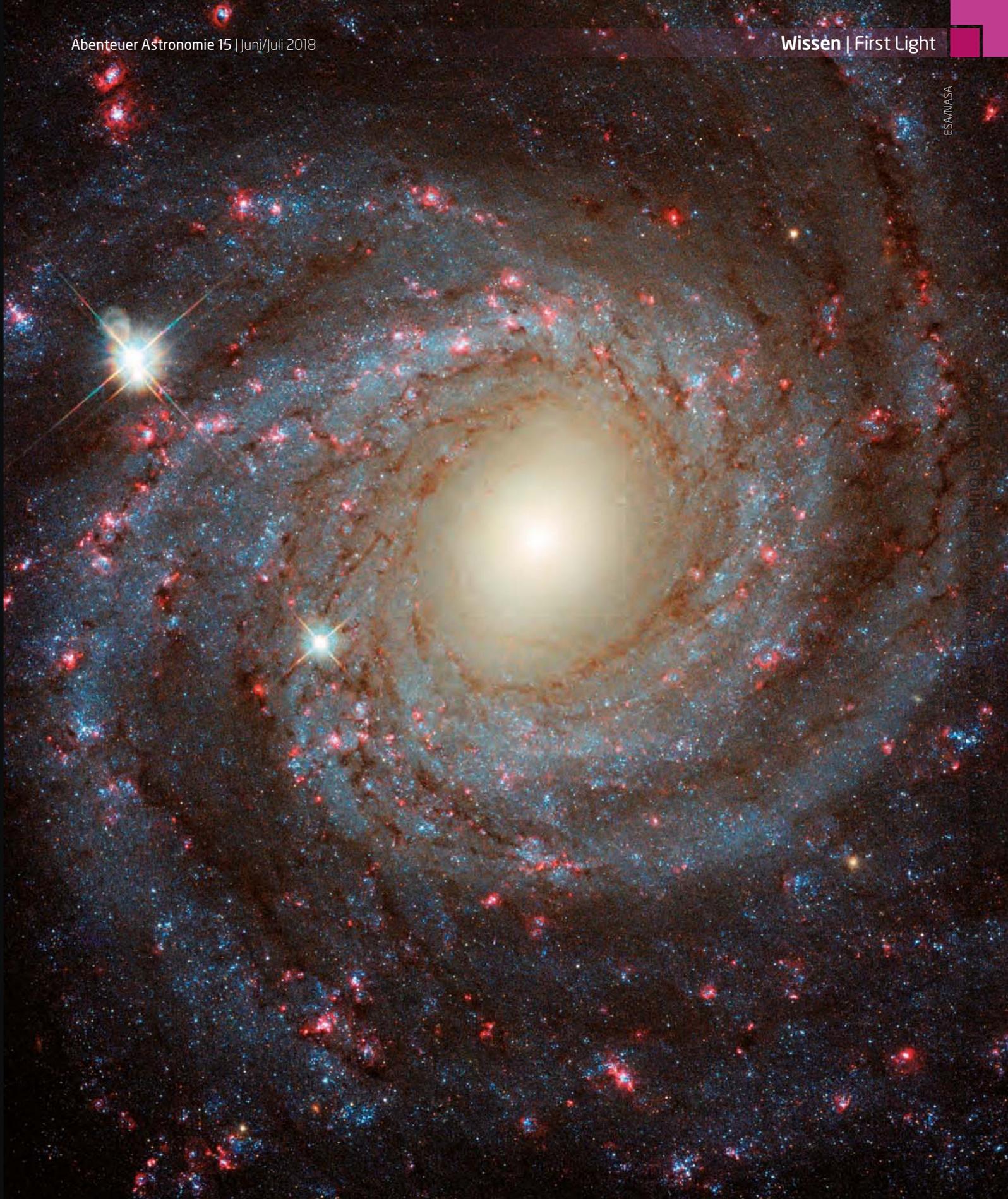
Rubriken

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

KOSMISCHES IN VIELEN FARBEN

Der Krebsnebel quer durchs Spektrum

in einem Falschfarbenbild, an dem gleich drei Astronomiesatelliten der NASA mitgewirkt haben: Der Überrest einer Sternexplosion im Jahr 1054 gibt so einige seiner Geheimnisse preis. Blau und weiß eingefärbt sind Bilddaten des Röntgensatelliten Chandra, die energiereiche Strukturen rund um den Neutronenstern im Inneren nachzeichnen, lila ein Hubble-Bild im sichtbaren Licht und rosa Infrarotdaten des Satelliten Spitzer.



Genau von oben auf die Spirale

fällt der Blick des Weltraumteleskops Hubble bei der ziemlich isolierten Galaxie NGC 3344, die mit der Kamera WFC3 durch sieben Filter vom Ultravioletten bis zum nahen Infrarot aufgenommen wurde: Den einzelnen Bildern wurden dann die Grundfarben Rot, Grün und Blau zugewiesen. Das Ergebnis zeigt in der Summe mehr Strukturen als ein gewöhnliches Farbfoto, dessen Anmutung es aber schon hat. Durch die ideale Draufsicht ist auch der nur schwach ausgeprägte zentrale Balken der Spirale gut zu erkennen.

AUFWÄRTS UND ABWÄRTS

An den Himmel gemalt

hat eine Falcon-9-Rakete dieses Bild während des Starts des spanischen Radar-Satelliten PAZ von der Vandenberg Air Force Base in Kalifornien am 22. Februar 2018: Während die Triebwerke noch arbeiten, hat sich die – perspektivisch stark gestauchte – Abgasschlepe ausgedehnt und ist hier mit optimalem Kontrast beleuchtet.



Ein sonniges Willkommen

für Joe Acaba, Mark Vande Hei und Alexander Missurkin bei ihrer Rückkehr von der ISS am 28. Februar 2018 – jedenfalls bevor ihre Sojus MS-06 unter der Wolkendecke Kasachstans verschwand. Auf deren Oberfläche ist dank der ungewöhnlichen Perspektive aus einem Bergungshubschrauber eine Korona-Erscheinung der atmosphärischen Optik angedeutet, die durch Beugung an den Wassertröpfchen entsteht.

Dieses Foto zeigt die Korona-Erscheinung der atmosphärischen Optik angedeutet, die durch Beugung an den Wassertröpfchen entsteht. 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](https://oc1m.de/fb)

Verstärkt um einen Faktor von **2000**

haben 2016 gleich zwei Gravitationslinsen gemeinsam das Licht des fernsten (nicht gerade explodierenden) Sterns, der je gesichtet wurde. »MACS J1149 Lensed Star 1« alias Ikarus befindet sich in einer Galaxie, von der das Licht 9,4 Milliarden Jahre bis zur Erde braucht – aber dazu muss es durch das Schwerefeld eines Galaxienhaufens in der Sichtlinie. Und die Raumkrümmung durch den gesamten Haufen und zusätzlich durch das Schwerefeld eines einzelnen Sterns im Haufen, der 2016 fast perfekt zwischen den fernen Stern und die Erde geriet, bewirkten eine Helligkeitsverstärkung des letzteren auf den bis zu 2000-fachen Wert. Sternexplosionen wie Supernovae sind in noch viel größerer Distanz beobachtet worden, aber für einen »intakten« Stern – es handelt sich um einen Blauen Überriesen – ist das ein Entfernungsrekord.

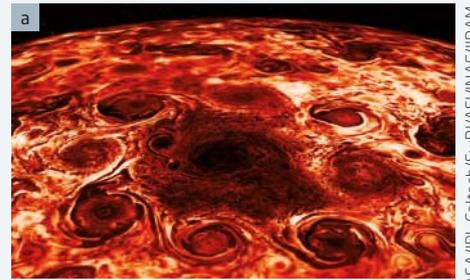
SURFTIPPS

- Juno
- Marsrover Opportunity
- Gran Telescopio Canarias

[Kurzlink: oc1m.de/a15012](https://oc1m.de/a15012)

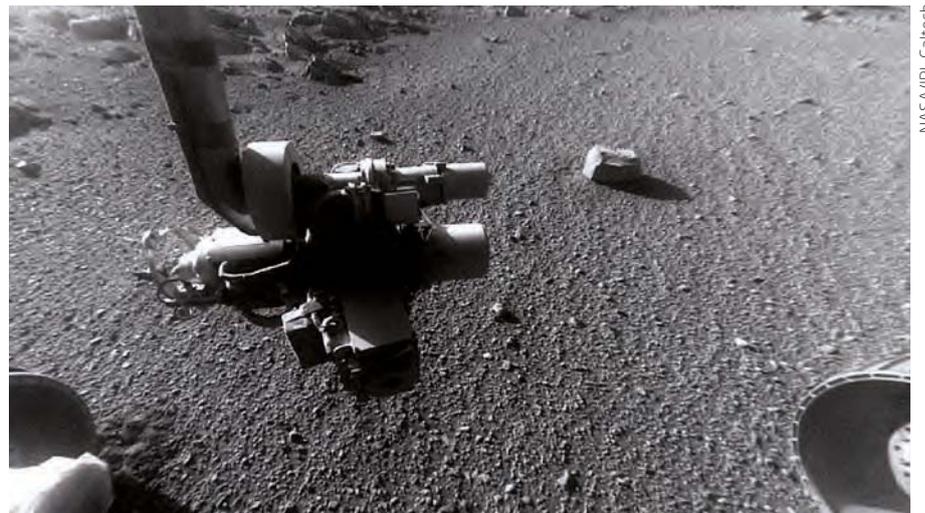
8 und 5 polare Wirbelstürme

hat der Jupiter an seinen beiden Rotationspolen, um die sie sich jeweils in einem regelmäßigen Muster gruppieren: eine völlig überraschende Entdeckung des NASA-Orbiters Juno, der auf seiner speziellen Umlaufbahn erstmals perfekte Sicht auf beide Polregionen hat. Solch ein Muster gibt es bei keinem anderen Planeten, insbesondere nicht dem Saturn – und eine offensichtliche Erklärung auch nicht. Zwar macht das bekannte Bild der parallelen Bänder und Zonen zu den Polen hin immer mehr Zyklonen Platz, aber warum sie sich genau so – und noch dazu mit 8 am Nord- und 5 am Südpol – arrangieren, bleibt zu ergründen.



▲ Abb. 1: Mosaik von Nord- (a) und Südpol (b) des Jupiter aus Infrarot-Daten des Juno-Orbiters.

5000 Marstage auf der Oberfläche



▲ Abb. 2: Wie Opportunity – mit einer seiner Sicherheits-Kameras – im Januar 2018 den Mars sah.

des Roten Planeten unterwegs war der NASA-Rover Opportunity am 17. Februar 2018: Die Landung war am 25. Januar 2004 gewesen und ausgelegt war das Marsfahrzeug eigentlich nur für 90 Marstage (die 40 Minuten länger als ein Erdtag sind). 45km ist Opportunity in den 14 Jahren gefahren und hat u. a. 225.000 Bilder geliefert – die die NASA alle sofort frei zur Verfügung ge-

stellt hat: eine Premiere in der Planetenforschung und später auch beim Saturn-Orbiter Cassini so gehandhabt – bei anderen Raumfahrtagenturen allerdings noch immer nicht Standard. Der andere aktive Marsrover Curiosity hat übrigens seit 2012 auch schon 2000 Marstage geschafft und dabei 19km zurückgelegt – und fast 500.000 »Postkarten« geschickt.

1000 Bilder pro Sekunde

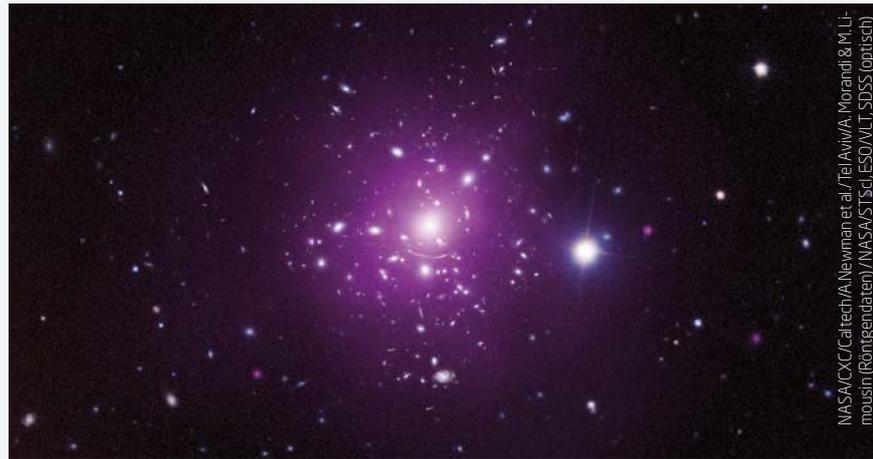
in fünf Farben gleichzeitig macht die wohl schnellste astronomische Kamera der Profi-Astronomie: Die HiPERCAM wurde jetzt am 10-Meter-Teleskop GranTeCan auf La Palma installiert und wird das Ver-

halten von Sternüberresten wie etwa Weißen Zwergen untersuchen. Aber auch für die Aufzeichnung von Sternbedeckungen durch Kleinplaneten ist solch eine Hochgeschwindigkeitskamera ideal.

Viel heißes Gas in Galaxienhaufen

Galaxienhaufen zählen zu den größten Strukturen im Universum, die durch die gegenseitige Anziehungskraft ihrer Bestandteile zusammengehalten werden. Sie können aus Hunderten oder gar Tausenden von Galaxien bestehen, doch was man mit bloßem Auge – oder durch ein optisches Teleskop – von ihnen sehen kann, ist nur die sprichwörtliche »Spitze des Eisbergs«:

Der größte Teil der Masse eines Galaxienhaufen, etwa 80–90 Prozent, besteht aus Dunkler Materie. Der kleinste Teil der Masse sind Sterne und damit die im Optischen sichtbaren Galaxien. Rund zehn Prozent der Masse macht extrem heißes Gas zwischen den Galaxien aus, das man mithilfe der ersten Röntgenteleskope durch die Strahlung entdeckt hat, die dieses Gas aussendet.



▲ Abb. 1: Der Galaxienhaufen Abell 383. In lila ist die Röntgenstrahlung des heißen Gases im Haufen dargestellt. Dieses heiße Gas macht den größten Teil der »normalen« Materie des Haufens aus.

Die älteste Oberfläche im Sonnensystem

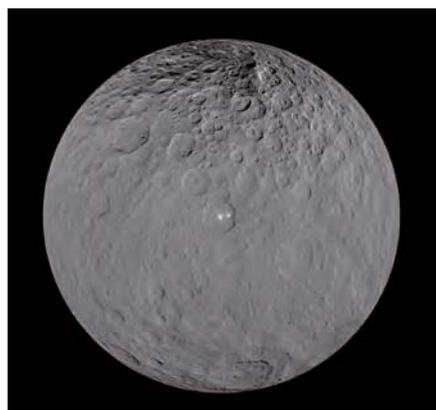
Eine Methode, das Alter der Oberfläche eines Objekts im Sonnensystem zu bestimmen, ist es, die Krater auf diesem Objekt zu zählen: Je mehr Krater sich dort finden, desto älter sollte diese Oberfläche sein. Als das Objekt mit der höchsten Dichte an Kratern im Sonnensystem – und damit als Objekt mit der ältesten Oberfläche – gilt der Jupitermond Kallisto. Anders als etwa auf dem Jupitermond

Io lassen sich auf Kallisto keinerlei Hinweise auf Vulkanismus, Plattentektonik oder andere Prozesse finden, die die Oberfläche verändert haben könnten. Kallisto ist der drittgrößte Mond im Sonnensystem und hat 99 Prozent des Durchmessers des sonnennächsten Planeten Merkur, allerdings nur etwa ein Drittel seiner Masse. Es ist der äußerste der vier Galileischen Monde von Jupiter.



▲ Abb. 2: Der Jupitermond Kallisto in einer Aufnahme der NASA-Sonde Galileo.

Ein Schwergewicht im Asteroidengürtel



Ceres war das erste Objekt, das im Bereich zwischen Jupiter und Mars entdeckt wurde. Ceres hat einen Durchmesser von 964km und ist als Zwergplanet klassifiziert. Von den fünf offiziellen Zwergplaneten ist Ceres allerdings der kleinste. Im Asteroidengürtel ist der Asteroid hingegen der mit Abstand größte

◀ Abb. 3: Der Zwergplanet Ceres in einem Mosaik von Aufnahmen der NASA-Sonde Dawn.

und vor allem schwerste Brocken: Ceres hat eine mehr als dreimal größere Masse als das zweitmassereichste Objekt dieser Region, der Asteroid Vesta und auf Ceres allein entfällt etwa ein Viertel der Masse des Asteroidengürtels.

Ceres verfügt über keinen Mond, dafür aber seit 2015 über einen künstlichen Satelliten, die NASA-Sonde Dawn. Diese hatte zuvor bereits den Asteroiden Vesta für über ein Jahr aus einer Umlaufbahn erforscht und war dann zu Ceres weitergefliegen.



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

UFOS – BESUCHER AUS DEM ALL

UFOs sind unidentifizierte Flugobjekte. Es kann sich um eine rätselhafte, jedoch natürliche Himmelserscheinung handeln oder, im engeren Sinn, um Raumschiffe außerirdischer Intelligenzen.

Ist es realistisch, dass Aliens mit UFOs die Erde besuchen?

FAKT ODER FICTION?



▲ Abb. 1: Foto eines angeblichen UFOs, das 1990 in Belgien gesichtet worden sein soll.

Immer wieder liest man von Sichtungen »fliegender Untertassen« oder anderer UFOs. Oder man hört sogar davon, dass Menschen von Außerirdischen entführt worden seien. In meiner Zeit an der Landessternwarte in Heidelberg erhielten wir Anrufe besorgter Bürger, die in sehr vielen Fällen die Venus für ein UFO hielten. Tatsächlich hat das dritthellste Himmelsobjekt nach Sonne und Mond, das in Horizontnähe entweder am Morgen- oder Abendhimmel steht, verblüffende Ähnlichkeit mit einem Flugzeug. So wie diese lösen sich die meisten UFO-Stories in Wohlgefallen auf. Sie entpuppen sich als Trugbilder oder Fälschungen.

Statistiken für UFOs aufzutreiben ist schwierig. Deutschland führt keine offiziellen Zahlen. In den USA wollen Millionen Menschen UFOs gesehen haben. Auffällig: Noch nie wurde eine größere Menschenmenge Zeuge einer eindeutigen Offenbarung einer außerirdischen Intelligenz.

UFO-Kult und Verschwörungstheorien

Die Literatur ist reich an UFO-Geschichten, dokumentierten Sichtungen und Verschwörungstheorien. Zwei Paradebeispiele: Nahe der Kleinstadt Roswell in New Mexico soll 1947 ein UFO abgestürzt sein. In der legendären »Area 51«, einem militärischen Sperrgebiet der US Air Force in Nevada, wurde angeblich Alien-Technologie abgestürzter UFOs gelagert und untersucht. In den 1990er Jahren wurde der Zwi-

schenschfall von verschiedenen Autoren und vom US-Militär entmystifiziert; ebenso Roswell. Doch der Mythos bleibt. Wie hieß es so schön in »Akte X« auf dem Poster in Mulders Büro? »I want to believe.«

Könnten außerirdische Intelligenzen von uns wissen?

Betrachten wir das Thema nüchtern wissenschaftlich. Die Menschheit sendet seit gut einhundert Jahren schwache Radiowellen ins All. Ein leistungsstarker Empfänger könnte theoretisch in einer Entfernung bis zu rund einhundert Lichtjahren diese Signale aufgeschnappt und – genug Intelligenz vorausgesetzt – verstanden haben. Da geht noch mehr: Unsere Sonne sendet seit Milliarden Jahren starke Radiowellen, die schon die gesamte Milchstraße und Nachbargalaxien erreicht haben. In diesen Wellen steckt – betrachtet aus günstiger Position – indirekt die Information über Leben auf der Erde, weil Sauerstoff im Radiospektrum der Sonne Absorptionslinien erzeugt. Aliens könnten seit Jahrmilliarden von irdischem Leben wissen!

Könnten Aliens hier gewesen sein?

Der interstellare Raumflug ist aus grundsätzlichen, physikalischen Überlegungen heraus schwierig umzusetzen. Die immensen Entfernungen zu anderen Sternen im Bereich von Lichtjahren bedeuten jahrelange Flüge. Bei hohen

Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit muss man Strahlenschäden durch die Dopplerverblauverschiebung vermeiden. Der Antrieb muss viel leistungsstärker sein als alles, was die Menschheit bisher bauen konnte. Und vor allem benötigt das Raumschiff eine gigantische Energiequelle. Gut, wir können nicht ausschließen, dass eine uns überlegene außerirdische Intelligenz all diese Probleme gelöst hat.

Bevor die Aliens persönlich auf der Erde aufkreuzen, ist es allerdings viel wahrscheinlicher, dass sie zunächst unbemannte Minisonden schicken, die die Erde ausspionieren. Die Menschheit geht derzeit mit dem Projekt »Breakthrough Starshot« genauso vor, um in einigen Jahrzehnten das Nachbarsystem um Proxima Centauri und dessen erdähnlichen Exoplaneten Proxima b zu besuchen.

Schreckgespenst Alien-Invasion?

Es ist nicht besonders plausibel, dass eine technologisch überlegene, intelligente Lebensform die Menschheit ausbeuten und unterjochen will. Wer den interstellaren Raum bereisen kann, hat z.B. Zugriff auf Bodenschätze in Asteroiden und Robotertechnologien, die »Menschensklaven« überflüssig machen. Eine realistische Motivation für einen Besuch durch intelligente Aliens könnte die Erforschung irdischen Lebens sein. Vermutlich würden sie dann aber auf eine Kontaktaufnahme verzichten.

► Andreas Müller

J.S. Hennardi, wikipedia

Wissen

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

► Abb. 1: Die Internationale Raumstation vor zehn Jahren mit dem frisch angeflanschten europäischen Columbus-Modul – und die ange-dachte kleine Raumstation im Mondorbit in zehn oder weniger Jahren. (unten rechts)

»HERR MAURER, WARUM WOLLEN SIE DRINGEND AUF DEN MOND?«

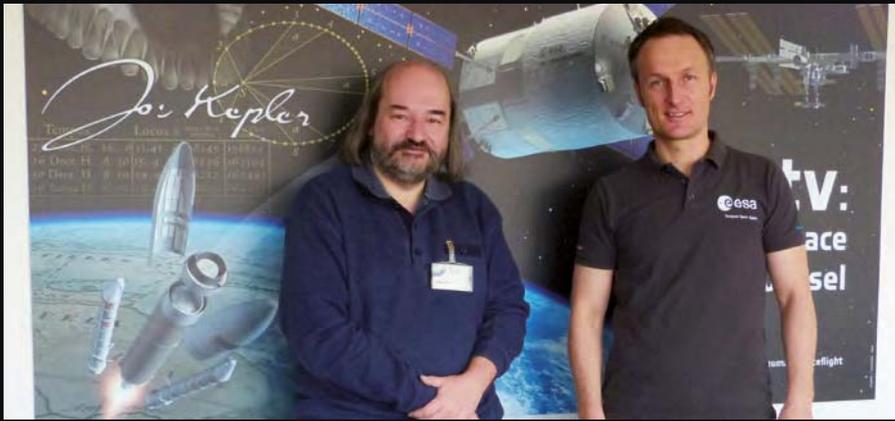
Mit dem ESA-Astronauten Alexander Gerst wird im Sommer erstmals ein Deutscher Kommandant der ISS. Als zweiter deutscher Astronaut wartet Matthias Maurer derzeit auf seinen Einsatz.

...ung ist unersagt. Die Weiterentwicklung für zu privaten Zwecken. Die Weiterentwicklung für zu privaten Zwecken.

ESA-Philipp Sabriot, 2017



In den kommenden Wochen dürfte »AstroAlex«, der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst, Thema in allen Medien sein: Gerst fliegt zum zweiten Mal zur Internationalen Raumstation ISS und übernimmt diesmal auch für einige Zeit das Kommando auf der Station. Abenteuer Astronomie hat aus diesem Anlass mit dem zweiten deutschen ESA-Astronauten über die Ausbildung, seinen ersten Einsatz und die Zukunft der Raumfahrt gesprochen.



► Abb. 2: ESA-Astronaut Matthias Maurer (rechts) im Gespräch mit Abenteuer-Astronomie-Redakteur Daniel Fischer im EAC, dem europäischen Astronauten-Zentrum in Köln.

Am 18. Januar 2017 war er plötzlich aufgetaucht – auf einer Liste der aktuellen europäischen Astronauten, die der ESA-Generaldirektor bei einer Pressekonferenz zeigte: »Matthias Maurer: aktivierte Reserve, keine Mission, kann einer zugeordnet werden«. Was bis dahin fast niemand wusste: Nach dem letzten Auswahlverfahren waren 2009 zwar sechs neue ESA-Astronauten vorgestellt worden (darunter der Deutsche Alexander Gerst, der voraussichtlich im Juni bereits seine zweite Reise zur ISS antritt), aber es hatte noch vier weitere Finalisten gegeben, die ebenfalls alle Anforderungen erfüllten, doch erst einmal nicht benötigt wurden. Drei gingen dann andere Wege, einer aber blieb bei der ESA und konnte sechs Jahre später schließlich ohne Aufhebens mit der Astronauten-Ausbildung beginnen: Der Materialwissenschaftler Matthias Maurer, Jahrgang 1970, hätte sogar eine Chance bereits auf einen Sojus-Sitz gehabt, den nun Gerst einnehmen wird.

Abenteuer Astronomie Herr Maurer, was ist der aktuelle Status Ihrer Astronauten-Ausbildung?

► **Matthias Maurer:** Offiziell bin ich noch im »Basic Training«, ich bin jetzt schon seit drei Jahren dabei, im Juni 2015 habe ich gestartet. Es war eine Kombination aus dieser Grundausbildung

und einem sogenannten Pre-Assignment Training, das ihm normalerweise folgt, um den Ausbildungsstand zu halten – bei mir wurde das alles zusammengesoben. Eigentlich bin ich jetzt fertig, ich komme gerade zurück aus den USA und habe dort EVA-Training gemacht, also für »Extravehicular Activities«, die »Weltraumspaziergänge«. Ich bin jetzt EVA-tauglich, das ist ganz wichtig, weil die Raumstation immer älter wird: Man möchte keine Crews hochschicken, die im Notfall nicht auch aussteigen und die Station reparieren können. Das war nochmal ein wichtiger Meilenstein und praktisch das Ende: Das Training ist eigentlich durch. Ich habe jetzt noch zwei ganz kleine Zusatzmodule - und dann kommt im Mai die Zertifizierung, die einfach nur eine Zeremonie ist.

Abenteuer Astronomie Sie haben in der Ausbildung recht unterschiedliche »Kulturen« kennengelernt, in Europa, den USA, Russland und sogar China – gab es da große Unterschiede?

► **Matthias Maurer:** Erst mal die Gemeinsamkeiten: Ich habe festgestellt, dass die Leute alle für den Weltraum brennen, egal welche Sprache sie sprechen und welche Kultur sie haben. Die Grundmotivation ist überall komplett identisch: Die Leute wollen in den Weltraum fliegen,

sie wollen kooperieren, weil jeder weiß, wenn wir zusammenarbeiten, können wir viel, viel mehr erreichen. Unterschiede gibt es natürlich in der Art und Weise, wie ich an das ganze Projekt herangehe. Bei den Amerikanern da gibt es ein sehr großes Astronauten-Corps, alles ist sehr systematisch aufgebaut, und die Art wie trainiert wird, stammt auch in großen Teilen vom Militär: Es ist alles schon sehr rigide, ein durchorganisiertes System. Und das lässt dann auch nicht so viel Flexibilität zu, das eine oder andere individueller auf den Kandidaten zuzuschneiden.

» Die Russen sind sehr gut darin, zu improvisieren«

Die Russen sind sehr gut darin, zu improvisieren, also gerade, wenn irgendetwas nicht klappt im Weltraum – das zeigt sich vor allem in der Praxis. Wenn im Weltraum ein Experiment irgendein Problem hat, dann gucken wir normalerweise in unseren Prozeduren nach, was schon an Problemen vorbesprochen, vordiskutiert worden ist. Finden wir einen Lösungsvorschlag sofort, dann machen wir weiter, finden wir aber keine vordurchdachte Lösung, dann wird das Experiment in der Regel abgebrochen und in einem sicheren Zustand hinterlassen. Und dann gehen die Ingenieure auf dem Boden hin und sagen OK, wir finden eine Lösung, und dann geht das ein paar Monate später weiter. Bei den Russen ist es hingegen so, wenn man ganz offensichtlich sieht, woran es liegt, dann wird das mal schnell selbst repariert, das ist deutlich pragmatischer ausgelegt.

Aber wieder zurück zum Training und hier vor allem China: Die Art und Weise, wie dort unterrichtet wird, ist fast schon ein Team-Event. Ich kann das jetzt nur von dem einem Training sagen, bei dem ich dabei war, dem Überlebenstraining: Alle Astronauten, die daran teilnahmen, saßen abends um den Tisch herum und haben diskutiert, was lief heute gut, was könnte bes-

Q IM DETAIL

Astro-Training im Planetarium

Im April 2016 kam Matthias Maurer, damals noch in einer Geheimaktion, mit zwei Ausbildern ins Bochumer Planetarium, um die Orientierung am Sternenhimmel zu üben – den Blick aus der den kleinen Fenstern der Sojus-Kapsel simulierte dabei ein eigens angefertigtes Zelt. Auch die anderen sechs Astronauten der »Klasse von 2009« waren Jahre zuvor am selben Ort mit den Sternbildern vertraut gemacht worden.



ESA-Stephane Corvaja



► Abb. 3: Matthias Maurer beim Überlebenstraining im Meer mit chinesischen Kollegen am 19. August 2017 – für den Fall, dass eine Shenzhou-Kapsel einmal ungeplant im Wasser landet. Die Manöver waren für alle Beteiligten Neuland.

ser sein. Und dann wurde das Training für den nächsten Tag angepasst. Und so was habe ich bei den Amerikanern noch nicht gesehen, dass vom einen auf den anderen Tag ein Training abgeändert wird. Den Chinesen fehlte hier freilich die Grunderfahrung: Das war das allererste Mal, dass sie in dieser Form Überlebenstraining auf hoher See gemacht haben.

Abenteuer Astronomie Jahrelang beschränkte sich die ESA-Astronautenausbildung auf die Internationale Raumstation und die Sojus, aber bald wird es neue Systeme geben – zeichnet sich das schon ab?

► **Matthias Maurer:** Das ist zwar alles Zukunftsmusik, aber eine Zukunft, die quasi morgen beginnt. Das heißt, natürlich habe ich mich über die Orion-Kapsel der NASA informiert und war dann auch schon in der Trainingshalle bei der NASA in Gebäude 9: Da stehen die ganzen Kapseln rum, und, klar, dann hatte ich da auch eine erste Einführung bekommen. Und wir verfolgen natürlich auch, wie die technische Entwicklung dieser Dinge vorwärts geht. Die Commercial Crew Vehicles – von SpaceX und Boeing – für die ISS sind in der Tat »kommerziell«. Deswegen ist vieles ein Firmengeheimnis, da werden die amerikanischen Kollegen deutlich besser als

wir informiert. Na gut, sobald diese Dinge mal fliegen, bekommen wir dann auch Einblick in die wichtigen Details.

»Die Shenzhou-Kapsel ist viel größer als die Sojus-Kapsel«

Bezüglich der chinesischen Shenzhou gibt es die Verabredung, dass wir zwei europäische Astronauten auf der chinesischen Kapsel ausbilden wollen – nicht komplett, das dauert viel länger, aber ein einmonatiges Training steht als nächstes an. Da macht man sich erst einmal vertraut: Wo sind die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zur Sojus-Kapsel? Die Chinesen haben ja sehr viel von den Russen gelernt, aber nicht einfach nur blind kopiert. Sie haben sich das genau angeguckt und was ihnen gefallen hat, haben sie übernommen, und was weniger gefallen hat, haben sie verbessert.

Die Shenzhou-Kapsel ist insbesondere viel größer als die Sojus-Kapsel, d.h. man hat viel mehr Platz drin. Und das zweite Segment, das orbitale Segment bei der chinesischen Kapsel, das kann man abtrennen im Weltraum, und das

kann dann noch sozusagen als Freeflyer im Orbit verbleiben – das ist bei dem russischen Modul nicht der Fall. Dadurch, dass wir mehr Platz haben, können wir auch mehr Ausrüstung mitnehmen. Beim Überlebenstraining im Meer machte das einen Riesen-Unterschied: Bei der russischen Kapsel ziehe ich meinen Überlebensanzug an, springe ins Meer, und dann treibe ich Stunden oder Tage im kalten Wasser rum. Die Chinesen dagegen haben zwei Rettungsboote dabei und Überlebensanzüge, das ist deutlich angenehmer.

Abenteuer Astronomie Wie geht es nun weiter, und wann haben Sie Ihre erste Fluggelegenheit?

»Es ist definitiv keine Frage, ob ich fliege, sondern eher wann«

► **Matthias Maurer:** Für die europäischer Seite im ISS-Programm gibt es jedes Jahr im Schnitt eine Mission, genauer gesagt 0,8 pro Jahr. In der Regel bekommt Europa also jedes Jahr eine Langzeitmission: Da ist es für mich recht gut auszurechnen, wann ich dann dran sein werde. Der Flug, den Alexander Gerst jetzt bekommen hat, für den hätte ich theoretisch mit beschleunigtem Training auch zur Verfügung stehen können. Aber der ist ja dann aufgewertet worden zum »Commander-Slot« – und ein Anfänger kann nie Commander werden. Aber der nächste freie Slot für mich müsste 2020 sein, und wenn's der nicht wird, dann hoffe ich auf 2021 oder 2022. Es ist definitiv keine Frage, ob ich fliege, sondern eher wann. Und dieses Wann hat momentan noch mal ein Extra-Fragezeichen wegen des Übergangs von der Sojus auf die Commercial Crew-Vehikel. Das bringt gerade ein bisschen Unruhe ins System, weil letztere noch nicht fertig sind. Die sollten 2019 fliegen, und die NASA hat die Bestellung ihrer Sojus-Kapseln ab 2019 eingestellt. Dann haben wir keine Sojus mehr, aber das neue Vehikel

ESA/NASA



► Abb. 4: Das Columbus-Modul der ISS heute, mit dem ESA-Astronauten Thomas Pesquet bei Wartungsarbeiten am Biolab 2017.



► Abb. 5: Die Zukunft, auch wenn sie wie zu Apollo-Zeiten aussieht: Ein Modell der (freilich deutlich größeren) Orion-Kapsel der NASA nach simulierter Wasserung 2017, damit die Astronauten den sicheren Ausstieg üben können.

ist noch nicht fertig. Ich würde vermutlich genau auf das neue Vehikel rutschen.

Abenteuer Astronomie Wohin Ihr erster Raumflug gehen wird, ist klar – aber was könnte danach kommen?

► **Matthias Maurer:** Das einzige realistische Ziel derzeit ist die ISS, wo es auch für mich hingehen wird. Ab 2019 möchten die Chinesen auch ihre richtige Raumstation aufbauen, ab 2022 soll sie in den nominellen Betrieb übergehen – und ab dann haben sie auch angeboten, dass nicht-chinesische Agenturen Astronauten dorthin schicken können. Die ESA ist in Gesprächen mit China, das heißt ab 2023 besteht auch die Option, dass ein Europäer Richtung chinesische Station fliegen wird. Das ist natürlich ganz toll, denke ich, als zweite Option für mich das noch offen zu halten – aber ich bin nicht der einzige europäische Astronaut, der dafür trainiert. Samantha Cristoforetti und ich sind die beiden, die am meisten dabei involviert sind, aber es gibt auch noch den Thomas Pesquet, der hat auch Chinesisch gelernt, und es ist auch nicht ausgeschlossen, dass andere es ihm gleichtun. Es ist sehr zeitintensiv, so eine Sprache zu lernen, und ein paar von uns werden vermutlich Richtung Orion gehen, andere werden vielleicht Richtung China gehen, andere sich vielleicht auf die ISS oder einen ISS-Nachfolger konzentrieren – wenn man jetzt alle immer nur auf alles trainieren würde, dann gäbe es kein Privatleben mehr.

Abenteuer Astronomie Ihr persönliches Lieblingsziel wäre jedenfalls der Mond? Wie passend, dass ISS-Partner in den 2020-er Jahren gerne ein Lu-

nar Orbital Platform-Gateway, eine kleine Raumstation im Mondorbit, bauen möchten.

► **Matthias Maurer:** Der Traum, auf den Mond zu fliegen, auf dem Mond zu landen, ist natürlich das, was jedem Astronauten am Herzen liegt: Der Mond, ist etwas, das jeder Mensch versteht. Der Wunsch dorthin zu fliegen, ist viel leichter zu vermitteln als wenn ich sage, ich fliege zu irgendeiner Station, die fliegt um die Erde rum, die fliegt eigentlich nirgendwo hin. Das ist, was die Leute immer fragen, wo fliegt denn die ISS hin... Die Lunar Orbital Platform verfolgt eigentlich zwei Ziele. Zum einen möchte ich im tiefen Weltraum die Technologie ausprobieren, die mich irgendwann einmal Richtung Mars bringen wird. Bei einer früheren Variante der orbitalen Mondstation war sogar gedacht, dass man die im Mondorbit testet, und wenn alles ausgetestet ist, dann schiebt man genau diese Station Richtung Mars. Davon ist man jetzt abgekommen, weil man erkennt, dass man im Mondorbit sehr viel lernen wird. Und die Station, die man jetzt wohl baut, die wird nicht geeignet sein, um uns zum Mars zu fliegen, da wird's noch mal eine verbesserte Variante geben.

»Ich bin ein Advokat für eine Mondstation«

Gleichzeitig möchte ich aber auch wieder zurück zur Mondoberfläche – so was wie Apollo möchten wir aber nicht mehr machen, also nicht hinfliegen, eine Fahne in den Boden rammen, ein bisschen Sand einpacken und sagen, wir haben Wissenschaft gemacht. Das eigentliche Ziel war

damals, Erster zu sein, das war das ganz klare Ziel: Wissenschaft wurde nur als Schmuck dazu gepackt. Aber die richtig interessante Wissenschaft wäre erst mit Apollo 18, 19, 20 gekommen, und die sind ja eingestellt worden. Und genau dort wollen wir weitermachen, Wissenschaft machen, aber auch, und das schwebt mir vor, eine permanente Station auf dem Mond aufzubauen.

Es gibt da zwei Konzepte für die Mond-Exploration: Das eine ist eine sehr mobile Variante. Ich lande einen Rover, so was wie einen Unimog mit einem Campingwagen oben drauf, und dann landen Astronauten unabhängig neben diesem »Small Pressurized Rover«. Dieser Rover würde dann mit den Astronauten zwei Wochen irgendwo rumfahren, die Astronauten würden ständig EVAs machen, Wissenschaft betreiben, Proben einsammeln und nach zwei, drei Wochen, wenn die Ressourcen aufgebraucht sind, wieder dahin zurückfahren, wo ihre Kapsel gelandet ist. Sie fliegen zurück zur Mondstation, und von dort steuern sie dann aus der Ferne diesen Rover zum nächsten Ziel – und das kann Tausend Kilometer entfernt sein. Und die nächste Crew landet dann an dem neuen Ziel. Ich kann diesen Rover über lange Zeit sehr langsam über die Mondoberfläche ferngesteuert bewegen und dadurch mit einer nur sehr geringen Infrastruktur sehr viele wissenschaftliche Ecken abklappern. Das ist schon sehr spannend, weil ich mit kleinerem Budget viel Wissenschaft erbringen kann.

Trotzdem bin ich ein Advokat für das zweite Szenario: eine Mondstation aufzubauen. Ich stell mir die so vor wie eine Art Antarktisstation, etwa wie die deutschen Neumayer-Stationen für fünf, sechs, sieben Leute oder ganz langfristig wie die amerikanische McMurdo-Station, wo dann

Hunderte Leute rumwimmeln. Die kleinere Station macht am Anfang mehr Sinn, eine internationale Station, wo alle Länder der Welt Zugang hätten. Auf dem Mond gibt's noch unglaublich viele Themen zu erforschen, vom Ursprung des Sonnensystems bis zum Aufstellen von Teleskopen. Das heißt, die Astronauten werden in Zukunft neben dem Profil, das sie heute haben, auch noch Geologen sein, sie werden Techniker sein, die Radioteleskope warten.

Abenteuer Astronomie Aber werden Sie auf dem Mond auch Maurer brauchen, ganz buchstäblich? Da kämen Sie als Materialwissenschaftler ins Spiel.

► **Matthias Maurer:** Man wird lernen müssen, wie ich aus den Ressourcen, die ich dort oben finde, etwas Sinnvolles aufbauen kann – nur was ich nicht finde, bringe ich von der Erde. Ich kann nicht sagen: Ich brauche jetzt sehr viel Beton als Fundament für mein Radioteleskop, und ich fliege Beton von der Erde ein – das würde eine unbezahlbare Mission. Das heißt, auf dem Mond können wir lernen, wie ich den Mondstaub zu einem Baustein zusammenbacken und mir daraus eine Station bauen kann, die mich vor der Weltraumstrahlung schützt, wie ich dort Fundamente bauen kann, auf die ich dann ein Radio-

teleskop setze, wie ich vielleicht sogar tragende Teile für dieses Radioteleskop produzieren kann: Dann muss ich bloß noch die Elektronik und funktionale Bauteile einfliegen, aber den Rest finde ich entweder auf dem Mond oder stelle ihn mir her. Ich kann dort zum Beispiel Glasfasern herstellen aus Silizium, ich kann mir Solarzellen herstellen, nicht so effizient wie auf der Erde, aber vielleicht effizient genug, dass es günstiger ist, sie dort herzustellen. Oder Bauteile, die als Wärmespeicher dienen: Über Sonnenenergie erzeuge ich Strom, den muss ich über Nacht dann irgendwo puffern, das kann ich dann mit Wärmespeichern erledigen.

In bestimmten Bereichen kann ich auf dem Mond vielleicht auch Wasser finden, und das kann ich dann neben dem Trinken auch aufspalten und den Wasser- und Sauerstoff als Raketentreibstoff verwenden: Dann kann ich dort oben meine Tankstelle aufbauen. Himmelsmechanisch gesehen ist die Erde ein sehr großer Potenzialtopf, allein um von ihr weg zu fliegen, verbrauche ich schon so viel Energie, dass ich bei einem Mars-Flug kaum noch welche dabei habe. Das heißt, es ist viel sinnvoller, ich fliege erst einmal Richtung Mondorbit, tanke dort auf und fliege dann mit Volldampf Richtung Mars. So eine Infrastruktur auf dem Mond aufzubauen,

wird auch ein Schlüssel sein, um eine nachhaltige Exploration des Weltraums vorzunehmen. Und ich denke auch, wenn wir eine richtige Station aufbauen, im Gegensatz zu diesem schnellen Rover-Konzept, dann wird das nachhaltiger werden. Dann kann es auch mal sein, dass irgendein Präsident an die Macht kommt und sagt, ich hab' jetzt vier Jahre vor mir, und ich bin kein Freund von Raumfahrt: Es würde für ihn schwieriger sein, wieder alles auf den Kopf zu stellen, wenn eine robuste Station aufgestellt ist, so wie heute beim ISS-Programm.

Abenteuer Astronomie Bei der Lunar Orbital Platform müssten die bisherigen ISS-Partner alle mitziehen – sehen Sie da einen Konsens?

»Wir könnten mit der Orion-Kapsel zum Mars fliegen und hätten bei der Rückkehr halb krebserkrankte Astronauten«

► **Matthias Maurer:** Auf der Arbeitsebene haben alle verstanden: Der Riesenschritt zum Mars ist utopisch. Wir könnten eine Orion-Kapsel vollstopfen und dahin fliegen, aber wir müssten den kompletten Treibstoff mitnehmen, Essen, Trinken und Luft und hätten eigentlich Null Platz für Wissenschaft dabei. Wir könnten nach dem letzten Kalkül nicht mal auf dem Mars landen, wären im Orbit, könnten ein paar Fotos machen, was eine Sonde genauso gut kann, und wieder zurückfliegen und hätten dann halb krebserkrankte Astronauten bei der Landung – weil die Strahlenbelastung einfach viel zu groß ist und die Orion nicht genügend Strahlenschutz aufweist! Das heißt, da muss man noch sehr viel verbessern. Wir brauchen schnellere Antriebe, damit wir nicht zu lange der Strahlung ausgesetzt sind, oder wir brauchen besseren Strahlenschutz – erst dann macht es Sinn, Richtung Mars zu fliegen. Ich denke, es ist viel besser, wenn wir erst 2050 zum Mars fliegen, dann aber ordentlich. Nachhaltigkeit ist der Kern!

Ich sehe derzeit ein großes Fragezeichen bei dem, was Europa tut. Die Amerikaner haben ihre Raumfahrtsysteme, gerade jetzt entwickeln sie mindestens vier kommerzielle Vehikel für den Transport von Menschen – die können weltweit alle ausstechen, allein weil sie intern schon so viel Konkurrenz haben. Dann haben wir die Russen, die natürlich mit ihrer Sojus-Kapsel supergut aufgestellt sind. In Europa indes sehe ich wirklich nicht diese kohärente Vision: Wie können wir langfristig, auch das gleiche



► Abb. 7: Im kommenden Jahrzehnt vielleicht schon Realität: die Lunar Orbital Platform-Gateway auf einem weiten Mondorbit, zumindest zeitweise bewohnt – ein erster (permanenter) Schritt des Menschen deutlich über den niedrigen Erdbereich hinaus.



► Abb. 8: So könnte die Rückkehr des Menschen auf die Mondoberfläche – frühestens in zehn Jahren – aussehen: mit einem mobilen Habitat, wie es hier vor zehn Jahren in Arizona bei den »Desert RATS« (Research and Technology Studies) erprobt wurde.

liefern wie die anderen Raumfahrtagenturen? Wie können wir uns komplett autark machen? Wir müssen ja nicht wirklich autark handeln, aber als Partner ist man immer nur auf Augenhöhe, wenn man auch was zu bieten hat, und was wir jetzt machen, per Anhalter durch die Galaxis quasi, das klappt für das ISS-Programm sehr gut.

Aber ich denke, wenn wir in den tiefen Weltraum fliegen, Richtung Mond, müssen wir eine Spezialität haben, etwas, was nur wir können, oder wir müssen mehrere Sachen können, die jeder kann. Bemannter Zugang zum Weltraum ist für mich eigentlich ein Imperativ, das muss irgendwann kommen. Aber wir müssen auch Sachen entwickeln, wo wir führend sind, wo wir als Partner immer gern gesehen sind. Und ich denke, diese Nutzung von Ressourcen auf der Oberfläche ist der Zukunftsmarkt, und da müsste sich Europa wirklich ganz stark positionieren, dann wird uns jeder gerne mitnehmen. Mein Wunsch wäre eine deutsch-französische Achse, um den europäischen Motor wieder anzuwerfen, vielleicht im Bereich Raumfahrt zu sagen, wir wollen hier mal ein gemeinsames Zeichen setzen. Weil richtige Raumfahrt schaffen wir nur als ein Europa.

Abenteuer Astronomie Die letzte Frage – wo sehen Sie die Raumfahrt in zehn Jahren?

»Richtige Raumfahrt schaffen wir nur als ein Europa«

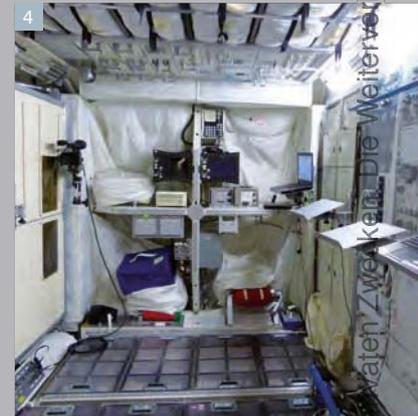
► **Matthias Maurer:** In zehn Jahren werden wir eine oder mehrere kommerzielle Stationen im erdnahen Orbit haben, die hauptsächlich von den Amerikanern betrieben werden, Russland wird weiter eine selbstständige Station in einer niedrigen Umlaufbahn haben, vielleicht die ganze heutige ISS oder einen Teil davon. China wird ganz sicher eine kleine Station aufgebaut haben, ob das dann immer noch die von 2022 ist oder schon eine Erweiterung, kann ich nicht sagen. Es wird eine Station geben im Mondorbit. 2028 werden wir Menschen auf dem Mond haben. Und wir werden immer noch sagen, wir werden morgen zum Mars fliegen, aber das wird immer noch lange dauern. *Die Fragen stellte Daniel Fischer*

SURFTIPPS

- ESA-Biografie von Maurer
- Wie wird man Astronaut?
- Lunar Orbital Platform-Gateway

 **Kurzlink:** oc1m.de/a15022

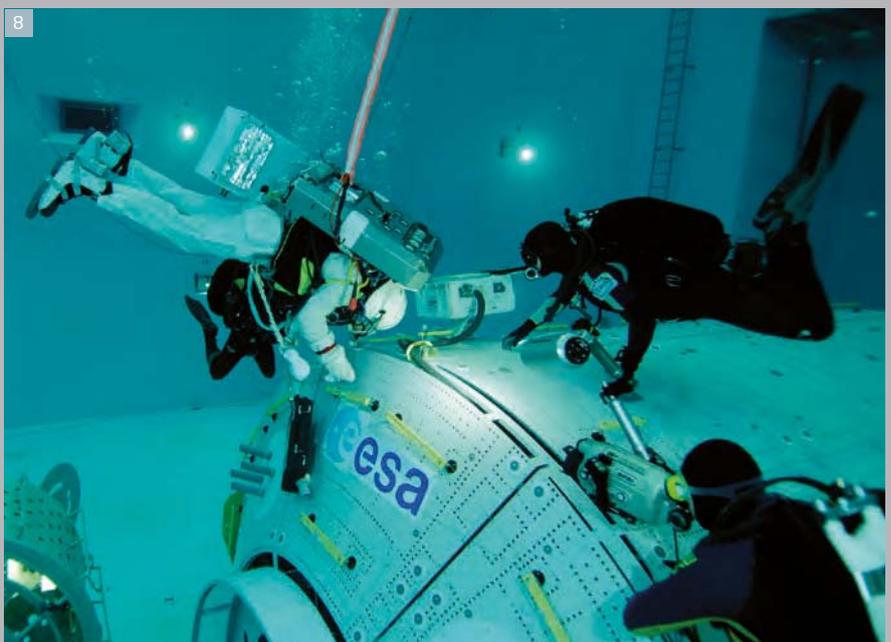
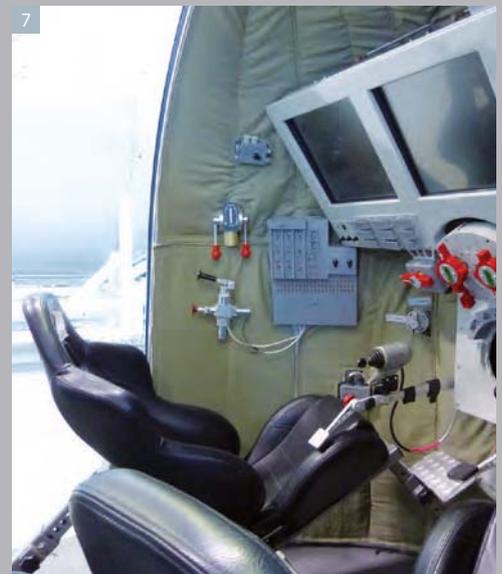
BESUCH IM EUROPÄISCHEN ASTRONAUTEN-ZENTRUM





Im EAC auf dem Gelände des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Köln (1) finden viele Schritte der Astronauten-Ausbildung statt. In einer großen Halle (2) stehen detaillierte Modelle jeweils aktueller Raumstations-Komponenten, insbesondere des Columbus-Moduls, das hier (3) vom Leiter der »ISS Increment Training Unit« Kris Capelle präsentiert wird. Viele Experimente können aber nur angedeutet werden und die meisten Kleinteile und Verkabelungen fehlen (4): In einem Schulungsraum direkt daneben hängen daher laufend aktualisierte riesige Fotos (5) des Ist-Zustands im Orbit.

Ebenfalls im EAC kann an einzelnen Experimentschränken oder Racks (6) trainiert werden - oder im Sojus-Simulator (7) die kitzligen Andockmanöver. Am spektakulärsten ist jedoch ein riesiges Schwimmbecken, die Neutral Buoyancy Facility (8), in der »Weltraumspaziergänge« geübt werden können. Die Astronauten sind so austariert, dass sie quasi schwerelos sind, haben aber gegen den Widerstand des Wassers anzukämpfen: Im Erdorbit ist die Außenbordarbeit daher etwas angenehmer.



FERNE WELTEN IM VISIER

Neue Missionen zum Aufspüren und Erforschen von extrasolaren Planeten

In den kommenden Jahren starten eine ganze Reihe von Satelliten, die entweder weitere extrasolare Planeten aufspüren oder bereits bekannte Welten näher untersuchen sollen. Das Ziel dabei ist weiterhin, einen Planeten zu finden, der in etwa der Erde gleicht und potentiell auch Leben beherbergen könnte. Insbesondere aus der Analyse der Atmosphären erhofft man sich dabei weitere Hinweise.

Mitte April startete mit dem Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) ein neuer Satellit zur Suche nach extrasolaren Planeten ins All. Im März gab die europäische Weltraumagentur ESA bekannt, dass sie die Exoplaneten-Mission ARIEL für einen Start Ende des kommenden Jahrzehnts ausgewählt hat. Anfang des nächsten Jahres soll mit CHEOPS eine weitere kleinere Exoplaneten-Mis-

sion starten. Die Suche nach Planeten um andere Sonnen und nach möglicherweise bewohnbaren und auch bewohnten Welten begeistert also nicht nur die Öffentlichkeit, sondern offenbar auch die Wissenschaftler in Europa und auf der anderen Seite des Atlantiks. Da lohnt ein Blick auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen in den kommenden Jahren geplanten Missionen. Nicht aufgeführt ist

das James-Webb-Weltraumteleskop, das natürlich – genauso wie das erdgebundene Extremely Large Telescope (ELT) der europäischen Südsternwarte ESO – wichtige Beobachtungen von extrasolaren Planeten und ihren Atmosphären machen wird. Zahlreiche Entdeckungen der hier genannten Missionen dürften mit James Webb oder dem ELT genauer untersucht werden.

► Stefan Deiters

TESS - der Kepler-Nachfolger



▲ Abb. 1: Der Satellit TESS soll Planeten um vergleichsweise helle Sterne aufspüren.

Der »Transiting Exoplanet Survey Satellite« (TESS) ist der erste einer »zweiten Generation« von Exoplaneten-Missionen und auch das erste der neuen Weltraumteleskope, das bereits im All ist: Der Satellit wurde am 18. April 2018 gestartet und soll Ende Juni einsatzbereit sein. TESS gilt als Nachfolger der erfolgreichen Kepler-Mission, mit der unzählige neue Planeten ent-

deckt wurden. Auch TESS wird zur Planetensuche die Transitmethode anwenden (vgl. Im Detail), sich dabei aber – anders als Kepler – nicht nur auf einen kleinen Bereich konzentrieren, sondern im Laufe der Mission fast 85 Prozent des Himmels erfassen. Allerdings wird ein Großteil lediglich für jeweils rund 27 Tage beobachtet, was nur die sichere Entdeckung von Planeten erlaubt, die auf sehr engen

Bahnen um ihre Sonnen umlaufen. Das muss nicht unbedingt ein Nachteil sein: TESS soll sich nämlich hauptsächlich auf rote Zwergsterne konzentrieren, bei denen die »habitable Zone« aufgrund der sehr viel geringeren Leuchtkraft deutlich näher am jeweiligen Stern liegt als etwa in unserem Sonnensystem. Gleichzeitig werden die Sterne, die TESS ins Visier nimmt, uns rund zehn Mal näher sein



Hintergrundbild: Künstlerische Darstellung des Planeten um HD 85512.

als die, die Kepler beobachtet hat. Sie sind damit ausreichend hell, um mit künftigen weltraumbasierten oder neuen erdgebundenen Teleskopen Nachfolgeuntersuchungen anstellen zu können, mit denen sich dann beispielsweise etwas über die Atmosphären herausfinden lässt. Der Katalog an Neuentdeckungen, die sich die Forscher von TESS erwarten, dürfte die Astronomen also noch viele Jahre beschäftigen. Insgesamt erhofft man sich von der auf zwei Jahre ausgelegten Mission die Entdeckung von etwa 20.000 Exoplaneten. 500 Planeten dürften kleiner sein als der doppelte Erddurchmesser, über 50 sogar in etwa Erdgröße besitzen.

DATEN	
Name	Transiting Exoplanet Survey Satellite
Weltraumagentur	NASA
Start	18. April 2018 (UTC)
Trägerrakete	Falcon 9
Missionsdauer	2 Jahre (Minimum)
Umlaufbahn	elliptisch um Erde (Apogäum 376.300km, Perigäum 108.400km)
Instrumente	4 identische Weitwinkelteleskope
Missionsziel	Suche nach Planeten mit Transitmethode

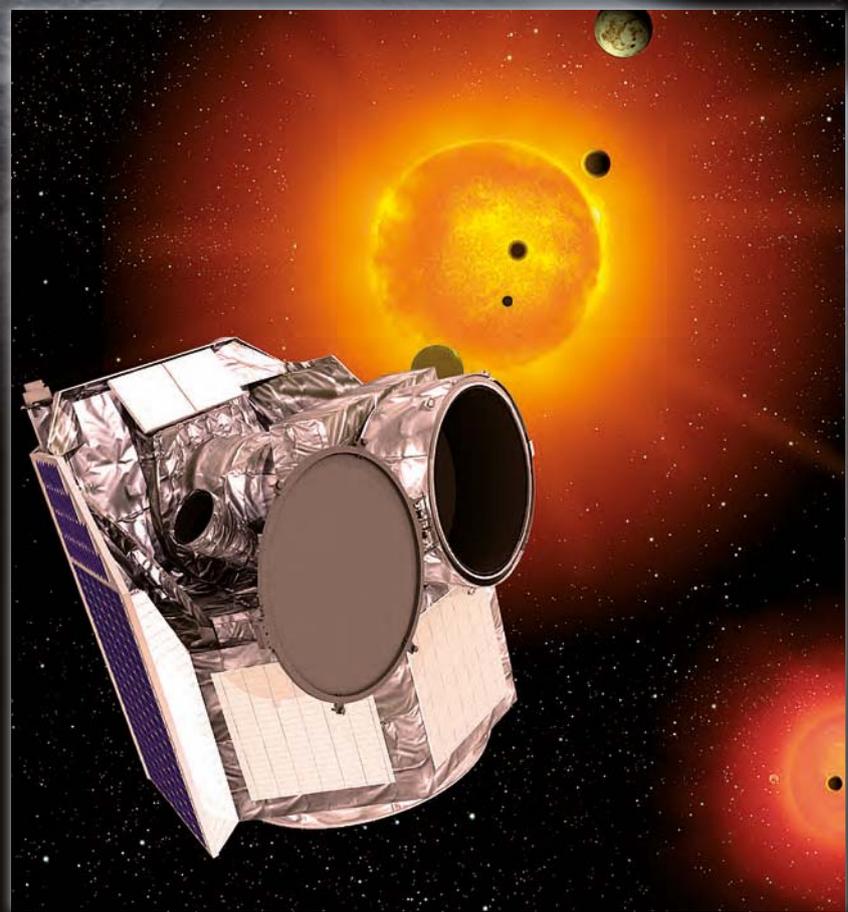
CHEOPS - Bekannte Welten im Blick

Die europäische Mission »Characterising Exoplanet Satellite« (CHEOPS) hat sich zum Ziel gesetzt, Systeme mit bereits bekannten Planeten näher zu untersuchen. Dabei will man sich auf 500 vergleichsweise helle Sterne (heller als zwölfte Größenklasse) mit Planeten konzentrieren. Der Satellit wird den durch den Transit der Planeten verursachten Helligkeitsabfall exakt vermessen, um so möglichst präzise Daten der fernen Welten zu gewinnen. Insbesondere die Dichte von extrasolaren Planeten mit Massen im Bereich von wenigen Erdmassen bis zu Neptunmassen soll genauer als bisher bestimmt werden. Sind Radien und Massen von möglichst vielen Welten bekannt, lassen sich daraus auch Hinweise auf die Entstehung und Entwicklung von Planeten in diesem Massenbereich ableiten. Außerdem soll CHEOPS Hinweise auf Planeten liefern, die über eine ausgeprägte Atmosphäre verfügen.

Die mit CHEOPS näher untersuchten Planeten werden teils auch für künftige

Weltraumteleskope wie das James Webb Space Telescope oder das bodengebundene europäische Extremely Large Telescope von Bedeutung sein, mit denen dann beispielsweise spektroskopische Untersuchungen der nachgewiesenen Atmosphären durchgeführt werden könnten.

DATEN	
Name	Characterising Exoplanet Satellite
Weltraumagentur	ESA
Start	Anfang 2019
Trägerrakete	Sojus
Missionsdauer	3,5 Jahre (Minimum)
Umlaufbahn	sonnensynchron (Apogäum 800km, Perigäum 650km)
Instrumente	32cm- Ritchey-Chretien-Teleskop
Missionsziel	Präzise Charakterisierung von Transitplaneten



▲ Abb. 2: Der Satellit CHEOPS soll 500 Sterne mit bereits bekannten Planeten ins Visier nehmen.

ESA-C. Carreau

Rechtlich geschützt. Nutzung nur zu

ARIEL - detaillierter Blick in die Atmosphären

ESA/STFC/RAL - Space/UCI / European Science Office



▲ Abb. 3: Das Weltraumteleskop ARIEL auf dem Weg zu seinem Einsatzort am Lagrange-Punkt L2 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt.

Im März hat die europäische Weltraumagentur ESA entschieden, die »Atmospheric Remote sensing Infrared Exoplanet Large survey mission« (ARIEL) als vierte mittelgroße Mission ihres Programms Cosmic Vision zu verwirklichen. Die Mission hatte sich dabei gegen zwei andere Mitbewerber durchgesetzt – die Plasmaphysik-Mission Thor (Turbulence Heating ObservER) und das Röntgenteleskop Xipe (X-ray Imaging Polarimetry Explorer).

Bei ARIEL handelt es sich um einen Satelliten, der mithilfe eines Ein-Meter-Teleskops rund 1000 Sterne mit extrasolaren Planeten anvisieren und das Licht dieser Systeme mithilfe

eines Infrarotspektrometers genauer untersuchen wird. Auf diese Weise soll die chemische Zusammensetzung der Planetenatmosphären genau bestimmt werden. Besonders stehen dabei Planeten im Fokus, die ihren Zentralstern in vergleichsweise geringem Abstand umrunden. Durch die hohen Temperaturen kann hier nämlich die Atmosphärenchemie besonders gut untersucht werden: Moleküle zirkulieren in der Atmosphäre und sinken nicht so leicht in tiefere Schichten ab oder bilden Wolken, die einen Blick behindern würden. Auch dürften in solchen heißen Atmosphären Moleküle aus tieferen Atmosphärenschichten nach oben aufsteigen, so dass sie von ARIEL entdeckt werden können. Von diesen Daten erhoffen sich die Wissenschaftler Aufschluss über den Aufbau und die Entstehungsgeschichte der fernen Welten.

ARIEL soll dabei nicht nur nach Spuren bekannter Atmosphärenbestandteile suchen, wie etwa nach Wasserdampf, Kohlendioxid oder Methan, sondern auch exotische metallische Verbindungen nachweisen können, durch die sich ein Zusammenhang zur chemischen Zusammensetzung des Zentralsterns herstellen lässt. Für einige Planeten soll

ARIEL zudem die Wolkensysteme des Planeten untersuchen und saisonale und auch tägliche Veränderungen der Atmosphäre verfolgen.

Da die Mission gerade erst ausgewählt wurde, muss sie nun in einer detaillierten Studie genauer beschrieben und ausgearbeitet werden. Auf dieser Grundlage wird dann – vermutlich im Jahr 2020 – von der ESA endgültig entschieden, ob die Mission realisiert wird.

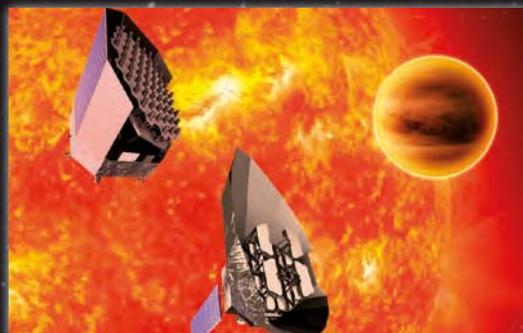
DATEN	
Name	Atmospheric Remote sensing Infrared Exoplanet Large survey mission
Weltraumagentur	ESA
Start	Mitte 2028
Trägerrakete	Ariane 6
Missionsdauer	4 Jahre (Minimum)
Umlaufbahn	Lagrange-Punkt L2
Instrumente	Cassegrain-Teleskop mit elliptischen Hauptspiegel (1,1m×0,7m), Infrarot-Spektrometer
Missionsziel	Spektroskopie der Atmosphären von Exoplaneten

PLATO - die Suche nach der zweiten Erde

Mit der im Jahr 2014 von der ESA ausgewählten und 2017 zur Realisierung freigegebenen Mission »Planetary Transits and Oscillations of stars« (PLATO) soll explizit nach einer »zweiten Erde« gefahndet werden, also nach einem Planeten, der sowohl von Größe und Beschaffenheit, als auch von seinem Ab-

stand zum Zentralstern der Erde ähnlich ist. Auch PLATO wird zur Planetensuche die Transitmethode verwenden, soll dabei aber bis zu zwei Jahre auf denselben Himmelsausschnitt blicken. So lassen sich auch Planeten entdecken, die tatsächlich in einer ähnlichen Konfiguration um ihren Zentralstern kreisen wie die Erde. Um von unserem Heimatplaneten drei Transits beobachten und damit einigermaßen sicher sein zu können, dass man es hier tatsächlich mit einem Transit eines Planeten zu tun hat, müsste man im günstigsten Fall das System mindestens zwei Jahre beobachten.

Mit Plato soll außerdem die seismische Aktivität von Sternen untersucht werden, wodurch eine genaue Charakterisierung des Zentralgestirns jedes entdeckten Planeten, einschließlich Masse, Radius und Alter ermöglicht werden soll. Gemeinsam mit bodengestützten Beobachtungen der Radi-



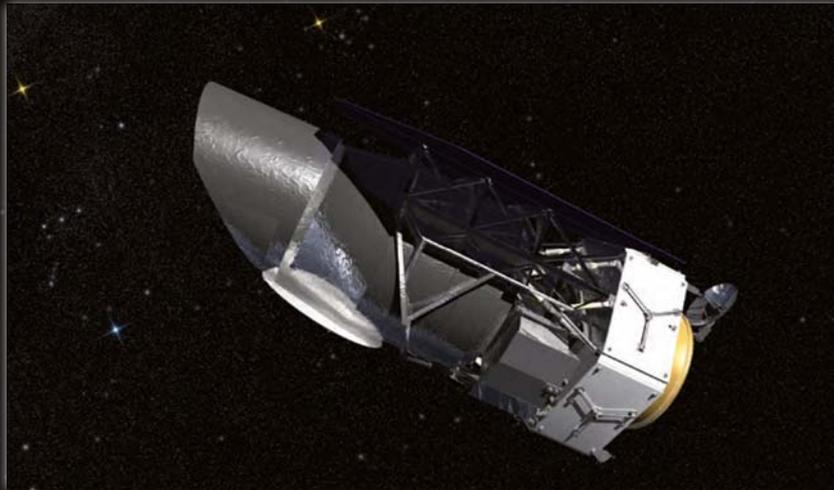
▲ Abb. 4: Zwei der vorgeschlagenen Konzepte für den PLATO-Satelliten.

algeschwindigkeit der extrasolaren Planeten (vgl. Im Detail) werden die Messungen von Plato die Berechnung von Masse und Radius eines Planeten und somit von dessen Dichte erlauben, was Rückschlüsse auf seine Zusammensetzung zulässt.

Die Instrumentierung von PLATO besteht hauptsächlich aus 26 Teleskopen, von denen zwei eine besonders schnelle Reaktionszeit haben. Die Teleskope haben eine Öffnung von zwölf Zentimetern und sollen zusammen einen sehr großen Bereich des Himmels erfassen können.

DATEN	
Name	Planetary Transits and Oscillations of stars
Weltraumagentur	ESA
Start	2026
Trägerrakete	Sojus
Missionsdauer	4 Jahre (Minimum)
Umlaufbahn	Lagrange-Punkt L2
Instrumente	26 Weitwinkel-Kameras
Missionsziel	Aufspüren einer zweiten Erde, Charakterisierung von extrasolaren Planeten und ihrer Zentralsterne

WFIRST - Exoplaneten und Dunkle Energie



NASA Goddard Space Flight Center/Conceptual Image Lab

▲ Abb. 5: WFIRST soll extrasolare Planeten abbilden und durch die Beobachtung entfernter Supernova-Explosionen auch Daten zur Dunklen Energie liefern.

Das »Wide Field Infrared Survey Telescope« (WFIRST) sollte eigentlich das nächste große astrophysikalische Observatorium sein, das die NASA nach Start des James Web Space Telescope, ins All bringt. Ziel von WFIRST ist es, große Bereiche des Himmels im nahen Infrarot zu erfassen und dabei auch Objekte aufzuspüren, die man dann mit James Webb detaillierter untersuchen kann. WFIRST soll über einen 2,4 Meter durchmessenden Hauptspiegel verfügen, eine Kamera zur großflächigen Durchmusterung des Himmels sowie über einen Koronographen, mit dem das helle Licht eines einzelnen Sterns ausgeblendet werden kann, so dass das schwächere Licht der um ihn

kreisenden Planeten sichtbar wird. Auf diese Weise soll es möglich werden, detaillierte Informationen über die Zusammensetzung der Planetenatmosphären zu gewinnen. Mithilfe des Microlensing-Effekts soll das Teleskop auch über 2000 Planeten aufspüren (vgl. Im Detail).

Neben der Suche nach Planeten und ihrer genaueren Analyse wird WFIRST auch die Distanz von Tausenden entfernten Supernova-Explosionen messen und damit Daten bereitstellen, die Informationen über die beschleunigte Expansion des Universums liefern.

Das Infrarotteleskop gilt unter amerikanischen Astronomen als wichtigste astrophysikalische Mission der NASA im nächsten Jahrzehnt. Ob WFIRST allerdings auch tatsächlich realisiert wird, ist gegenwärtig ungewiss. Wegen Kürzungen im Bereich Astrophysik im NASA-Haushalt droht die komplette Streichung. Aktuell nimmt die NASA eine Neubewertung der Mission vor.

DATEN	
Name	Wide Field InfraRed Survey Telescope
Weltraumagentur	NASA
Start	Mitte der 2020er
Trägerrakete	Delta 4 Heavy
Missionsdauer	6 Jahre
Umlaufbahn	Lagrange-Punkt L2
Instrumente	2,4-Meter-Teleskop, Kamera und Spektrograph, Koronograph
Missionsziel	Exoplaneten-Suche durch Microlensing, direkte Abbildung von Exoplaneten, Beobachtungen zur Erforschung der Dunklen Energie

IM DETAIL

Wie Exoplaneten gesucht werden

Die meisten Welten um andere Sonnen wurden bislang mit zwei Verfahren entdeckt – mit der **Radialgeschwindigkeitsmethode** und der Transitmethode: Bei der Radialgeschwindigkeitsmethode sucht man nicht direkt nach dem Planeten, sondern fahndet nach einem leichten Wackeln seines Zentralsterns, das durch den umlaufenden Planeten entsteht. Dieses Wackeln lässt sich im Spektrum des Sterns nachweisen. Mit diesem Verfahren wurden die ersten extrasolaren Planeten um sonnenähnliche Sterne entdeckt.

Bei der **Transitmethode** sucht man nach Planeten, die – von der Erde aus betrachtet – direkt vor ihrer Sonne vorbeiziehen. Dies sorgt für eine leichte Verdunkelung des Sterns, die man messen kann. Wiederholt sich diese Verdunkelung in regelmäßigen Abständen, könnte dies auf einen Planeten hindeuten. Wie stark die Helligkeit des Sterns abnimmt, verrät zudem etwas über die Größe des vorbeiziehenden Planeten.

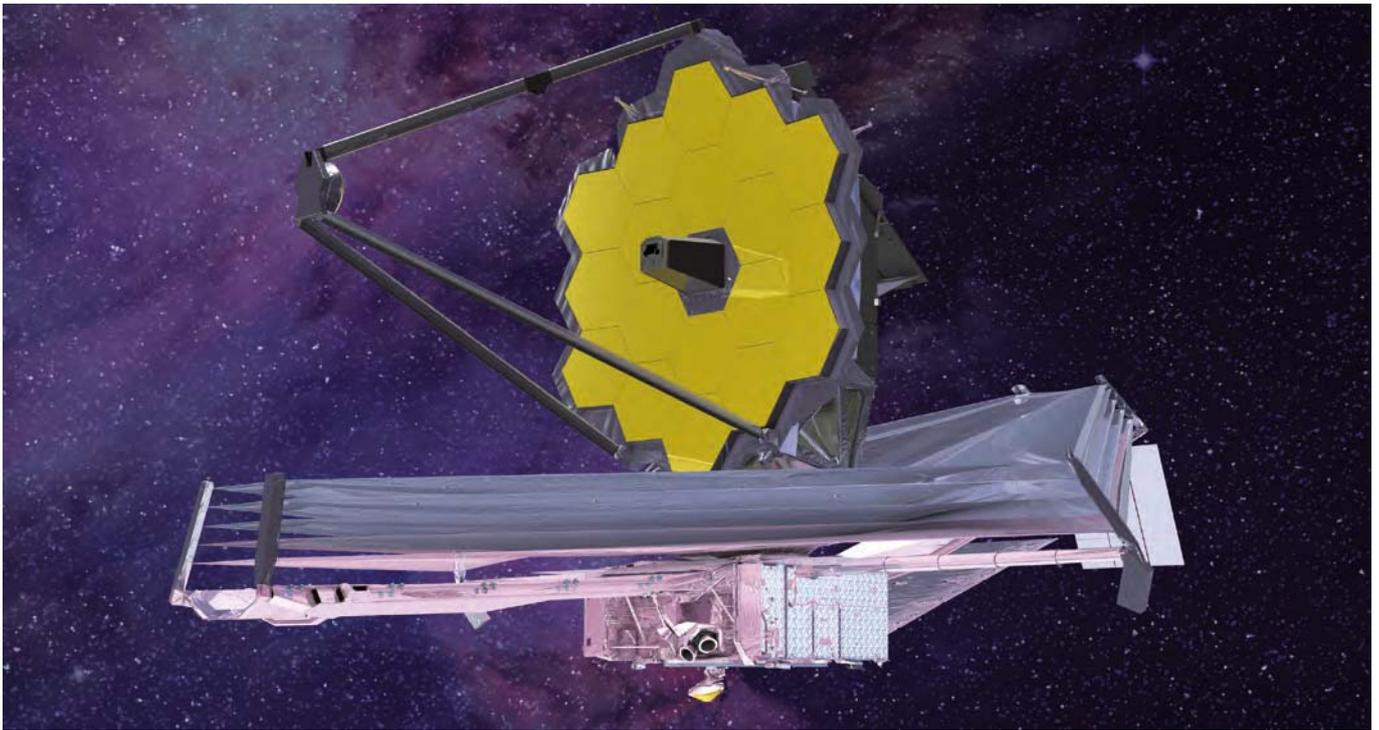
Ein weiteres Verfahren schließlich ist die **Microlensing-Methode**. Sie macht sich einen Effekt zunutze, der auf Einsteins Relativitätstheorie basiert: Das Licht eines Sterns kann durch einen Vordergrundstern verstärkt werden, der gerade durch die Sichtlinie zwischen uns und dem beobachteten Stern läuft. Umkreist den Stern in der Sichtlinie ein Planet, kann dies zu einer kurzzeitigen zusätzlichen Verstärkung führen. Mit dieser Methode lassen sich auch sehr kleine Planeten aufspüren. Allerdings sind Folgebeobachtungen kaum möglich, da man den Stern, der für den Effekt verantwortlich ist, nur in den seltensten Fällen entdecken kann. Diese Methode kann aber wichtige Daten über die Häufigkeit von Planeten liefern.

SURFTIPPS

- TESS
- CHEOPS
- ARIEL
- PLATO
- WFIRST

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a15027

Hintergrundbild: Künstlerische Darstellung des Systems um TRAPPIST-1.



▲ Abb. 1: So soll es einmal aussehen. Nach den derzeitigen Planungen wird James Webb allerdings frühestens im Jahr 2020 seine Beobachtungen aufnehmen können.

JAMES WEBB MUSS WEITER WARTEN

Start des Hubble-Nachfolgers verzögert sich bis ins Jahr 2020.

Das James Webb Space Telescope, der offizielle Nachfolger des erfolgreichen und beliebten Weltraumteleskops Hubble, ist ein Projekt, das manche inzwischen an die Hamburger Elbphilharmonie oder den Berliner Großflughafen erinnern dürfte: Die Fertigstellung von James Webb verzögert sich immer weiter und die Kosten steigen und steigen.

Kosten mehr als verzehnfacht

Nach den ursprünglichen Plänen hätte James Webb inzwischen nämlich schon rund zehn Jahre Beobachtungszeit hinter sich haben sollen – was in etwa der geplanten Missionsdauer entspricht. Doch James Webb befindet sich noch immer in den Fertigungshallen auf der Erde. Aus

den einmal einkalkulierten Kosten von rund einer halbe Milliarde US-Dollar sind inzwischen rund zehn Milliarden US-Dollar geworden – darin enthalten sind auch die Betriebskosten sowie die Beiträge der europäischen Weltraumagentur ESA und der kanadischen Raumfahrtbehörde. Die ESA stellt für den Start eine Ariane-5-Rakete zur Verfügung.

Zuletzt war der Starttermin für James Webb vom Herbst 2018 auf das Frühjahr 2019 verschoben worden, Ende März teilte die NASA dann mit, dass auch dieser Termin wegen einer Reihe von technischen Schwierigkeiten und »vermeidbaren Fehlern« nicht zu halten sein wird. Nun ist das Frühjahr 2020 als Starttermin im Gespräch.

Das könnte allerdings ein Problem werden: Die längere Entwicklungszeit ist nämlich eventuell mit einer weiteren Kostensteigerung verbunden, so dass die Gesamtkosten auf amerikanischer Seite die magische Grenze von acht Milliarden US-Dollar zu überschreiten drohen, die der US-Kongress dem Projekt gesetzt hatte. Wenn dies passiert, ist eine erneute Zustimmung des Kongresses notwendig.

Nachfolger mit anderem Schwerpunkt

Das James Webb Space Telescope ist zwar der offizielle Nachfolger des Weltraumteles-

kops Hubble, allerdings nicht im Sinne eines verbesserten Hubble-Teleskops: Es wird andere Beobachtungsschwerpunkte haben. Das Teleskop und seine Instrumente wurden besonders auf die Beobachtung im Infraroten ausgelegt sein, um die Strahlung ferner Galaxien analysieren oder Wolken kosmischen Staubs durchdringen zu können, die beispielsweise junge Sterne umgeben.

Anders als Hubble wird James Webb nicht auf einer Erdumlaufbahn platziert, sondern in einem 1,5 Millionen Kilometer von der Umlaufbahn der Erde um die Sonne entfernten Orbit, am sogenannten Lagrange-Punkt L2. Das Teleskop und seine Instrumente werden dort, geschützt durch einen riesigen Sonnenschirm von der Größe eines Tennisplatzes, auf Temperaturen unter -233 Grad Celsius gekühlt. James Webb verfügt über einen segmentierten Hauptspiegel mit einem Durchmesser von insgesamt 6,5 Metern. Dieser Spiegel leitet die Lichtstrahlen an vier komplexe wissenschaftliche Instrumente weiter. ▶ Stefan Deiters



▲ Abb. 2: Der Hauptspiegel von James Webb in einem Reinraum des Goddard Space Flight Center im vergangenen Jahr.

SURFTIPPS

- James Webb Space Telescope

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a15028

AMATEUR VERFOLGTE BEGINN EINER SUPERNOVA

Bei einem Kameratest nimmt ein argentinischer Amateurastronom den Beginn einer Supernova-Explosion auf

Beim Testen einer Kamera an seinem 40cm-Teleskop war der argentinische Amateurastronom Víctor Buso im September 2016 durch einen unglaublichen Zufall direkt dabei, als in der Galaxie NGC 613 im Sculptor eine Supernova des Typs IIb ausbrach, also ein massereicher Stern kollabierte. Das erste Aufleuchten der SN 2016gkg, als die Stoßwellen aus der Hülle des Sterns herausbrach, hat er unbeabsichtigt in einer langen Serie kurzer Aufnahmen festgehalten, die nun zum besseren Verständnis dieser kosmischen Explosionen beitragen: Diese allerersten Momente einer Supernova waren nämlich noch nie beobachtet worden. Auf den ersten Bildern Busos war noch nichts zu sehen, dann machte er 45 Minuten Pause – und als er wieder fotografierte, war da eine neue Quelle mit anfangs etwa 19^m, die aber mit 1,7 Größenklassen pro Stunde heller wurde.

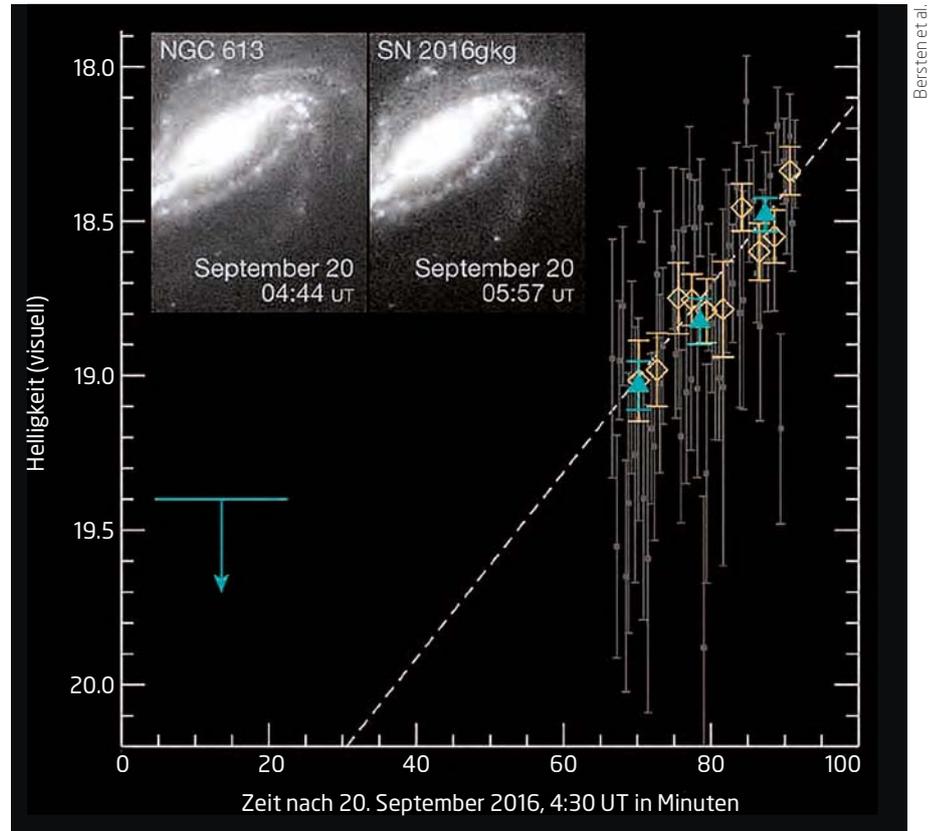
Noch nie zuvor beobachtet

Die Einzelbelichtungen waren nur 20 Sekunden lang (da Busos Sternwarte mitten in der Millionenstadt Rosario steht, die den Himmel stark aufhellt) und sind daher sehr verrauscht: Für die Auswertung wurden jeweils mehrere Bilder aufaddiert und dann die Helligkeit bestimmt. Da Buso die Sternexplosion sofort entdeckt und umgehend die Fachwelt alarmiert hatte, begannen bereits nach weniger als einem Tag intensive Beobachtungen mit größeren Teleskopen in vielen Wellenlängen, so dass auch die weitere Lichtkurve gut abgedeckt ist.

Insbesondere das erste Maximum – hier strahlt die Explosionswolke drei Tage lang während des Abkühlens – ist dank der raschen Entdeckung so gut beobachtet worden wie nur selten. Insgesamt beschreibt ein hydrodynamisches Modell die gesamte Lichtkurve der Supernova ganz gut, erst Busos Phase mit der ausbrechenden Stoßwelle, dann die Kühlphase und schließlich eine viel spätere dritte durch radioaktive Heizung.

Normale Kernkollaps-Supernova

Es handelte sich demnach um eine ziemlich normale Kernkollaps-Supernova – und außer dem Stoßwellen-Ausbruch gibt es keine plausible Erklärung für den steilen Helligkeitsanstieg auf Busos Bildern. Im Röntgen- und UV-Bereich sollte er wesentlich heller sein, aber ein schwä-



▲ Abb. 1: Zwei Fotos Busos vor und nach dem Beginn der Supernova 2016gkg (oben) und ihre Lichtkurve aus seiner Bilderserie. Die ziemlich verrauschten Einzelmessungen wurden auch zu je 5-6 (Rauten) bzw. 17-21 (Dreiecke) addiert, um die Anstiegsrate der Helligkeit besser erkennen zu können.



▲ Abb. 2: Víctor Buso mit seinem 40cm-Newton-Teleskop im argentinischen Rosario.

cheres Signal im Optischen war auch vorhergesagt worden: Nun ist es also zum ersten Mal gesehen worden - und fordert zu noch besserer Modellierung heraus, denn es sollte eigentlich noch steiler sein.

Dass diese Beobachtungen durch Zufall einem Amateurastronomen gelangen, ist dabei kein Wunder: Es gibt einfach zu viele Galaxien

am Himmel, als dass bisherige Himmelsüberwachungen der Profiastronomie eine große Chance hatten, solch ein rasantes Ereignis zu erwischen. Das dürfte sich aber ändern, wenn die Zwicky Transient Facility ab diesem Frühjahr und erst recht später das Large Synoptic Survey Telescope pausenlos und empfindlich den Himmel abtasten werden. ▶ Daniel Fischer

Bersten et al.

Nature

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

► Abb. 1: Das Extremely Large Telescope der ESO ist ein wahrer Teleskopgigant, der 2024 an den Start gehen soll.

IST GRÖßER WIRKLICH IMMER BESSER?

Größer, teurer, langwieriger – die gegenwärtige beobachtende Astronomie ist gekennzeichnet von teuren und aufwendigen Projekten. Muss das sein? Wohin soll das noch führen? Oder gibt es Alternativen?

Optische Teleskope sind in den letzten hundert Jahren etwa viermal größer geworden. Der Hundertzöller am Mount Wilson hatte noch rund 2,5 Meter Objektivdurchmesser; moderne Großteleskope wie die Keck-Teleskope auf Hawaii oder das Gran Telescopio Canarias auf den Kanarischen Inseln haben die Zehn-Meter-Marke geknackt. Deutlich größere Teleskope sind bereits in der Planung.

Seit den 1960er Jahren ist es durch die Raumfahrt möglich, mit Raketen satellitengestützte Teleskope in Erdumlaufbahnen zu schießen. Dort oben verschmieren atmosphärische Turbulenzen die Bilder nicht mehr, so dass das Weltraumteleskop Hubble (HST) gestochen scharfe Bilder liefert – obwohl der Hauptspiegel verglichen mit den modernen, irdischen Kolossen mit 2,4 Metern Durchmesser nicht unbedingt groß ist. Außerdem sind außerhalb der Erdatmosphäre im Prinzip alle Wellenlängenbereiche des elektromagnetischen Spektrums zugänglich, so dass über unseren Köpfen Infrarot-, Röntgen- und Gammateleskope kreisen.

Das HST ist wohl das erfolgreichste Teleskop aller Zeiten, sein Einfluss auf Gesellschaft und Wissenschaft unerreicht. Viele »Hubble-Bilder« sind legendär. Allerdings zahlen die Betreiber dafür einen hohen Preis: Bei Weltraumteleskopen kommen schnell Milliardenbeträge zusammen, um das Teleskop zu entwickeln, ins All zu bringen und über Jahre zu betreiben.

Das liebe Geld

Die enormen Kosten kann kaum ein einzelnes Land stemmen. Daher werden diese Großprojekte multinational finanziert. In der öffentlichen Wahrnehmung ist das HST US-amerikanisch, und es ist vielen nicht bekannt, dass es ein Gemeinschaftsprojekt von den US-amerikanischen und europäischen Weltraumorganisationen NASA und ESA ist.

Hinsichtlich des Kostenvolumens befindet sich die moderne Astronomie in guter Gesellschaft zu Teilchenbeschleunigern wie dem Large Hadron Collider am CERN. Es geht hierbei immer um mehrere Milliarden Euro.

Typischerweise sind die Großinstrumente Prototypen am Limit des technisch Machbaren. Die Technologien müssen zunächst er-

forscht, entwickelt und getestet werden. Dann folgt der üblicherweise lange Zyklus des Baus, bis meist nach Jahren das »First Light« auf den Spiegel fällt. Großprojekte sind nicht nur teuer, sondern auch langwierig.

Wenn ein Astronom Beobachtungszeit erhalten möchte, muss sich sein Heimatland oder Institut per Kofinanzierung einkaufen. Ansonsten muss er sich mit einem kleinen Stück der Beobachtungszeit begnügen oder kommt später zum Zuge.

Warum eigentlich Riesenteleskope?

Unabhängig von der Wellenlänge gilt für alle Teleskope: Je größer der Hauptspiegel (»Öffnung«), desto schärfer und heller wird das Bild. Ein solches Teleskop kann noch winzige Strukturen am Himmel auflösen. Und es kann auch noch tiefer ins All zu noch weiter entfernten Objekten schauen. »Think Big« ist also absolut notwendig, um zu noch entfernteren Bereichen des Universums vorzudringen. Dieser Trend wird daher weitergehen, bis technische Grenzen erreicht sind.

Die kommenden Großprojekte

Die Astronomen haben bereits noch größere Projekte in der Planung: Die ESO will mit dem

Femilab Visual Media Services



► Abb. 2: Das relativ kleine, robotische 2,5-Meter-Teleskop des Sloan Digital Sky Surveys (SDSS) am Apache-Point-Observatorium in New Mexico, USA.

Extremely Large Telescope (ELT) einen 39-Meter-Spiegel in der Atacama-Wüste voraussichtlich 2024 in Betrieb nehmen. Die Bauarbeiten haben schon begonnen. Die Amerikaner planen ein ähnliches Riesenteleskop auf Hawaii, allerdings etwas kleiner: das Thirty Metre Telescope (TMT) hat 30 Meter Spiegeldurchmesser. 2013 nahm die ESO ihr letztes Milliarden-schweres Projekt in Chile in Betrieb: das Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) besteht aus 66 einzelnen Radioschüsseln, das so gut auflösen kann wie eine einzelne Schüssel mit 14 Kilometern Durchmesser! Neben diesen Großprojekten der bodengebundenen Astronomie drängen die Weltraumforscher auch mit Satelliten-Astronomie voran: Nach Weltraumteleskopen wie Chandra (Röntgenbereich, NASA), Herschel (Infrarot, ESA), Integral (Gammastrahlung, ESA) oder Planck (Mikrowellenhintergrund, ESA) startete jüngst die Astrometrie-Mission Gaia von der ESA, die rund eine Milliarde Sterne der Milchstraße genau kartieren wird. 2034 will die ESA sogar Gravitationswellen im All messen, mit der gigantischen Laser Interferometer Space Antenna (LISA). Alle diese Projekte sind wissenschaftlich bestens motiviert und versprechen Durchbrüche.

Wollen wir das?

Oft werden aber kritische Stimmen laut, denen diese Ausgaben für die Grundlagen-

forschung zu hoch sind. Meines Erachtens ist das nicht berechtigt. Denn vergleicht man die meist einstelligen Milliardenbeträge mit den zwei- und dreistelligen Milliardenbeträge im Energiesektor, in nationalen Verteidigungshaushalten, in Rettungsprogrammen für Banken oder für EU-Länder oder den Summen im Weltfußball, so relativiert sich doch vieles. Grundlagenforschung ist eine Facette menschlichen Handelns und eine unerlässliche dazu, sorgen ihre Erkenntnisse doch für die Innovationen von morgen. Nicht zu vergessen: Tausende werden in den Projekten natur-, ingenieurwissenschaftlich und technisch ausgebildet. Fachpersonal wird überall gebraucht. Daher: Ja, das wollen und brauchen wir.

Klein und fein geht es auch

Zuletzt noch zwei Gegenbeispiele, dass Spitzenforschung auch ohne Großprojekte betrieben wird. Die ESO und weitere Partner betreiben auf dem Berg La Silla in Chile noch ältere und kleinere Teleskope. Am 3,6-Meter-Teleskop ist das Instrument HARPS angeflanscht, das mit unübertroffener Präzision Exoplaneten aufspüren kann. Noch viel bekannter dürfte die Bilder vom Sloan Digital Sky Survey (SDSS) sein. Die Beobertungskampagne wird von den USA, Japan, Korea, Deutschland sowie der Alfred P. Sloan Stiftung finanziert. Das extra dafür gebaute 2,5-Meter-Teleskop am Apache-Point-Observatorium in New Me-

f
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](https://www.facebook.com/oc1m.de/fb)

▶
SURFTIPPS

- Extremely Large Telescope
- SDSS-Teleskop

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a15031](https://www.facebook.com/oc1m.de/a15031)

xico ist relativ klein und wird robotisch betrieben. Es scannte etwa ein Viertel des Himmels ab, um eine Datenbank von Hundert Millionen Himmelsobjekten aufzubauen. Damit wird kosmologische Spitzenforschung betrieben. Und jeder kann mithilfe von Freeware wie »Google Sky« die Objekte bestaunen. Es geht also auch billiger. ▶ Andreas Müller

Astro-ABC: N wie Neutronenstern

Massereiche Sterne haben es am Ende ihres Lebens schwer – im wahrsten Sinne! Jene, die nach dem Ende ihrer Kernfusion noch zwischen ca. 1,4 und drei Sonnenmassen »wiegen«, stürzen in einen Zustand geradezu unvorstellbarer Dichte zusammen. Genau genommen sind es die Kerne von Sternen – Überreste einer Supernova-Explosion, die unter ihrer Schwerkraft kollabieren. Dabei reagieren die Elektronen mit den Protonen des Atomkerns, es entsteht eine Art ultrakompakter Neutronenbrei. Da ein Atom aus einem dichten Kern, den Elektronen und praktisch »viel Leere« besteht, kann man sich ausmalen, um welche Größenordnung das Gebilde zusammengedrückt werden kann. In diesem Zustand passt ein Stern von etwa zwei Sonnenmassen in eine Kugel mit einem Durchmesser von 20 Kilometern! Abenteuer-Astronomie-Autor Andreas Müller hat in Heft 12 zur Dichte einen schönen Vergleich gebracht:

Man stelle sich das Gewicht sämtlicher Autos auf der Erde im Volumen eines Zuckerwürfels vor! Ist der Vorgängerstern noch massereicher, können übrigens nicht einmal die dicht gepackten Neutronen den Gravitationskollaps stoppen, die Masse wird sozusagen ins Bodenlose kontrahieren – ein Schwarzes Loch entsteht. Neutronensterne

haben ein extrem starkes Magnetfeld. Oft ist es gegen ihre Drehachse geneigt. Das führt zur Abgabe starker Radiostrahlung in zwei leuchturmartige Kegel. Solche Radiosignale schnell rotierender Neutronensterne, auch Pulsare genannt, wurden erstmals 1967 entdeckt. ▶ Paul Hombach

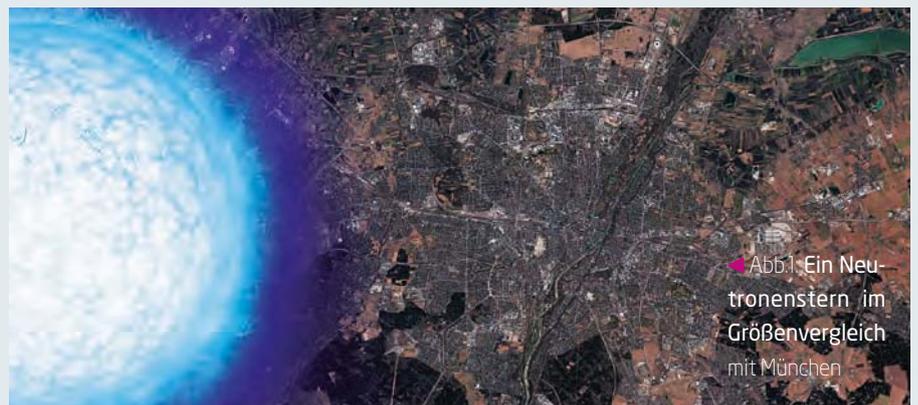
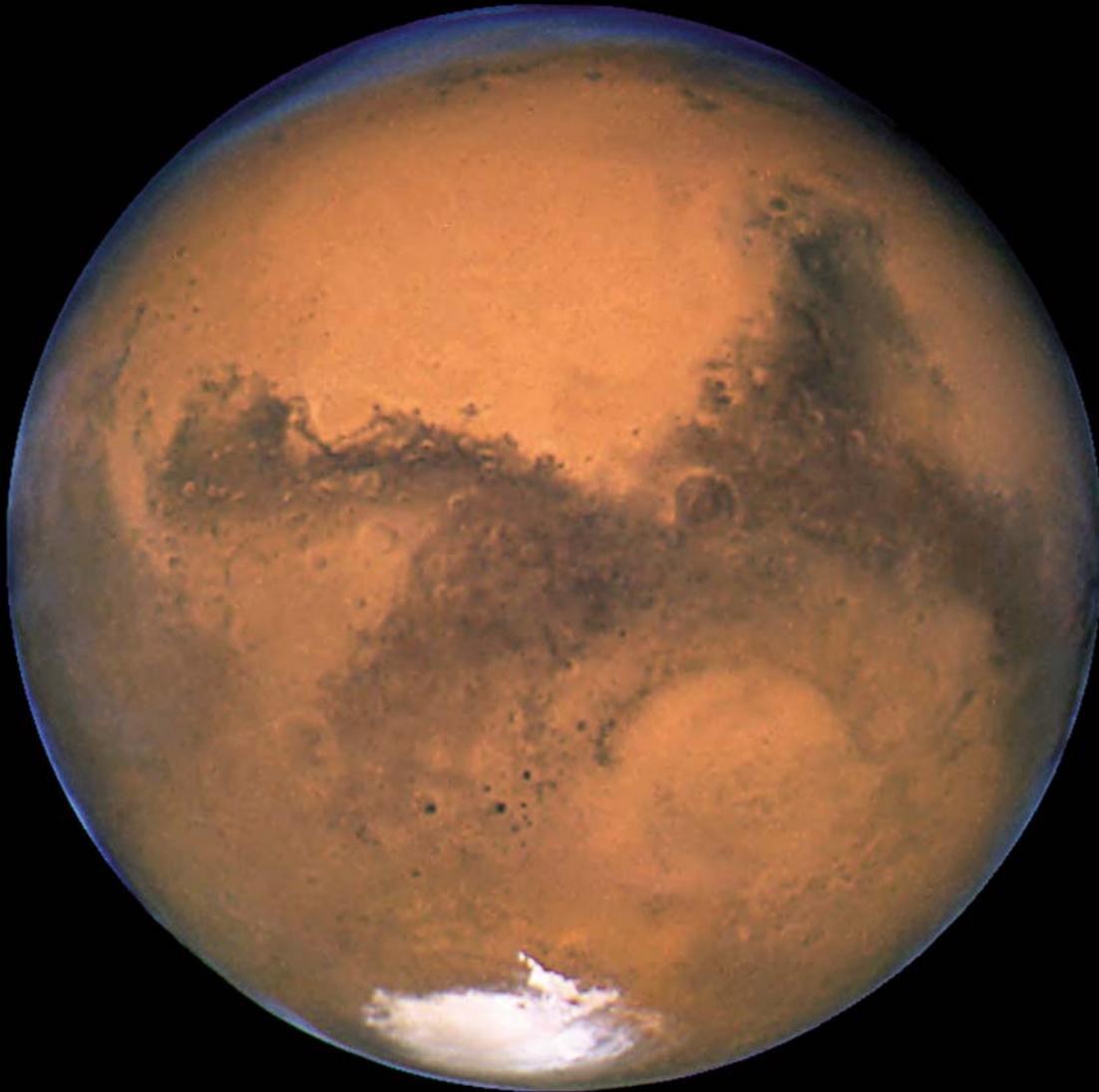


Abb. 1: Ein Neutronenstern im Größenvergleich mit München

ESO/ESRI World Imagery, L. Calçada

ROTER PLANET TIEF ÜBER DEM SÜDHORIZONT

Mars in erdnahe Opposition am 27. Juli



Hubble Space Telescope/NASA/ESA

▲ Abb. 1: Mars kurz vor seiner Rekord-Opposition 2003

Erinnern Sie sich noch an die Marsopposition vom 28. August 2003, als der Rote Planet der Erde so nah wie seit 60.000 Jahren nicht mehr kam? Damals war der Andrang bei den Sternwarten groß. Jeder wollte den Rekord-Mars im Teleskop sehen. Der scheinbare Durchmesser des Planeten betrug damals 25,1", diesmal werden es maximal 24,3". Ganz ehrlich: Könnten Sie im Teleskop den winzigen Unterschied erkennen? Die Marsopposition 2018 steht der von 2003 also kaum nach, mit einem Unterschied: Mars leuchtet leider noch deutlich tiefer über dem Südhorizont als damals.

Marsoppositionen sind nur etwa alle zwei Jahre zu beobachten. Im Schnitt alle 780 Tage wird unser äußerer Nachbarplanet von der Erde auf der Innenbahn überholt. Wegen seiner elliptischen Bahn kommt Mars bei diesen Überholmanövern der Erde sehr unterschiedlich nah. Im ungünstigsten Fall bleibt die Minimaldistanz bei 101 Millionen Kilometern. 2018 steht Mars zur Oppositionszeit im sonnennahen Teil seiner Bahn. Seine größte Erdnähe wird mit 57,6 Millionen Kilometern am 31. Juli erreicht. Für Beobachter auf der Nordhalbkugel besteht ein unglücklicher Zusammenhang zwischen großem Durchmes-

ser des Planetenscheibchens und südlicher Stellung. Günstige Oppositionen fallen in die Sommermonate, wenn Mars tief am Himmel steht. 2018 steht der Rote Planet zur Opposition an der Grenze der Sternbilder Schütze und Steinbock, etwa dort, wo sich die Sonne Mitte Januar befindet. Gegen 1:30 MESZ erreicht er für 50° Nord und 10° Ost nur 14,5° Maximalhöhe. Mars wird zur Opposition -2^m8 hell. Das ist heller als Jupiter. Dem bloßen Auge erscheint ein so heller Mars eher weiß als rötlich. Bei einer Vergrößerung von ca. 75× sieht Mars dann so groß aus wie der Vollmond mit bloßen Auge. ► Paul Hombach

Eine schwierige Mondfinsternis

Die totale Mondfinsternis in der Abenddämmerung des 27. Juli 2017

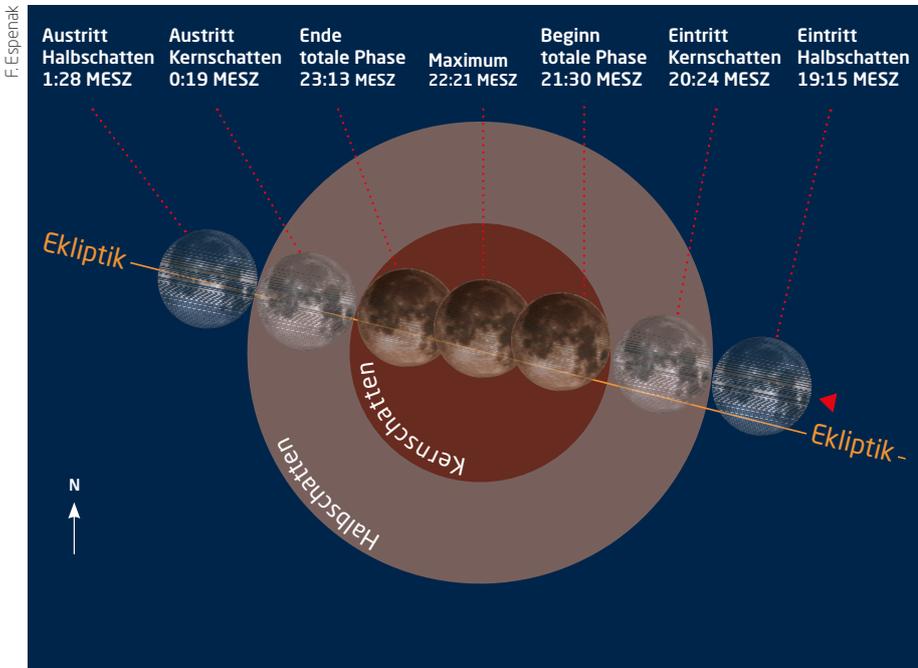
Totale Mondfinsternisse in Europa sind noch bis Ende des kommenden Jahrzehnts sehr dünn gesät, und erst Ende 2029 wird es wieder eine hoch an dunklem Himmel zu sehen geben. Daher ist auch die sommerliche »MoFi« in der Nacht vom 27. zum 28. Juli willkommen, deren Totalität von 21:30 bis 23:13 MESZ dauert: Wenn sie endet, steht der Mond je nach Ort im deutschen Sprachraum erst zwischen 10 und 18 Grad hoch am Himmel, und die Abenddämmerung endet just dann – wenn sie dies denn überhaupt tut.

Wenn der Mond um 20:24 MESZ den Kernschatten der Erde berührt, ist er im ganzen deutschen Sprachraum noch nicht aufgegangen, und

die Sonne steht noch am Himmel. Sonnenunter- und Mondaufgang ereignen sich je nach Ort mitten in der partiellen Phase. Die Totalität ist glücklicherweise mit einer Stunde und 43 Minuten ziemlich lang, da der Mond nahezu zentral durch den Kernschatten der Erde zieht: Deswegen wird man auch überall im deutschen Sprachraum zumindest etwas davon mitbekommen.

Voraussetzung ist allerdings ein freier Horizont nach Südosten, denn hoch am Himmel steigt der verdunkelte Mond nirgends. Zur Mitte der Totalität um 22:21 MESZ steht er selbst im bevorzugten Wien nur 13°, in Bonn noch 10° und in Hamburg nur 6° hoch.

► Daniel Fischer



▲ Abb. 3: Die totale Mondfinsternis in der Nacht 27. auf den 28. Juli 2018.

Ringplanet begegnet vollem Mond

Saturnopposition am 27. Juni

Der Saturn, der zweitgrößte Gasplanet des Sonnensystems, stand zur Opposition schon deutlich günstiger am Himmel und erreicht in diesem Jahr gerade einmal eine Höhe von 15 Grad über dem Horizont – viel ist das nicht. Seine Helligkeit zur Opposition beträgt 0^m und der Ringplanet befindet sich im Sternbild Schütze. Mit dieser Helligkeit liegt er über den durchschnittlichen Oppositionswerten. Der scheinbare Durchmesser am Himmel beträgt 18,4 Bogensekunden. Auch die Ringe des Planeten sind mit einem Winkel von 26 Grad maximal zu uns geneigt. Schade also, dass die üb-

rigen Bedingungen nicht stimmen. Anfänger bekommen in diesem Jahr allerdings prominente Hilfe beim Aufspüren des Planeten: In der Nacht vom 27. auf den 28. Juni nähert sich der volle Mond dem Saturn auf nur 1,1 Grad an. Der Vollmond selbst hat am Himmel einen Durchmesser von etwa einem halben Grad, so dass Saturn und Erdtrabant etwas mehr als der doppelte Vollmonddurchmesser trennt. In den folgenden Tagen entfernt sich der Mond dann wieder vom Ringplaneten, wird aber zumindest in der folgenden Nacht noch in relativer Nähe zu sehen sein.

► Stefan Deiters

Astronomische Ereignisse im April 2018/Mai 2018			
6.6.	4:02	MESZ	Merkur: obere Konjunktion
6.6.	20:32	MESZ	Mond: Letztes Viertel
9.6.	1:44	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -7,365°)
10.6.	18:43	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,675°)
13.6.	21:43	MESZ	Neumond
16.6.	21:33	MESZ	(9) Metis in Opposition (9, ^m 7)
19.6.	22:15	MESZ	(4) Vesta in Opposition (5, ^m 3)
20.6.	12:51	MESZ	Mond: Erstes Viertel
21.6.	12:07	MESZ	Sommersonnenwende
21.6.	18:37	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 6,738°)
23.6.	9:47	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,747°)
23.06	22:06	MESZ	Mond: Goldener Henkel bei Mond sichtbar zwischen 20:06 und 3:12
27.6.	15	MESZ	Saturn Opposition (0, ^m 0)
28.6.	4:55	MESZ	Mond 1,1° NE Saturn
28.6.	6:53	MESZ	Vollmond
28.6.	23:54	MESZ	Mond bedeckt Manubrij (3, ^m 8), Bedeckung am hellen Rand, Austritt am dunklen Rand um 0:57
4.7.	4:35	MESZ	Mond bedeckt ψ1 Aqr (4, ^m 2), Bedeckung am hellen Rand, Austritt am dunklen Rand um 5:23
6.7.	9:51	MESZ	Mond Letztes Viertel
6.7.	18:47	MESZ	Erde im Aphel
7.7.	4:54	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -7,648°)
8.7.	2:01	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,799°)
10.7.	7:04	MESZ	Venus (-4, ^m 1) nur 59' W α Leo (1, ^m 4, sichtbar am Abend)
12.7.	7:29	MESZ	Merkur (0, ^m 4) größte Elongation Ost (26,4°), Abendhimmel
13.7.	4:48	MESZ	Neumond
14.7.	21:43	MESZ	Mond 2,3° NE Merkur
17.7.			Perseiden aktiv bis 24.8.
19.7.	19:08	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,525°)
19.7.	21:52	MESZ	Mond Erstes Viertel
20.7.	14:20	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,839°)
27.7.	7:13	MESZ	Mars Opposition (2, ^m 8)
27.7.	22:20	MESZ	Vollmond
27.7.	22:21	MESZ	Totale Mondfinsternis (Finsternismitte)

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

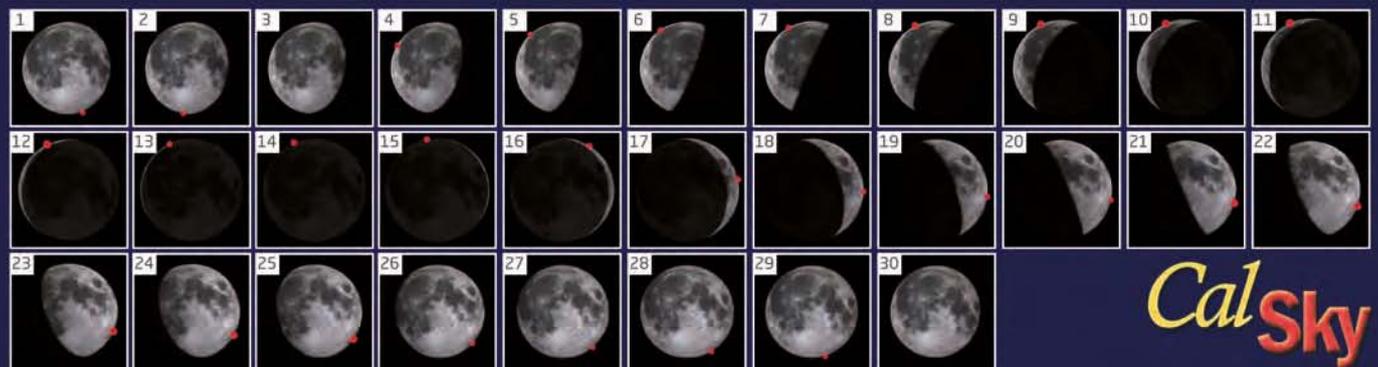
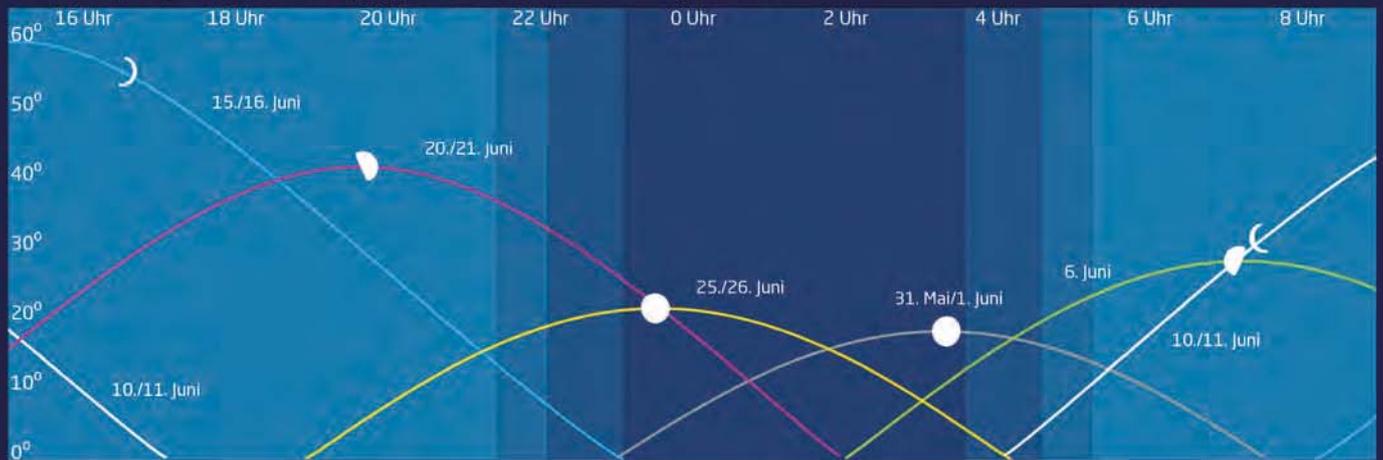


▲ Abb. 2: Blick auf Saturn kurz vor der Opposition im Jahr 2017. Thomas Erzinger

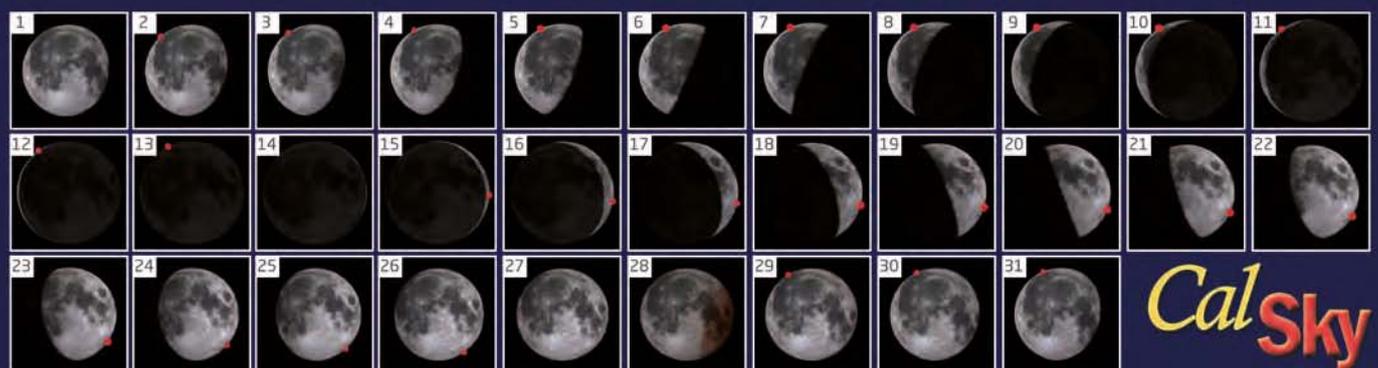
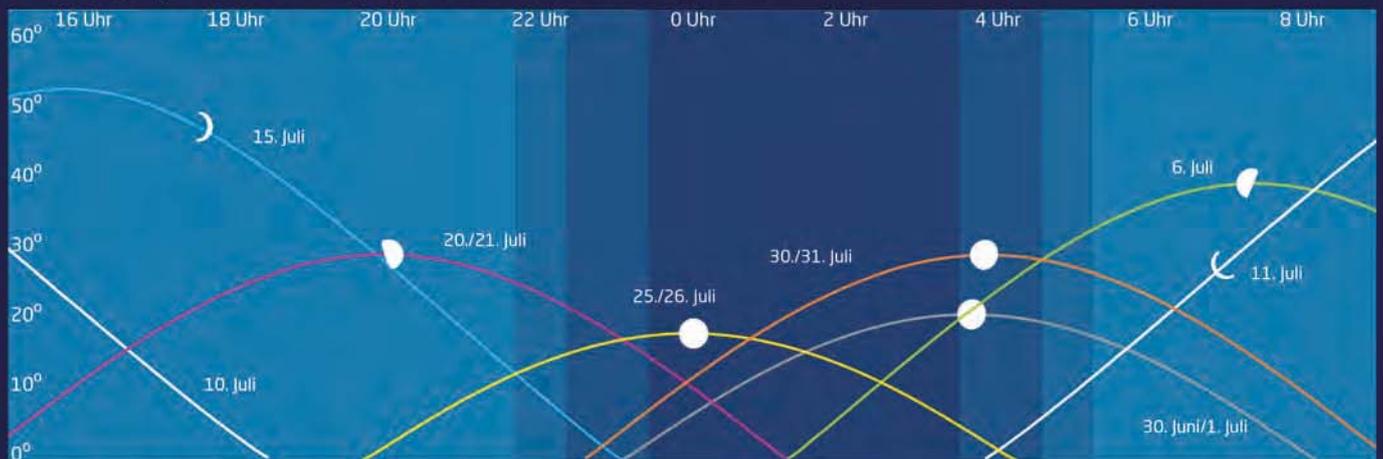
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Der Mond im Juni/Juli

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



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

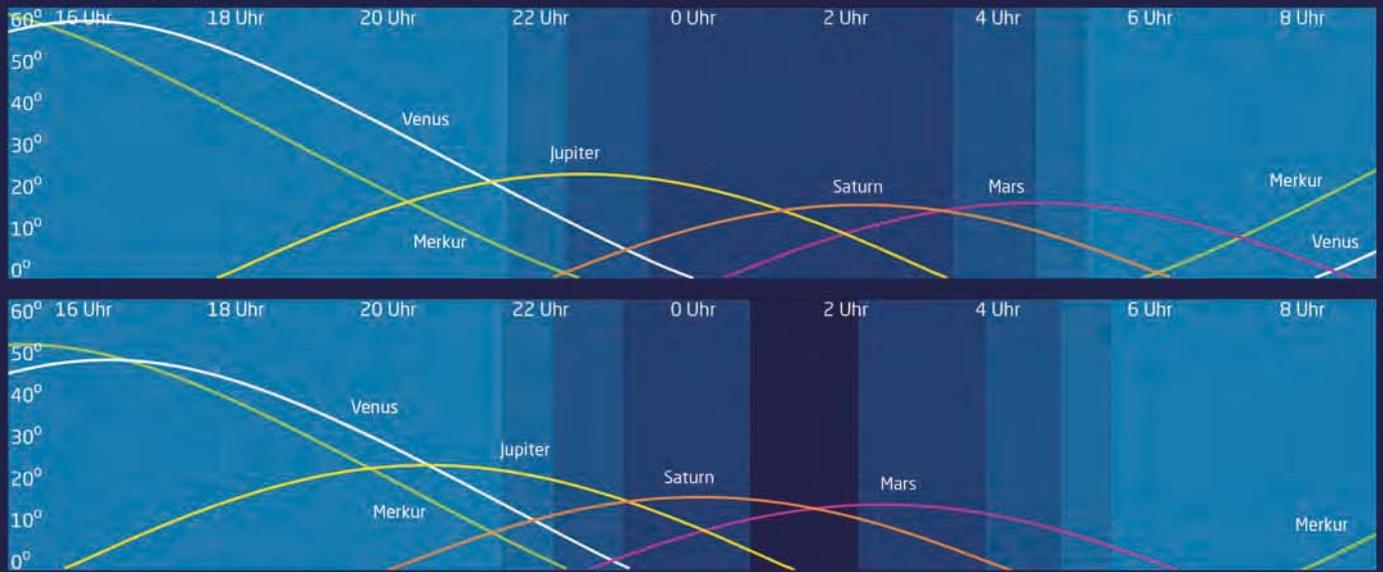


Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform www.CalSky.com erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

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

Die Planeten im Juni/Juli

Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Juni (oben) und Juli (unten) 2018



Planeten: Bahnen im Juni und Juli 2018



Planeten: Anblick im Fernrohr im Juni und Juli 2018

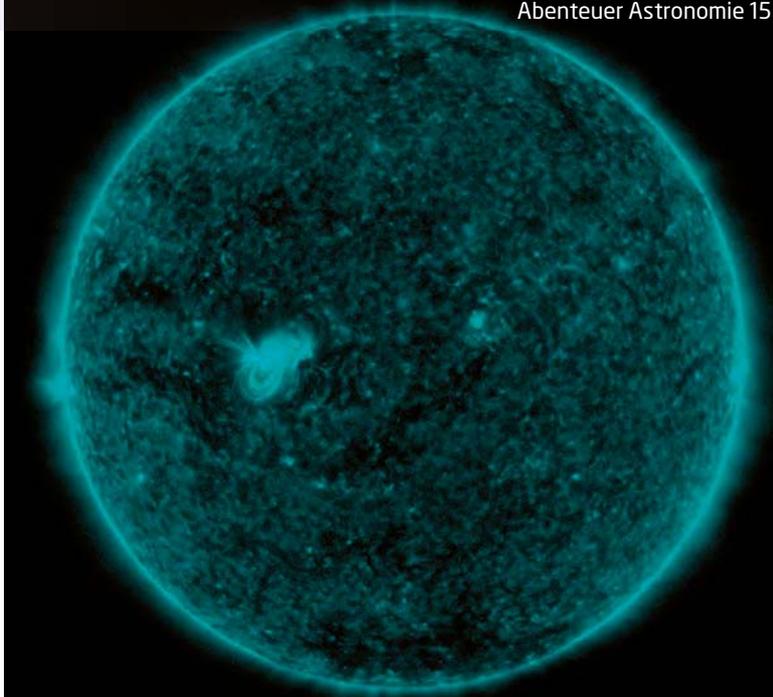


Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Sonne aktuell: C-Flares und ein Massenauswurf

An der niedrigen Sonnenaktivität hat sich in den ersten beiden Monaten des Jahres 2018 nichts geändert. Im Januar konnten nur fünf, im Februar sogar nur drei neue Fleckengruppen gesichtet werden. Darunter eine, die zu den »größten« seit November gerechnet werden darf. Gleichzeitig ist die Zahl der fleckenfreien Tage im Januar auf 15 und im Februar auf 12 leicht zurückgegangen. Ein wirklicher Wiederanstieg der Aktivität verbirgt sich aber nicht hinter den Daten, nur die Anzahl der kleinen A- und B-Gruppen ist leicht angestiegen.

Der »Langlebigkeit« von gerade mal zwei Gruppen ist es zu verdanken, dass die fleckenfreien Tagen nicht noch mehr wurden. Die erste war die AR (1)2696, die erstmals am 14. Januar als B-Gruppe am Ostrand erschienen war. Sie erreichte zwischenzeitlich die Waldmeierklasse C, war aber schon am 20. Januar wieder verschwunden. Deutlich länger hielt sich die AR (1)2699, die ab dem 4. Februar zu beobachten war, über die über mehrere Tage hinweg der Waldmeierklasse D zugeordnet werden konnte und die erst am 16. Februar wieder um den Westrand aus den Augen irdischer Beobachter verschwand. Sie hatte die halbe Rotation zwar überlebt und konnte ab dem 3. März als schwaches Flaregebiet im H α -Licht wieder gesehen werden, doch war das Magnetfeld inzwischen so schwach geworden, dass es keinen Fleck mehr ausbildete.



▲ Abb. 1: Aufnahme des Solar Dynamics Observatory in der Chromosphäre bei einer Wellenlänge von 131 Angström vom 9. Februar 2018 mit einer verwirbelten Struktur während eines der wenigen Flares.

Überhaupt zeigte sich in der ganzen Zeit nie mehr als ein Fleck gleichzeitig auf der Sonne. Nur während der Sichtbarkeit der AR (1)2699 konnten im H α -Licht insgesamt sechs C-Flares und nur ein einziger koronaler Massenauswurf gesichtet werden, der aber nicht erdwärts gerichtet war. Aus ihnen entstanden kleinere geomagnetische Stürme, die zu keinen nennenswerten Polarlichtern in Deutschland führten. Gleichzeitig ist die H α -Relativzahl in diesem Jahr erstmals unter die »100er-Marke« gesunken.

Die Vorhersagen für das Hauptminimum etwa um das Jahr 2020 herum haben sich in den vergangenen Monaten kaum verändert. Erstaunlich ist aber, dass die aktuelle Aktivitätsentwicklung schon jetzt hinter diesen ohnehin geringen

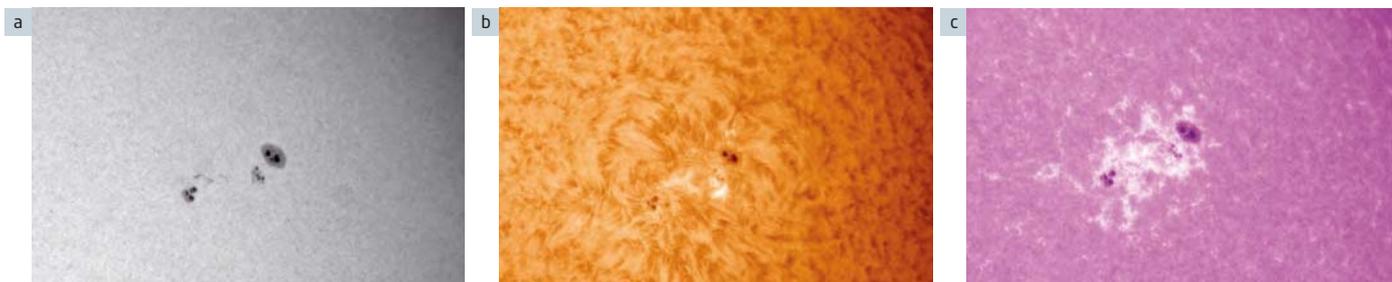
Erwartungen deutlich zurückbleibt. Was das für ein Nebenminimum oder das Hauptminimum bedeutet, darüber kann man derzeit nur spekulieren. Eine fundierte Aussage hinsichtlich der Aktivitätsentwicklung im laufenden und im kommenden Jahr ist (noch) nicht möglich.

► Manfred Holl

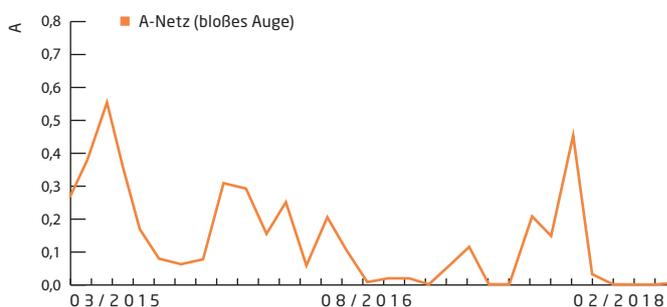
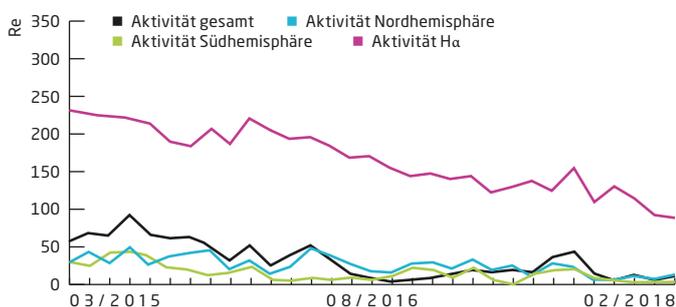
SURFTIPPS

- Vorhersage Sonnenaktivität (NASA)
- Aktuelle Sonnenaktivität (NASA)
- Aktueller Radioflussindex

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a15036](https://oc1m.de/a15036)



▲ Abb. 2: Sonnenfleckengruppe AR (1)2699 am 13.2.2018 im Weißlicht (a) mit Baader Safety Herschel-Prisma und Solar-Continuum-Filter, im H α -Licht (b) mit Coronado Solarmax 90 und im Kalzium-Licht (c) mit Lunt CaK-Modul; jeweils am Takahashi TOA-130. Ullrich Dittler



Kometen aktuell: Ein prominenter Schweifstern taucht auf

Nach der Flaute heller Kometen in der ersten Jahreshälfte 2018 werden die kommenden Sommermonate für Kometenbeobachter wieder deutlich interessanter. Im Juni stehen allerdings noch keine Schweifsterne heller als 10^m an unserem mitteleuropäischen Himmel. Der **Komet C/2016 M1 (PANSTARRS)** mit einer Helligkeit von 10^m kann noch von südlicheren Breiten aus in geringer Horizonthöhe im Schützen und in der Südlichen Krone aufgefunden werden. Anfang Juli taucht der zunächst noch 11^m helle kurzperiodische Komet **21P/Giacobini-Zinner** an unserem Himmel auf. Der Komet, der eine Umlaufzeit von 6,62 Jahren besitzt, wurde am 20. Dezember 1900 von Michel Giacobini in Nizza entdeckt. Im Jahr 1907 wurde die Wiederkehr des Kometen erwartet, allerdings nicht beobachtet. Am 23. Oktober 1913 fand dann Ernst Zinner von Bamberg aus einen unbekanntem Kometen,



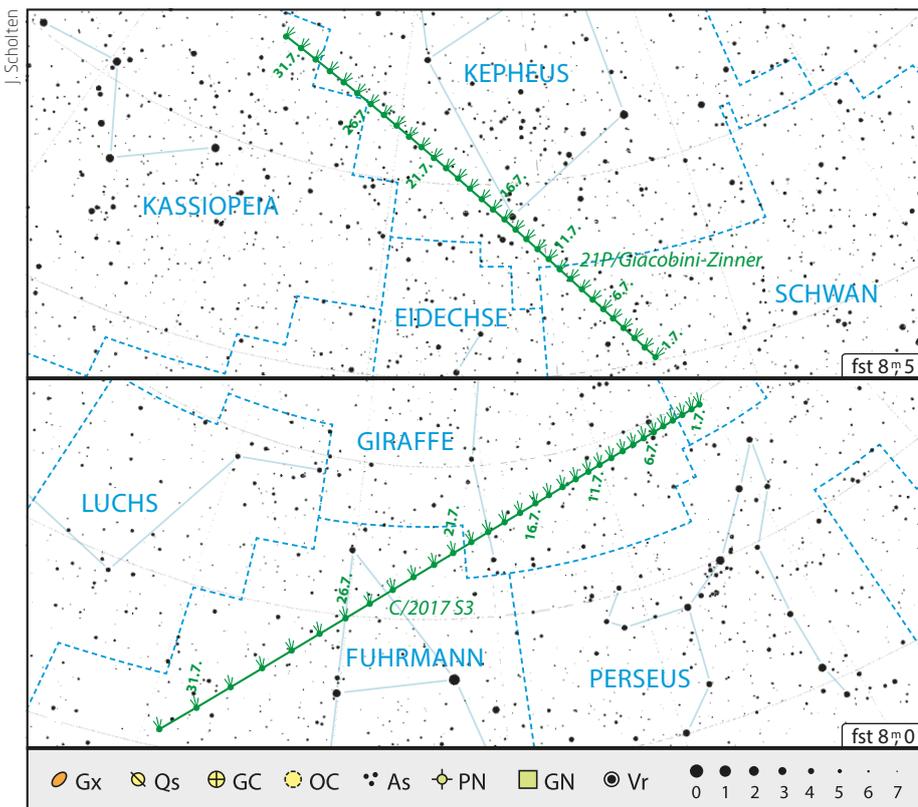
▲ Abb. 1: Einer der wenigen Kometen des Frühlingshimmels: C/2016 R2 (PANSTARRS, unten links) in der Nähe des Kaliforniennebels (oben mittig, angeschnitten). *Norbert Mrozek*

der, wie sich später herausstellte, mit Giacobini-Komet von 1900 identisch war.

21P/Giacobini-Zinner, der auch Ursprungskörper des Draconiden Meteorstroms im Oktober ist, wird im Laufe des Monats schnell heller und kann dann bereits ab Mitte Juli mit rund 10^m in großer Höhe im Osten in kleinen bis mittleren Teleskopen beobachtet werden. Die beste Zeit ist gegen Mitternacht bis kurz vor Beginn der Morgendämmerung, so dass auch gut dem Mond ausgewichen werden kann. Der Komet steht

dann sehr hoch am Himmel in der Nähe des Zenits. Die Bahn von Giacobini-Zinner führt mitten durch Sommermilchstraße durch die Sternbilder Schwan, Kepheus und Kassiopeia schnell in Richtung Norden. Bis Ende Juli steigert der Komet seine Helligkeit auf voraussichtlich 9^m.

Dagegen gestaltet sich die Beobachtung des am 23. September 2017 vom Pan-STARRS-1-Teleskops auf dem Haleakala in Hawaii entdeckten Kometen **C/2017 S3 (PANSTARRS)** in seinem kurzen Sichtbarkeitsfenster deutlich schwieriger. Trotz seiner starken Bahnneigung von fast 100 Grad ergibt sich keine gute Sichtbarkeit für die Nord- und Südhalbkugel der Erde. Komet PANSTARRS kann ab Mitte Juli ab Mitternacht in gut 20 Grad Höhe im Sternbild Giraffe, dicht über dem Nordhorizont, aufgesucht werden. Im letzten Julidrittel steigert der Komet seine Helligkeit sehr schnell auf voraussichtlich 8^m bis 7^m. In dieser Zeit wandert er durch den Fuhrmann und sollte für Ferngläser und kleine Teleskope erreichbar sein. ► Andreas Schnabel



▲ Abb. 2: Aufsuchkarten für die Kometen 21P/Giacobini-Zinner und C/2017 S3 (PANSTARRS).

SURFTIPPS

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

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a15037](https://oc1m.de/a15037)

Kometen im April/Mai 2018					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	Helligkeit
21P/Giacobini-Zinner	20.12.1900	10.9.2018 (1,01 AE)	11.8.2018 (0,39 AE)	Juli bis November 2018	11 ^m – 9 ^m
C/2016 M1 (PANSTARRS)	22.6.2016	10.8.2018 (2,21 AE)	24.6.2018 (1,29 AE)	April bis Juni 2018	10 ^m .5 – 9 ^m .5
C/2017 S3 (PANSTARRS)	23.9.2017	15.8.2018 (0,21 AE)	06.8.2018 (0,76 AE)	Juli bis Anfang August 2018	11 ^m – 6 ^m

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

Planeten aktuell: Merkurs Oberfläche



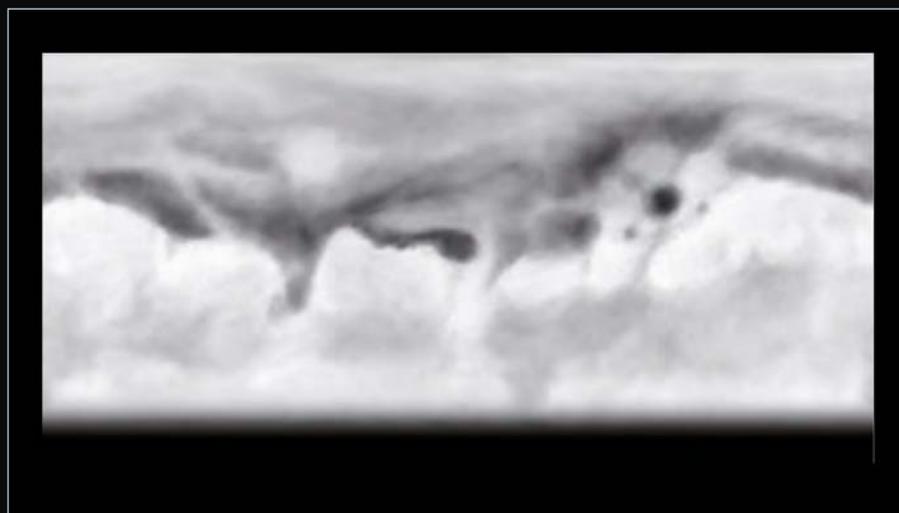
P. Hombach

▲ Abb. 1: Merkur (rechts oben) und Venus in der Abenddämmerung am 5.3.2018.

Seit Februar ist Venus wieder in der Rolle des Abendsterns zu sehen. Im März gesellte sich Merkur dazu. Bei seiner besten Abendsichtbarkeit des Jahres konnte der innerste Planet leicht in der Dämmerung gesehen werden. Zehn Tage nach Merkurs oberer Konjunktion nutze Rudolf Hillebrecht die Gelegenheit, den noch rundlich erscheinenden kleinen Planeten im Teleskop am Taghimmel zu beobachten. Dabei ließen sich, ebenso wie am 5. März, auf dem nur knapp 6" großen Planetenscheibchen sogar Details fotografieren. Zum Monatswechsel Juni/Juli 2018 wird Merkur wieder am Abendhimmel erscheinen. Allerdings fällt seine Sichtbarkeit dann eher bescheiden aus.

Zwei helle Abendsterne

In den ersten Junitagen geht Venus im Sternbild Zwillinge erst gegen Mitternacht unter. Es ist der Höhepunkt ihrer Abendsichtbarkeit. Zwar wächst ihr Winkelabstand zur Sonne bis August weiter, doch Venus wandert südwärts. Daher werden die Sichtverhältnisse wieder schlechter. Ende Juli geht sie schon anderthalb Stunden nach der Sonne unter. Jupiter ist nach seiner Opposition im Mai am Sommerhimmel gut zu beobachten. So ist zu hoffen, dass er von Sternfreunden in hiesigen Breiten jetzt häufiger beobachtet wird. Mitte Juni steht der Riesenplanet eine Stunde nach Sonnenuntergang genau im Süden.



▲ Abb. 3: Gesamtkarte des Mars 2005 aus sieben Einzelzeichnungen mit einem 100mm Apo-Refraktor. Jörg Mosch

Seitenwechsel in der Südkurve

Anfang April hat Mars den Saturn am Morgenhimmel überholt. Beide Planeten stehen im Sternbild Schütze und damit in der »Südkurve« der Ekliptik. Den ungünstigen Beobachtungsbedingungen entsprechend gingen noch keine Bilder aus dem Leserkreis ein. Saturn steht am 27. Juni in Opposition (vgl. Seite 33). Der Ringplanet hat eine Helligkeit von 0^m und zeigt im Teleskop einen mit 26° noch weit geöffneten Ring. Die geringe Höhe über dem Horizont erschwert allerdings die Beobachtungen.

Vorfreude auf Mars

Mars legt in den kommenden Wochen deutlich an scheinbarem Durchmesser und an Helligkeit zu – die Opposition am 27. Juli naht (vgl. Seite 32). Diese ist mit einem Durchmesser von 24" und -2^m,8 die günstigste



▲ Abb. 2: Merkur am 27.2. 12:39 UT (a) und 5.3. 11:20 UT (b), aufgenommen mit einer ASI224MC und Baader IR-PASS 685 Filter an einem 7" Starfire-APO. Rechts jeweils der Vergleich des simulierten Anblicks mit WinJupos. Rudolf Hillebrecht

te seit 2003. Schon Anfang Juni ist Mars zum Glanzpunkt am Himmel geworden. Doch muss man noch bis eine Stunde nach Mitternacht warten, bevor er aufgeht. Am 26. Juni wird Mars heller als -2^m, dann ist er in den Steinbock gewandert und erscheint um 23:45 MESZ am Südosthorizont. Was auf Mars bereits mit einem guten Teleskop von 10cm Öffnung zu sehen ist, zeigt die Marskarte von 2005, die Jörg Mosch aus sieben einzelnen Zeichnungen erstellt hat. Damals erreichte Mars einen Durchmesser von maximal 20,2" – einen Wert, den der rote Planet diesmal bereits einen Monat vor seiner Opposition übertrifft.

► Paul Hombach

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für Juni/Juli 2018

Sternbild-Streifzüge:
Schlangenträger

Fernglas-Wanderung:
Die Schatzkammer
des Schlangenträgers

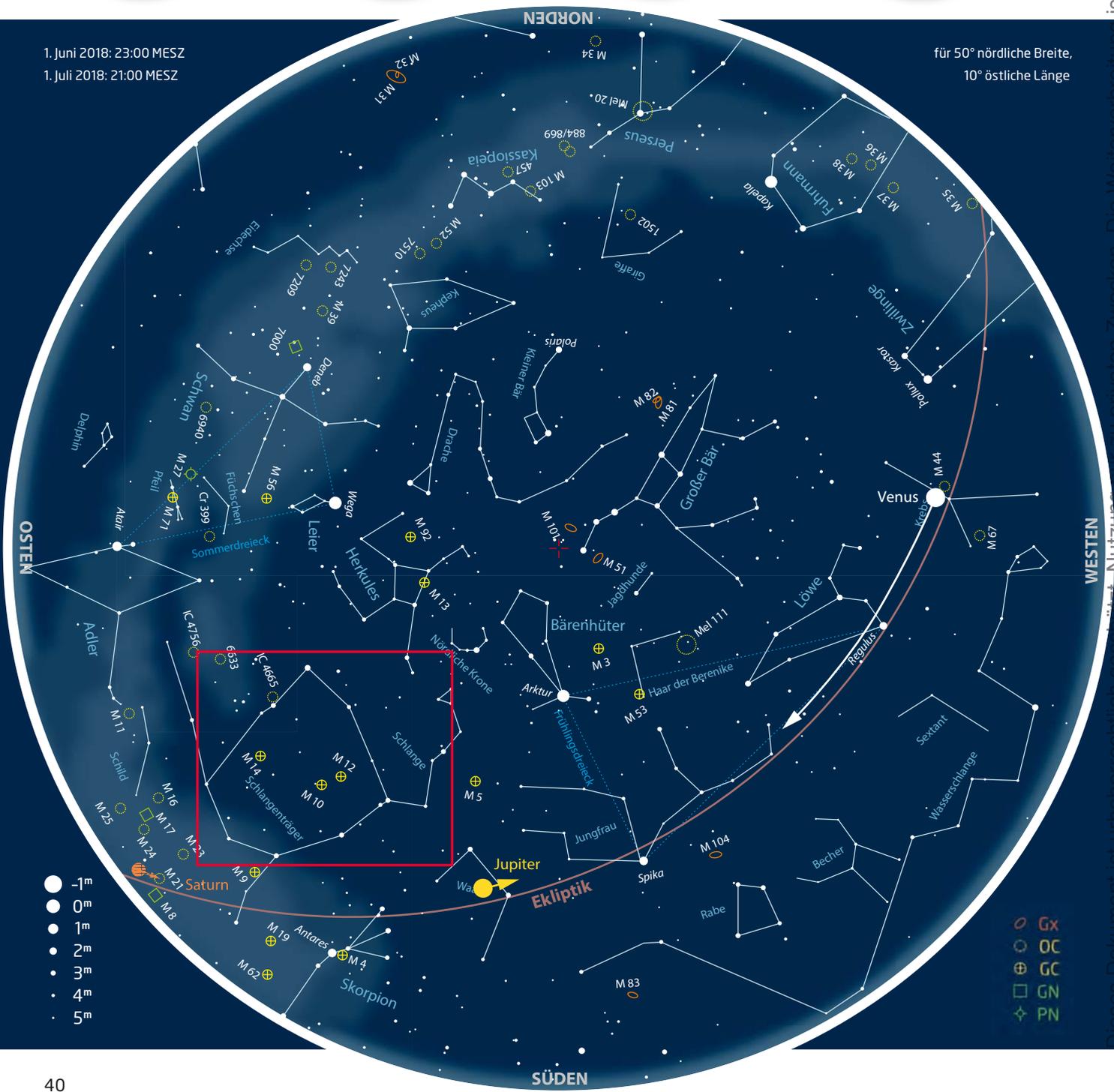
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
M 10 und M 12 - Zwillingen-
paar am Frühsommerhimmel

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
Der Pfeifennebel



1. Juni 2018: 23:00 MESZ
1. Juli 2018: 21:00 MESZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



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

- Gx
- OC
- ⊕ GC
- GN
- ◆ PN

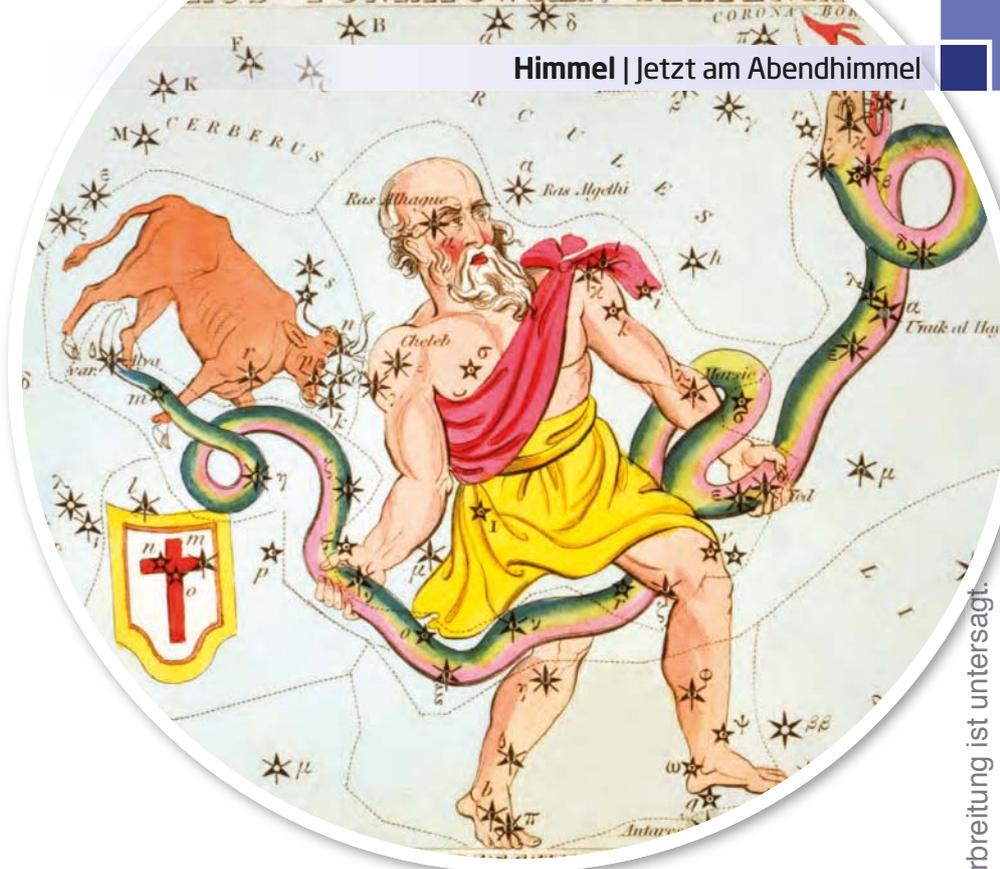
Sternbild-Streifzüge: Schlangenträger

In dem großen Himmelsausschnitt zwischen Herkules und Skorpion befindet sich das ausgedehnte Sternbild des Schlangenträgers. Es ist wenig auffällig und wegen seiner Größe auch kaum markant. Wie alte Sternkarten zeigen, trägt der Schlangenträger tatsächlich im wahrsten Wortsinne eine große Schlange in seinen Händen, wobei die Schlange am Himmel ein eigenes Sternbild darstellt. Der Schlangenträger ist auch unter seinem griechischen Namen Ophiuchus bekannt; früher trug es außerdem eine lateinische Bezeichnung – Serpentarius.

Es ist zugleich das Sternbild, in dem die letzte Supernova unserer Heimatgalaxie beobachtet wurde. Im Oktober 1604 tauchte sie nahe ξ Oph auf, strahlte heller als der hellste Stern und stützte endgültig die (kopernikanischen) Zweifel an der Unveränderlichkeit des Sternhimmels.

Heilkunst im Zeichen der Schlange

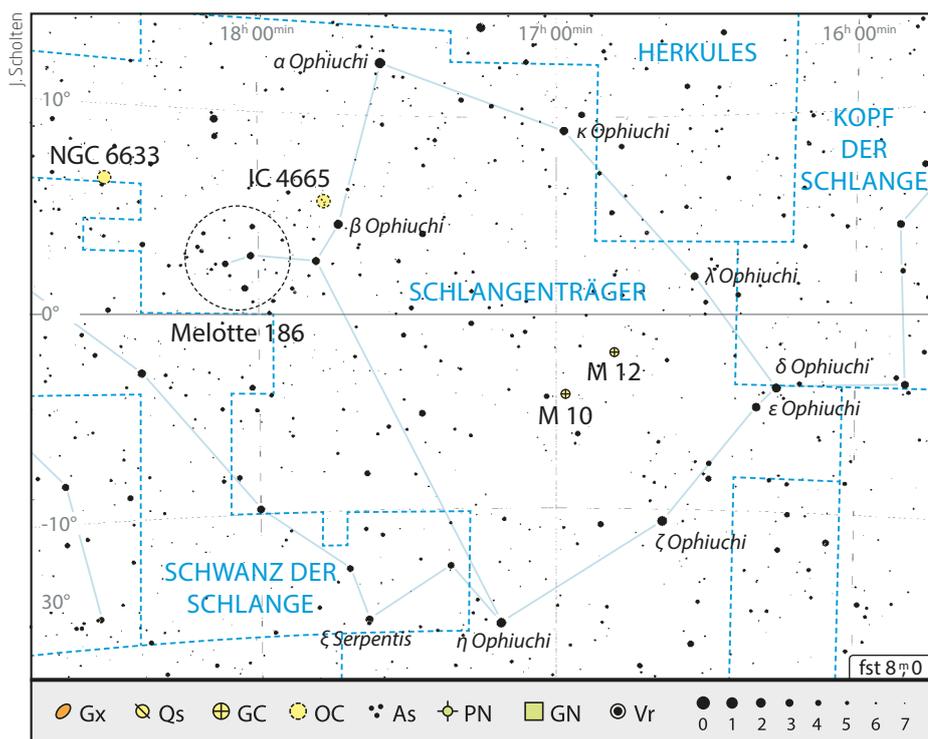
Der Ursprung des Sternbilds lässt sich nicht genau rekonstruieren. Für manche Historiker liegt er bei den babylonischen Himmelsbeobachtern vor rund 3000 Jahren, wobei die Konstellation den Götterkampf zwischen Tiamat und ihrem Enkel Marduk darstellen soll. Dabei schlug Marduk die Urgöttin in Schlangengestalt in zwei Teile und formte so aus Tiamats Leichnam das Antlitz der Erde und den Himmel. So könnte der Schlangenträger den babylonischen Schöpfungsmythos symbolisieren. Nach einer



▲ Abb. 1: Alte Darstellungen zeigen den Schlangenträger zusammen mit dem heute verlorenen Sternbild Stier von Poniatowski.

anderen Interpretation – für Johannes Kepler ist sie sogar die passendste – verbirgt sich dahinter der Trojaner Laokoon, der die List um das trojanische Pferd durchschaute. Doch die Götter schickten zwei Schlangen, die den Vater mit seinen beiden Söhnen erwürgten. Die Ähnlichkeit zwischen der berühmten Laokoon-Skulptur und alten Darstellungen des Schlangenträgers ist verblüffend. Nach der bekanntesten Geschichte stellt das Sternbild den griechischen Gott der

Heilkunst dar. Asklepios (wörtlich »Schlange, die etwas umwindet«) bzw. eingedeutscht Äskulap gelang es sogar einen Toten wieder zum Leben zu erwecken, was Hades im Totenreich nicht gerne sah. Zur Strafe wurde der Heiler mit einem Blitz getötet und unter die Sterne versetzt. Sein Symbol ist ein Stab, der von einer Schlange umwunden wird, und noch heute ist der Äskulapstab das Zeichen für Medizin, Pharmazie, für den Arztberuf und ziert Apothekenschilder.



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

Sternhaufen und ein verlorener Stier

Wie auch andere Sternbilder nahe des galaktischen Zentrums lockt auch Ophiuchus mit besonders vielen Sternhaufen. Allein bei den sieben Messier-Objekten des Sternbilds handelt es sich ausnahmslos um Kugelsternhaufen; M 10 und M 12 sind dabei die hellsten und schon mit einem 100mm-Teleskop auflösbar. Zwei besondere Exemplare unter den Offenen Sternhaufen sind NGC 6633 und IC 4665, da sie unter einem dunklen Himmel schon mit bloßem Auge sichtbar und vor allem schöne Fernglasobjekte sind.

Ebenfalls ein freizügiges Ziel ist eine V-förmige Sterngruppe: der Sternhaufen Melotte 186. Vor rund 240 Jahren sah man hier den Kopf des Sternbildes Stier von Poniatowski. Es entstand zu Ehren des letzten Königs von Polen, geriet aber schon bald in Vergessenheit und zählt darum heute nicht zu den 88 anerkannten Sternbildern. ► Nico Schmidt

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



NASA/GSFC/Arizona State University

umtersagt

▲ Abb.1: Schiller ist mit einem Durchmesser von 70km×180km stark elliptisch.

Mond-Spaziergang: Schräges am Mondrand

Wenn wir den Mond beobachten, sind das bevorzugte Beobachtungsziel die zahlreichen Krater. Sie erscheinen in den unterschiedlichsten Größen und Formen; viele von ihnen sehen oval aus. Tatsächlich sind Mondkrater aber in der Regel von runder Gestalt und lediglich aufgrund der perspektivischen Verzerrung wirken sie mehr oder weniger oval. Eine prominente Ausnahme ist jedoch ein wahrhaftig schräger Einschlag nahe dem Mond-

rand im südwestlichen Quadranten. Mit einer Ausdehnung von 70km×180km ist diese Struktur tatsächlich stark elliptisch – und das kommt nicht von ungefähr.

Gigantischer Schuhabdruck

Die Längsachse des Kraters verläuft in Nordwest-Südost-Richtung. Schiller scheint aus wenigstens zwei »Hauptkratern« zu bestehen, wobei der Durchmesser nach Südosten anwächst. Der Komplex wirkt so wie eine Verbindung von wenigstens zwei Kratern. Man könnte die Form Schillers mit einem überdimensionalen Schuhabdruck vergleichen. In der nordwestlichen Hälfte findet sich ein ebenso ungewöhnlicher Gebirgszug. Dieser erscheint langgestreckt und zweigeteilt.

Einschlag aus flachem Winkel

Im Laufe der Zeit entstanden viele Theorien zur Entstehung von Schil-

ler. In Betracht gezogen wurde ein vulkanischer Ursprung oder der Einschlag von gleich mehreren Himmelskörpern, bei denen sich die Einschläge überlappen und die nachfolgende Überflutung mit Lava die Kraterwälle verschwinden ließ. Heute wird angenommen, dass ein streifender Einschlag mit niedriger Geschwindigkeit in einem Winkel von kleiner als 3° die typische Form des Kraters verursacht hat. Bei diesem Szenario erzeugt ein einzelner Krater eine Reihe von elliptischen und sich überlagernden Vertiefungen. Die längliche Form Schillers konnte bei Versuchen der NASA während der 1970er Jahre reproduziert werden. Bei diesen künstlich erzeugten Kratern entstand sogar wie im »Original« der längliche Gebirgszug. Krater von stark elliptischer Form sind ebenfalls auf dem Mars gefunden worden. Dessen Verursacher könnten Himmelskörper in der Größe der Marsmonde Phobos (27km×22km×19km) und Deimos (15km×12km×11km) sein, die in immer flacher werdenden Umlaufbahnen schließlich auf die Marsoberfläche aufschlugen. So stellt Schiller möglicherweise die Einschlagstelle eines ehemaligen kleinen Trabanten des Mondes dar.

► Lambert Spix



◀ Abb.2 Auffallend ist auch das langgestreckte Gebirge in der nordwestlichen Hälfte des Kraters.

NASA/GSFC/Arizona State University

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken

Fernglas-Wanderung: Die Schatzkammer des Schlangenträgers

Das riesige Sternbild Ophiuchus oder Schlangenträger ist vor allem für seine Messier-Kugelsternhaufen bekannt, besitzt aber an seinem östlichen Rand eine Reihe von Juwelen für Fernglasbeobachter. Kein Wunder, denn hier streift die Konstellation das schimmernde Band der Sommermilchstraße.

Im Grenzgebiet

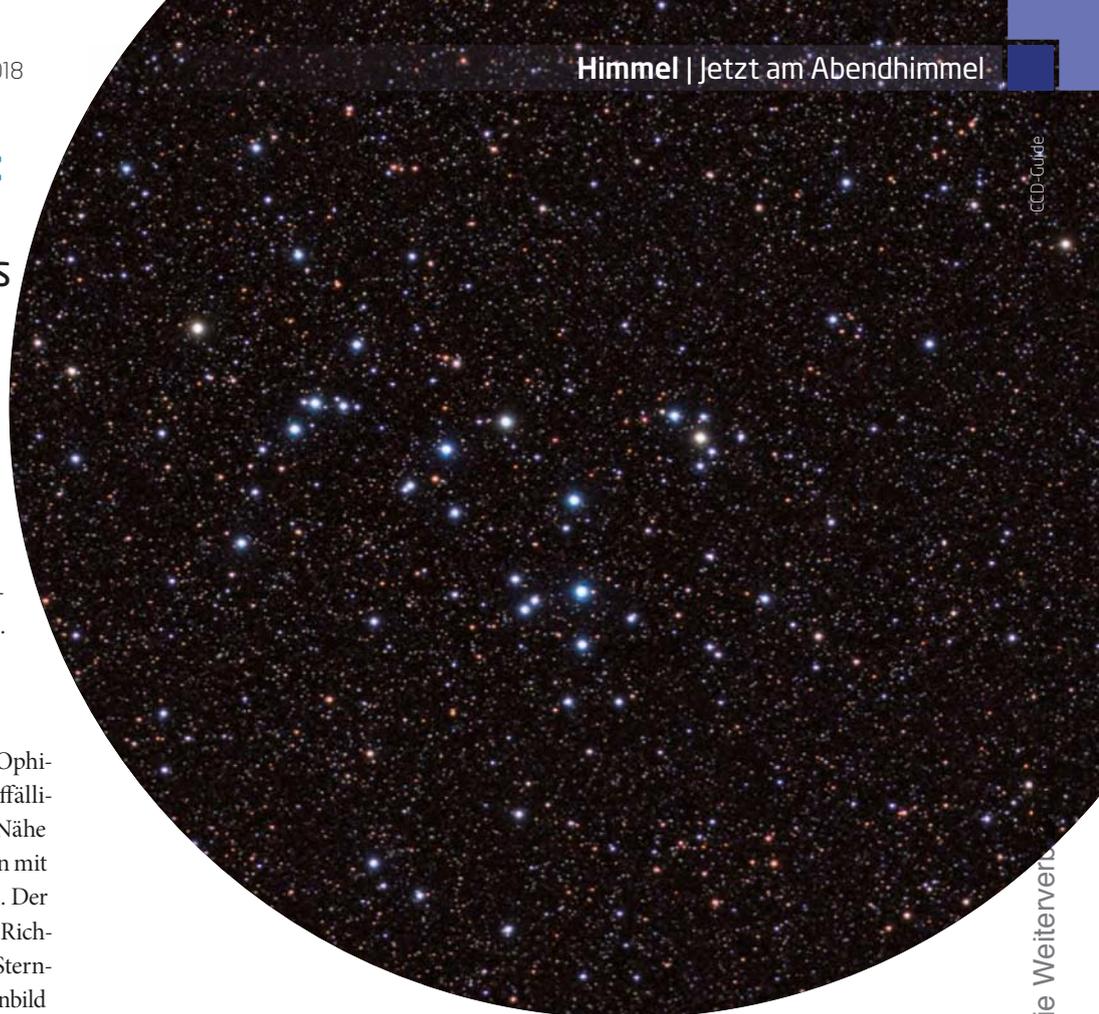
Ganz in der nordöstlichen »Ecke« des Ophiuchus findet sich mit NGC 6633 ein auffälliger offener Sternhaufen. Da sich in der Nähe keine helleren Sterne befinden, muss man mit dem Starhopping bei θ Serpentis starten. Der Schwenk von etwa $7,5^\circ$ in nordwestlicher Richtung führt nach $4,5^\circ$ über den offenen Sternhaufen IC 4756, der ebenfalls noch im Sternbild Serpens liegt. IC 4756 besteht aus fünf trapezförmig angeordneten 6^m -Sternen, zwischen denen sich eine Vielzahl schwächerer Sternchen tummelt. Wesentlich konzentrierter erscheint dagegen NGC 6633: Innerhalb von $0,5^\circ$ befinden sich etwa 30 Sterne 7. bis 9. Größe, wobei der Sternhaufen länglich wirkt.

Ein Stern, der keiner mehr ist

Verfolgt man den Schwenk zwischen den beiden Sternhaufen um etwa $4,5^\circ$ weiter nach Westen, so stößt man auf eine Gruppe von vier zickzackförmig angeordneten 7^m -Sternchen. Genau 1° östlich von dieser befindet sich ein 8^m schwaches Pünktchen. Nichts Besonderes, ein Stern wie viele? Nein, denn hierbei handelt es sich um den Planetarischen Nebel NGC 6572. Aufgrund der geringen Größe des Staubscheibchens entsteht im Fernglas noch kein flächiger Eindruck, bei sorgfältiger Beobachtung lässt sich aber vielleicht dessen grüne Farbe erkennen.

Weitere Schönheiten

Starten wir von Cebalrai bzw. β Oph und gehen lediglich $1-2^\circ$ nach Norden, stoßen wir auf einen weiteren großen offenen Sternhaufen: IC 4665. Schon im kleinen Fernglas zählt man auf einer Fläche von etwa einem Quadratgrad bis 25 Sterne, wobei es einen etwa vollmondgroßen konzentrierteren Kernbereich gibt.



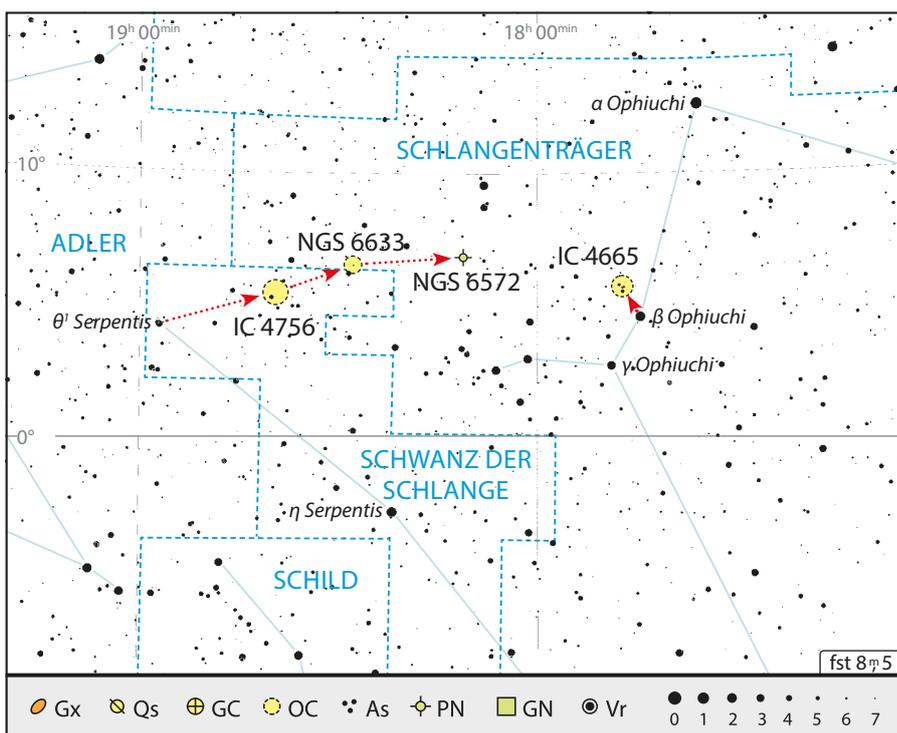
▲ Abb. 1: NGC 6633 besticht durch die vielen Sterne ähnlicher Helligkeit. Herbert Walter

Fährt man auf von IC 4665 nach Norden zum Hauptstern des Schlangenträgers, Rasalhague oder α Oph, begegnet man auf halber Strecke dem hellsten des ganzen Weges, nämlich dem 6^m -Stern 53 Oph. Dieser besitzt südlich einen schwächeren Begleiter in $41''$ Entfernung, der bei genauere Beobachtung sichtbar

wird. Ein Stativ bzw. wenigstens ein Aufstützen der Arme auf Stuhllehnen oder einem Autodach helfen ungemein bei dessen Detektion.

Nach Erreichen dieser Wanderziele sollte man keinesfalls sein Fernglas einpacken, denn der Schlangenträger besitzt viele weitere tolle Objekte für kleine Optiken.

► Kay Hempel



▲ Abb. 2: Im nordöstlichen Eckchen des Schlangenträgers tummeln sich etliche tolle Fernglasobjekte.

©CCD-Guide

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



▲ Abb. 1: Der Kugelsternhaufen M 10 im Sternbild Schlangenträger. Bernhard Hubl

▲ Abb. 2: Zeichnung des Kugelsternhaufens M 10 mit einem 4-Zoll-Newton-Teleskop und 48-facher Vergrößerung. Peter Kiss

Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: M 10 und M 12 – Zwillingsspaar am Frühsommerhimmel

Es gibt nur wenige Objekte am nächtlichen Stadthimmel, die so eng beieinanderliegen wie M 10 und M 12. Beide Kugelsternhaufen erscheinen etwa gleich hell (M 10: 6,^m6; M 12: 6,^m1) und liegen kartographisch nur etwa 2° voneinander entfernt, sodass sie häufig als das »Zwillingsspaar im Schlangenträger« bezeichnet werden. Und obwohl beide Objekte auf der Karte in sternarmer Region recht verloren wirken, lassen sie sich relativ leicht auffinden: Auf derselben Deklination wie M 10 und M 12, rund -4°, liegt nämlich eine recht markante Ansammlung von rund einem halben Dutzend Sternen, von denen die beiden hellsten, ε und δ Ophiuchi, schon im Sucherfernrohr deutlich erkennbar sind. Von dieser Sternformation aus führt ein beherzter 10° Grad Schwenk nach Osten durch ein sternarmes Gebiet hindurch zu 30 Ophiuchi, einem Stern der 5. Größe. Von ihm ist es bis zum 1° westlich liegenden M 10 nur ein Wimpernschlag.

Höhere Vergrößerung, anderes Bild

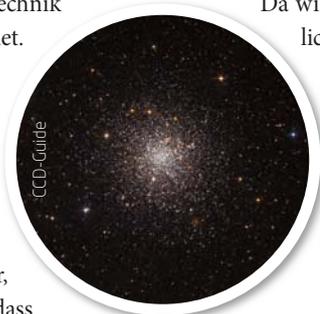
Überraschenderweise ergibt sich ein anderes Beobachtungsergebnis, wenn man auf einen 120mm Refraktor wechselt. Jetzt blitzen zwar im Halo von M 10 bei 120× immer wieder einzelne Sterne auf, wenn man die Technik des indirekten Sehens anwendet. Insgesamt lässt sich aber beim eigentlich »dunkleren« M 12 die Granulation deutlich besser auflösen als bei M 10. M 10 erscheint insgesamt dichter und konzentrierter, M 12 hingegen lockerer und ausgedehnter, was wohl der Grund dafür ist, dass

bei ihm eine Auflösung von einzelnen Haufenmitgliedern zumindest im äußeren Halo-Bereich besser gelingt als bei M 10.

Insgesamt bleibt aber die Beobachtung der beiden Kugelsternhaufen von urbanen Standorten aus eine sehr subjektive Angelegenheit.

Da wird jeder Stadtastronom sicherlich seine eigenen – mitunter auch abweichenden – Erfahrungen gemacht haben.

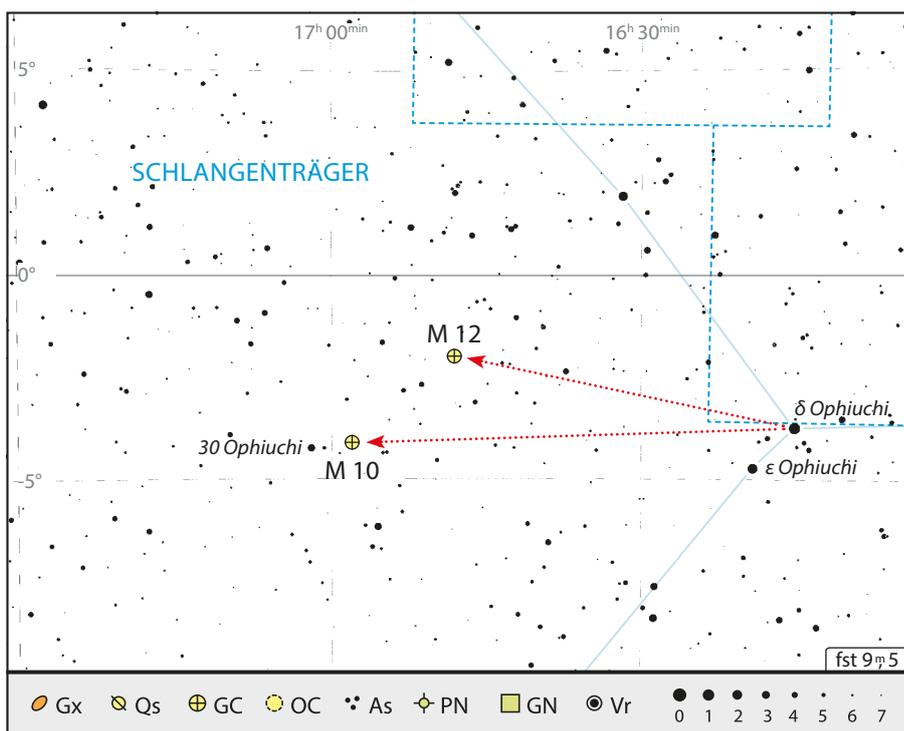
► Karl-Peter Julius



◀ Abb. 3: Der Kugelsternhaufen M 12 befindet sich am Himmel nicht weit von M 10 entfernt. Bernhard Hubl

Überraschende Vergleiche

Interessant ist nun vor allem eine vergleichende Beobachtung von M 10 mit M 12, was wegen der Nähe beider Haufen auf kurzen Wegen möglich ist. Auffallend ist dabei zunächst, dass M 10, obwohl der lichtschwächere Haufen, zumindest mit einem »kleinen« 80 mm-Refraktor besser zu beobachten ist als M 12. Dieser erscheint im Vergleich zu M 10 insgesamt etwas schwächer, kleiner, flüchtiger, in der Granulation weniger »konkret« als sein Zwillingspartner. M 10 hat zudem den Vorteil, dass ihn ein kleines Sternchen im Südosten begleitet, was auch bei höheren Vergrößerungen gut als Fokussierhilfe dienen kann: Stellt man das Sternchen »scharf«, so wird gleichzeitig auch der Sternhaufen deutlicher und kontrastreicher.



▲ Abb. 4: Aufsuchkarte der beiden Kugelsternhaufen M 10 und M 12 im Sternbild Schlangenträger.

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



▲ Abb. 2: Zeichnung des Pfeifennebels mit einem Fernglas bei einer Vergrößerung von 25×. Rainer Mannoff



◆ Abb. 1: Der Pfeifennebel im Sternbild Schlangenträger ist ein Komplex aus mehreren Dunkelwolken. CEDIC Team und Bernhard Hubl

CCD-Guide

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Der Pfeifennebel

Der Schlangenträger (Ophiuchus) ist ein ausgedehntes ringförmiges Sternbild, weshalb es nicht ganz einfach ist, ihn zwischen dem Herkules und Skorpion aufzufinden. Im westlichen Teil verläuft das Band der Sommermilchstraße und im südlichen Teil befindet sich eine Sternentstehungsregion mit vielen Nebeln.

Schwarze Staubnebelschwaden

Einer der eindrucksvollsten Dunkelnebel im Schlangenträger ist der Pfeifennebel (engl. Pipe Nebula). Er ist nach den schwarzen Staubnebelschwaden benannt, die wie eine rauchende Pfeife aussehen. Er besteht aus mehreren Dunkelnebeln der Katalognummern Barnard 59/65–67/77–78.

Zahlreiche Dunkelnebel sind nach dem amerikanischen Astronomen Edward Emerson Barnard benannt, da er diese Objektklasse als Erster gründlich dokumentierte. Viele Dunkelnebel sind schon mit einfachsten optischen Mitteln wie dem bloßen Auge oder einem Feldstecher zugänglich. Allerdings stellen Dunkelnebel hohe Anforderungen an die Himmelsbedingungen und Optik. Förderlich sind eine gute Himmeldurchsicht mit hoher Grenzgröße und eine Optik mit maximaler Austrittspupille und größtmöglichem Gesichtsfeld.

Verdeckter Blick zur Milchstraße

Der Pfeifennebel ist ein riesiger Dunkelnebel-Komplex mit einer Ausdehnung von 6,5°×4,5°. Er ist mit ca. 500 Lichtjahren Entfernung der uns

am nächsten liegende Dunkelnebel, der vor dem Zentrum der Milchstraße steht. So verdeckt er den Blick auf die Sterne dahinter. Frühere Astronomen gingen davon aus, dass solche Gebiete frei von Sternen sind. Erst später entdeckte man, dass hier dichte Wolken aus interstellarem Staub das helle Licht der dahinterliegenden Sterne verdunkeln. So hebt sich auch beim Pfeifennebel eine dunkle Silhouette vor den hellen Sternen ab. Diese Staub- und Molekülwolken sind eine Brutstätte für neue Sterne.

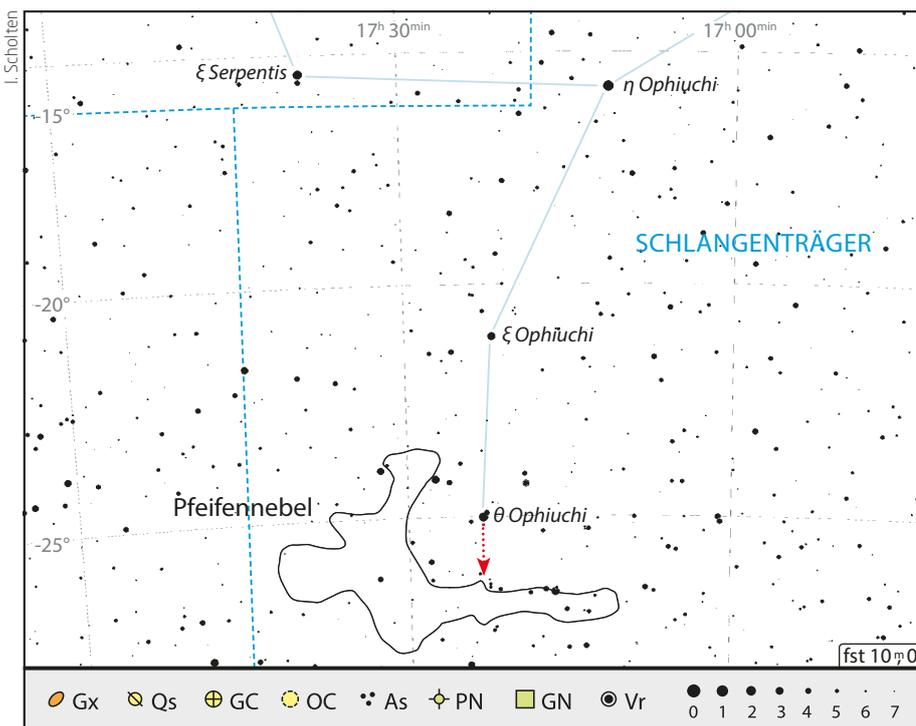
Auge, Feldstecher & Großfeld-Teleskop

Zum Aufsuchen peilt man den Sterns θ Ophiuchi an, da der Pfeifennebel sich direkt darunter befindet. Der Pfeifenkopf besteht aus Barnard 77 und 78, der nach Westen weisende Pfeifenstiel aus Barnard 65, 66, 67 und das Pfeifenmundstück markiert Barnard 59.

Der Pfeifennebel ist bereits mit bloßem Auge auszumachen. Durch die geringe Höhe ist jedoch ein klarer und dunkler Landhimmel unerlässlich. Ein 10×50 Fernglas bietet einen schönen Anblick mit vielen Details besonders am Pfeifenkopf, der sich nach Osten von der Umgebung abhebt. Für den Pfeifenstiel sollte besser ein Großfernglas verwendet werden. Für das Mundstück, welches etwa 1° südlich des Kugelsternhaufen NGC 6293 liegt, benötigt man eine höhere Vergrößerung.

Noch viel bessere Beobachtungsbedingungen hat man im Mittelmeerraum, wenn der Pfeifennebel aus dem Dunst des Horizontes emporsteigt. Dann ist die Pfeife eine der markantesten Dunkelwolken mit bloßem Auge. Unbeschreiblich ist es, unter dunklem Himmel die Rauchschwaden des Pfeifennebels mit einem lichtstarken Feldstecher oder Großfeld-Teleskop abzufahren.

► Michael Feiler



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte des Pfeifennebels im Sternbild Schlangenträger

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



▲ Abb. 1: Der Autor beim Warten auf eine streifende Bedeckung am Mond.

Die... ist un...
... zur privaten...
... Die Weiterverbreitung...

IM SCHATTEN DES STERNLICHTS

Sternbedeckungen durch den Mond und Asteroiden selbst beobachten

Die Beobachtung der Bedeckung von Sternen durch den Mond oder Asteroiden ist nicht nur spannend, sondern kann auch wichtige Informationen über bislang wenig erforschte Himmelskörper des Sonnensystems liefern. Für den Einstieg eignen sich Sternbedeckungen durch den Mond. Die Anforderungen dafür sind vergleichsweise gering.

Als Astronomieinteressierte sind wir es gewohnt, in großen Zeiträumen zu denken. Veränderungen im All sind meistens eine sehr langwierige Angelegenheit. Ein paar Millionen Jahre sind nichts bei der Entwicklung von Galaxien. Doch nicht alle Himmelsereignisse dauern eine gefühlte Ewigkeit. Da gibt es Supernovae, die plötzlich aufleuchten und Bedeckungsveränderliche, die in ihrer Helligkeit innerhalb von ein paar Stunden abnehmen. Die Wolkenstrukturen auf Jupiter ändern sich täglich, auf dem Mars können Staubstürme plötzlich auftreten.

Die schnellsten dieser Ereignisse können wir in Echtzeit beobachten. Dazu gehören Meteore und in seltenen Fällen das Aufleuchten des Einschlags eines Meteoroiden auf dem Mond sowie die Sternbedeckungen.

Finsternisse im Sonnensystem

In unserem Sonnensystem ist viel Bewegung: Planeten, Asteroiden und Kometen laufen auf Bahnen um die Sonne, Monde um ihre Planeten. Damit ziehen sie von der Erde aus gesehen über den Himmel. Somit kommt es immer wieder vor, dass ein solches Objekt an einem scheinbar stillstehenden Stern vorbeizieht. Dann »bedeckt« dieses Objekt aus dem Sonnensystem für eine kurze Zeit den weit entfer-

ten Stern. Ähnlich wie bei einer Sonnenfinsternis wirft das Objekt seinen Schatten in einer Finsterniszone, in diesem Fall Bedeckungspfad genannt, auf die Erde. Es kommt zu einer Sternbedeckung. Sehen wir uns die wichtigsten Arten von Sternbedeckungen im Detail an. Wenn der Mond auf seiner Bahn über den Himmel wandert, bedeckt er zahlreiche Sterne. Da Sterne als eine punktförmige, unendlich weit entfernte Lichtquelle angesehen werden können, ist der Zeitpunkt der Bedeckung durch den Mond auch eindeutig festgelegt: In der zunehmenden Phase verschwinden die Sterne hinter dem dunklen Mondrand schlagartig, um nach weniger als einer Stunde wieder auf der anderen Mondseite aufzutauchen.

Sterne aus dem Nichts

Das Beobachten von Sternbedeckungen ist am hellen Mondrand nur bei sehr hellen Sternen möglich, da die beleuchtete Mondoberfläche zu stark blendet. Nach Vollmond, in der abnehmenden Phase, kehren sich die Bedeckungsphänomene um. Jetzt werden die Sterne am hellen Mondrand bedeckt und tauchen am dunklen Mondrand wieder auf. Es ist sehr beeindruckend, wenn dort scheinbar ein Stern wie aus dem Nichts sichtbar wird. Während einer totalen Mondfinsternis können wir sogar

beide Phänomene beobachten. Sehr interessant wird es, wenn ein Stern an den Polen des Mondes vorbeizieht. Haben wir unser Teleskop an der berechneten geografischen Position aufgebaut, können wir den Stern in den Tälern zwischen den Mondbergen immer mal wieder aufblitzen sehen. Man spricht daher von einer »streifenden Sternbedeckung«.

Die Anforderungen für den Einstieg zur Beobachtung von totalen Sternbedeckungen am Mond sind vergleichsweise gering. Einen pechschwarzen Himmel brauchen wir nicht. Eine parallaktische Montierung und die »Riesen-Öffnung« sind auch kein Muss. Bei sehr hellen Ereignissen braucht man nicht mal ein Teleskop. Eine Bedeckung z.B. von Regulus oder Spica am dunklen Mondrand können wir schon mit dem Fernglas sehen. Schlagartig verschwindet der Stern, wie am Himmel ausstrahlt.

Gut vorbereitet

Natürlich muss man wissen, wann solche Bedeckungen stattfinden. Ausgewählte Ereignisse finden sich in Jahrbüchern wie z.B. dem »Himmels-Almanach« von Abenteuer Astronomie. Für eine umfassende Übersicht sind Planetariumsprogramme wie etwa Guide hilfreich. Hier ist dann lediglich die eigene geografische Posi-



▲ Abb. 2: Die typische Ausrüstung eines Beobachters von Sternbedeckungen besteht aus einem GPS-Empfänger, verbunden mit einem Video Time Inserter, einer analogen, hochempfindlichen SW-Kamera und einem Frame Grabber, der an einen Computer angeschlossen ist (von links).

tion einzugeben, die man mithilfe von Online-Karten einfach bestimmen kann. Dann lassen wir uns den Lauf des Mondes der folgenden Nacht simulieren und schauen nach hellen Sternen, die bedeckt werden. Da sich die Zeit in diesen Programmen recht genau einstellen lässt, ist somit auch der Bedeckungszeitpunkt ganz gut zu ermitteln. Es gibt auch spezielle Programme zur Berechnung von Sternbedeckungen. Sie sind aber sehr komplex und haben große Datenvolumina und sind für Einsteiger nicht zu empfehlen. Auch die Berechnung des genauen Standorts zur Beobachtung einer »Streifen« sind nur mit diesen Programmen möglich.

Doppelsterne verraten sich am Mondrand

Noch vor einigen Jahren wurden Messungen von Sternbedeckungen durch den Mond zur Bestimmung des Mondrandprofils verwendet. Der Mond ist schließlich keine glatte Kugel, die Oberfläche hat Höhenunterschiede. Somit ändert sich das Mondrandprofil auch mit der Libration, also der Taumelbewegung des Mondes am Himmel. Bei Berechnung von Sonnenfinsternissen wurde das gewonnene Mondrandprofil wie eine Messschablone über die Sonne gelegt. Etwaige Unterschiede zu den später gewonnenen, realen Beobachtungsdaten sollten Veränderungen des Sonnendurchmessers aufzeigen.



▲ Abb. 3: Hier wird der Stern HD 259360 (9,^m2) am dunklen Mondrand bedeckt. Zwischen den Bildern liegen jeweils nur zwei hundertstel Sekunden. Jeweils oben im Bild blendet der Video Time Inserter Datum und die Zeit in Universal Time (UT) ein. Hier wurde der Bedeckungszeitpunkt um 19:58:22,43 UT ermittelt. Ein weiterer, schwächerer Stern (10^m) wird etwas mehr als eine Minute später bedeckt.

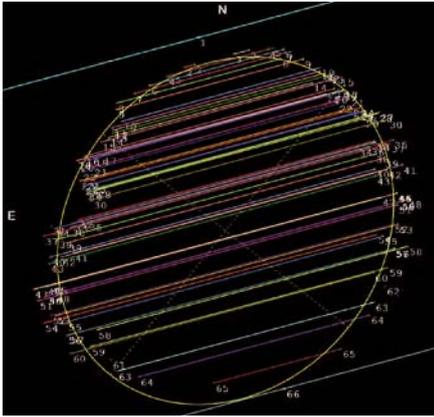
Mittlerweile haben Raumsonden die Höhenunterschiede der Mondoberfläche sehr genau mit Lasern vermessen. Trotzdem sind Messungen von Sternbedeckungen am Mond immer noch erwünscht. Zum einen um diese Lasermessungen zu überprüfen, zum anderen lassen sich mit zeitlich hochaufgelösten Videoaufnahmen Doppelsterne am Mondrand trennen. Schon mehrmals haben Beobachter von Sternbedeckungen bisher unbekannte Doppelsterne nachgewiesen. Dabei verschwindet erst die eine Komponente des Doppelsterns hinter dem Mond, dann folgt die andere. Erstellt man aus der Aufnahme eine Lichtkurve ist ein »Stufe« in der Kurve zu sehen. Das Licht des Sterns nimmt erst bis zur Helligkeit der zweiten Komponente ab, um dann ganz zu verschwinden. Am Ende einer Bedeckung dreht sich dieses Phänomen um. Diese Beobachtungen sind allerdings visuell nicht durchführbar. Die »Stufe« ist bei engen Doppelsternen nur für Sekundenbruchteile vorhanden. Wissenschaftlich verwertbare Messungen von Sternbedeckungen am Mond werden heute nicht mehr visuell durchgeführt, da sie die Zeitgenauigkeit einer Video-Messung bei weitem nicht erreichen. Für die visuellen Beobachter unter uns bleibt aber das beeindruckende Erlebnis dieses »blitzschnellen« Himmelsphänomens.

Jede Nacht Sternfinsternisse

Sternbedeckungen durch Asteroiden finden jede Nacht statt, doch sie sind immer nur in einem Bedeckungspfad, der etwa der Größe des Asteroiden entspricht, zu beobachten. Wir kennen das von der totalen Sonnenfinsternis: Auch hier ist diese nur im Schattenpfad unseres Mondes zu sehen. Bedeckungen durch Asteroiden können bei sehr kleinen Planetoiden nur ein Bruchteil einer Sekunde dauern. Große Objekte bedecken Sterne dann schon für mehrere Sekunden. Weit entfernte Kleinplaneten am Rande des Sonnensystems, sogenannte TNOs (Transneptunische Objekte), sind so langsam auf ihren Bahnen unterwegs, dass hier eine Bedeckung schon über eine Minute dauern kann.

Messungen von Sternbedeckungen durch Asteroiden dienen vorrangig zur Bestimmung des Schattenprofils des Himmelskörpers. Hier werden Daten zur Form und zur Größe des Kleinplaneten gewonnen. Außerdem erhält man hier eine hochgenaue Positionsangabe des Asteroiden zum Zeitpunkt der Bedeckung. Diese Position wird an das »Minor Planet Center« gemeldet. Dort fließt sie in die zukünftigen Bahnberechnungen für den Asteroiden mit ein.

O. Klös



▲ Abb. 4: Nicht immer gibt es ein so perfektes Asteroidenprofil wie im September 2002 als (345) Tercidina den 5,^m5 hellen Stern omega Tau bedeckte. Über 60 Beobachtungsstationen waren erfolgreich, zu erkennen an den einzelnen Linien. Die Messungen bestimmten das Profil auf 108×91km.

Vorhersagen nur durch Experten

Die Vorhersagen zur Lage des Bedeckungspfads und zum Zeitpunkt der Bedeckung erfordern eine Einarbeitung in eine umfangreiche Software. Daher werden nur von wenigen Personen weltweit diese Berechnungen durchgeführt. Seit über vierzig Jahren stellt die IOTA (International Occultation Timing Association) Daten zu Sternbedeckungen zur Verfügung. Der Amerikaner Steve Preston erstellt Vorhersagen für Ereignisse durch Asteroiden weltweit und blickt dabei auf eine mehrjährige Erfahrung in diesem Aufgabenbereich zurück. Alle zwei Wochen aktualisiert er seine Berechnungen und stellt sie auf seiner Webseite zur Verfügung. Seine Berechnungen sind auch die Grundlage für die im »Himmels-Almanach« aufgeführten Sternbedeckungen durch Asteroiden und der Liste der »Highlights« für den europäischen Raum, die von der IOTA/ES (International Occultation Timing Association – European Section) zusammengestellt wird. Auf dieser Seite werden Sternbedeckungen durch Asteroiden aufgelistet, die Sterne heller als 9^m bedecken und/oder die eine sehr hohe Genauigkeit in der Pfadberechnung haben. Umfangreiche Vorhersagen für unseren Beobachtungsort bietet die Software OccultWatcher. In diesem Programm lassen sich auch eigene Beobachtung anmelden und die Positionen bereits angemeldeter Stationen einsehen.

Einiges an Glück gehört dazu

Im Gegensatz zu Sternbedeckungen am Mond sind die Berechnungen für Ereignisse durch Asteroiden mit Unsicherheiten be-

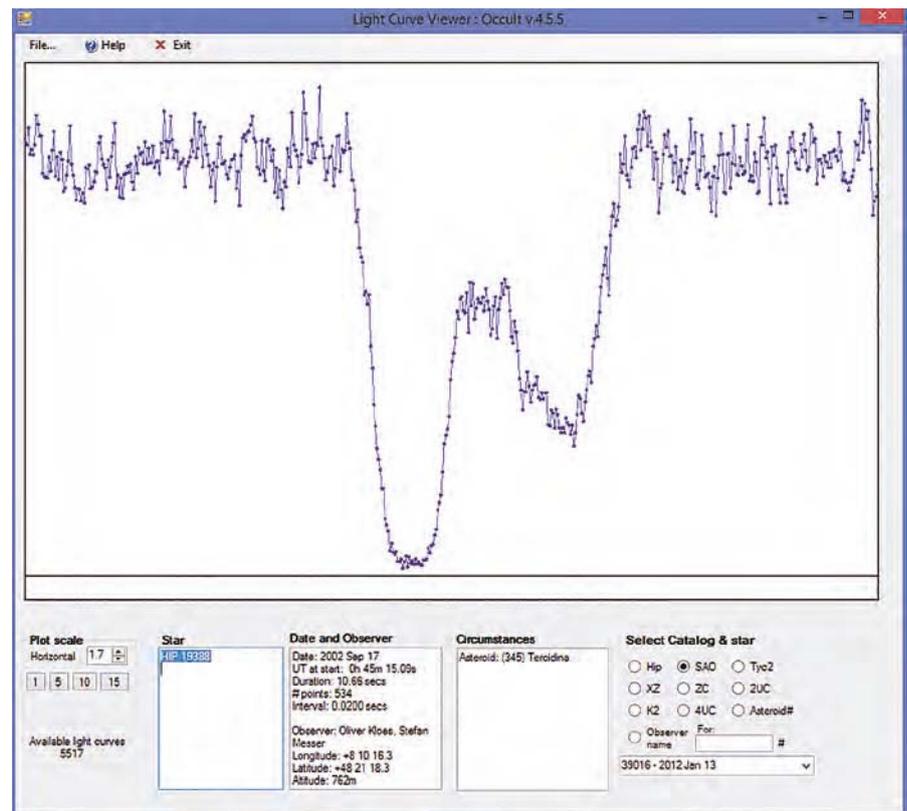
haftet, da sie hochpräzise Positionsdaten von Stern und Asteroid verlangen. Seit dem Herbst 2016 verwendet Steve Preston Positionsdaten des ESA-Satelliten Gaia. Das hat die Genauigkeit seiner Berechnungen verbessert. In Zukunft wird Gaia auch Positionsdaten von Asteroiden liefern. Inwieweit die Vorhersagen dadurch noch genauer werden, muss abgewartet werden. Diese Unsicherheiten in der Berechnung machen es notwendig, dass man nicht nur dann beobachtet, wenn man sich selbst exakt im vorhergesagten Pfad befindet. Die Erfahrung zeigt nämlich, dass der reale Bedeckungspfad fast nie mit dem vorausberechneten übereinstimmt. Eine gute Abdeckung des Pfads mit Beobachtungsstationen weit über die Pfadgrenzen hinaus ist daher wichtig. Da sich die Fehler in der Berechnung nicht nur auf die Lage des Pfads sondern auch auf den Zeitpunkt der Bedeckung auswirken, sollten die Beobachtungen auf eine Minute vor und nach dem berechneten Bedeckungszeitpunkt ausgedehnt werden, bei TNOs sogar auf mehrere Minuten.

Sternbedeckungen durch Asteroiden erfolgreich messen

Bei allen Sternbedeckungen muss die geografische Position (Breite, Länge, Höhe) genau bestimmt und bei Beobachtungsberichten angegeben werden. Diese Daten können wir mit Online-Kartenprogrammen oder der GPS-Funktion im Smartphone ermitteln.

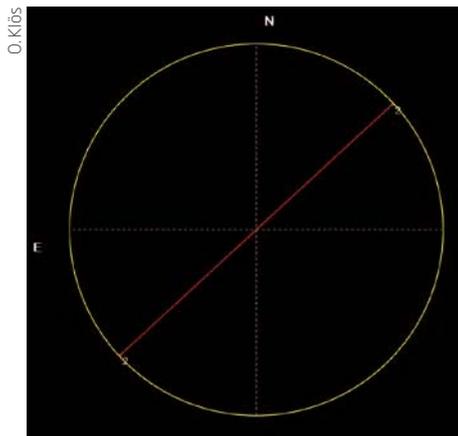
Auch bei Bedeckungen durch Kleinplaneten hat sich in den letzten Jahren die Videobeobachtung durchgesetzt, da sie die genauesten Zeitnahmen liefert. Visuelle Beobachtungen sind trotzdem noch erwünscht, da möglichst viele Stationen den Pfad abdecken sollen. Eine ausführliche Anleitung zur visuellen Messung findet sich auf der Webseite der IOTA/ES.

Viele Sternfreunde wird es wundern, dass erfahrene Bedeckungsbeobachter immer noch analoge Videokameras nutzen, wo doch heute eine ganze Bandbreite von digitalen Kameras zur Verfügung steht. Der Grund ist die hochgenaue Zeitnahme,

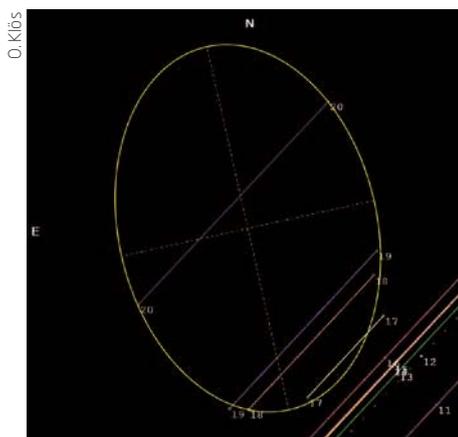


▲ Abb. 5: Meine ungewöhnlichste Beobachtung: Diese Lichtkurve entstand am nördlichen Schattenrand von (345) Tercidina im September 2002. Das Sternenlicht schwächte sich kurz sehr stark ab. Nachdem der Stern wieder heller wurde, erfolgte eine erneute leichtere Abschwächung. Dieses Lichtspiel dauerte nur drei Sekunden und kann durch das unregelmäßige Randprofil des Asteroiden, ähnlich wie bei einer streifenden Sternbedeckung am Mond, oder durch den großen Sterndurchmesser des G5-Sterns verursacht sein. Gleichzeitig zur Videoaufnahme beobachtete ich auch visuell das Ereignis. Nur die erste Abschwächung konnte ich wahrnehmen, der Überraschungseffekt war zu groß. Dies zeigt auch den großen Vorteil von Video-Beobachtungen. Visuell ist ein so kurzes und ungewöhnliches Ereignis nicht zu erfassen.

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



▲ Abb. 6: Sehr oft werden Bedeckungen nur von einem Beobachter positiv beobachtet. Anhand einer Sehne (die rote Linie) lässt sich die Form und die genaue Größe des Kleinplaneten nicht ermitteln. Trotzdem liefert auch eine einzelne Sehne verwertbare Daten. Die Bedeckung durch (688) Melanie am 21. September 2016 ermittelte einen Minimaldurchmesser von 38 km und es konnte eine Positionsangabe an das Minor Planet Center gemeldet werden. Das Beispiel zeigt, warum mehrere positive Beobachtungen einer Bedeckung so wichtig sind.



▲ Abb. 7: Am 22. November 2011 zeigte (22) Kalliope ein ovales Profil von 184×126 km. Vier positive Sehnen konnten gemessen werden, leider nicht besonders gut verteilt. Die gepunktete Linie zeigt die Position der vorhergesagten Zentrallinie des Schattenpfades an. Der reale Pfad lag somit weiter nördlich als berechnet.

die so unerlässlich bei der Messung einer Sternbedeckung ist.

Bei der analogen Kamera werden die Bilder im »Fernsehformat« sehr gleichmäßig ausgegeben. In Europa sind das 50 Halbbilder pro Sekunde. Jedes Bild wird durch einen »vertikalen Synchronimpuls« getrennt, der die synchrone Bildrate sichert.

Die Zeitnahme erfolgt über einen an der Kamera angeschlossenen »Video Time Inserter« (VTI) mit einem GPS Empfänger, der den Beginn jeder Sekunde mit einem elektrischen Im-

puls hochgenau angibt. Diese Funktion wird »1PPS« (1 Pulse per second) genannt. Sekundenbruchteile nach der Ausgabe des vertikalen Synchronimpulses, schreibt der VTI die dazugehörige Zeit in das Videobild. Diese Laufzeit zwischen Bildaufnahme und der Einblendung der Zeit des VTI ist bei analogen Kameras für die Astronomie bekannt und kann in der Auswertung berücksichtigt werden. Anschließend wird das Videosignal gespeichert. Früher nutzte man VHS-Videorecorder, heute sind meistens Video-Grabber im Einsatz. Diese kleinen Geräte, die an die USB-Schnittstelle des Computers angeschlossen werden, digitalisieren das analoge Videosignal für die Speicherung auf der Festplatte des Computers. Dabei fallen hohe Datenmengen an, da möglichst verlustfreie Video-Codecs verwendet werden sollten.

Genaueste Messungen bislang nur analog?

Viele Aufnahme- und Steuerungsprogramme für digitale Astro-Kameras bieten heute schon einen Zeitstempel für jedes gewonnene Bild. Doch leider ist damit die Genauigkeit der analogen Kameras noch nicht zu erreichen. Das Problem liegt am Zeitpunkt der Zeitnahme: Bei der digitalen Kamera wird das Videosignal bereits in der Kamera digitalisiert und per USB-Kabel an den Computer übermittelt. Erst in der Software wird der Zeitstempel in unser Bild gesetzt. Dabei bleibt unklar, welche Verzögerungen es auf den Weg dorthin oder bereits in der Kamera gab und welche Prozesse im Computer den Video-Datenstrom und die Zeitinformation der Computeruhr beeinflussen, bis sie endlich in der Software zusammengeführt werden. Diese Faktoren hängen von der Kamera, dem Computer, ja sogar den im Hintergrund laufenden Programmen ab und sind somit sehr individuell für jedes System. Natürlich handelt es sich dabei um kleine Ungenauigkeiten im Bereich von bis zu einer Sekunde, wenn die Computeruhr über das Internet kurz vor der Bedeckung synchronisiert wurde. Da aber analoge Kameras auf zwei hundertstel Sekunden genau messen können, macht dies deutlich, warum digitale Kameras nicht perfekt geeignet sind. Bei langsam ablaufenden Bedeckungen von TNOs oder bei sehr schwachen Sternen, die eine längere Belichtungszeit erfordern, fällt diese Ungenauigkeit in der Zeitnahme der digitalen Kameras nicht mehr ins Gewicht, da die langen Belichtungszeiten den Fehler überdecken.

Inzwischen gibt es aber eine erste Kamera, die den Schritt in die digitale Welt auch für Sternbedeckungsbeobachter erleichtern soll

und einen GPS-Video Time Inserter eingebaut hat. Damit wird das GPS-Zeitsignal sofort nach der Digitalisierung des Videobildes in der Kamera erfasst; die Verzögerungen im Computer selbst sind damit ausgeschaltet. Ein weiterer Vorteil der Kamera ist die Möglichkeit auch in 12 Bit aufzuzeichnen, analoge Kameras bieten immer nur 8 Bit. Der Preis von über tausend Euro entspricht dabei etwa dem, was man auch für eine sehr gute analoge Kamera, VTI mit GPS und Frame Grabber ausgeben muss. Einige Mitglieder der IOTA testeten gerade die neue Kamera. Es wird sich zeigen, ob sie halten kann, was sie verspricht.

Beobachtungen nicht für sich behalten

Die IOTA/ES ist ein in Deutschland registrierter Verein mit über 70 Mitgliedern in 15 Ländern. Neben der Veröffentlichung von Vorhersagen von Sternbedeckungen hilft er auch bei der Auswertung von Beobachtungen. Wer also eine Sternbedeckung aufgezeichnet hat, kann gerne die IOTA/ES kontaktieren, die etwa aus der Videodatei eine Lichtkurve erstellt und die Beobachtung an die betreffenden Stellen zur Auswertung weiterleitet. Entscheidend dazu ist, dass kurz vor der Beobachtung eine Synchronisation der Computeruhr mittels Internet oder GPS durchgeführt und die genaue geografische Position der Beobachtungsstation angegeben wird. Auch Angaben zum technischen Aufbau, wie Typ der Kamera, verwendete Software und Zeitquelle sind für die Auswertung wichtige Informationen.

► Oliver Klös

| DER AUTOR |

Oliver Klös ist als Mitglied von IOTA/ES langjähriger erfahrener Beobachter von Sternbedeckungen. Im Himmels-Almanach von Abenteuer Astronomie schreibt er regelmäßig über besonders sehenswerte Ereignisse.



SURFTIPPS

- Vorhersagen Sternbedeckungen durch Asteroiden
- Highlights von Bedeckungen durch Asteroiden in Europa
- OccultWatcher
- IOTA/ES
- Ergebnisse von Sternbedeckungen durch Asteroiden in Europa

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a15050

DIE NAVIS DES NACHTHIMMELS

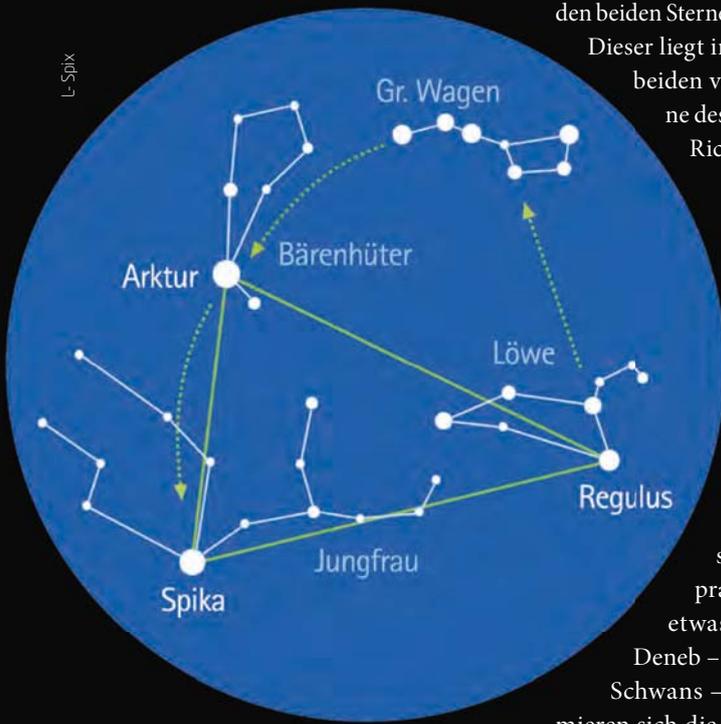
So finden sich auch Einsteiger am nächtlichen Sternhimmel zurecht

Für den noch ungeübten Sternfreund ist es nicht einfach, sich am Nachthimmel zurechtzufinden. An einem dunklen Standort sind so viele Sterne zu sehen, dass die Sternbilder manchmal kaum zu erkennen sind, und an einem hellen Beobachtungsplatz in der Nähe der Stadt sind nur wenige Sterne sichtbar. Jetzt gilt es sich auf das Wesentliche zu konzentrieren und die »Navis« des Himmels zu nutzen.



Stellarium

▲ Abb. 1: Der Frühlingsnachthimmel als 360°-Panorama. Ohne die richtige Navigation fällt die Orientierung schwer.



▲ Abb. 2: Das Frühlingsdreieck bietet im Frühling gute Orientierung.

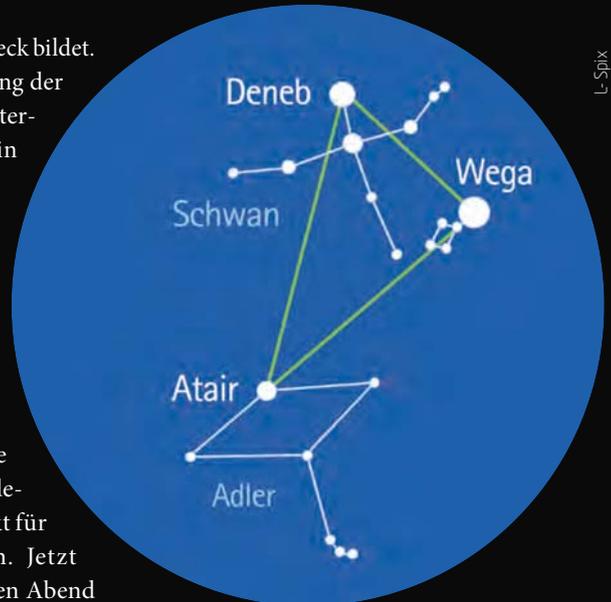
Startpunkt im Frühjahr ist der Große Wagen, eine bekannte Konstellation, die praktisch jeder finden kann. Im Frühjahr ist diese Konstellation in Nordrichtung fast im Zenit zu sehen. Verlängert man den Bogen der Wagendeichsel in Richtung Horizont, wird nach ungefähr der doppelten Deichsellänge der hellste Stern in diesem Himmelsareal sichtbar: der rötliche Arktur im Sternbild Bärenhüter. Folgt man weiter dem Schwung des Bogens, findet sich nach etwa der gleichen Distanz mit Spika in der Jungfrau ein weiterer heller Stern. Damit sind schon zwei Eckpunkte des sogenannten Frühlingsdreiecks gefunden. Jetzt fehlt nur noch Regulus im Löwen, der mit

den beiden Sternen das große Dreieck bildet. Dieser liegt in der Verlängerung der beiden vorderen Kastensterne des Großen Wagen in Richtung Horizont.

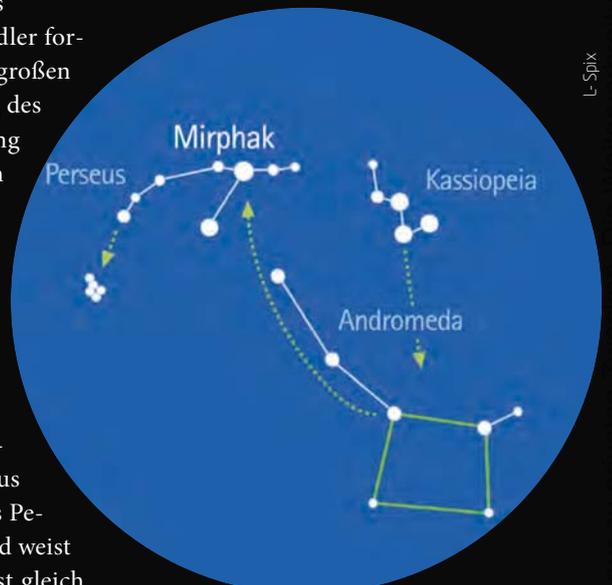
Dreieck und Viereck

Im Sommer bildet die helle Wega einen idealen Startpunkt für die Navigation. Jetzt steht sie am späten Abend praktisch im Zenit. Mit dem etwas schwächer leuchtenden Deneb – dem Schwanz des Schwans – und Atair im Adler formieren sich die drei Sterne zum großen Sommerdreieck. In Flugrichtung des Schwans die Milchstraße entlang stößt man tief im Süden auf den hellrötlich leuchtenden Antares im Skorpion.

Der Zenit des Herbsthimmels wird von dem Sternbild Kassiopeia mit seiner markanten W-Form dominiert. Auch der Herbst hat zur besseren Orientierung ein großes Muster parat: das Herbstviereck, welches aus den Hauptsternen des Sternbilds Pegasus besteht. Von dort ausgehend weist eine auffällige Kette von drei fast gleich hellen Sternen zu Mirphak, dem hellsten Stern im Perseus. Hier teilt sich das Sternbild in zwei Schenkel. Folgt man dem östlichen, trifft man bald auf den Offenen Sternhaufen der Plejaden.



▲ Abb. 3: Im Sommer steht das Sommerdreieck markant am Himmel.



▲ Abb. 4: Das Herbstviereck besteht aus den Sternen des Sternbilds Pegasus.



▲ Abb. 5: Das Wintersechseck ist das größte Sternmuster des Nordhimmels.

Sechseck im Winter

Im Winter ist der Orion das prominente Sternbild – ein großes Sternrechteck, das durch eine Linie aus drei Sternen, den so genannten Gürtelsternen in der Mitte geteilt wird. In der Verlängerung seiner Gürtellinie ist Sirius, der hellste Stern des Himmels nicht zu übersehen. Dieser bildet den linken unteren Eckpunkt des Wintersechsecks, welches durch Prokyon im Kleinen Hund, Pollux in den Zwillingen, Kapella im Fuhrmann, Aldebaran im Stier und Rigel im Orion komplettiert wird.

► 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

GIGANTISCHER GLOBULAR

M 13 und seine kosmische Umgebung

M 13 ist einer der Evergreens auf jeder sommerlichen Starparty. Der grandiose Kugelsternhaufen im Sternbild Herkules ist das hellste Objekt seiner Art am Nordhimmel. Seine Umgebung bietet zwei schwache Galaxien als Herausforderungen für kleine und mittlere Teleskopöffnungen.

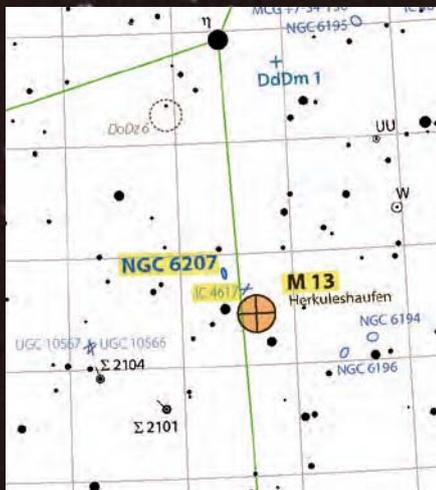
M 13, der Herkuleshaufen, ist mit einer Helligkeit von $5^m,7$ unter einem dunklen Himmel schon mit bloßem Auge zu sehen. Er erscheint als kleines Sternchen auf der westlichen Verbindungslinie des Herkules-Trapezes.

Ist der Haufen nicht mit Indirektem Sehen auszumachen, sind die Bedingungen durch Lichtverschmutzung gestört. Leider wird das für viele Leser der Normalfall sein.

Auflösung gelungen?

Vom Grad der Lichtverschmutzung abhängig ist auch die Auflösbarkeit von M 13 in Einzelsterne. Die hellsten Mitglieder erreichen $11^m,9$. Das ist bei dunklem Himmel ziemlich genau die Grenze für ein 60mm-Teleskop, wenn man mindestens die förderliche Vergrößerung einsetzt. Nach der Formel $\text{Öffnung}/0,7$ sind dies für 60mm $86\times$.

Nach meiner Erfahrung gelingt die Auflösung mit dieser Öffnung gut, wenn man deutlich höher vergrößert, etwa $140\times$. Das Bild wird zwar dunkler, aber die Sternscheibchen werden dem Auge unter einem größeren Winkel gezeigt, was



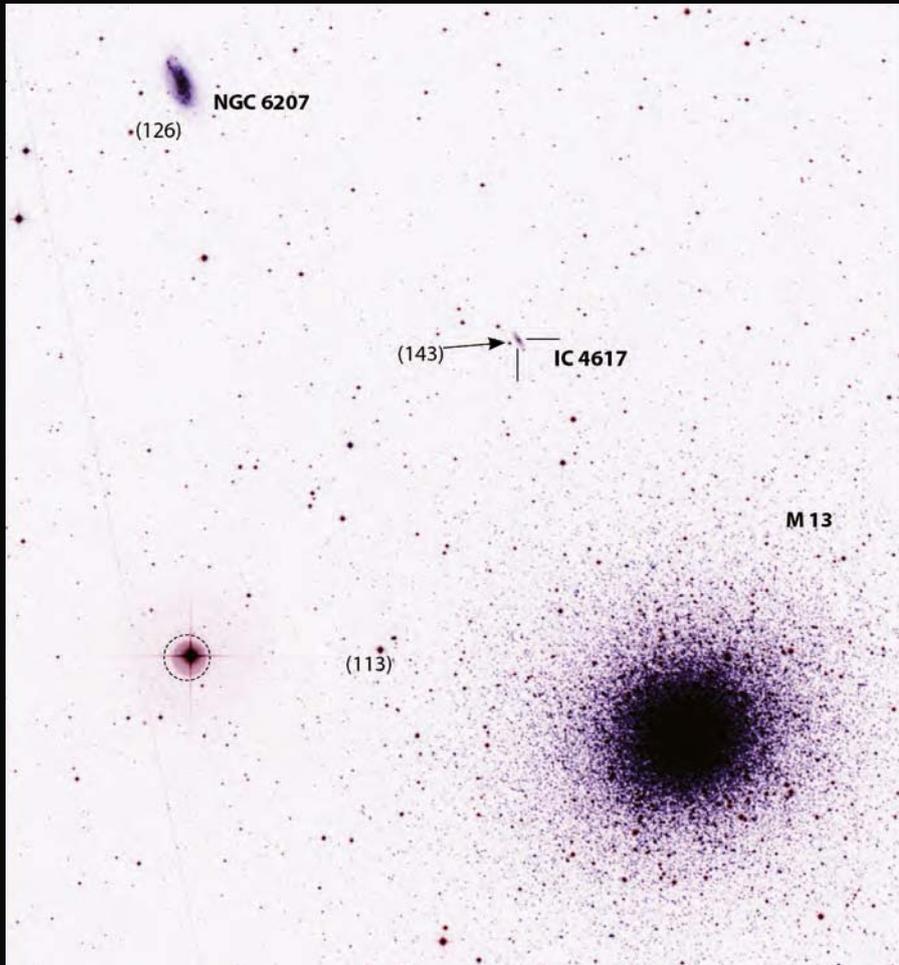
▲ Abb. 2: Aufsuchkarte aus dem interstellarem Deep Sky Atlas. Die besprochenen Objekte sind gelb markiert.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist nicht zulässig.



◀ Abb. 1: Der prächtige
Kugelsternhaufen M13.
Johannes Schedler

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



▲ Abb. 3: Aufsuchhilfe aus dem interstellarum Deep Sky Guide. NGC 6027 und IC 4617 sind markiert.

den Unterschied ausmacht. Wichtig ist, gut zu fokussieren, das gelingt nur bei gutem Seeing. Und nur ein optisch erstklassiges 60mm-Teleskop ermöglicht eine so hohe Vergrößerung. Bei billigen Objektiven ist meist schon bei unter 100× Schluss.

Mit 80mm Öffnung sollten in M 13 unter guten Bedingungen problemlos zahlreiche feine Einzelsterne zu sehen sein. Bei deutlicher Lichtverschmutzung fängt die Auflösung bei dieser Öffnung erst an. Wer von der Stadt aus beobachtet, wird sogar erst mit 100mm Teleskopöffnung Einzelsterne sehen können. M 13 ist ein gutes Beispiel, um die Wirkung der Lichtverschmutzung auf die Grenzgröße der Sterne zu studieren, weil der Effekt der Auflösung in Einzelsterne so klar erkennbar ist.

Dunkle Strukturen

150mm bis 200mm Öffnung unter dunklem Himmel sind vielleicht die beste Öffnung für M 13. Dann wirkt der Sternhaufen wie ein dreidimensionaler Ball aus zarten Sternen vor nebligem Hintergrund. Mit größeren Geräten werden zwar mehr Sterne sichtbar, aber es tritt ebenfalls der eigentlich recht offene Charakter von M 13 zutage: Das Zentrum ist weniger

konzentriert als bei anderen Kugelsternhaufen wie dem benachbarten M 92. Die Sterne gruppieren sich in auffälligen Ketten, die ab 300mm Öffnung den Anblick dominieren.

Mit großen Öffnungen kann man beobachten, wie sich der Effekt der Sternketten umdreht; es sind jetzt dunkle »Straßen«, die sich durch den Haufen ziehen. Lord Rosse meinte 1851 sogar, ein dunkles Y zu erkennen, das M 13 in drei Teile teilt. Fotos zeigen meist nichts davon, jedoch fällt auf vielen Abbildungen ein dunkles tropfenförmiges Gebiet auf, das im Südostbereich von M 13 liegt. Es wird auch als »Propeller« bezeichnet. Dass es sich jedoch tatsächlich um reelle Staubstrukturen handelt, ist bei der Astrophysik von M 13 sehr unwahrscheinlich, denn aller Staub sollte schon vor Milliarden Jahren bei der Entstehung der Mitgliedssterne verbraucht worden sein.

Blick ins Umfeld

Zwei Galaxien im direkten Umfeld von M 13 lohnen einen Besuch. Beide liegen nordöstlich des Haufens.

NGC 6207 ist mit 11^m6 schon mit 100mm Öffnung zu sehen, wenn der Himmel dunkel ist. Die Balkenspirale besitzt eine relativ hohe Flächenhelligkeit, was dabei hilft, sie zu erkennen. Direkt östlich neben der Galaxie steht ein



▲ Abb. 4: Die Umgebung von M 13 mit den Galaxien NGC 6207 (oben links) und IC 4617. Manfred Wasshuber

IM DETAIL

Die Physik von M 13

Kugelsternhaufen gehören zu den ältesten Gebilden in der Milchstraße. Das unterscheidet sie deutlich von den Offenen Sternhaufen, die in der Scheibe der Milchstraße angesiedelt sind und sich dort durch den gravitativen Einfluss ihrer Nachbarschaft in einigen Millionen Jahren auflösen. Kugelsternhaufen dagegen, die sich im sternärmeren Halo der Galaxis bewegen, existieren Milliarden von Jahren. M 13 ist mindestens 10,25 Milliarden Jahre alt.

Dieses erstaunlich hohe Alter hat auch mit der Anordnung der Sterne in den Kugelsternhaufen zu tun. Die etwa 300.000 Sterne in M 13 sind in einem Durchmesser von rund 150 Lichtjahren verteilt. Dabei wird die Konzentration zum Zentrum immer größer, dort kommen 100 Sterne auf drei Kubiklichtjahre. Diese kugelförmige Anordnung ist äußerst stabil. Selbst beim Verschmelzen von Galaxien überleben deren Kugelsternhaufen. Ein Beispiel ist M 54, der ein Überbleibsel der ansonsten in der Milchstraße aufgegangenen Zwerggalaxie SagDEG darstellt.

Weil alle Sterne in einem Kugelsternhaufen mit Sicherheit gleich weit entfernt sind – im Fall von M 13 nach neuesten Daten 22.500 Lichtjahre – lassen sie interessante Rückschlüsse auf die Sternentwicklung zu. Das betrifft vor allem alte Sterne. Ausreißer sind die sogenannten »Blue Straggler«, blaue leuchtkräftige Sterne, die nach ihren Parametern eigentlich nicht in Kugelsternhaufen vorkommen sollten. Auch für ihre Entstehung ist die besondere Physik der Kugelsternhaufen entscheidend: Aufgrund der großen Sterndichte kommt es dort wesentlich häufiger als anderswo zur Kollisi-

sion von Sternen. Aus der Verschmelzung zweier alter Haufensterne entstehen so scheinbar neue Sonnen, deren Entwicklung einem anderen Mechanismus als dem Rest der alten Haufensterne folgt.



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

▲ Abb. 5: Blick ins Zentrum von M 13 mit dem Hubble-Weltraumteleskop.

13^m7-Stern, was in etwa der Grenzgröße eines guten 100mm-Teleskops entspricht. Ich empfehle, hoch zu vergrößern. Mit 200mm oder 300mm Öffnung ist NGC 6207 kein Problem unter einigermaßen dunklem Himmel.

Für größere Teleskope ist IC 4617 als Herausforderung besser geeignet. Mit einer Helligkeit von 15^m5 ist diese kleine Edge-on-Galaxie schon ein ganz anderes Kaliber. Sie liegt näher an M 13 in dessen nordöstlichen Außenbereichen. Mit 360mm Öffnung hatte ich selten Probleme IC 4617 zu sehen, 300mm dürfte die untere Grenze sein. Mit dieser Öffnung sollte man den 14^m3-Stern, der unmittelbar östlich steht, gut sehen können. Meine Empfehlung wäre auch hier, ordentlich zu vergrößern, mindestens bis zur förderlichen Vergrößerung, also 428×.

Dritte Dimension

Die drei Objekte zeigen nebenbei schön die Dimensionen des Kosmos: M 13 steht mit 22.500 Lichtjahren Entfernung deutlich vor NGC 6207 mit 37 Millionen Lichtjahren. IC 4617 ist dagegen stolze 490 Millionen Lichtjahre entfernt!

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 6: Zeichnung von M 13. 350mm, 290×. Oliver Stein

DIE FEUERWERKSGALAXIE MIT EINEM 8-ZOLL-NEWTON

Das Weltraumteleskop Hubble begeistert seit Jahren mit seinen spektakulären Bildern. Doch auch Amateurastronomen gelangen vielfach beeindruckende Aufnahmen – mit deutlich günstigerer Technik, dafür aber mit sehr viel Leidenschaft. In dieser Rubrik wollen wir künftig zeigen, was Amateurastronomen heute leisten können und lassen Hubble gegen Amateure antreten. Diesmal: die Galaxie NGC 6946.

HUBBLE

AMATEURE

 **Hubble**



NASA, ESA, STScI, R. Gendler und das Subaru-Teleskop (NAOJ)

DATEN Beteiligte Wissenschaftler/Institutionen: NASA, ESA, STScI, R. Gendler und das Subaru-Teleskop (NAOJ). Die Aufnahme wurde im Januar 2016 veröffentlicht und entstand aus Hubble-Daten und Daten des 8,2-Meter-Subaru-Teleskops des National Astronomical Observatory of Japan, das sich auf dem Gipfel des Mauna Kea auf Hawaii befindet.

▲ Abb. 1: Die Feuerwerksgalaxie in einer Ansicht, für die Daten des Weltraumteleskops Hubble und des Subaru-Teleskops kombiniert wurden.

Auf der Suche nach einem schönen Motiv für meine Teleskop-Kamera-Kombination entdeckte ich im Deep-Sky-Reiseatlas NGC 6946, auch Feuerwerksgalaxie genannt. Diese Galaxie ist mit einem 8-Zoll-Newton bei einer Brennweite von 920mm und einer Canon EOS 450Da mit APS-C-Sensor nicht formatfüllend. Interessant ist allerdings die Nähe zum offenen Sternhaufen NGC 6939, der sich im Abstand von 40' nordwestlich der Galaxie befindet. Im Hochformat lassen sich beide Objekte zusammen abbilden.

Die reale Entfernung beider Objekte zueinander ist allerdings sehr groß. Zum Sternhaufen werden 3900 Lichtjahre und zur Galaxie ca. 20 Millionen Lichtjahre angegeben. Dennoch lassen sich bereits mit Amateurmit-

teln viele Details der Galaxie sichtbar machen. Eine Herausforderung für Astrofotografen ist es den galaktischen Zirkus zu erfassen.

Die Einzelbilder wurden bereits in der Nacht vom 5. zum 6. September 2013 aufgenommen und für diese Rubrik neu bearbeitet. Es lohnt sich also immer die RAW-Dateien zu archivieren, um diese später komplett neu bearbeiten zu können. Gestackt wurden die Einzelbilder mit dem Programm DeepSkyStacker. Zur Kalibrierung verwendete ich nur Flats und keine Darks. Bereits bei der Farbkalibrierung wurde der Rotkanal verstärkt, um die H α -Regionen besser sichtbar zu machen. Zur Verbesserung der Auflösung wählte ich die Option »3x Drizzle« und den Stackingmodus »Kappa-Sigma Clipping«, um Hotpixel zu beseitigen.

Das gestackte Bild wurde anschließend mit dem Programm Fitswork in ein Luminanzbild umgewandelt und »Logarithmieren« angewendet. Aufgrund des nicht perfekt justierten Newtons waren die Sterne etwas länglich. Dies wurde mit dem Filter »Strichspuraufnahme zurückrechnen« verbessert und geschärft mit »Iteratives PSF-schärfen«. Mit der Funktion »L+RGB Bild kombinieren auto. skaliert« wurde das geschärfte Luminanzbild mit dem gestackten Bild, bei dem noch »Wurzel ziehen« angewendet wurde, kombiniert. Die weiteren Bearbeitungsschritte waren »Gammawert reduzieren« und »Farblayer zurückrechnen«. Abschließend wurde mit dem Programm Lightroom gearbeitet.

► Daniel Förtsch

Amateur



D. Förtsch

D A T E N
 Fotograf: Daniel Förtsch
 Aufnahmedatum: 5. zum 6. September 2013
 Teleskop/Montierung: 8-Zoll-Newton auf Skywatcher EQ6
 Kamera: Canon EOS 450D (astromodifiziert)

Nachführkontrolle: 80/400 Achromat mit MGEN 2-Autoguider
 Belichtungszeit: 23x10min
 Nachbearbeitung: DeepSkyStacker, Fitswork, Lightroom

▲ Abb. 2: Die Galaxie NGC 6946 in einer Aufnahme des Amateurastronomen Daniel Förtsch, aufgenommen mit einem 8-Zoll-Newton-Teleskop.

RUHE AUF KNOPFDRUCK

Das Vixen ATERA H12×30 im Praxis-Check

Ferngläser mit 10-facher Vergrößerung kann nicht jeder ruhig in der Hand halten. Für viele Beobachter ist diese Vergrößerung schon zu hoch: das Bild ist stark verwackelt und ein Stativ wird benötigt. Noch höhere Vergrößerungen sind freihändig praktisch nicht mehr zu handhaben. Hier kommt das Zauberwort Bildstabilisation ins Spiel. Vixen bringt mit dem H12×30 ein neues Fernglas mit elektronischer Bildstabilisation auf den Markt, welches seine Fähigkeiten im Praxis-Check unter Beweis stellen muss.



▲ Abb. 1: Auffallend ist das ungewöhnliche Gehäuse des Vixen Atera.

Das Fernglas kommt in einem einfachen Karton, aber gut verpackt beim Kunden an. Im Lieferumfang befinden sich zwei Okulardeckel, eine kurze Bedienungsanleitung, ein Trageriemen und eine speziell für dieses Modell entworfene kleine gepolsterte Tragetasche. Dort passt das Fernglas auch mit angebrachten Trageriemen hinein. Auffallend ist das ungewöhnliche Design des Vixen Atera. Das in einem hellen Sandton gehaltene Kunststoffgehäuse, in dem die beiden Tuben »versteckt« sind, besitzt keine Knickbrücke im üblichen Sinne. Stattdessen lassen sich die beiden Okulare rotieren, so dass der Augenabstand auf den richtigen Abstand eingestellt werden kann.

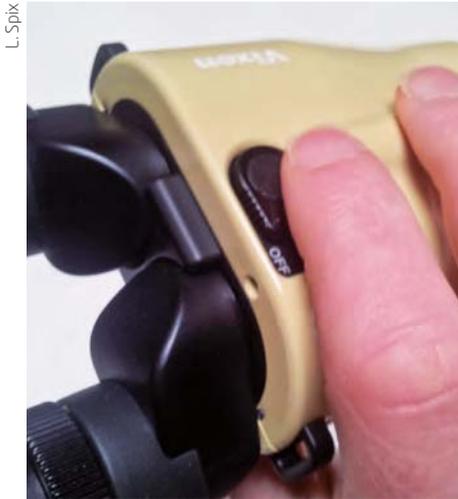
Auch das Fokussierrad ist anders als gewohnt vorne in Höhe der Objektivlinsen angebracht. Dafür befindet sich okularsei-

tig ein kleiner, einfach mit dem Zeigefinger erreichbarer Schieberegler zum Zuschalten der Bildstabilisation, deren erfolgreiches Arbeiten mit einer kleinen grünen LED angezeigt wird. Auf der Unterseite des Gehäuses findet sich das Batteriefach für zwei handelsübliche AAA-Batterien, die einen Betrieb von etwa zwölf Stunden ermöglichen sollen. Ohne Batterien ist das Gewicht mit leichten 422g angegeben bei den Ausmaßen von 149mm×108mm×62mm. Die Augenmuskeln lassen sich in vier Stufen in die maximale Position ausfahren. Das Fernglas ist als nicht wasserdicht definiert.

Bildstabilisation in der Praxis

Das mit großer Spannung erwartete Merkmal des Fernglases ist natürlich das Arbeiten

der Bildstabilisation, denn wer die Unabhängigkeit der freihändigen Beobachtung nicht aufgeben möchte und trotzdem eine höhere Vergrößerung wünscht, sollte ein bildstabilisiertes Fernglas zur Natur- oder Himmelsbeobachtung in Betracht ziehen. Vorweg gesagt – hier kann das kleine Fernglas voll überzeugen. Wird die Bildstabilisation zugeschaltet, erscheint das Bild frei von durch Muskelbewegungen von Händen und Armen verursachtem schnellem Zittern und die Detailerkennung wird drastisch gesteigert. Lediglich ein langsames leichtes Hin- und Herschwanken des Bildes verbleibt. So kommt die Bildruhe der stativgestützten Beobachtung sehr nahe. Der Fokus bleibt auch bei eingeschalteter Stabilisation voll erhalten. Eine Abschaltautomatik verhindert nach fünf Minuten einen unnötigen Batterieverbrauch.



▲ Abb. 2: Der Zugschalter für die Bildstabilisation ist bequem mit dem Zeigefinger erreichbar.



▲ Abb. 3: Eine grüne LED zeigt das Arbeiten der Bildstabilisation an.

Der Blick durch die Optik offenbart tagsüber auch bei trüben Wetterbedingungen eine helle und kontrastreiche Abbildung mit einer guten Mittenschärfe. Ab ca. 80% des Sehfelds lässt die Bildschärfe nach. Bei den Beobachtungsbedingungen tagsüber erscheint die Abbildung so fast randscharf. Die Farbdarstellung ist dabei als neutral zu bezeichnen. Kritische Beobachter werden einen leichten Farbsaum auch in der Bildmitte an Objekten mit starken Kontrasten bemerken. Etwas eng wirkt das Eigengesichtsfeld, das vom Hersteller mit 47,5° angegeben ist. Bei einer Gebäudewand mit senkrechten und waagerechten Strukturen können auch am Rand keine nennenswerten Verzerrungen von geraden Linien beobachtet werden. Bei voll eingefahrenen Augenmuscheln lässt sich das Sehfeld auch mit Brille überblicken. Der Austrittspupillenabstand beträgt dabei 17,5mm.

Sternbeobachtung- und Mondbeobachtung

Auch ein Fernglas mit 30mm Öffnung kann am Nachthimmel gute Dienste leisten, trotz ei-

ner kleinen Austrittspupille von 2,5mm. Besonders helle Offene Sternhaufen, weite Doppelsterne, der Mond oder das Durchstreifen der Milchstraße sind dabei die geeigneten Beobachtungsziele. Auch hier bewirkt die Bildstabilisation wahre Wunder in der Detailwahrnehmung. Besonders die Mondbeobachtung profitiert davon. So lassen sich Krater des Mondes ruhig im Bild halten und leicht identifizieren. Wie bei der Tagbeobachtung erscheint auch der Mond scharf abgebildet, allerdings mit dem schon beschriebenen leichten Farbsaum – hier am Mondrand. Wird die helle Mondscheibe außerhalb des Sehfelds platziert, erscheinen leichte Aufhellungen des Sehfelds. Die Sterndarstellung in der Mitte des Sehfelds ist ebenfalls ausreichend punktförmig. Mit zugeschalteter Bildstabilisation sind schwächere Sterne wahrnehmbar und Doppelsterne leichter zu trennen. Das tatsächliche Sehfeld von 4,2° ist nicht für weite Übersichtsbeobachtungen gedacht, doch große Offene Sternhaufen wie z.B. die Plejaden sind noch im Ganzen zu überblicken.

Fazit

Das Vixen ATERA H12x30 ist ein Fernglas, das gute Optik mit einer sicher arbeitenden elektronischen Bildstabilisation verbindet. Wer Wert auf höhere Vergrößerung als »üblich« legt, ist mit dem kompakten Fernglas gleich doppelt gut bedient, denn die Vergrößerung von 12x in Kombination mit der Bildstabilisierung bringt eine enorme Steigerung der Detailerkennung tagsüber, aber auch für die astronomische Beobachtung.

► Lambert Spix

★ BEWERTUNG

- + kompakt
- + gute Abbildungsleistung
- + sichere Bildstabilisation
- Batterien werden benötigt

⚙️ DATEN

Modell	Vixen ATERA H12x30
Durchmesser	30mm
Vergrößerung	12x
Scheinbares Gesichtsfeld	47,5°
Augenabstand	17,5mm
Pupillenabstand	55–75mm
Naheinstellgrenze	2,5m
Wahres Gesichtsfeld	4,2°
Abmessungen	149mmx108mmx62mm
Gewicht	422g
Lieferumfang	Okulardeckel, Bedienungsanleitung, Tragariemen, Tragetasche
Listenpreis	549€

➔ SURFTIPPS

- Herstellerwebsite

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a15061](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a15061)



▲ Abb. 4: Das Batteriefach befindet sich auf der Unterseite des Fernglases.

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

ISS-TRANSIT VOR SONNE UND MOND

Durchführung und Bildbearbeitung



In der Praxis: die Dokumentation eines Transits der Internationalen Raumstation ISS vor Sonne oder Mond



U. Dittler

▲ Abb. 1: In den frühen Morgenstunden konnte am 17.5.2017 an einem klaren Frühsommertag über Todtnau im Südschwarzwald der Transit der Internationalen Raumstation ISS vor dem abnehmenden Mond fotografiert werden: Der Transit fand um 8:05:49 MESZ statt, als der Mond 19,4 Grad über dem SSW-Horizont stand. Die Entfernung der 2^m3 hellen ISS zum Beobachtungsort betrug 1016,7km, so dass der Transit 1,2 Sekunden dauerte und die Raumstation entsprechend klein erschien. Das Bild ist eine Montage aus 51 Bildern in Photoshop.

Auch wenn der Vorbeiflug der Internationalen Raumstation ISS vor der Sonne oder dem Mond nur zwischen 0,6 und 3 Sekunden dauert, ist die Fotografie eines solchen ISS-Transits eine spannende Herausforderung für Amateurastronomen.

Im letzten Heft haben wir beschrieben, wie einfach die Berechnung der Flugdaten der Internationalen Raumstation ISS für den eigenen Beobachtungsort ist. Bedingt durch die Flugbahn der ISS gibt es Beobachtungsphasen, bei denen innerhalb weniger Tage mehrfach eine Beobachtung oder Fotografie der ISS vor der Sonne oder dem Mond möglich ist – wenn man bereit ist, ein paar Kilometer zu fahren, um auf der jeweiligen Zentrallinie des Überflugs beobachten zu können. Auch auf die Bedeutung einer schnellen Kamera mit hoher Bildfolge wurde hingewiesen. Diesmal geht es nun um die eigentlichen Aufnahmen und die anschließende Bildverarbeitung.

Auf zur Zentrallinie

Wenn die Zentrallinie des Überflugs ermittelt wurde, sollte man sich durch die Entfernungsangaben in den mit CalSky.com errechneten Daten nicht täuschen lassen: Da sich die Angaben auf die Luftlinie beziehen, sollten die Koordinaten des geplanten Beobachtungsortes schon am Vortag der Beobachtung ins Navigationsgerät eingegeben werden, um zu sehen, wie lang die Reise zum Beobachtungsort tatsächlich dauern wird. Nach einem letzten prüfenden Blick auf die dort zu erwartenden Wetterbedingungen kann das Equipment eingepackt werden: Neben einem stabilen Stativ und einer tragfähigen Montierung (mit elektrischer Nachführung), der Beobachtungsoptik, der Kamera sowie einem Notebook zur Steuerung der Kamera sind ein Kompass (meist im Smartphone schon vorhanden) und eine sekundengenaue Uhr (auch hier eignet sich ein Smartphone gut, da es seine Uhrzeit über GPS-Satelliten abgleicht) notwendig.

Um ausreichend Zeit zu haben, sich am geplanten Beobachtungsort zu orientieren und in Ruhe das Equipment aufzubauen, ist es ratsam, die Fahrt so zu planen, dass man 30 bis 60 Minuten vor dem Transit am Beobachtungsort ankommt. Auch wenn der eigentliche Transit nur wenige Sekunden dauern wird, sollte die übliche Sorgfalt beim Aufbau und Ausrichten des Equipments walten. Ein Okular hilft zunächst Sonne bzw. Mond im Teleskop zu zentrieren, ehe die Kamera eingesetzt wird. Sorgfältiges Fokussieren der Sonne wird erleichtert, wenn ein Tuch (oder eine Jacke) genutzt werden können, um eine direkte Sonneneinstrahlung auf dem Display zu vermeiden; Mondlicht ist hingegen



▲ Abb. 2: Das für die Erstellung von Abbildung 1 genutzte Equipment: ein Takahashi FS-60Q mit einer Brennweite von 600mm auf einer AstroTrack-Reisemontierung, als Kamera wurde eine Point-Grey Grasshopper3-U3-28S5M verwendet. Zur exakten Ausrichtung ist auf dem Bild noch ein Okular an der späteren Position der Kamera ins Teleskop eingesetzt.

meist so schwach, dass ein Fokussieren auch ohne eine Abdunkelung des Displays gelingt.

Da der errechnete Zeitpunkt des Transits sich auf einen exakten Punkt auf der Zentrallinie bezieht, ein Abweichen von diesem idealen Punkt um ein paar Meter (oder eine seit der Berechnung erfolgte Korrektur der Flugbahn der ISS) den Zeitpunkt des Transits jedoch um

ein paar Sekunden verschieben kann, ist es ratsam, die Belichtungsreihe rund 30 Sekunden vor dem Transitzeitpunkt zu beginnen und den Transit auf dem Notebook-Display zu verfolgen. Nachdem der Flug der ISS auf dem Notebook sichtbar wurde, kann die Aufnahmesequenz beendet werden; ein Nachlauf ist nicht notwendig.



▲ Abb. 3: In den Mittagsstunden am 20.6.2017 konnte über dem Schwarzwald der Transit der Internationalen Raumstation ISS vor dem abnehmenden Mond fotografiert werden: Der Transit fand um 13:56:09 MESZ statt, als der Mond 36 Grad über dem SW-Horizont stand. Die Entfernung der 179 hellen ISS zum Beobachtungsort betrug 662,8km, so dass der Transit 1,3 Sekunden dauerte und die Raumstation entsprechend klein erschien. Die Beobachtungsbedingungen waren sehr ungünstig: Hohe Luftfeuchtigkeit zeigte sich in aufkommender Bewölkung und böiger Wind erschwerte die Beobachtung zusätzlich. Das Bild ist eine Montage aus 51 Bildern in Photoshop.



▲ Abb. 4: Für den in Abbildung 3 dokumentierten Transit wurde das Equipment – wie in Abb. 2 – auf einer Lichtung im Schwarzwald aufgebaut.

Astro-Hacks: Schaumgummi-Hülsen für den perfekten Griff

Wir alle kennen die Probleme von eiskalten und relativ klein dimensionierten Knöpfen und Zapfen an unseren Teleskopen. Ganz besonders in kalten Winternächten oder bei Feuchtigkeit durch Tau

und immer dann, wenn Handschuhe getragen werden, kann das Hantieren an den Einstellungs-elementen sehr schwierig und zur »Lotterie« werden – die Knöpfe sind klein, kalt oder rutschig. Was tun? Austausch gegen passende und griffigere Elemente von Fremdherstellern sind nur in Ausnahmefällen möglich. Vielleicht basteln mithilfe eines 3D-Druckers?

Meine Lösung: Beim Installateur bekommt man Hülsen aus Schaumgummi, wie sie üblicherweise über Heizungsrohre zum Schutz vor Auskühlung gestülpt werden. Sie sind in vielen Größen erhältlich und kosten fast nichts. Diese in die passende Länge zurechtgeschnitten, werden über die originalen Zap-

fen am Teleskop gestülpt und ergeben so einen perfekten Griff. Man braucht die Hülsen nicht zu verkleben. Darüber hinaus sind sie nie eiskalt, können rasch und spurlos auch wieder entfernt werden und fusseln nicht. Und ganz wichtig: Es sind keine komplizierten Umbauarbeiten am teuren und treuen Gerät nötig. Für mich eine rasche, einfache sowie billige Lösung.

► Wolfgang R. Wiesinger

W. Wiesinger



▲ Abb. 1: Schaumstoffhülsen sorgen für den perfekten Griff am Teleskop – auch bei Kälte und Nässe.

**ASTRO-HACKS
GESUCHT!**

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

Bildbearbeitung

Bei Aufnahmen eines ISS-Transits mit einer CCD-Kamera werden die Aufnahmen in der Regel als ein zusammenhängender Film abgespeichert. Als erster Schritt der Bildverarbeitung sollten nun alle Bilder des Films einzeln betrachtet werden, um zu notieren, auf welchen Einzelbildern die ISS zu sehen ist (wenn die Aufnahmesequenz kurz nach dem Transit beendet wurde, bietet es sich natürlich an, mit der Sichtung des Films an dessen Ende zu beginnen). Die identifizierten Bilder mit der ISS sollten dann als Einzelbilder abgespeichert werden (hierzu eignet sich beispielsweise die entsprechende Funktion der Software Avistack), während alle Bilder ohne ISS auf die für die Sonnen- bzw. Mondfotografie übliche Weise verarbeitet bzw. gestackt werden können (beispielsweise mit der Software Autostakkert2).

Um aus den Einzelbildern der ISS und dem gestackten Summenbild eine Bildmontage des ISS-Transits zu erstellen, können zunächst alle Bilder in Photoshop als einzelne Ebenen in einer gemeinsamen Datei geöffnet werden (beispielsweise mit der Funktion »Datei – Scripte – Dateien in Stapel laden«). Um alle ISS-Abbildungen in einer Ebene sichtbar zu machen, bietet es sich an, alle Ebenen mittels »aufhellen« (bei Abbildungen einer hellen ISS vor dem dunklen Mond) bzw. »abdunkeln« (bei Bildern der dunklen ISS vor der hellen Sonne) ineinanderzublenken. So sind zwar alle Positionen der ISS in ei-

ner Ebene sichtbar, die Sonne bzw. der Mond sind jedoch noch nicht optimiert, dies geschieht in einem nächsten Schritt: Hierzu wird das gestackte Summenbild des Mondes bzw. der Sonne ohne ISS als oberste Ebene über die Ebene mit den ISS-Abbildungen gelegt und mit der (weichkantigen) Radiergummi-Funktion an den Stellen über den ISS-Einzelabbildungen die gestackte Mondoberfläche so wegradiert, dass die jeweils darunterliegende ISS-Abbildung sichtbar wird. Anschließend können die beiden Ebenen zusammengefügt und – beispielsweise bzgl. Kontrast oder Farbe – weiterverarbeitet und optimiert werden.

Fazit

Die Fotografie eines Transits der Internationalen Raumstation vor Sonne und Mond ist immer wieder spannend und bleibt auch nach ersten erfolgreichen Transit-Dokumentationen eine Herausforderung, da sich die ISS durch die unterschiedlichen Flughöhen und Entfernungen zum Beobachter immer wieder anders präsentiert und auch die Sonne durch verschiedenen Fleckenkonstellationen uns stets ein anderes Aussehen präsentiert. Durch die verschiedenen Phasen im Monatsverlauf präsentiert sich ein ISS-Transit vor dem ab- oder zunehmenden Mond auch immer wieder unterschiedlich. Wenn Ihnen die Fotografie eines ISS-Transits gelingt, würden wir uns freuen, wenn Sie uns Ihre Bilder zusenden! ▶ 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/a15065

Teleskop-Tuning: Wann sich ein Spiegeltausch lohnt

Beim Newton-Teleskop ist der Hauptspiegel das einzige optisch wirksame Element – daher lässt sich die Primäroptik sehr einfach austauschen, wenn man Grund dazu hat: Die Öffnung als wesentliches Leistungskriterium wird man so kaum steigern können. Der Spiegeltausch ist daher nur dann eine Option, wenn der vorhandene Hauptspiegel ständig oder doch zumindest in der Auskühlphase schlecht abbildet. Einen an sich guten Hauptspiegel auszutauschen, ist schlicht sinnlos. Hat der vorhandene Spiegel aber beispielsweise Astigmatismus, eine Fehlkorrektur oder auch einen größeren Schaden wie einen Muschelbruch im Bereich der Spiegelfläche, würde der Tausch helfen. Unter Umständen kann auch ein zu dicker und daher zu schwerer Spiegel getauscht werden.

Das Problem des alten Spiegels sollte also vorab geklärt und nicht zum Beispiel durch

Neu-Verspiegelung behebbbar sein. Auch das Teleskop insgesamt muss den Tausch lohnen: Ein besseres Spiegelsubstrat wie Cerodur oder Sitalt ist wenig sinnvoll, wenn die darüber aufsteigende Warmluft die Abbildung genauso runiert wie beim zuvor eingesetzten Flaschenglas-Spiegel. Kombiniert mit einer guten Tubusbelüftung minimiert es aber die Verspannungen in der Auskühlphase und macht hohe Vergrößerung schneller nutzbar.



S. Wienstein

Der neue Spiegel muss natürlich bezüglich Dicke und exaktem Durchmesser in die Spiegelzelle passen. Auch die Brennweite muss stimmen. Wird der Spiegel dünner, muss die Zahl der Auflagepunkte geprüft werden, damit er nicht im Bereich von Nanometern durchhängt – ein Problem ab 200mm Durchmesser. Der Aufwand lohnt also nur, wenn man ein ansonsten gut funktionierendes Teleskop hat. Wenn nicht, kauft oder baut man besser ein ganz neues Teleskop.

▶ Sven Wienstein

◀ Abb. 1: Da beim Newton allein der Hauptspiegel das Bild erzeugt, kann er leicht ausgewechselt werden.

AUF DIE TEMPERATUR kommt es an...

Der Bresser Messier MC-152 Hexafoc im Praxis-Check

Mit dem MC-152 hat Bresser ein günstiges 6-Zoll-Maksutov-Cassegrain-Teleskop auf den Markt gebracht. Da es sich dabei in der Regel um kompakte Optiken handelt, kann die Montierung meist etwas kleiner ausfallen, als bei weniger kompakten »Kollegen«. So eignen sie sich insbesondere, um auf beengtem Raum dennoch eine ansprechende Öffnung unterzubringen. Mit 1900mm Brennweite hat das Gerät ein entspanntes Öffnungsverhältnis von $f/12,5$.



▲ Abb. 1: Bresser liefert den 6-Zoll-Maksutov-Cassegrain mit einem kleinen Zubehörpaket.



▲ Abb. 2: Die Tubusrückseite mit Justageschrauben und dem Hexafoc-Okularauszug.

Die Optik wird in einem gut gepolsterten Karton geliefert. Der Tubus selbst ist dabei in einem Nylon-Beutel untergebracht, um den herum man den Rohrschellenkäfig geschlossen hat. Mit im Karton ist ein kleines Zubehörpaket bestehend aus einem 26mm Plössl-Okular, 1¼-Zoll-Zenitspiegel und 6×30 Sucher. Hinzu kommen noch Verlängerungsstücke für den Okularauszug und eine Fotoschraube, wodurch der Tragegriff mit einem mittigen Langloch auch als Kamerahalterung dienen kann. Da der Hexafoc-Okularauszug eine 2 Zoll Okularaufnahme hat, gehört natürlich auch ein 1¼-Zoll-Reduzierer zum Lieferumfang. Daran findet sich ein T2-Gewinde zum Anschluss einer Kamera, allerdings bedingt die 1¼-Zoll-Okularaufnahme, dass der Durchlass gegenüber einem normalen T2-Adapter deutlich eingengt ist. Schließlich liegen noch eine kurze Bedienungsanleitung, eine kleine Sternscheibe und eine Soft-

ware-CD mit dem kostenlosen Programm Stellarium bei.

Kein Plastik am Tubus

Die Messier-Teleskope aus dem Hause Bresser sollen vor allem den preisbewussten Käufer ansprechen. Es war daher eine angenehme Überraschung, dass am Tubus kein Plastik verbaut ist. Stattdessen finden sich solide Metallteile, die lediglich durch die eigenwillige Textur des weißen Lacks nach Plastik aussehen. Das ist sehr stabil, sorgt aber für ein spürbares Gewicht und der Tragegriff, ebenfalls aus Metall, ist sehr willkommen. Ein Schlitz in dessen Längsrichtung dient zur Aufnahme einer Fotoschraube, um eine Kamera für sogenannte Piggyback-Fotografie befestigen zu können. Der Griff und die Standard-Prismenschiene bilden mit den Rohrschellen einen stabilen Käfig, was beim spürbaren Gesamtgewicht von fast 7kg sehr angebracht ist.

Die Sucheraufnahme hat leider eine spezielle Form, die man so nur bei Bresser und Explore Scientific vorfindet. Das schränkt die Produktauswahl spürbar ein, wenn man den beigelegten und wirklich zu billig aus Plastik gefertigten 6×30 Sucher ersetzen möchte. Mit böser Zunge gesprochen kann man anstelle einer Sucherjustage mit den Schrauben einfach etwas an der Plastikhalterung herumbiegen. Das mag sicher nicht die feine Art sein, geht aber einfach schneller. Etwas billig wirkt auch, dass der rote Zierstreifen an der Tubusrückwand sichtbar aus Klebeband besteht. Das passt nicht so recht zum ansonsten ordentlich aussehenden Gerät.

Schraubensuche

Die Fassungen der optischen Elemente sind mit zahlreichen Schrauben befestigt. In der Rückwand eingelassen findet man drei Justageschrauben für den Hauptspiegel und drei



▲ Abb. 3: Bei genauem Hinsehen bemerkt man, dass die verspiegelte Fläche deutlich größer ist als das aufgeklebte Blendrohr.

weitere sind durch Aussparungen zugänglich, die mit Gummi-Stopfen abgedeckt sind. Welche davon nun die Konterschrauben sind und welche die eigentliche Justage bewirken, verschweigt die viel zu kurze Anleitung. Sie sind leider nicht als Paare angeordnet, sondern um jeweils 60° zueinander versetzt. Die Anleitung, das fiel an dieser Stelle auf, enthält einen Link, der zu einer ausführlicheren Version hätte führen sollen – es fand sich dort aber keine für diesen Mak passende Anleitung.

Der mit Filz und einer Klemmschraube gut gegen Herunterfallen gesicherte Deckel ist aus Aluminium. Darunter findet man die mit einer zeitgemäßen Mehrschichtvergütung versehene Meniskuslinse. Der Fangspiegel ist auf der Innenseite des Meniskus aufgedampft. Seltsamerweise ist der bedampfte Bereich erheblich größer als das dort aufgeklebte Blendrohr. Da das konische Blendrohr sich allerdings zum Fangspiegel hin verjüngt, ist wohl die Obstruktion durch die zusätzliche Bedampfung nicht vergrößert. Dieses Blendrohr ist außen matt lackiert und innen zusätzlich zum Mattlack mit einer Riffelung versehen, was Streiflicht minimiert. 45mm Fangspiegeldurchmesser finden sich als Herstellerangabe. Das scheint auf die bedampfte Fläche halbwegs zuzutreffen, wobei man das

aber durch den dicken Meniskus – übrigens laut Angabe aus BK7 – nicht messen kann.

Das Blendrohr am Hauptspiegel ist innen wie außen glatt und nur innen matt lackiert, während es außen seidig glänzt. Schaut man durch den offenen Okularauszug bei Tage ins Gerät, so fällt das Innere des spiegelseitigen Blendrohrs als beinahe glänzend auf und auch die überdimensionierte Fangspiegelbedampfung ist als ein Ring neben dem Blendrohr zu erkennen. Schwenkt man auf den Mond zu, so gibt es einen Winkelabstand, in dem Mondlicht mal auf der Innenseite des Blendrohrs glänzt und mal in der zu großen Verspiegelung seinen Weg als aufhellendes Streulicht ins Okular findet. Das Gerät ist allerdings nicht tagblind, das entstehende Streulicht hält sich also in Grenzen.

Meist nicht ohne Verlängerung

Die Bildebene des Maks liegt recht weit hinter dem Tubus. So weit, dass noch eine der zwei beigelegten 37,5mm Verlängerungshülsen an den Hexafoc-Okularauszug geschraubt werden muss, um mit einem 2-Zoll-Zenitspiegel in den Fokus zu kommen. Der Okularauszug hat mit gemessenen 36mm beinahe denselben Hub, und prompt gab es in Form des 10mm Speers Waler ein Oku-

lar, welches nur ohne Verlängerung in den Fokus zu bringen war, während die Mehrzahl der Okulare wiederum nur mit Verlängerung zum Einsatz kommen konnte. Der entsprechend kürzere Lichtweg im beigelegten 1¼-Zenitspiegel – übrigens komplett aus Plastik – macht dann den zweiten Verlängerungsring notwendig. Die Auflagekante des Okularauszugs liegt dazu 100mm über der Tubusrückwand, wovon 80mm auf die Bauhöhe des Hexafoc entfallen. Alles in allem liegt also die Fokalebene des Teleskops um die 20cm hinter der Tubusrückwand. Der Schwerpunkt des Geräts liegt ohnehin weit hinten, nur grob 10cm vor der Tubusrückwand. Bestückt mit 2-Zoll-Zenitspiegel und einem Übersichtsokular hat man Probleme, das Gerät auf der Montierung in die Waage zu bringen. Die hintere Rohrschelle sitzt dann über dem Typenschild, dicht vor dem hinteren Tubus-Abschlussring, und die Prismenschiene ist auch soweit hinten geklemmt, wie nur möglich. Trotzdem genügt eine Montierung der GP-Klasse, um das Gerät zu tragen.

Kein Leichtgewicht, aber gut transportabel

Da das Gerät zwar kein Leichtgewicht, aber kompakt und auf jeden Fall gut transportabel ist, sollten die ersten Beobachtungen spontane Einsätze werden. Das war allerdings eine falsche Herangehensweise. Teleskope mit geschlossenem Tubus benötigen unbedingt eine Auskühlzeit, um sich nach dem Transport aus der Wohnung den Umgebungsbedingungen anzupassen. Das MC-152 ist da keine Ausnahme, vielmehr benötigt die Optik ausgesprochen lang, ehe man ihr hohe Vergrößerungen abverlangen kann. Um einen Temperaturunterschied von rund 15°C auszugleichen, erwies sich eine Auskühlung von weit mehr als einer Stunde als unzureichend. Zwar ließen sich so schon einige Deep-Sky-Beobachtungen mit niedriger Vergrößerung durchführen, aufgrund der langen Brennweite des Geräts sind seine Fähigkeiten diesbezüglich aber begrenzt. Ein 40mm Okular liefert bereits 48-fache Vergrößerung und der so erzielbare Himmelsausschnitt erreicht gerade 1,4°, das sind nicht ganz drei Vollmonddurchmesser. Trotzdem passen Paradeobjekte wie der große Orionnebel gut ins Bild. Sechs Zoll Öffnung erlauben schon eine angenehme Detailfülle und zeigen zahlreiche Sternhaufen nicht nur gut aufgelöst, sondern auch brilliant und mit schwächeren Haufenmitgliedern. Beim Blick auf die Plejaden zeigt sich aber der be-

S. Wienstein



▲ Abb. 4: Der Schwerpunkt liegt weit hinten, so dass die Rohrschelle über das Typenschild geschoben werden muss. Der Sucher ist dann nicht mehr reibungslos abzunehmen.

grenzte Himmelsausschnitt. Zwar sind die Hauptsterne der hübschen Figur gemeinsam im Okular erkennbar, aber um den Sternhaufen als solchen zu erkennen, würde man noch etwas Himmelsausschnitt um den Haufen herum benötigen.

Abkühlzeit einplanen

Besser man schaut auf kleine und helle Deep-Sky-Objekte wie den Eskimo-Nebel – dazu muss aber das Gerät ordentlich temperiert werden. An den ersten Abenden war einfach nicht genug Zeit, um das Gerät in diesen Zustand zu bringen. Stets zeigte sich neben Tubus-Seeing ein ausgeprägter Warmluftkeil in den Beugungsbildern und als Folge bei hoher Vergrößerung Sterne mit kräftigen Lichtausbrüchen.

Damit das Gerät doch für spontane Beobachtungen zur Verfügung stehen konnte, wurde es im unheizten Schuppen gelagert – allerdings nicht im beigelegten Aufbewahrungsbeutel, der ist nämlich viel zu klein, wenn das Gerät samt Rohrschellen hinein soll. Noch eine Auffälligkeit ergab sich beim Abschrauben der Prismenschiene – vielmehr beim Versuch: Der 4er-Inbus drehte durch, der 5er passte nicht – glücklicherweise griff ein Torx T30 in das unbekannte Innensechskant-For-

mat und erlaubte es, die benötigte Losmandy-Schiene anzuschrauben.

Die kühle Lagerung brachte nun endlich die gewünschten Vergrößerungen in Reichweite. Schon mit dem 24mm Panoptic überzeugte die Sternabbildung bis zum Rand. Der bereits tiefstehende Orionnebel zeigte neben den vier Komponenten des Trapezes viele Nebelstrukturen. Die Vergrößerung ließ sich nun problemlos auf 216× steigern und die beiden hellen Nachbarsterne der hoch stehenden Praesepe zeigten – mit der Luftunruhe wechselnd – einen meist geschlossenen ersten Beugungsring. Das war nicht nur erbaulich für die Optik an sich, sondern auch für die Werksjustage, an der nichts geändert wurde. Bei dieser Beobachtung kam mit einem LVW 42 auch ein Okular zum Einsatz, das den maximal mit zwei Zoll Steckhülse erreichbaren Himmelsausschnitt wiedergibt. Der Mak beleuchtet einen genügend großen Bildkreis, um auch dieses Okular verwenden zu können – allerdings ist der visuelle Beobachter hier weniger empfindlich, solange ein rein konstruktiv sicherlich vorhandener Helligkeitsabfall zum Bildrand hin von einem sanften Gradienten kaschiert wird. Angenehm ist, dass durch das kleine Öffnungsverhältnis sehr viele Okulare gut mit der Optik zurechtkommen und eine schöne Sternabbildung bis an den Rand bieten.

Fazit

Somit ist das Messier MC 152 immer interessant, wenn man sich nicht mehr um die Temperaturanpassung der besonders kompakten Optik kümmern muss. Wenn die Optik auf dem Balkon schon auf den Einsatz wartet, wird sie dem meist geringen Platzangebot gerecht. Sechs Zoll Öffnung bieten ein gutes Leistungspotenzial für viele Beobachtungsziele, wobei das kleine Öffnungsverhältnis eher für hohe Vergrößerungen, also speziell für Mond und Planeten, aber auch für kleine und helle Deep-Sky-Objekte von Vorteil ist. Das langsame Auskühlverhalten ist aber unbedingt zu beachten und man wird das Leistungspotenzial dieses Gerätes lange nicht abrufen können, wenn man es aus einer geheizten Wohnung in die nächtliche Kühle bringt. Für ein Maksutov-Cassegrain ist der Preis von 739€ vergleichsweise günstig.

► Sven Wienstein

★ **BEWERTUNG**

- + kompakt
- + solide Konstruktion
- + gutmütig zu Okularen
- hohes Gewicht
- lange Auskühlzeit

⚙️ **DATEN**

Modell	Bresser Messier MC-152 Hexafoc
Öffnung	152mm
Brennweite	1900mm
Obstruktion	45mm
Länge	490mm
Gewicht	6,9kg
Okularauszug	Hexafoc 2½ Zoll (Okularaufnahme 2 Zoll) Laufflächen gelagerter Zahntrieb
Lieferumfang	Optik, 6×30 Sucher, 1¼-Zoll Zenit Spiegel, 26mm Plössl, 1¼-Zoll-Reduzierer, Verlängerungshülsen
Listenpreis	739€

➔ **SURFTIPPS**

- Herstellerseite

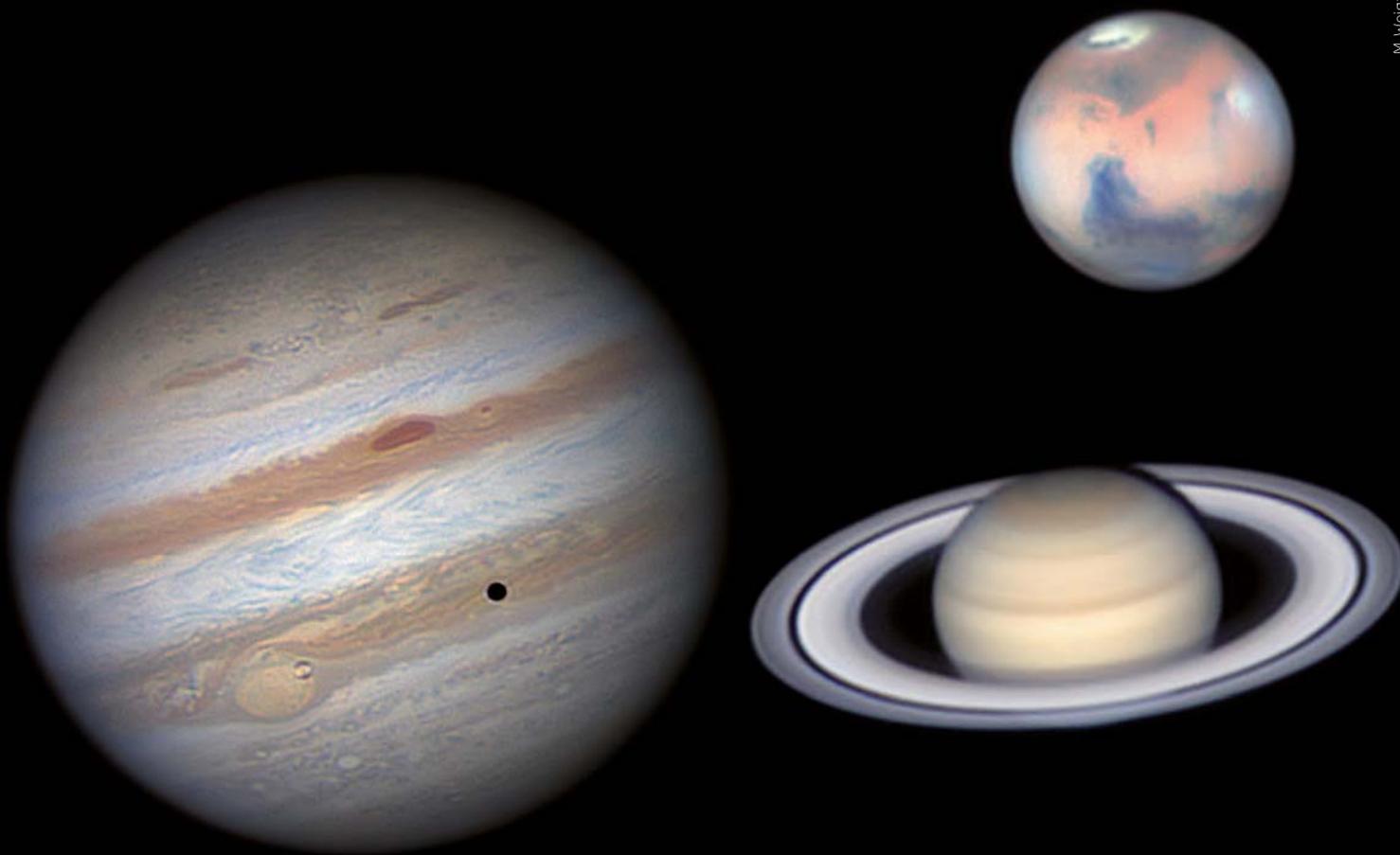
🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/A15069

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

EINMAL ZURÜCKSPULEN BITTE!

Planetenaufnahmen de-rotieren

Drei große Planeten – Jupiter, Saturn und Mars – stehen in diesen Wochen oder standen gerade in Opposition. Leider führt ihre scheinbare Bahn relativ flach über den Horizont und das Sammeln ausreichend vieler scharfer Bilder ist eine Herausforderung. Die Länge der Planetenvideos wird durch die Eigenrotation der Planeten begrenzt, da sie sonst für Unschärfe sorgt. Doch dagegen gibt es ein Mittel...



M. Weigand

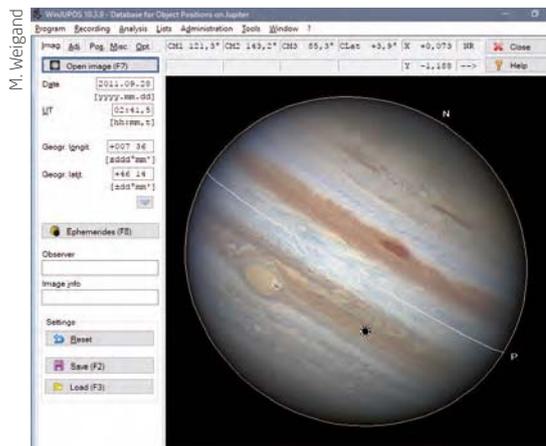
▲ Abb. 1: Drei der großen Planeten stehen dieses Jahr in Opposition: Mars (27. Juli), Jupiter (9. Mai) und Saturn (27. Juni).

Die Fotografie tiefstehender Planeten leidet verstärkt unter schlechtem Seeing. Mars wird dieses Jahr beispielsweise in etwa 20° Höhe kulminieren. Dies bedeutet rund die dreifache Luftmasse im Vergleich zu einer Winteropposition. Folglich dauert es im Allgemeinen länger, bis genug scharfe Bilder im Videostrom eingefangen werden konnten – eventuell länger, als die Rotationsgeschwindigkeiten der Planeten erlauben. Doch die Software »WinJUPOS« sorgt hier für eine kleine Revolution. Sie ist in der Lage, einen Planeten zurückzudrehen, sodass Aufnahmen aus einer größeren Zeitspanne zu einem Bild überlagert werden können. Natürlich gibt es auch

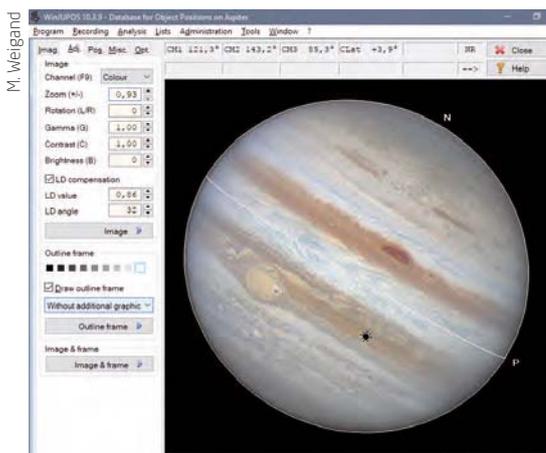
hier Grenzen, denn eine zu starke De-Rotation führt zu störenden Artefakten am Planetenrand. Manche Planetenfotos nutzen aber immerhin bis zu 30 Minuten lange Videodateien, was dann als »Gesamtbelichtungszeit« angegeben wird.

Eine Regel bleibt für die Anwendung der RGB-Technik aber bestehen: die Länge der Einzelvideos sollte nach wie vor nicht zu groß sein, um eine saubere Überlagerung der Farbkanäle zu ermöglichen. Folgende Zeiten dienen als Richtwerte für die Planeten des Jahres bei einem Sampling von $0,2''/\text{Pixel}$: Für Mars gestaltet sich die Situation mit 150s pro Farbkanal noch komfortabel, der schwierigste Fall ist hingegen

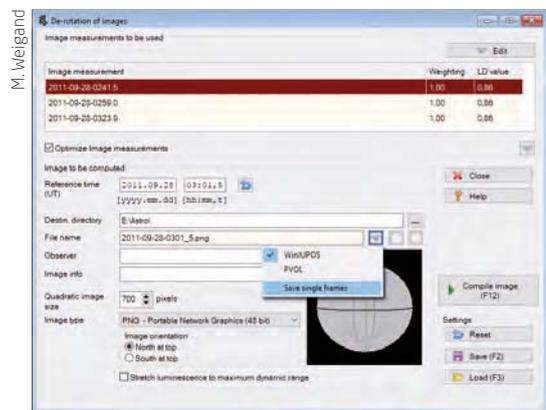
Jupiter mit rund 30s. Bei Saturn dürfen die Videos mit 90s wieder etwas länger sein. Die Einzelvideos bleiben zwar kurz, jedoch wiederholt sich die RGB-Sequenz je nach Bedarf. Daraus entstehen z.B. nach Auswertung mit dem Programm »AutoStakkert!« (vgl. Abenteuer Astronomie 14) entsprechend viele Farbbilder des Planeten. Für sich genommen sind sie aufgrund der wenigen scharfen Bilder und der folglich geringen Verwendungsraten zu rauschig. Nach der De-Rotation mit WinJUPOS werden diese Einzelergebnisse jedoch zu einem Bild zusammengefügt, das ein besseres Rauschniveau aufweist. Im Folgenden wird der Arbeitsablauf in WinJUPOS beschrieben.



◀ Abb. 2: Das Programm WinJUPOS bei der Vermessung einer Aufnahme. Das Ausrichtungsmuster (weiße Linien) muss an den Umriss und die Orientierung des Planeten angepasst werden. Wie man sieht, werden auch Mond-Positionen berechnet – ein guter Test der Zeitangaben.



◀ Abb. 3: Die Randverdunklung des Planeten lässt sich mit der Funktion »LD compensation« korrigieren.



◀ Abb. 4: Das Unterfenster der De-Rotationsfunktion mit der Liste der vermessenen Bilder im oberen Bereich. Darunter folgen die Angabe der Referenzzeit und die Ausgabeoptionen. Sollen die de-rotierten Bilder später in einem anderen Programm gestackt werden, müssen die Einzelbilder über »Save single frames« exportiert werden.

Bilder einmessen

Los geht es mit dem Vermessen der Bilder, damit WinJUPOS die De-Rotation durchführen kann. Im Menü wird der Vorgang über »Recording« und »Image measurement...« gestartet. Nun öffnet sich das Messfenster, in dem die wichtigen Einstellmöglichkeiten im linken Fensterteil angeordnet sind. Im Bereich »Imag.« erfolgt das Laden des zu vermessenden Bildes und seine Datierung. Wichtig ist die Eingabe der Aufnahmezeit in UT, wobei die zeitliche Mitte des jeweiligen Videos eingegeben wird. Das eigentliche Vermessen folgt nun im Bereich »Adj.«. Es wird eine Ausrichtungsmaske angezeigt mit Umrisslinie, Äquator und Markierungen für Nordpol und vorauslaufen-

dem Rand des Planeten. Die Anpassung erfolgt über die Pfeiltasten (Verschiebung), mit »Bild auf/Bild ab« (Größe) und den Tasten »N« und »P« (Rotation). Ist der Planet gespiegelt dargestellt, muss dies im Bereich »Opt.« mit der Einstellung »Mirrored-inverted image« berücksichtigt werden. Eine weitere Option, die Beachtung finden sollte, ist die Korrektur der Randverdunklung über »LD compensation«. Die Standardwerte liefern in der Regel bereits gute Ergebnisse, die Stärke der Korrektur kann aber falls nötig angepasst werden. Diese Korrektur wird umso wichtiger, je länger die Gesamtbelichtungszeit ist. Nach geglückter Ausrichtung wird die Messung abgespeichert. Der Vorgang wiederholt sich für alle anderen Aufnahmen der Serie.

⇐ INTERAKTIV

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

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

Bildserie de-rotieren

Die Funktion zur De-Rotation findet sich im Hauptmenü unter dem Punkt »Tools«. Dabei gibt es drei Varianten, je nachdem, ob Videos, RGB-Sequenzen oder direkt Farbbilder verarbeitet werden sollen. Über »Edit« werden alle vermessenen Aufnahmen in die Liste geladen. Den nächsten Schritt bildet die Festlegung der Referenzzeit, auf welche die Rotation aller Bilder angepasst werden soll. Hier schlägt WinJUPOS sinnvollerweise bereits die zeitliche Mitte vor. Dies kann – falls gewünscht – verändert oder eines der Bilder per Rechtsklick als Referenz gesetzt werden.

Für die Ausgabe der Resultate können dann noch Dateiname, Bildformat, Bildgröße und Orientierung des Planeten definiert werden. »Compile image« liefert daraufhin die Überlagerung aller Bilder. Möchte man jedoch auch Kontrolle über den finalen Stacking-Prozess erhalten und diesen mit einem anderen Programm durchführen, ist auch die Ausgabe der de-rotierten Einzelbilder möglich.

Fazit

Mit der De-Rotationstechnik hat die Planetenfotografie in den letzten Jahren wieder einen bedeutenden Schritt vorwärts gemacht. Auch wenn der Workflow damit komplexer geworden ist, bessert sich doch bei ungünstigen Planeten-Oppositionen die Chance auf zufriedenstellende Resultate.

▶ Mario Weigand

▶ SURFTIPPS

- WinJUPOS
- AutoStakert!

[Kurzlink: oc1m.de/a15071](https://oc1m.de/a15071)

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

LÜCKENSCHLUSS IN DER 100° REIHE

Das HDC-XWA 13mm 100° Weitwinkel-Okular von APM Telescopes

Mit dem 13mm HDC-XWA schließt APM die große Lücke im Brennweitenbereich der HDC-Okulare mit 100° scheinbarem Gesichtsfeld. Nebenbei vollzieht sich bei den bisher erhältlichen Brennweiten von 3,5mm, 5mm, 9mm und 20mm auch ein kleiner Wechsel des Labels. Wurden die Okulare zuerst unter dem Label Lunt HDC verkauft, ist das neue Okular wie auch bereits das 20mm der Marke APM



Telescopes zugeordnet. Die Ausstattung der großen Okulare mit umklappbarer Gummiaugenmuschel und Gummiarmierung ist bei beiden Labels vergleichbar. Unter der abnehmbaren Augenmuschel besitzt das Okular ein Anschlussgewinde M44,5x0,75 zur Adaption von Kameras. Teleskopseitig lässt sich die 1,25 Zoll Steckhülse mit einem geschraubten Adapterring auf 2-Zoll-Steckmaß erweitern. Für beide Steckdurchmesser steht ein Filtergewinde zur Ver-

fügung. Mit 153mm bzw. bei angeschraubtem 2-Zoll-Adapter 157mm Länge, etwa 63mm Durchmesser und gut 500g Gewicht ist es vergleichbar groß und schwer wie die anderen Brennweiten der Reihe. Der optische Aufbau besteht aus 9 Linsen in 6 Gruppen. Absolut zeitgemäß kommt eine Mehrschicht-Vergütung zum Einsatz und die Linsenkanten sind zur Streulichtunterdrückung geschwärzt. 13mm Augenabstand sorgen für einen bequemen Einblick, der für Brillenträger aber nur bedingt nutzbar sein dürfte. In den Genuss des Ultraweitwinkel-Gesichtsfelds kommt man für einen Listenpreis von 249€.

► Sven Wienstein

ARBEITEN WIE DIE PROFIS

Fotografischer Rowe Ackermann Schmidt-Astrograph jetzt mit 14 Zoll



360mm Öffnung und ein fotografisch korrigiertes Feld beim Öffnungsverhältnis von f/2,2 bietet Celestrons Weiterentwicklung des bereits im aktuellen EXTRA Teleskope & Ferngläser 2018 vorgestellten 11-Zöllers RASA 11. Der Astrograph ist ähnlich aufgebaut wie ein Schmidt-Cassegrain mit Edge-HD Option. Anstelle des Gegenspiegels kommt hier ein vierlinsiger Korrektor mit ED-Glas zum Einsatz, der Bildfeldwölbung und Koma korrigiert, ohne einen sichtbaren Farbfehler einzuführen. Der fotografisch korrigierte Bildkreis soll satte 60mm Durchmes-

ser erreichen, wodurch bei 790mm Brennweite ein Himmelsausschnitt von 4,3° nutzbar ist. Die fotografische Auslegung wird nochmals unterstrichen durch den in die Korrektur einbezogenen Spektralbereich von 400nm bis 900nm Wellenlänge, so dass über den kompletten visuellen Bereich hinausgehend auch der nahe Infrarotbereich Berücksichtigung findet. Insbesondere schwarz-weiß abbildende Sensoren haben hier oftmals eine gute Empfindlichkeit. Für den Anschluss von Zubehör stehen 77,5mm Backfokus zur Verfügung. Das große Bildfeld bedingt aber auch

einen kameraseitig benötigten Filterdurchmesser von 104mm. Die Obstruktion beträgt dabei 44% (158mm), wobei am Rand des Feldes noch 83% Ausleuchtung erreicht werden.

Die Temperaturanpassung der großen Glasmasse wird durch einen Lüfter unterstützt. Der Vierzehnzöller bringt nicht unerhebliche 34kg auf die Waage und ist somit nur noch bedingt mobil. Baader Planetarium möchte das Gerät auf der L-500 Montierung von Planewave anbieten.

Derzeit produziert Celestron die Optik für den Bedarf professioneller Anwender, beispielsweise zur robotischen und systematischen Himmelsüberwachung. Sobald dieser Bedarf gedeckt ist, wird die Optik auch für den ambitionierten Amateur zugänglich sein. Über den Preis schweigt man sich bis dahin allerdings aus.

► Sven Wienstein

SURFTIPPS

- APM HDC-Okulare
- Celestron RASA 36

🔗 Kurzlink: oc1m.de/a15073

JUST LISTEN...

Als Volunteer in einer Lodge in Namibia

Im Sommer 2017 erfüllte ich mir einen Traum, den wohl viele Amateurastronomen träumen: einen Astrourlaub in Namibia. Doch da das Geld knapp war, arbeitete ich tagsüber als Volunteer auf einer Lodge und zeigte nachts Gästen den spektakulären Sternhimmel. In einer Nacht stellte mir ein Gast eine Frage, auf die ich nicht vorbereitet war.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



◀ Abb. 1: Von einer Düne, entfernt von den Lichtern der Chalets, böt sich ein eindrucksvoller Blick auf das Band der Milchstraße. Aufnahme mit einer Canon EOS 6D mit 20mm-Samyang-Objektiv und einer Belichtungszeit von 25s bei ISO 3200.

rechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



R. Reischl

▲ Abb. 2: Eine der nicht-astronomischen Attraktionen der Lodge waren die beiden Geparden Ethosha und Tuano.

Im Frühjahr 2017 begann ich mit den Planungen für meinen Sommerurlaub. Da es voraussichtlich meine letzten Sommerferien im Studium sein würden, wollte ich um jeden Preis einen Astrourlaub in Namibia verwirklichen. Um jeden Preis? Nicht wirklich! Ganz im Gegenteil, wollte ich mein Budget schonen und habe daher nach alternativen Möglichkeiten gesucht, mehrere Wochen unter dem südlichen Sternenhimmel zu verbringen. Die Methode der Wahl war »Volunteering«. Auf mehreren Plattformen im Internet können Hosts und Volunteers ihre Anzeigen schalten und miteinander Kontakt aufnehmen. Das Konzept ist einfach. Als Volunteer hilft man je nach Jobbeschreibung im Alltag des Hosts mit und dieser stellt im Gegenzug Kost und Logis.

Meine Idee war es, untertags zu arbeiten und abends den Sternhimmel mit einem mitgebrachten Dobson zu genießen. Nach wenigen Tagen der Suche stieß ich dann auf eine Anzeige, die ich kaum glauben konnte. Eine Lodge in der Kalahari nahe Mariental suchte einen Hobbyastronomen, um ihr 10-Zoll-Meade-Schmidt-Cassegrain-Teleskop zu bedienen und den Gästen abendliche Sternführungen zu bieten. Da ich in meiner Heimatsternwarte in Salzburg regelmäßig Führungen mache, schien dieser Job wie geschaffen. Anfangs gestaltete sich die Kontaktaufnahme etwas schwierig, doch im Mai erhielt ich dann die Zusage und die Planung konnte beginnen.

Auf der Lodge unterm Himmelszelt

Nach zwölf Stunden Anreise über Johannesburg nach Windhuk, der Hauptstadt Na-

mibias, folgte eine dreistündige Fahrt mit dem Manager der Lodge über teils gut geteerte Straßen und teils holprige Schotterpisten.

Die Lodge, auf der ich meinen Traum verwirklichen durfte, hatte eine Fläche von gemächlichen 10.000 Hektar mit verschiedensten Tierarten, die untertags und auch abends sehr spannend zu beobachten waren und zu interessanten nächtlichen Begegnungen führten. Die großen Stars der Lodge waren jedoch die zwei verwaisten Geparden Ethosha und Tuano, die per Hand aufgezogen worden waren und daher von den Gästen während der Fütterung berührt werden konnten. Ich ließ mir diese Chance nicht nehmen und fuhr auf einige dieser Fütterungen mit, um aus nächster Nähe Bilder dieser großartigen Tiere zu machen.

Am ersten Tag nach der Ankunft warf ich einen Blick auf meine Arbeitsgeräte. Die »Sternwarte« war eine mit roten Wegleuchten ausgeschilderte, 4×4 Meter große Plattform, die etwa zwei Meter in die Höhe ragte. Das fix aufgestellte Teleskop hatte auch schon bessere Zeiten erlebt, aber das sollte meine Freude auf die kommenden Nächte nicht schmälern.

Erst die Arbeit, dann das Vergnügen

Bereits in der ersten Nacht sollte ich eine Führung für ein paar Gäste abhalten und konnte relativ gut verbergen, dass ich selbst gerade zum ersten Mal das Südliche Kreuz, die Magellanschen Wolken und den gewaltigen Kugelsternhaufen Omega Centauri suchte und zum Glück auch fand. Das Teleskop war trotz allem gut zu bedienen und die Leistung reichte bei weitem aus, um die meist deutschsprachigen Gäste in Staunen zu versetzen.

Nach dieser ersten Führung baute ich mein fotografisches Equipment auf. Das Einsüden der Montierung war nicht allzu leicht, da der Südliche Himmelspol nicht durch einen hellen Polarstern, sondern durch eine Konstellation aus vier schwachen Sternen (Octans) markiert wird. Hat man diese einmal gefunden, erlauben die vier Sterne eine sehr genaue Ausrichtung.

Nachdem ich die Kamera auf das erste Objekt ausgerichtet hatte, erloschen alle Lichter der Lodge und die Milchstraße war mit einem Kontrast zu sehen, der sie beinahe dreidimensional wirken ließ. Ein Anblick, der nur noch dadurch perfektioniert wurde, dass neben der Sternwarte drei Geparden untergebracht waren, die die absolute Stille der Kalahari mit ihrem mächtigen Schnurren erfüllten.

In dieser Geräuschkulisse beobachtete ich das gewaltige Sternentstehungsgebiet um den Stern Eta Carinae, den riesigen Kugelsternhaufen Omega Centauri, der das gesamte Gesichtsfeld mit Sternen ausfüllte und die unzähligen Wasserstoffregionen, die sich durch ihre Helligkeit aus ihrer Umgebung in der Großen Magellanschen Wolke abhoben.

Besonders gut zu beobachten waren aber auch die bei uns sehr horizontnahen Nebel um das Milchstraßenzentrum, die mit ihrem ungetrübten Licht aus dem Zenit einen ganz besonderen Eindruck hinterließen. Das Festhalten mancher Objekte mit Papier und Stift hilft dabei viele Details dieser Juwelen wahrzunehmen.

Just listen - einfach zuhören

Eines Abends buchte ein Mann aus der Schweiz für sich und seinen Sohn die »Stargazing Tour«. Nach der Führung blieb er noch eine Weile und stellte mir eine Frage, die mir noch kein anderer Gast gestellt hatte. Anfangs war ich so perplex, dass ich Probleme hatte eine schnelle Antwort darauf zu finden – nicht weil es eine komplizierte Frage über den Sternenhimmel war, sondern weil es eine einfache Frage über mich war: »Warum machst du das?«

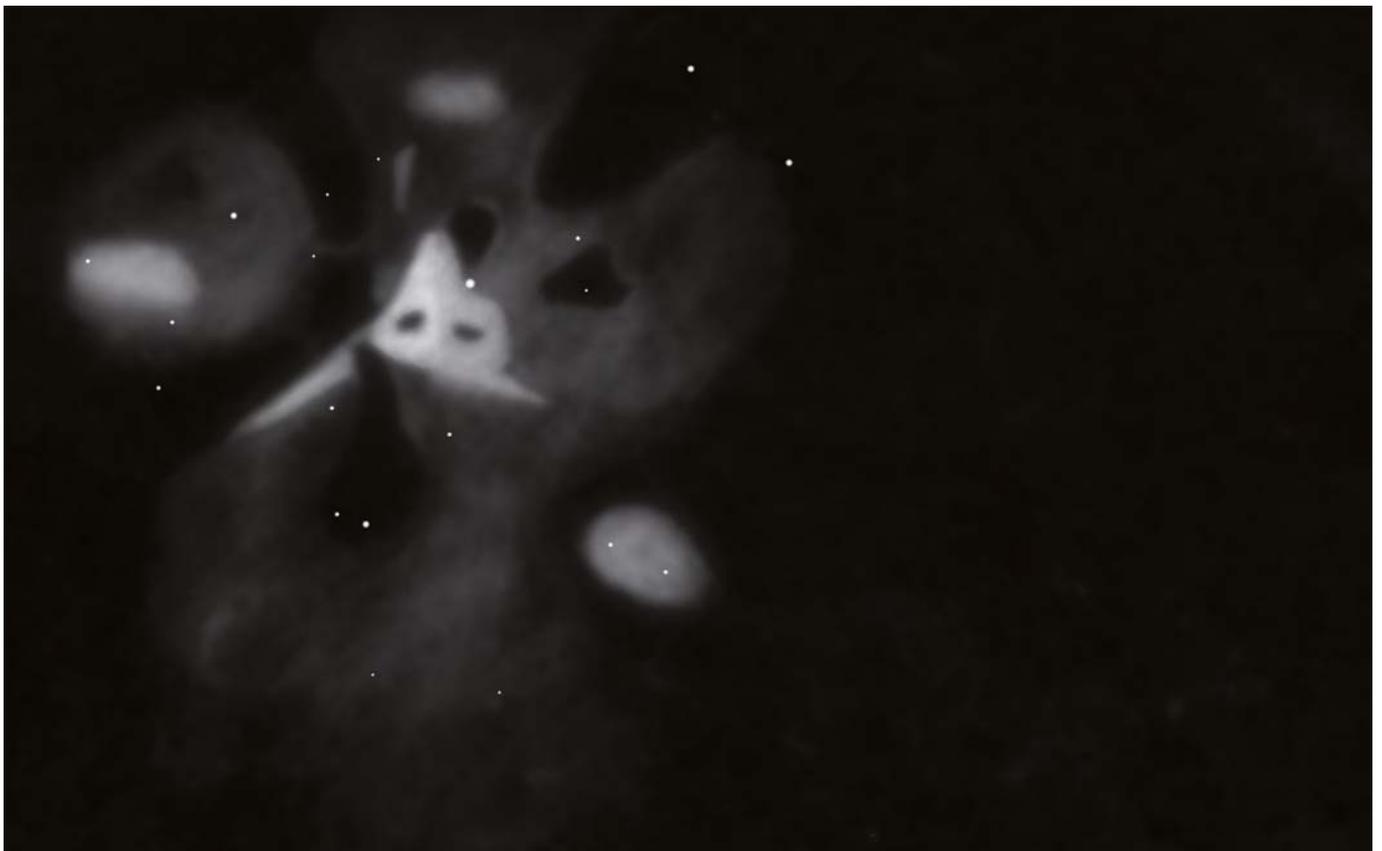
Es kehrte eine nachdenkliche Stille ein, in der nur das mächtige Schnurren der Geparden zu hören war. Ich hatte keine Probleme damit, was ich sagen würde, sondern vielmehr wie. Er sah mich so an, als wüsste er genau, womit ich gerade kämpfe und schien unheimlich neugierig darauf zu hören, was ich versuchte in Worte zu fassen. Wir saßen nebeneinander auf einer Bank, die nach Süden gerichtet war. Ich hob meinen Arm und zeigte auf die Kleine Magellansche Wolke,



R. Reischl

▲ Abb. 3: Der spektakuläre Eta-Carinae-Nebel. Aufnahme mit einer Canon EOS 1100Da bei 200mm (18×5min) bei ISO 800 und mit H α -Filter (23×5min).

R. Reischl



▲ Abb. 4: Das Zeichnen von Objekten half dabei, einzelne Details noch besser wahrzunehmen, wie etwa hier den Tarantelnebel.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten



▲ Abb. 5: Die Region rund um den Stern Antares. Aufnahme mit einer Canon EOS 6D mit 200mm-Objektiv und einer Belichtungszeit von 26×5min bei ISO 800.

die dezent, aber doch nicht zu übersehen am Himmel stand: »Dieser milchige Fleck«, sagte ich, »sind fünf Milliarden Sterne in einer Entfernung von etwa 200.000 Lichtjahren.

Stell dir vor, du trittst eine Reise von dort durch die unendlichen Weiten des Alls an, die so lange sein wird wie die Menschheitsgeschichte selbst. Du ziehst vorbei an Sternen, die geboren werden, siehst Zivilisationen auf fremden Planeten aufgehen und wieder zerfallen. Supernovae, die alles in ihrer Umgebung zerreißen und gleichzeitig die Entstehung von neuen Sternen mit neuen Planeten und neuen Geschichten anstoßen.

Dann kommst du endlich auf unserem kleinen blauen Punkt namens Erde an, vollgepackt mit Eindrücken, die Du Lebewesen erzählen möchtest, die deine Geschichte auch verstehen könnten. Sieben Milliarden hochentwickelter, beschäftigter Augen und Ohren und niemand hört hin...

Aber wenn du Glück hast und irgendwo auf der dunklen Seite dieser Kugel der Himmel klar ist, dann findest du vielleicht einen belächelten Spinner, der keine Mühen scheut und

nachts – so fernab von seinesgleichen, wie nur möglich – seinen Blick nach oben richtet, um begierig deiner Geschichte zu lauschen. Würdest Du Dir nicht denken, dass Deine Reise nicht umsonst war, wenn auch nur im dieses kleinen Menschen willen?«

Ich schaute zu ihm hinüber. Er starrte noch immer nach Süden. Er lächelte und nickte leicht, etwa so als ob er nur mehr flüchtig gehörte hätte, was ich sage, weil er mittlerweile einer viel aufregenderen Geschichte lauscht.

Die Düne im Nirgendwo

Am letzten Abend nahm mich der Magerer mit auf einen kleinen Trip durch die Lodge. Ziel war die höchste Düne, 16km entfernt von den Lichtern der Chalets. Ich war schon vom Himmel über der Sternwarte begeistert, aber dieser Anblick übertraf alles noch einmal. Nach einigen Minuten schien der Himmel plötzlich heller zu werden und bei genauerem Hinsehen bemerkte ich, dass der Grund dafür die unzähligen feinen Sterne waren, die auch abseits der Milchstraße

den Himmel erfüllten. Dazu eine Stille, die man bei uns auch nicht auf den Bergen findet: kein Fluss, kein Vogel, kein Flugzeug, kein Verkehr.

Mein letzter Blick richtete sich nach unten und endlich sah ich, was ich bisher für einen Mythos hielt: einen Schatten. Einen Schatten, geworfen durch das unglaublich helle Zentrum der Milchstraße. ▶ Robert Reischl

| DER AUTOR |

Robert Reischl studiert Molekularbiologie in Wien und ist begeisterter Amateurastronom. Er ist in der Arbeitsgruppe für Astronomie am Haus der Natur in Salzburg aktiv.



SURFTIPPS

- Blog des Autors
- Arbeitsgruppe für Astronomie am Haus der Natur in Salzburg

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a15078

R. Reischl



▲ Abb. 6: **Sterne und Staub im Sternbild Südliche Krone.** Aufnahme mit einer Canon EOS 6D mit 200mm-Objektiv und einer Belichtungszeit von 31×5min bei ISO 800.

R. Reischl

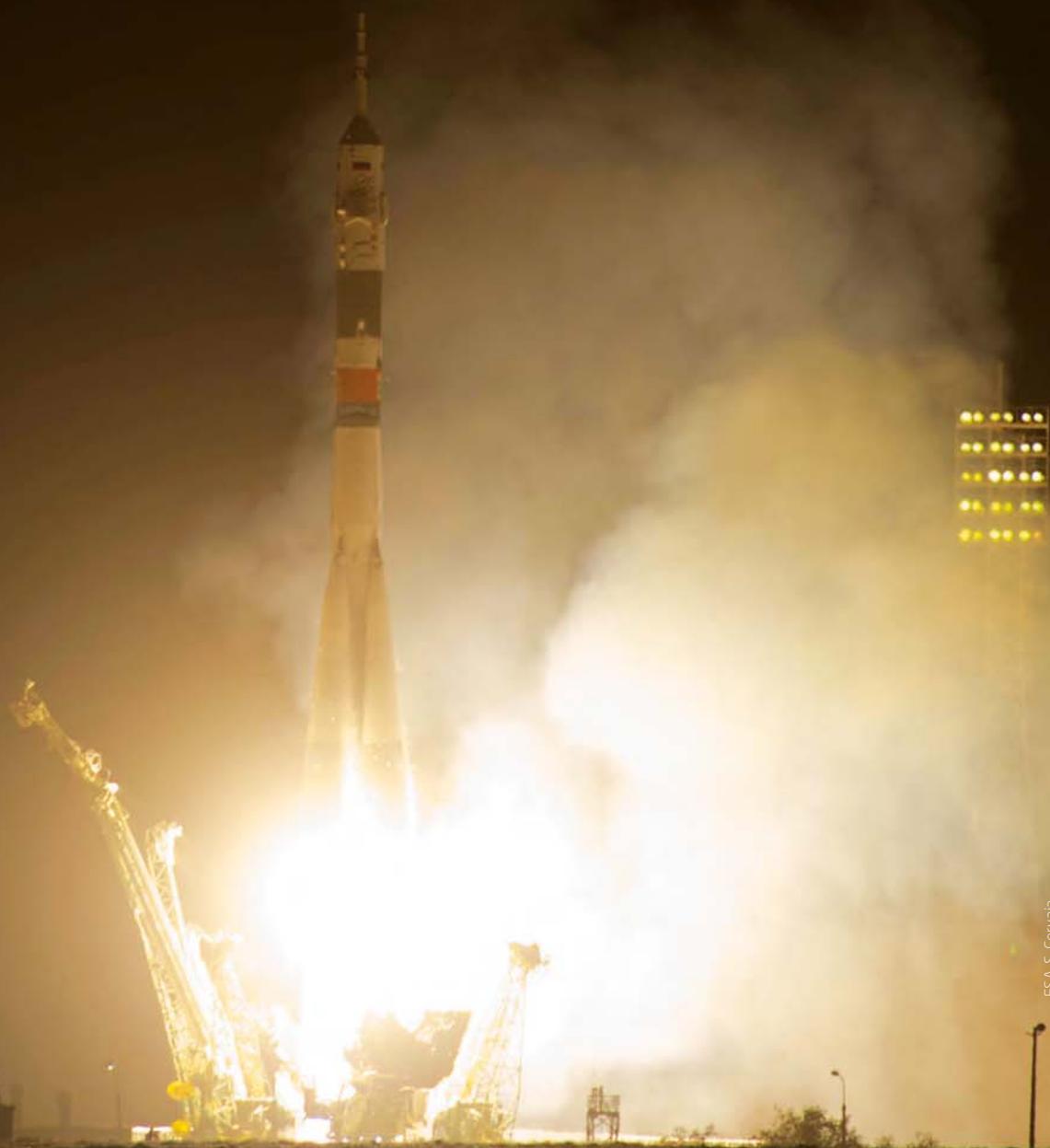


▲ Abb. 7: **Milchiger Fleck in rund 200.000 Lichtjahren Entfernung:** die Kleine Magellansche Wolke. Aufnahme mit einer Canon EOS 6D mit 200mm-Objektiv und einer Belichtungszeit von 45×3min bei ISO 800.

BAIKONUR – DIE STADT, DIE RAUMFAHRT ATMET

Mit einer Gruppe »Spacetweeps« beim Start von »AstroAlex« in Kasachstan

Baikonur ist die Wiege der Raumfahrt: Von hier starteten der erste Satellit und der erste Mensch ins All. Auch der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst soll Anfang Juni von Baikonur aus zum zweiten Mal zur Internationalen Raumstation ISS aufbrechen. Bei seinem ersten Start 2014 war eine Gruppe »Spacetweeps« mit dabei.



► Abb. 1: Start der Sojus TMA-13M mit Alexander Gerst an Bord am 28. Mai 2014.



▲ Abb. 2: Die Spacetweeps vor einem Wandbild am Ortseingang von Baikonur.

Baikonur, allein der Name der Stadt war lange Zeit auf keinem offiziellen Dokument verzeichnet. Die Stadt hieß aus Gründen der Geheimhaltung bis 1995 offiziell Leninsk. Vier Jahre nachdem ich dort war, muss ich mich selbst gelegentlich noch kneifen und frage mich: War ich tatsächlich dort – an dem Ort, an dem die Raumfahrt geboren wurde? Stand ich wirklich auf der Startplattform, von der aus Sputnik-1 und Juri Gagarin gestartet waren? Doch wenn ich mir die Bilder und meinen Reisepass anschau, muss ich feststellen: Ja, ich muss wohl tatsächlich dort gewesen sein!

Reise für Spacetweeps

Die Reise unternahm ich im Rahmen einer Reisegruppe, die für »Spacetweeps«, also Menschen, die auf Sozialen Netzwerken wie Twitter oder Facebook aktiv über Raumfahrtthemen berichten, organisiert worden war. Unterstützt wurden wir dabei von der europäischen Raumfahrtagentur ESA, die für uns die Presseakkreditierung bei der russischen Weltraumagentur Roscosmos übernahm. Unser Auftrag: in den Sozialen Medien über den ersten Start von Alexander Gerst am 28. Mai 2014 berichten.

Nach Baikonur zu gelangen, ist bis heute nicht unbedingt einfach: Bis zum Zusammenbruch der Sowjetunion war der Ort und das Kosmodrom ein militärisches Sperrgebiet, das mitten im Nirgendwo in der kasachischen Steppe lag. Diese Standortwahl hatte mehrere Gründe: Zunächst sollte das Gebiet – aus Gründen der Geheimhaltung – weit weg von bewohnten Gegenden sein, und außerdem musste ein Ort gefunden werden, von dem Raketen starten konnten, ohne dass ihre Flugbahn über bewohntes Gebiet führte. Aus diesem Grund liegen die Startplätze der NASA und der ESA am Meer, eine solche Wahl war für die Sowjetunion aufgrund ihrer geografischen Lage nicht möglich.

Durch den Zusammenbruch der Sowjetunion stand die russische Föderation plötzlich vor dem Problem, dass sich ihre Startanlagen in einem anderen Land befanden. Deshalb pachtete Russland die Stadt Baikonur sowie das anliegende Kosmodrom von Kasachstan. Bis heute ist Baikonur deshalb eine geschlossene Stadt mit Schlagbäumen an den Ein- und Ausgängen und man benötigt eine Sondergenehmigung, um die Stadt Baikonur betreten zu dürfen. Auch wird in Baikonur – anders als im restlichen Kasachstan – neben

der kasachischen Tenge auch der russische Rubel als Zahlungsmittel akzeptiert.

Besuch in der geschlossenen Stadt

Wir hatten als Reisegruppe nur ein Visum für die russische Föderation und eine Sondererlaubnis zum Betreten der Stadt Baikonur, jedoch kein Visum für Kasachstan, weshalb wir uns zwar innerhalb der Stadt Baikonur frei bewegen durften, außerhalb der Stadt jedoch nur mit Begleitung. Die Stadt selbst ist auch nur wenig touristisch erschlossen. Zwar gibt es mehrere Hotels, jedoch kann man in diesen nicht ohne weiteres ein Zimmer buchen, da die Hotels hauptsächlich für das Personal von NASA, ESA und Roscosmos gedacht sind, sowie für akkreditierte Pressevertreter. Entsprechend hoch sind die Hotelpreise. In den letzten Jahren soll das Angebot zwar etwas besser geworden sein, doch sind private Reisen zu einem Start nach Baikonur in der Regel immer noch sehr teuer.

Dank unserer Presseakkreditierung durch die ESA war unsere Reise, welche den Flug von Moskau nach Baikonur und zurück sowie die Unterkunft im Hotel Zentralnaja beinhaltete, deutlich günstiger. Insgesamt waren wir vom 26. bis 30. Mai 2014 in Baikonur. Neben dem Besuch des Starts und der damit verbundenen Events hatten wir auch mehr als genug Zeit, die Stadt Baikonur zu erkunden.

Diese Stadt ist wirklich einmalig, alles dort lebt und atmet Raumfahrt! Neben dem Dienstleistungspersonal arbeiten alle Einwohner im Raumfahrtbereich, an jeder Häuserwand sind Mosaiken von Gagarin, Sputnik, Sojus-Raketen und anderen ikonischen Raumfahrt-Symbolen. Die Spielplätze für die Kinder bestehen aus Raketen und Raumkapseln, die Schule von Baikonur bildet die Kinder zu Raumfahrtmechanikern aus, nicht selten begegnet man auf der Promenade zwischen Lenin Square, wo unser Hotel Zentralnaja lag, und der Korolev Avenue NASA- oder ESA-Mitarbeitern.



▲ Abb. 3: Die Astronauten der Sojus-Crew und der Backup-Crew während der letzten Pressekonferenz in der Quarantänezone, ganz links Alexander Gerst.

► Abb. 4: Die startbereite Sojus-Rakete.



Es gibt ein Stadtmuseum, welches selbstverständlich die Raumfahrtgeschichte der Stadt thematisiert und das vor jedem Start von der Backup-Sojus-Besatzung besucht wird. Hier gibt es auch einen Raum, der mit klassischen kasachischen Wandteppichen ausgehängt ist und in dem eine kasachische Teezeremonie abgehalten werden kann. Natürlich haben wir dies auch getan. In der Stadt gibt es einen traditionellen Markt, mehrere Supermärkte und einige Restaurants, in denen man kasachisch speisen kann – das bedeutet meist Gerichte mit sehr viel Fleisch. Viele Häuser in Baikonur sind heute nicht mehr bewohnt, da nach dem Auseinanderbrechen der Sowjetunion viele Arbeitsplätze in Baikonur wegfielen.

Quarantänezone und die Geburtsstätte der Raumfahrt

In der nordöstlichen Ecke der Stadt Baikonur befindet sich die Quarantänezone, in der die

Astronauten untergebracht sind. Unsere Reisegruppe durfte hier einen Tag vor dem Start der letzten Crew-Presskonferenz mit Alexander Gerst, Reid Wiseman und Maxim Surajew sowie den Mitgliedern der Backup-Crew Anton Schkaplerow, Samantha Cristoforetti und Terry Virts beiwohnen.

Ebenso konnten wir uns die Startplattform der Sojus TMA-13M anschauen samt der dort aufgerichteten Rakete: Von der »Gagarin's Start« genannten Startrampe sind sowohl Sputnik-1 als auch Wostok-1 mit Juri Gagarin an Bord ins All aufgebrochen. Es ist also praktisch der Ort, an dem die Raumfahrt geboren wurde – für alle Raumfahrtenthusiasten fast heiliger Boden.

Dort konnten wir miterleben, wie ein russisch-orthodoxer Priester zunächst die Rakete und danach uns als anwesende Presse segnete! Das Gefühl dort zu stehen, von wo aus Sputnik-1, Juri Gagarin und am nächsten Tag

dann Alexander Gerst ins All geschossen wurde, war einfach unbeschreiblich. Man ist dort, man sieht die Rakete, man sieht die deutsche, die russische, die amerikanische und die kasachische Fahne im Wind wehen, doch so recht begreifen, wo man sich da gerade befindet, kann man nicht. Auch heute noch fällt es mir schwer, mir klar zu machen, wo ich dort wirklich war.

Spannender Starttag

Wirklich spannend wurde es dann am Starttag selbst: Zunächst fuhren wir zur Quarantänezone, wo die Busse für die Hauptbesatzung sowie Backup-Besatzung bereitstanden. Überall gab es Absperrungen und uns wurde gesagt, wie und wo wir uns aufstellen konnten, um den »Crew-Walkout« der Kosmonauten aus der Unterkunft zum Bus zu verfolgen. Wie es bei den Russen Tradition ist, spielte die Hymne der Kosmonauten aus den aufgestellten Lautsprechern: »Trava u Doma« (zu Deutsch: »Rasen am Haus«) von der Band Zemlyane (»Erdlinge«). Dann kamen die Kosmonauten. Hier noch in ihren blauen Overalls, ihre Sokol-Raumanzüge sollten sie erst im Kosmodrom angelegt bekommen. Die Familien von Gerst, Wiseman und Surajew standen vor uns und winkten ihnen nochmal zu, während die Astronauten in den Bus stiegen und zum Kosmodrom Baikonur losfuhren. Das war rund sechs Stunden vor dem Start.

Nachdem die Kosmonauten auf dem Weg waren, hatten wir noch die Möglichkeit, die Allee der Kosmonauten zu bestaunen, an der alle Raumfahrer seit Juri Gagarin vor ihrem Flug einen Baum gepflanzt haben. Der Baum von Juri Gagarin war natürlich der größte, die Bäume von Reid Wiseman und Alexander Gerst noch kleine Sprösslinge. Maxim, der schon zuvor ins All geflogen war, hatte bereits einen Baum und hat diesen, der Tradition entsprechend, nur symbolisch gewässert.

Dann ging es auch für uns mit dem Pressebus zum Kosmodrom Baikonur. Das Areal ist gigantisch und die Fahrt aus der Stadt zum Kosmodrom dauert etwa 20 Minuten. Dort angekommen, durften wir uns erneut vor dem Gebäude aufstellen, in dem die Kosmonauten ihre Sokol-Raumanzüge anziehen, und wieder warten. Dann kommt es zum zweiten »Crew-Walkout«: Die drei Kosmonauten marschieren, ihre Sokol-Raumanzüge bereits angezogen und tragbare Klimaanlage in der Hand, zu einer auf dem Boden markierten Stelle und melden vor Vertretern der russischen, amerikanischen und europäischen Raumfahrtagenturen ihre Bereitschaft. Dann gehen sie zum Bus und fahren zur Startplattform. Dies geschah etwa 3 Stunden 30 Minuten vor dem Start!

Am ganzen Körper zu spüren

Wir fahren dann mit dem Pressebus zur Zuschauertribüne: Diese war unterteilt in einen Bereich für die Familien und eine für die Presse. Nirgendwo auf der Welt kann man näher an eine startende Rakete herankommen: Nur 1,3 km war wir von der Startplattform entfernt. Während wir also auf den Start warteten, wurde die Anspannung immer größer. Aus großen Lautsprechern wurde irgendetwas in Russisch berichtet, aber da ich kein Russisch sprach, verstand ich nichts. Die Backup-Crew, die nun, da die Hauptbesatzung in der Kapsel saß, aus der Quarantäne entlassen wurde, kam herüber zur Presstribüne und wir nahmen die Chance wahr, ein Gruppenfoto mit ihnen zu schießen und uns Autogramme abzuholen.

Als es dann endlich soweit war und der Start unmittelbar bevorstand, wurde die Anspannung geradezu greifbar. Mittlerweile war es mitten in der Nacht lokaler Zeit: Durch das nacheinander erfolgende Wegklappen der Versorgungstürme von der Rakete konnte man in etwa erahnen, wie lange es noch dauert. Dann zündeten die Triebwerke: Zunächst hörte man ein Zischen, dann ein Grollen, der Boden vibrierte, man konnte den Start im ganzen Körper spüren: Der Bauchnabel vibrierte, die Füße, die Knie! Es wurde auf einmal taghell und dann hob die Rakete ab. Ich brüllte vor Freude! Das war es, wovon ich immer geträumt hatte: Einmal einen Start aus nächster Nähe erleben! Die Rakete und auch das Licht



▲ Abb. 5: Ein russisch-orthodoxer Priester segnet die Rakete und danach die anwesenden Pressevertreter.

wurden immer kleiner, doch wir konnten den immer schwächer werdenden Lichtpunkt noch mehrere Minuten nach dem Start sehen, wie auch die Stufentrennung der ersten Stufe: Man sah das sogenannte Koroljow-Kreuz: Da die Sojus-Rakete vier seitlich angebrachte Booster hat, die sich bei der Stufentrennung lösen, wird an den Himmel ein Kreuz gemalt! Auch das verbrannte Kerosin der Rakete war zu riechen – ein Geruch wie auf einem Flughafen. Wie die Geräuschkulisse dann

nach und nach abnimmt, ist nur schwer von Audioaufnahmen eines Startes zu vermitteln. Mir war schlagartig bewusst: Das, was ich da gerade erlebt habe, ist etwas, das ich mein Leben lang nicht vergessen werde!

Danach ging es mit dem Bus zurück nach Baikonur. Dort angekommen, gingen wir natürlich nicht ins Bett, sondern wollten das Docking der Sojus-Kapsel mit der ISS verfolgen, das bereits sechs Stunden nach dem Start erfolgen sollte und problemlos klappte. Es war schon surreal Alexander Gerst, Reid Wiseman und Maxim Surajew plötzlich in der ISS auf NASA TV schweben zu sehen, nachdem wir die drei noch vor elf Stunden in ihren Raumanzügen an uns vorübermarschieren gesehen hatten. ► Ian Luca Benecken

| DER AUTOR |

Ian Luca Benecken ist Student der Luft- und Raumfahrttechnik an der FH Aachen. Er arbeitet im studentischen »COMPASS Project« mit, wo er als Operator die Bodenstation der FH Aachen betreibt und »CubeSat« Missionen betreut. Neben seinem Studium engagiert er sich in den Sozialen Medien, um andere Menschen für das Thema Raumfahrt zu begeistern.

➤ SURFTIPPS

- SpaceTweepSociety
- Twitteraccount des Autors
- Travels In Orbit, Blog von Remco Timmermans

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a15083](https://oc1m.de/a15083)



▲ Abb. 6: Die Sojus-Besatzung in ihren Raumanzügen kurz vor dem Start, Alexander Gerst ganz links.

EIN HERZ AM HIMMEL

Mein bestes Astrofoto ist, wenn man alle Umstände berücksichtigt, wahrscheinlich die Aufnahme des als »Herznebel« bekannten Emissionsnebels NGC 896 mit dem offenen Sternhaufen IC1805 im Sternbild Kassiopeia. Die Aufnahmen entstanden in insgesamt vier Nächten vom 29. April 2013 bis 5. Mai 2013.

Ein Jahr zuvor hatte ich mein Equipment um eine monochrome CCD-Kamera als Ergänzung zu der bereits vorhandenen Farbkamera erweitert. Bis zu den Aufnahmen Anfang Mai 2013 kam die monochrome Kamera hauptsächlich für Schmalbandaufnahmen zum Einsatz. Für gelegentliche Farbaufnahmen wurde das L-RGB-Verfahren verwendet. Eine Kombination von Aufnahmen mit beiden Kameras hatte ich bis dahin noch nicht gemacht.

Seltene Schönwetterperiode

Ende April/Anfang Mai 2013 hatten wir eine in Norddeutschland seltene Schönwetterperiode. Trotz Störung durch den Mond, war ich entschlossen, diese gute Phase zu nutzen, bevor die weißen Nächte das Fotografieren bis in den Spätsommer zusätzlich erschweren würden. Das Ziel war NGC896/IC1805 mit meinem kleinen 80/480er APO. Vier Tage nach Vollmond wurden zunächst 160 Minuten mit der monochromen Kamera und einem 7nm-H α -Filter aufgenommen. In drei weiteren Nächten habe ich dann insgesamt 500 Minuten mit der Farbkamera aufgenommen. Die Belichtungsfenster waren aufgrund der fortgeschrittenen Dämmerung und der Störung durch den Mond sehr beschränkt.

Das gezeigte Ergebnis ist ein Komposit aus einer tiefbelichteten RGB-Aufnahme und einer H α -Aufnahme. Aufgrund der unterschiedlichen Feldgrößen und einer leichten Verdrehung der Aufnahmekameras war die Bildbearbeitung für mich eine wirkli-

che Herausforderung. Mein Ziel war es, die RGB-Aufnahme durch die H α -Belichtungen zu ergänzen, ohne den Schmalbandcharakter zu aufdringlich zu zeigen. Die »Natürlichkeit« für das menschliche Auge sollte im Vordergrund stehen. Mit dem gezeigten Ergebnis war ich dann nach Tagen der Bildbearbeitung auch sehr zufrieden. Schließlich war dieses Prozedere für mich bei den Aufnahmen und vor allem bei der Bildbearbeitung komplettes Neuland.

Ein verführtes Hochzeitsgeschenk

Für mich hat diese Aufnahme aber auch eine zusätzliche und ganz besondere Bedeutung: Ich hatte meiner Partnerin diese Aufnahmen gewidmet. Sie ist zwar an meinen Astroatfahmen sehr interessiert, hat aber selber wenig Hintergrundwissen. Ich wollte ihr ein Stück des Himmels schenken, quasi ihr persönliches Himmelsherz. Was wir beide zu dem Zeitpunkt noch nicht wussten: Es war ein verführtes Hochzeitsgeschenk – genau ein Jahr später haben wir geheiratet – unter guten Sternen.

► Michael Schröder

IM DETAIL

Technik und Bearbeitung

Optik: TS Triplet FPL-53 APO 80/480

Montierung: WS240GT-Sternwartentmontierung mit FS2-Steuerung

Guiding: Lacerta MGEN am TS 9×60-Sucher

Kamera: ALCCD6c pro, Atik 383L+

Filter: Baader 7nm H α
Belichtungszeit: 8×20min H α ,
25×20min RGB

Nachbearbeitung: Astroart5,
PixInsight, Photoshop



▲ Abb. 1: Der Herznebel NGC 896 im Sternbild Kassiopeia.



M. Schröder

FORMENVIELFALT UNTER GALAXIEN

▲ Abb. 1: Die Galaxie NGC 3718 im Sternbild Großer Bär, aufgenommen am 18. Februar 2018 mit einem 250mm-Newton bei 1150mm Brennweite und einer SBIG ST 8300C mit einer Belichtungszeit von 90×600s von Blowatz in Mecklenburg-Vorpommern aus. Rechts neben NGC 3718 ist die Galaxie NGC 3729 zu sehen, oberhalb davon die Hickson Compact Group 56. Ulf M. Schliemann



▲ Abb. 2: Die »Doppelring-Galaxie« Messier 94 in den Jagdhunden, aufgenommen am 13. April 2018 mit einem 254mm-Newtonteleskop bei 1200mm Brennweite und einer Nikon D5300(a) bei 240min Belichtungszeit und ISO 400 von Österreich aus. *Michael Schmidt*



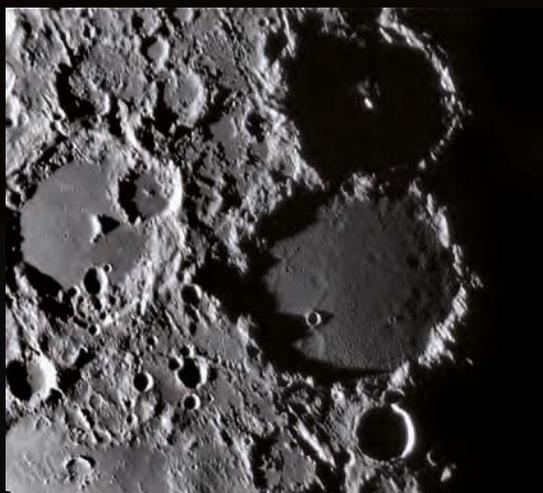
▲ Abb. 3: Die Galaxien Messier 81 und Messier 82 im Großen Bären, aufgenommen am 6. April 2018 mit einem 200mm-Newton bei 1000mm Brennweite und einer Canon 750D bei 5 Minuten Belichtungszeit und ISO 400 von Auersbach in Österreich aus. *Markus Vertesich*

HENKEL & KRATER

Erlebnis



▲ Abb. 1: Der »Goldene Henkel« auf dem Mond aufgenommen am frühen Abend des 25. Februar 2018 mit einem Galaxy 10-Zoll-Dobson und einem Smartphone. *Stephan Rummel*



◀ Abb. 2: Die Mondkrater Ptolemaeus und Alphonsus aufgenommen am 24. März 2018 mit einem 10-Zoll-Maksutov-Newton bei 2000mm Brennweite und einer DMK 41-Kamera. *Ernst Elgaß*

Abbildung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

AUS WUNSCH WIRD WIRKLICHKEIT

Eine Volkssternwarte für den Hochtaunus

Im zwanzigsten Jahr ihres Bestehens möchten die Mitglieder der Astronomischen Gesellschaft Orion Bad Homburg e.V. einen langgehegten Wunsch wahr werden lassen: die Errichtung einer eigenen Sternwarte. Seit Gründung des Arbeitskreises Volkssternwarte im Mai 2016 ist das Projekt gut vorangekommen und die Sternwarte soll 2019 in Betrieb genommen werden.



► Abb. 1: Bauzeichnung für die neue Sternwarte (a), die auf einem Gelände neben dem Peter-Schall-Haus entstehen soll (b). Micha Barsties (Bauzeichnung) / AG Orion Bad Homburg

Frühere Versuche eine Sternwarte zu realisieren scheiterten bislang immer an der nötigen Unterstützung in der Öffentlichkeit und Politik, doch diese haben sich die Sternfreunde aus Bad Homburg in den letzten Jahren erarbeitet. Im Arbeitskreis Volkssternwarte wurden zunächst drei ganz wesentliche Fragestellungen geklärt: die Form der Sternwarte und die nötige Infrastruktur, der Standort und die Zielgruppe für die Nutzung.

Kooperation mit Schulen

Die Antworten darauf führten schließlich zu einer Wunschsternwarte und zu einer Kostenplanung, aus der sich herauskristallisierte, dass der Verein auf Unterstützung der Kommunen und des Kreises angewiesen sein wird. Daher war es wichtig, den Nutzen für die Allgemeinheit herauszustellen. Eine besondere Rolle spielt dabei die geplante Kooperationen mit Schulen, die die Volkssternwarte als Schulsternwarte nutzen können. Wichtig war ebenfalls, die Sternwarte barrierefrei zu gestalten.

Es folgte die Besichtigung möglicher Standorte und der Erfahrungsaustausch mit anderen Volkssternwarten, deren Arbeit in etwa der geplanten Arbeit in der Wunschsternwarte

ähnelte. So recherchierten die Vereinsmitglieder Erfahrungen mit Geräten und Kuppeln und erfragten Betriebskosten für eine solche Einrichtung. Auf diese Weise wurde das Aussehen und der ideale Standort der Sternwarte langsam konkreter.

Die neue Sternwarte wird am Rand des Bad Homburger Stadtteils Dornholzhausen am Peter-Schall-Haus entstehen. Dieses Areal wurde bereits seit 1983 von dem Astronomischen Arbeitskreis der Volkshochschule Bad Homburg zur Sternbeobachtung genutzt und hier wurde 1998 auch die AG Orion gegründet. Es ist nicht wirklich der dunkelste Ort im Hochtaunus, aber er bietet eine gute Verkehrsanbindung, da der Bad Homburger Stadtbus bis fast ans Haus fährt. Das schon bestehende Peter-Schall-Haus können die Sternfreunde als Bad Homburger Verein kostenfrei als Vortrags- und Schulungszentrum nutzen. Da es sich um ein städtischen Gelände handelt auf dem gebaut wird, entfallen Kosten für den Kauf und die Erschließung des Grundstücks.

Unterstützung durch Stadt und Kreis

Die Volkssternwarte Hochtaunus soll als quadratisches Gebäude mit einer Kantenlänge von 6,5 Metern und einer Höhe von 4 Metern

gebaut werden, auf das eine Kuppel mit 4,5 Metern Durchmesser kommt. Vor dem Gebäude ist zudem eine etwa 30 Quadratmeter große Teleskopterrasse vorgesehen.

Zur Finanzierung des Projekts wandte sich der Verein an die politischen Gremien der Stadt Bad Homburg und des Hochtaunuskreises. Es konnten inzwischen der Bad Homburger Oberbürgermeister Alexander Hetjes als Schirmherr für das Projekt gewonnen und auch der Landrat des Hochtaunus-Kreises Ulrich Krebs von dem Projekt überzeugt werden. Die Sternwartenkuppel wird nun von der Stadt Bad Homburg finanziert, der Kreis gibt einen Zuschuss für das Sternwartengebäude. Teleskope, Montierung und Zubehör sollen durch Spenden und durch Crowdfunding finanziert werden. Der im November erarbeitete Bauantrag wurde mittlerweile positiv von der Bauaufsicht beschieden. Mit dem Bau des Sternwartengebäudes soll im Herbst begonnen werden.

► Oliver Debus

SURFTIPPS

- AG Orion Bad Homburg

 [Kurzlink: oc1m.de/a15090](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a15090)



Termine für Sternfreunde Juni/Juli 2018

21. Kleinplanetentagung

1.6.-3.6.2018
D-64646 Heppenheim

Explore Science: Astronomie

13.6.-17.06.2018
D-68165 Mannheim

ASpekt 2018

15.6.-17.6.2018
D-60325 Frankfurt

Ha-Treff

23.6.2018
D-65428 Rüsselsheim

Asteroid Day

30.6.2018
Weltweit

41. Tagung der VdS-Fachgruppe Sonne

6.7.-8.7.2018
D-96515 Sonneberg

13. Sächsisches Sommernachtsteleskop-treffen SST

20.7.-22.7.2018
D-01609 Peritz

Astronomisches Sommerlager ASL

28.7.-11.8.2018
D-98666 Heubach



▲ Abb. 1: Mars-Flug für Dummies: Der Tesla-Roadster verließ die Erde Richtung Marsbahn.

MARSFLUG FÜR DUMMIES

Am 6. Februar 2018 startete vom Kennedy Space Center Launch Complex 39 eine Falcon Heavy-Rakete der Firma SpaceX zu ihrem Erstflug. An Bord ein flammneuer roter Elektroflitzer aus dem Bestand des Firmenchefs Elon Musk. Ein toller PR-Coup mit fantastischen Bildern. Kann man da von einer Nutzlast sprechen oder eher von einer Jux-Last?

Die Bilder waren zweifellos atemberaubend: Der Tesla-Roadster mit der »Starman«-Puppe in einem echten Raumanzug am Steuer war mit Kameras bestückt, die HD-Videos zum Augenreiben sendeten. Der coole rote Sportwagen vor dem Blauen Planeten. Alles in Echtzeit, keine Fotomontage. Nach sechs Stunden Erdumkreisung düste die Oberstufe mit dem Tesla in Richtung Marsbahn davon. Spötter meinten sofort, so könne man die Reichweite von Elektroautos endlich erhöhen.

Stärkste Rakete im Testbetrieb

Die erste Mission der Falcon Heavy, aktuell die stärkste Rakete der Welt, diente der Demonstration, war also ein Testflug. Die Falcon Heavy ist ein komplexes Raketen-Ensemble, bestehend aus dem Hauptteil mit einer neu entwickelten ersten Stufe und einem Falcon-9-Antrieb als Zweitstufe. Bei den beiden seitlichen Boostern handelt es sich um zwei weitere, bereits schon geflogene Falcon-9-Erststufen. Insgesamt 27 Einzeltriebwerke müssen beim Start

synchron funktionieren. An einer ähnlichen Technologie war die sowjetische Mondrakete N1 in den 1960er Jahren gescheitert. So ein Ensemble kann man auch heute nur bedingt vorher am Computer simulieren. Es bestand also das Risiko des Fehlschlags. Irgendwann soll die Rakete zuverlässig rund 64 Tonnen ins All hieven können. Was also sollte zum Jungfernflug an Bord sein?

Weltraumkunst oder Weltraummüll?

Ein teurer Satellit kam angesichts der Unwägbarkeiten nicht in Betracht. Es wurde also der hauseigene Tesla. Alle, die sich in sozialen Medien über diese besondere Form der »Nutzlast« mokierten, mögen die Alternative bedenken. Als Testmasse wäre sonst ein schnöder Betonblock ins All geflogen. Über den Sinn der Tesla-Testlast kann man gewiss trefflich streiten. Neben der bloßen Funktion als Platzhalter mag dem fest mit der Oberstufe verbundenen Sportwagen ein PR-Nutzen nicht abgesprochen werden. Also doch nur eine Art »Spaß-Shuttle«? Gewiss kann man letztendlich von einer besonderen Form des Weltraummülls sprechen, die nach letzten Berechnungen für Jahrmillionen innerhalb des Marsorbits die Sonne umkreisen wird. Sollten Außerirdische auf Besuch unseres Planetensystems dieses Objekt finden, werden sie die Erbauer möglicherweise für bekloppt halten. Oder kreativ. Oder beides.



▲ Abb. 2: Spektakuläre Bilder auch auf der Erde: Die synchrone Landung der Booster-Raketen.

Echte Faszination

Übrigens: Nur vier Tage vor dem Falcon-Flug gab es nicht minder spannende Bilder aus dem Erdbereich. Astronauten, die außen an der ISS rumschrauben, ein fantastischer Blick auf die Erde inklusive. Kein Dummy, echte Menschen im All! Solche Bilder sollten im medialen Spektakel nicht unbeachtet bleiben. Für Raumfahrtenthusiasten dürfte indes der Anblick der synchron landenden Boosterraketen das Highlight des Falcon Heavy – Testflugs gewesen sein. Die erfolgreiche Rakete ihrerseits ist nun gerüstet, Raumsonden zu anderen Planeten zu bringen und somit echt faszinierender Wissenschaft im Wortsinn Vorschub zu leisten. Aber Autobesitzer, die beispielsweise ihren manipulierten Diesel am liebsten zum Mond schießen würden, dürften vergeblich auf eine solche Mitflugchance warten.

► Paul Hombach

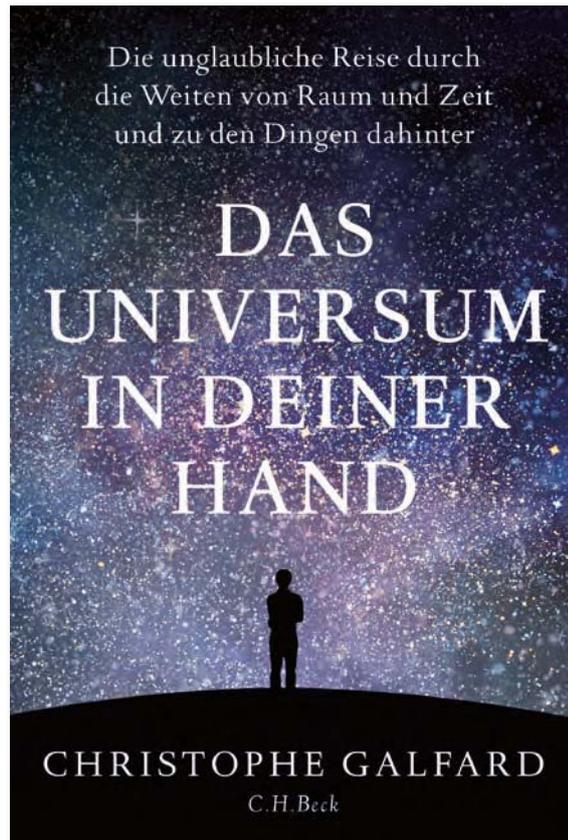
SURFTIPPS

- Bahn des Roadsters zwischen Mars- und Venusorbit

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a15092](https://oc1m.de/a15092)

Buch: Das Universum in deiner Hand

Etwas an diesem Buch erinnert an De Saint-Exupéry's »Der kleine Prinz«. Der französische Name des Autors – Christophe Galfard – allein ist es nicht. Doch da ist das Cover mit dem Menschen auf dem gekrümmten Himmelskörper, das dem berühmten Titelbild entlehnt wirkt. Vor allem aber nehmen die 400 Seiten den Leser mit auf eine Reise durchs Universum, die nur gelingt, wenn er sich der Fantasie hingibt. Dieses Zugeständnis muss sein. Und wer sich auf den Hawking-Doktoranden einlässt, muss sich zudem mit dessen Schreibstil arrangieren. Dieser ist durchgängig in der Du-Form gehalten. Beim (gedachten) Kontakt mit der Fläche der letzten Streuung im jungen Universum klingt das so: »Während du in der Erwartung ewiger Finsternis weiterfliegst, kommst du plötzlich in



einen Bereich, in dem sich Licht nicht mehr ausbreiten kann.« Die Stelle zeigt auch, was man erwarten darf: eine spannende Betrachtung physikalischer Phänomene aus nächster Nähe.

Der Leser schlittert am Ereignishorizont eines Schwarzen Lochs dahin, versucht mit Händen das Elektron eines Wasserstoffatoms zu schnappen und erlebt auf Augenhöhe, wie seltsam sich kleinste Teilchen verhalten. Stirnrunzeln lässt der Autor ausdrücklich zu: »Es spielt im Grunde keine Rolle, ob man es begreift oder nicht. So ist nun einmal die Natur.« Und so ist der Autor: gewöhnungsbedürftig, aber unterhaltsam, was Kalauer wie dieser zeigen: »Die Sonne wird in ungefähr fünf Milliarden Jahren zerbersten – an einem Donnerstag oder bis zu drei Tage früher oder später.«

► Stefan Zaruba

IM DETAIL

Christophe Galfard:
Das Universum in deiner Hand,
C.H.Beck-Verlag, 2017,
ISBN: 978-3-406-71448-1, 24,95 €

iOS-App: Astrophoto for iPad

Es sind oft die kleinen Dinge, bei denen Apps helfen und viel Arbeit sparen können. Die für iOS-Tablets erhältliche App Astrophoto ist ein gutes Beispiel für eine solche App, die zwar nur einen geringen Funktionsumfang hat, aber im richtigen Moment die gesuchten Informationen auf Knopfdruck präsentiert: Wer Strichspuraufnahmen über der Landschaft oder um den Himmelspol aufnehmen möchte, sollte sich vor Beginn der Aufnahmen gut überlegen, wie lang die Striche der Sternwanderung auf dem späteren Bild erscheinen sollen – und wie viele Aufnahmen mit welcher Belichtungszeit daher notwendig sind. Die App Astrophoto for iPad hilft hier sehr anschaulich, wenn sie direkt die Darstellung der Strichspuren in Abhängigkeit von Belichtungszeit und Bildanzahl simuliert – schon vor Beginn des ersten Bildes kann so sehr gut abgeschätzt werden, wie die Wanderung der Sterne auf dem finalen Bild wirken wird.

Während es bei der Anfertigung von Strichspuren ggf. auf ein paar Sekunden Belichtungszeit nicht ankommt, wird die Belichtungszeit entscheidend, wenn Sternbilder mit punktförmigen Sternen abgebildet werden sollen. Auch hier hilft die App: Nach Eingabe der Brennweite und des Crop-Faktors der Kamera wird direkt eine maximale Belichtungs-

zeit angezeigt, die so kurz ist, dass die Sterne noch Punkte bleiben und gleichzeitig so lang, dass maximal viele schwache Details des Himmels, wie beispielsweise die Milchstraße, noch aufgenommen werden können. Als dritte Funktion bietet die App noch Berechnung der Sonnenauf- und Untergangs- bzw. Dämmerungszeiten.

► Ullrich Dittler



IM DETAIL

iOS-App: Astrophoto for iPad, Versi-
on 1.1., iOS 7.1 oder höher, 1,99€



SPACE CHECKER

Kleine Sternengucker am Rhein

Die astronomischen Angebote des Deutschen Museums Bonn erreichen zahlreiche junge Besucher

Mit einem umfangreichen Programm versucht das Deutsche Museum Bonn auch das jüngere Publikum für einen Besuch in dem Haus im Wissenschaftszentrum an der Ahrstraße zu begeistern. Besonders erfolgreich sind sie dabei mit astronomischen Angeboten und einem regelmäßigen Blick an den Sternhimmel – und dies im Gebäude und auch davor.

Deutsches Museum Bonn



► Abb. 1: »Da, ich sehe den Stern!« Die jüngsten Zuschauer sind bei den Familienvorstellungen ganz bei der Sache.

Astronomie und Raumfahrt gehören von Beginn an zu den Kernthemen des Deutschen Museums Bonn: In der Dauerausstellung findet sich ein originales Werkstofflabor der D-2 Mission, das Wolter-Teleskop des Rosat-Röntgensatelliten, ein Modell und ein originaler Empfänger des 100m-Radioteleskops in Effelsberg und vieles mehr. Das Museum ist eng vernetzt mit den Forschungseinrichtungen der Region, also

auch mit dem Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn (AIfA) und dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR).

Vorträge und Workshops

Ein gemeinsames Projekt ist die Vortragsreihe »Neues aus dem All«. Seit 2002 stellen in jedem Herbst an drei Abenden renommierte

Forscherinnen und Forscher in Werkstattberichten die aktuellen Entwicklungen ihrer Disziplin vor. Schon seit Ende der 1990er Jahre gibt es auch das erste astronomische Bildungsangebot speziell für Kinder und Jugendliche: Auf Initiative von Dr. Michael Geffert vom AIfA entstand der Workshop »Sternengucker«, der anschaulich den Aufbau unseres Sonnensystems vermittelt und die Instrumente für dessen Erforschung vorstellt – bis heute eines der

Deutsches Museum Bonn



▲ Abb. 2: Großer Andrang bei der Familienausgabe des »Portablen Planetariums«.

am stärksten nachgefragten Bildungsangebote des Museums.

Im Internationalen Jahr der Astronomie 2009 präsentierte das Haus die Sonderausstellung »Bonner Durchmusterungen – Argelaner und sein astronomisches Erbe«, die durch ein umfangreiches Angebot für Schülerinnen und Schüler mit Exkursionen zu astronomische Forschungseinrichtungen ergänzt wurde. Maßgeblich zum Erfolg des gesamten Projektes trugen neben den schon genannten Partnern auch die Volkssternwarte Bonn und der Köln-Bonner Astro-Treff bei. Aus diesen Kontakten entstand dann ein weiteres, bis heute sehr erfolgreiches Format – und dies eher durch Zufall: Am Eröffnungsabend der Argelaner-Ausstellung wurde zusammen mit dem »Astrotainer« Paul Hombach überlegt, wie der Schwung des Astronomiejahrs, in dem viele Menschen für die Himmelskunde begeistert wurden, erhalten werden kann. Die Idee war zunächst, den aktu-

ellen Himmelsanblick in lockerer Atmosphäre eines »Astro-Gesprächs« optisch eindrucksvoll vorzustellen und anschließend Besuchern vor dem Museumseingang die Möglichkeit zu einem eigenen Blick an den realen Sternhimmel zu gegeben. Dazu würden dann die Mitglieder der Bonner Volkssternwarte und des Köln-Bonner-Astrotreffs bereitstehen.

»PPP« wird zum Erfolgsrezept

Die Idee wurde schnell umgesetzt, versprach sich das Museumsteam doch davon ein unkonventionelleres, populärwissenschaftliches Format, das insbesondere jüngere Besuchergruppen ansprechen und das Angebotsspektrum perfekt abrunden würde. Schon im Februar 2010 startete die neue Reihe unter dem Titel »SternenHimmel Live – Pauls portables Planetarium«. Dieses portable Planetarium garantiert einen ungestörten Blick auf den computergenerierten Himmel über Bonn an der Großleinwand des Museums und erlaubt zudem vielerlei Erläuterungsebenen.

Mit mehr als 30 Zuhörern hatten die Veranstalter bei der Premiere allerdings nicht gerechnet, was ja auch für die gedachte Plauderei passend gewesen wäre. Offenbar war das Interesse und wohl auch der Bedarf für eine derartige Informationsvermittlung größer, denn es kamen über 70 Gäste. Seitdem hat es weitere 33 Ausgaben des portablen Planetariums gegeben und keine hatte unter 150 Zuhörer. Vielmehr reichten oft die Stühle nicht aus. Für derartige Präsentationen unüblich ist zudem der hohe Anteil von Kindern und Jugendlichen, was wohl auch Hombachs erfrischender und pointenreicher Präsentation zu verdanken ist.

Das Erfolgsrezept wurde im Laufe der Jahre immer wieder variiert: Zwar bildet der saisonale Sternhimmel noch immer den Auf-

hänger, doch schon längst dient der Abend auch der Unterrichtung über die aktuellen Entwicklungen der Astronomie. Schon im zweiten Jahr kam im Sommer eine Urlaubsausgabe hinzu. Auf Zuruf aus dem Publikum stellt Hombach hier den Sternhimmel am jeweiligen Urlaubsort vor. Das Spektrum reichte dabei von Skandinavien und Südafrika bis hin zu so exotischen Orten wie Düsseldorf. Zudem greift er zuweilen in die Tasten und verbindet seine geliebte Musik mit der eigenen Begeisterung für Astronomie indem er sie vertont. Auch das Beobachtungsangebot der Amateurastronomen vor der Museumstür erfreut sich großer Beliebtheit, wenn nicht gerade Wolken und Regen den Spaß vereiteln.

Spezielle Angebote für Familien

Eine wesentliche Erweiterung erfuhr die Reihe mit den speziellen Familienvorstellungen, die seit 2014 an Samstagnachmittagen vor allem für etwas kleinere Kinder und ihre Eltern ins Programm genommen wurden. Hier stehen die jüngsten Astronomiefans im Mittelpunkt, auf deren Fragen und Vorstellungen Paul Hombach gezielt eingeht und die er auch stets aktiv ins Geschehen einbezieht. So hat sich das Angebot inzwischen zu einer tragenden Säule der Astronomievermittlung im Deutschen Museum Bonn entwickelt und ist zudem längst kein Geheimtipp mehr: Die Ausgabe im Februar 2018 wurde sogar in Ausschnitten live in der Bonner Lokalzeit des WDR gezeigt.

Astronomie und Raumfahrt sollen auch im weiteren Verlauf dieses Jahres ein Schwerpunkt der Museumsaktivitäten bleiben. So wird am 14. Oktober 2018 die Sonderausstellung »ALL-täglich!« im Rahmen des Abschlussfests des Rheinischen Lesefests »Käpt'n Book« eröffnet. In der vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt konzipierten Wanderausstellung steht die Bedeutung der Forschung im All für unser alltägliches Leben im Mittelpunkt. Ein umfangreiches Begleitprogramm für alle Altersklassen ist geplant.

► Ralph Burmester

| DER AUTOR |

Ralph Burmester arbeitet als Ausstellungskurator und Wissenschaftshistoriker am Deutschen Museum Bonn.

Deutsches Museum Bonn



▲ Abb. 3: Den Sonnenflecken auf der Spur - Sonnenbeobachtung vor dem Museum.

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

SURFTIPPS

- Deutsches Museum Bonn

[Kurzlink: oc1m.de/a15095](https://www.kurzlink.de/a15095)

ASTRONOMIE HÖREN UND SEHEN

Ein Streifzug durch die Welt astronomischer Podcasts und Video-Podcasts

Eigentlich geht es bei der Astronomie ja um das »Sehen« in ganz unterschiedlichen Wellenlängenbereichen. Doch lässt sich die Wissenschaft auch hören – und damit sind hier nicht etwa die »Chirp«-Geräusche der ersten direkt beobachteten Gravitationswellen gemeint, sondern astronomische Podcasts von Radiosendern, Bloggern oder anderen Medien.



▲ Abb. 1: Der »Macher« der »Sternengeschichten« Florian Freistetter, österreichischer Astronom, Autor, Blogger und Podcaster. Florian Freistetter

Im Angebot des Deutschlandfunks findet sich beispielsweise die »Sternzeit«, eine etwa dreiminütige Sendung mit täglich wechselnden astronomischen Themen. Im Radio bildet sie den Abschluss der wochentags ausgestrahlten Reihe »Forschung aktuell«, deren Beiträge es ebenfalls im bekannten mp3-Format zum Herunterladen gibt und die auch immer wieder astronomische Themen behandeln. Allerdings muss man hier ein wenig suchen, da natürlich nicht jede Sendung etwas zur Astronomie und Raumfahrt enthält.

Die Internetseite »Welt der Physik«, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft gefördert wird, enthält viele aktuelle Artikel zur Astronomie und der Raumfahrt und diese kann man ebenfalls als kostenfreie Podcasts herunterladen. Das gilt auch für die »Sternengeschichten« des österreichischen Astronomen Florian Freistetter. Bei allen hier genannten Podcasts empfiehlt es sich, die entsprechenden Apps auf das

Smartphone oder den iPod herunterzuladen und hierüber die jeweils aktuellen Sendungen zu erhalten.

Eine Mischform zwischen Podcast und Video, Vodcast oder Videocast genannt, stellt die ZDF-Sendereihe »Frag den Lesch« dar, die speziell für das Web gestaltet wird. Prof. Harald Lesch behandelt hier neben rein astronomischen auch naturphilosophische Bereiche. Man kann sie bequem auf dem Smartphone oder einem Tablet anschauen und über die ZDF-Mediathek abrufen.

Vom »Astronomie hören« kommen wir damit zu »Astronomie sehen« in Form von Videos auf verschiedenen Youtube-Kanälen. Neben vielem Unerquicklichen gibt es hier auch viele »Filmchen« und Anleitungen zur praktischen und theoretischen Astronomie.

Im Youtube-Kanal »Urknall, Weltall und das Leben« finden sich viele astronomische Themen etwa zur Raumsonde Gaia und deren Ergebnisse, zur Supernova 2016gkg in NGC 613, über das Sonnensystem, Portraits von Max Planck oder zum 30jährigen Bestehen

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.

der Sternwarte Rosenheim. Moderatoren sind hier Josef M. Gaßner und Harald Lesch. Der Kanal »Astrohardy« des Hamburger Amateurastronomen Hartwig Lüthen bringt dem User neben Tutorials zur Bildbearbeitung auch Wissenswertes über ISS-Transits oder der Suche nach Wetter-Sonden näher. Und natürlich sind alle Folgen der Sendereihe »Alpha Centauri« von Harald Lesch ebenfalls auf Youtube abrufbar.

Aktuell interessant sind auch die Videos »der Astronautin«, die den Auswahlprozess und das Training der ersten deutschen Astronautin begleiten. Die Zahl der kleinen Filmchen dürfte hier in den kommenden Jahren weiter ansteigen. Und wer wissen will, was der Astronaut Alexander Gerst bislang in der Umlaufbahn erlebt hat und wie seine Arbeit als Kommandant während seiner ISS-Mission aussieht, braucht bei Youtube nur seinen Namen in das Suchfeld eingeben.

► Manfred Holl

SURFTIPPS

- Gravitationswellen-Sound
- Sternzeit
- Forschung aktuell
- Welt der Physik
- Sternengeschichten
- Urknall, Weltall und das Leben
- astrohardy
- Die Astronautin

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a15096

VIER VERFLIXTE FEHLER

NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute



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 Zwergplanet Pluto in einer Ansicht, die auf Daten der Sonde New Horizons basiert.

Spannender Zwergplanet

Seit einer Entscheidung der UNO-Vollversammlung vom August 2006 gilt Pluto offiziell nicht mehr als Planet, sondern nur noch als Zwergplanet – zusammen mit vier weiteren: Ceres, Vesta, Haumea und Eris. In den USA führ-

te dies sogar zu einer neuen Wortschöpfung: »plutoed«, was so viel wie »abgewertet« oder »zurückgestuft« bedeutet. Als Planet gilt seit 2006 nur noch ein Objekt, das die Sonne umkreist, kein Mond ist, durch die eigene Gravitationskraft eine kugelförmige Gestalt hat, heller als 10^m zur Opposition ist und die Umgebung seiner Bahn von anderen Körpern »bereinigt« hat. Doch auch als Zwergplanet bleibt Pluto in-

teressant: Die Bilder, die die Sonde New Horizons von Pluto zur Erde funkte, zeigen eine faszinierende und fremdartige Welt im Kuiper-gürtel. Die Sonde war im Sommer 2015 an Pluto und seinen vier Monden vorübergeflogen. Am 1. Januar 2019 wird New Horizons ein weiteres Kuiper-gürtel-Objekt passieren, das mithilfe des Weltraumteleskops Hubble extra für die Mission gesucht worden war. ▶ Stefan Deiters

Auflösung: Das waren die vier Fehler aus Heft 14

Das berühmte Teleskop von Wilhelm Herschel war das »Great Forty-Foot«, nicht das »Great-Fifty-Foot« und es stand nicht in Greenwich, sondern in Slough westlich von London. Herschel komponierte zwar zahlreiche Musikstücke, allerdings kennt man von ihm keine Oper. Das Weltraumteleskop Herschel schließlich war kein NASA-Teleskop, sondern eine ESA-Mission.

Die Gewinner des Rätsels aus Abenteuer Astronomie 14 sind:

Arne Rodemer, Wiesbaden
Thomas Schmaus, Aichach
Dietmar Sellner, Trebur

Alle Gewinner erhalten je ein Exemplar des »Reiseführer Astronomie Deutschland«.

Mitmachen & gewinnen!

Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir unter den richtigen Einsendungen diesmal den »Atlas der großen Kometen«. Dieser Bildband zeigt in einer bisher unerreichten Fülle an historischen Zeichnungen, Grafiken, Flugblättern und Fotografien die 30 größten Kometen der Neuzeit.

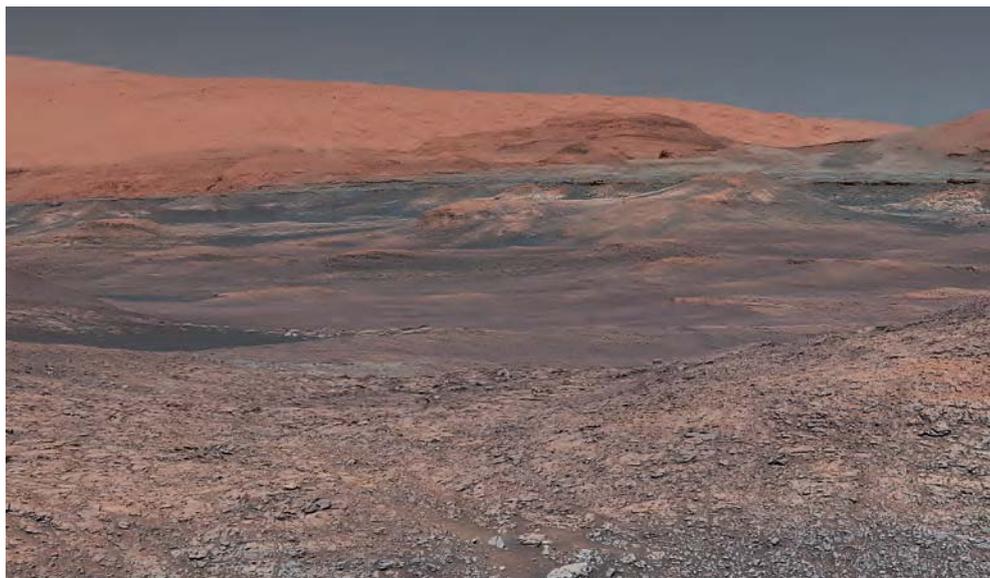
Bitte teilen Sie uns Ihre Lösung sowie Ihren Namen und Ihre Anschrift bis zum 27. Juni 2018 via Facebook-Nachricht, per E-Mail an: gewinnspiel@abenteuer-astronomie.de oder auf dem Postweg (Oculum-Verlag GmbH, Obere Karlstr. 29, 91054 Erlangen), Betreff »Vier verflixte Fehler«, mit und gewinnen Sie mit etwas Glück ein Exemplar des Buchs »Atlas der großen Kometen«.



224 Seiten, Hardcover, durchgehend farbig, 49,90€

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

Abenteuer Astronomie 16, im Handel ab 20. Juli 2018



NASA/JPL-Caltech/MSSS

▲ **Faszination Mars** – die Erforschung des Roten Planeten



J. Hattenbach

▲ **Spektakulärer Himmel:** Chile für Sternfreunde



T. Mellenthin

▲ **Außenposten im All:** So gelingen Bilder der ISS

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Händler

APM
Baader
nimax

Medien

CCD-Guide
CalSky.com

Privatpersonen

Pierre Capesius

**Wir danken allen
Unterstützern herzlich!**

Sternwarten

Astronomischer Verein der Sternwarte Pappenburg e.V.
Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück
– Astronomische Arbeitsgemeinschaft
Astronomische Gesellschaft Orion Bad Homburg e.V.
Sternwarte Gmunden - AURIGA-Traunseeastronomie e.V.
Astronomischer Arbeitskreis Salzkammergut
Sternwarte Rotheul
Astro Team e.V. Kiel
Förderverein Volkssternwarte
Amberg-Ursensollen e.V.
Sternwarte Trier e.V.
Sternwarte Limburg e.V.
Sternwarte Neustadt i.H.
Christian-Jutz-Volkssternwarte Berg e.V.
Förderverein Schulsternwarte Zwickau e.V.
Astrostammtisch Heiligkreuz

EXPERTEN-BEIRAT

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

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

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

Lambert Spix
Wolfgang Vollmann
Dr. Mario Weigand

Kontakt

Abo-Service

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

Redaktion

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

Anzeigen

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

Facebook

facebook.com/AbenteuerAstronomie

Twitter

twitter.com/abenteuerastro

Website

www.abenteuer-astronomie.de

Impressum

Abenteuer Astronomie
ISSN 2366-3944

Verlag

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

Geschäftsführung

Marion Faisst, Ronald Stoyan

Herausgeber

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Dr. Stefan Deiters

Redaktion

Daniel Fischer, Paul Hombach, Christian Preuß

Kolumnen

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

Korrektur

Verena Tießen, Manfred Holl, Paul Hombach, André Knöfel

Anzeigenleitung

Marion Faisst

Abo-Service

Melanie Jessen

Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

Grafik

Arnold Barmettler,
Dieter Reimann

Vertrieb

IPS Pressevertrieb GmbH, Meckenheim

Hinweise für Leser

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

Datenquelle: Himmels-Almanach 2018

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

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

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