

Titelbild: Künstlerische Darstellung des Kuipergürtel-Objekts 2014 MU<sub>69</sub>, an dem die Sonde New Horizons am Neujahrstag vorüberfliegen soll. NASA/JHUAPL/SWRI

## REDAKTION IM EINSATZ

### Novaya-Zemlya am Horizont

Jeder halbwegs klare Sonnenuntergang mit flachem Horizont, am Meer zumal, rechtfertigt es, mit Teleskop auf der Lauer zu liegen: Unverhofft kann sich da ein schönes oder auch seltenes Phänomen der atmosphärischen Optik präsentieren. So geschehen am 17. September im belgischen Blankenberge, als die Nordsee einen erstaunlichen »Novaya-Zemlya-Effekt« aus dem Ärmel schüttelte. Dieses erstmals 1597 bei einer Arktis-Expedition entdeckte Phänomen entsteht bei einer starken Inversion der Temperatur über der Erdoberfläche, wenn also kühlere Luft über wärmerer zu liegen kommt. Dann kann sich ein optischer »Kanal« ausbilden, durch den Licht der eigentlich deutlich unter dem Horizont stehenden Sonne um die Erdkrümmung herumgeleitet wird. Der Beobachter sieht dann die Sonne vertikal stark gestaucht als hellen Strich direkt auf dem Horizont, in Extremfällen auch als ein Rechteck. In Blankenberge war es die erstere und auch in gemäßigten Breiten nicht so seltene Version: ein orange-roter Sonnen-Strich am Horizont, volle vier Minuten lang auffällig, bevor er sich auflöste. Am Abend zuvor war der Novaya-Semlya-Strich ebenfalls dagewesen, hatte aber nur 20 Sekunden bestanden, und am Tag danach war die Sonne sang- und klanglos hinter dem Horizont versunken. Also: Augen und Objektive auf! Aber Vorsicht: Am 16. und 17. September war es derart klar gewesen, dass die Sonne selbst direkt auf dem Horizont sitzend nur mit Schutzmaßnahmen zu fotografieren war. Kameras mit ausschließlich elektronischem Sucher sind das Werkzeug der Wahl.

► Daniel Fischer



D. Fischer



**Stefan Deiters**  
Chefredakteur



**Ronald Stoyan**  
Herausgeber

## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

was ist eigentlich das Abenteuer Astronomie? Das können spannende Geschichten aus der Wissenschaft sein, aber auch klirrend kalte Nächte am Teleskop, die einen schließlich mit dem Blick auf eine entfernte Galaxie belohnen. Das sind vielleicht Stunden am Computer, in denen spektakuläre Ansichten von Nebeln, Sternhaufen und anderen Objekten entstehen oder das ist faszinierende Technik, die das Hobby vereinfacht oder dem Amateur ganz neue Möglichkeiten erschließt. Das können aber auch Abende gemeinsam mit anderen Sternfreunden sein, Aktionen mit Kindern und Jugendlichen oder spannende Reisen. All dies waren zumindest die Themen von »Abenteuer Astronomie«.

Dieses Heft ist, Sie werden es inzwischen schon erfahren haben, leider die letzte Ausgabe der Zeitschrift. Keines der Hefte wäre möglich gewesen ohne die Mitarbeit von zahlreichen Autoren, die sich regelmäßig die Zeit genommen haben, über ihr Hobby zu schreiben. Keine Ausgabe hätte es zudem gegeben ohne die Arbeit der Redaktion, des Verlags, der Layouter bei Querwild, der Grafiker und all der anderen, die dafür gesorgt haben, dass Sie mindestens alle zwei Monate ein Heft im Briefkasten oder in Ihrer App vorfinden konnten. Allen ein Dankeschön für die gute Zusammenarbeit in den letzten Jahren.

Ein Dank aber auch an Sie, liebe Leserinnen und Leser, die dieses Heft gekauft und die uns kritisch begleitet haben. Auch ohne Sie hätte es dieses Heft nicht gegeben.

Astronomie bleibt ein faszinierendes Thema und Hobby, ja ein Abenteuer. Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre dieses Heftes, weiterhin viel Freude mit dem Abenteuer Astronomie und natürlich möglichst viele klare Beobachtungsnächte.

*Ronald Stoyan*

*Stefan Deiters*

# MYSTERIÖSE WELTEN IM KUIPERGÜRTEL

14

Die Plutosonde New Horizons vor  
ihrem zweiten Rendezvous  
am Rand des Sonnensystems

## Wissen

### First Light

6 Sternentstehung nah und fern

### Fischers fantastische Zahlen

10 Keine 10 Mio. Jahre alt

### Deiters' erstaunliche Fakten

11 Der erste Exomond ist so  
groß wie Neptun

### Hauptartikel

#### 14 **Mysteriöse Welten im Kuipergürtel**

*Die Plutosonde New Horizons vor  
ihrem zweiten Rendezvous  
am Rand des Sonnensystems*

### Hintergrund

20 Achtung, Weltraumschrott!

### Interview

24 Thomas Zurbuchen

### Update

26 Interstellarer Besucher  
bleibt ein Rätsel

27 Drei Lander auf Asteroid  
Ryugu abgesetzt

### Astro-Abc

28 Q wie Quasar

## Einsteiger?

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



## Himmel

### Wichtige Ereignisse

- 30 Eine Mondfinsternis vor dem Frühstück
- 31 Zwei Meteorströme zur Weihnachtszeit

### Aktuell im Sonnensystem

- 32 Der Mond im Dezember/Januar
- 33 Die Planeten im Dezember/Januar
- 34 Planeten aktuell
- 36 Sonne aktuell
- 38 Kometen 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

## Praxis

### Artikel

#### 46 **Der große Bogen um den Orion**

*Ein Besuch von Galaxien,  
die Sie garantiert noch nie  
gesehen haben*

### Spix' Spechteltips

#### 50 **Ein »Survival-Kit« für Hobbyastronomen**

*Die richtige Ausrüstung für  
lange Beobachtungsnächte*

46

## DER GROSSE BOGEN UM DEN ORION



72

# METEORITENJAGD IN DER WÜSTE

80

Auf der Suche nach Steinen aus dem All in Marokko



## WORKING SETUP

AUS DER HELLEN STADT  
INS DUNKLE ALL

### Technik

Hubble vs. Amateure

52 Spektakulärer Strudel am Himmel

Praxis-Check

54 Kleine Montierung am Limit

Peters Problemlöser

60 Filter im schnellen Wechsel

Dittlers Fotoworkshop

62 Fotografischer Nachweis von Exoplaneten

Astro-Hacks

64 Sonnensucher mit der Filmdose

Teleskop-Tuning

65 Warum Teleskop-Tuning?

Praxis-Check

68 Nesthäkchen mit 76°

Working Setup

**72 Aus der hellen Stadt ins dunkle All**

Equipment für die Stadt-Astronomie

Weigands Techniktipps

76 Das eigene Mondposter

Fabrikneu

78 Wie auf Schienen

### Erlebnis

Artikel

**80 Meteoritenjagd in der Wüste**

*Auf der Suche nach Steinen aus dem All in Marokko*

Mein bestes Astrofoto

86 Galaxien ohne Ende

Leser-Galerie

88 Spiralen und Ringe

### Szene

Astronomie vor Ort

90 Inspirierende Geschichte trifft heutige Technik

Netznews

92 Wie spät es ist?

Diskurs & Diskussion

93 Das Spektakel-Dilemma

Leserbriefe

94 Mond-Spaziergang und Spix' Blick zum Mond

Rezensionen

95 Himmelskunde

95 Podcast »SternBildung«

### Rubriken

3 fokussiert

91 Termine

98 Kontakt

98 Impressum

98 Hinweise für Leser



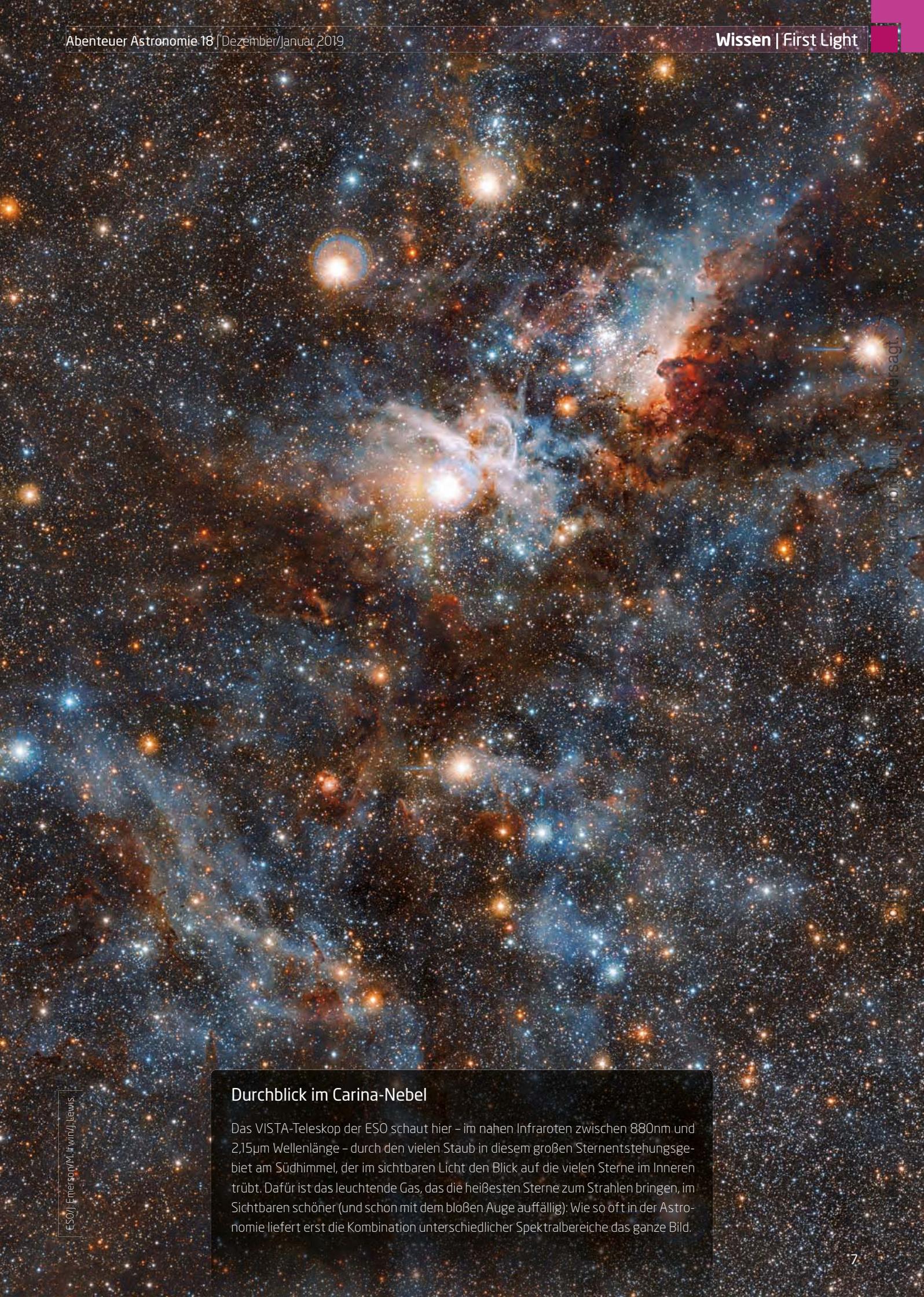
24

»Herr Zurbuchen, wohin steuert die Wissenschaft bei der NASA?«

# STERNENTSTEHUNG NAH UND FERN

## Ungleiches Paar im Coma-Haufen

Zwei völlig unterschiedliche Galaxien hat hier das Hubble Space Telescope im 300 bis 400 Millionen Lichtjahre entfernten Galaxienhaufen im Haar der Berenike eingefangen: die große elliptische Galaxie NGC 4860 rechts – und daneben die ungewöhnlich kompliziert geformte Spiralgalaxie NGC 4858. Vermutlich infolge einer engen Begegnung mit einer anderen Galaxie findet hier Sternbildung mit enormer Rate statt, die bald alles Gas in NGC 4858 verbraucht haben wird.



Das VISTA-Teleskop der ESO schaut hier – im nahen Infraroten zwischen 880nm und 2,15µm Wellenlänge – durch den vielen Staub in diesem großen Sternentstehungsgebiet am Südhimmel, der im sichtbaren Licht den Blick auf die vielen Sterne im Inneren trübt. Dafür ist das leuchtende Gas, das die heißesten Sterne zum Strahlen bringen, im Sichtbaren schöner (und schon mit dem bloßen Auge auffällig): Wie so oft in der Astronomie liefert erst die Kombination unterschiedlicher Spektralbereiche das ganze Bild.

ESO/Emerson/M. Irwin/J. Lewis

### Durchblick im Carina-Nebel

Das VISTA-Teleskop der ESO schaut hier – im nahen Infraroten zwischen 880nm und 2,15µm Wellenlänge – durch den vielen Staub in diesem großen Sternentstehungsgebiet am Südhimmel, der im sichtbaren Licht den Blick auf die vielen Sterne im Inneren trübt. Dafür ist das leuchtende Gas, das die heißesten Sterne zum Strahlen bringen, im Sichtbaren schöner (und schon mit dem bloßen Auge auffällig): Wie so oft in der Astronomie liefert erst die Kombination unterschiedlicher Spektralbereiche das ganze Bild.

# TIERE IM VISIER



## »Weltraumspaziergang« und Tierwanderung

Hier kommen Welten zusammen: die russischen Kosmonauten Oleg Artemjew und Sergei Prokopjew im August bei der Installation der Antenne für das deutsche Icarus-System außen auf der Internationalen Raumstation. Es wird Scharen mit speziellen Sendern ausgestatteter Tiere über den Planeten verfolgen und ihre Wanderungen auf riesigen Skalen erfassen, die der Forschung bisher verborgen blieben. Und wer weiß: Vielleicht eignen sich ja subtile Bewegungsmuster für die operative Vorhersage von Naturkatastrophen, für die – so mutmaßt jedenfalls der Icarus-Chef – bestimmte Tiere »einen Riecher« haben könnten.



ESA/NA SA-A Gerst

Dieses Dokument ist urheberrechtlich

## 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](mailto:redaktion@abenteuer-astronomie.de) oder unsere Facebook-Seite.

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



SURFTIPPS

- Mars Express

[Kurzlink: oc1m.de/a18010](https://oc1m.de/a18010)

Abb. 1: Ein Ausschnitt aus einer von inzwischen über 40.000 Aufnahmen des europäischen Orbiters Mars Express, der einen kleinen Teil des Cerberus-Fossae-Systems zeigt.



# KEINE 10 MIO. JAHRE ALT

sind markante Furchen in der Elysium-Ebene in der Nähe des Äquators des Planeten Mars: Das System Cerberus Fossae – das lateinische Wort für Gräben – zieht sich mehr als 1000km lang über Krater und Hügel und auch Lava-Ebenen, die erst zehn Millionen Jahre alt sind. Die Furchen sind mal wenige Dutzend Meter, mal einen guten Kilometer breit. Entstanden sind sie wohl durch tek-

tonische Kräfte, die noch in jüngster Vergangenheit die Marsoberfläche auseinandergerissen haben – was wiederum im Planeteninneren aufquellende Lava verursacht haben könnte. Interessant ist auch die Frage, wie tief diese Gräben eigentlich in den Boden reichen: Womöglich kann durch sie zuweilen Grundwasser an die Oberfläche treten.

## Der 155. und letzte Start

einer amerikanischen Rakete des Typs Delta II hat am 15. September den Satelliten ICE-Sat-2 in den Orbit gebracht: Es war genau der 100. erfolgreiche Einsatz dieses beliebten Arbeitspferds der Raumfahrt für mittelgroße Missionen in Folge, das seit dem ersten am Valentinstag 1989 nur ein einziges Mal komplett versagt hatte (mit einer spektakulären Explosion 1997, Sekunden nach dem Abheben). Mit der Delta II starteten zahlreiche bekannte interplanetare Missionen der

USA, darunter allein sieben Marsflüge und fünf Missionen zu Kometen und Asteroiden. Und in Deutschland wird man sich vielleicht noch an den Start »unseres« Röntgensatelliten ROSAT im Jahr 1990 erinnern, der wie später z.B. auch die Weltraumobservatorien Spitzer, WISE und Kepler gleichfalls auf die Delta II setzte. Jetzt gibt es nur noch ein paar übriggebliebene Einzelteile (nicht genug für eine komplette Rakete), aus denen vielleicht ein Museumsstück entstehen wird.



## Jedes Jahr 5800 Meteoriten

fallen auf die gesamte Erde, davon 1700 auf festes Land: Das ist das Ergebnis einer neuen statistischen Analyse, die Gonzalo Tancredi im August auf der Hauptversammlung der Internationalen Astronomischen Union vorgestellt hat. Von den fast 60.000 bisher »amtlich« registrierten Meteoriten sind die meisten irgendwann später gefunden wurden. Von Meteoriten-»Fällen« spricht man nur, wenn jemand die Feuerkugel am Himmel und/oder den Meteoriten direkt zu Boden fallen sah: Das war seit dem ersten Bericht aus dem Jahr 861 erst rund 1200-mal der Fall. In den letzten zwölf Jahren wurden 91 solcher Fall-Beobachtungen bekannt, wobei diese Meteoriten 22-mal meist geringe Schäden anrichteten. Die obige Gesamtzahl der jährlichen Fälle ist eine Hochrechnung daraus – und ein weiteres Ergebnis: Über das Jahr sind sie völlig zufällig verteilt, es gibt also keine Meteoritenströme im All bzw. -schauer auf der Erde.

Abb. 2: Der letzte Start einer Rakete des Typs Delta II am 15. September auf der Vandenberg Air Force Base in Kalifornien mit dem Ice, Cloud and land Elevation Satellite-2 (ICE-Sat-2) an Bord.

## Der erste Exomond ist so groß wie Neptun

**H**aben andere Planeten auch Monde? Über diese Frage konnten Astronomen bislang nur speku-

lieren. Doch nun glauben zwei US-amerikanische Forscher stichhaltige Indizien dafür gefunden zu haben, dass um den Planeten Kepler-1625b ein großer Mond kreist. Der Mondkandidat bekam die Bezeichnung Kepler-1625b-i. Das Besondere an dem Mond um den rund 8000 Lichtjahre von der Erde entfernten Planeten ist seine Größe: Nach den Daten der Astronomen ist er ähnlich groß wie der Planet Neptun. Er kreist um einen Gasriesen, der noch deutlich massereicher ist als Jupiter, und umrundet mit diesem seinen Zentralstern in einem Abstand, der etwa mit dem der Erde von unserer Sonne vergleichbar ist. Riesenmond und Riesenplanet befinden sich damit am inneren Rand der habitablen Zone des Systems, also in einem Bereich, in dem es theoretisch flüssiges Wasser auf der Oberfläche geben könnte. Beide Objekte dürften allerdings aus Gas bestehen, also keine feste Oberfläche haben.



**Deiters'**  
erstaunliche  
Fakten

← INTERAKTIV 



**Stefan Deiters** ist Astrophysiker und arbeitet als Wissenschaftsjournalist. Er gründete 1999 den Onlinedienst [astro-news.com](http://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](mailto:redaktion@abenteuer-astronomie.de) oder kontaktieren Sie uns über unsere Facebook-Seite.

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

NASA, ESA und L. Hustak (STScI)



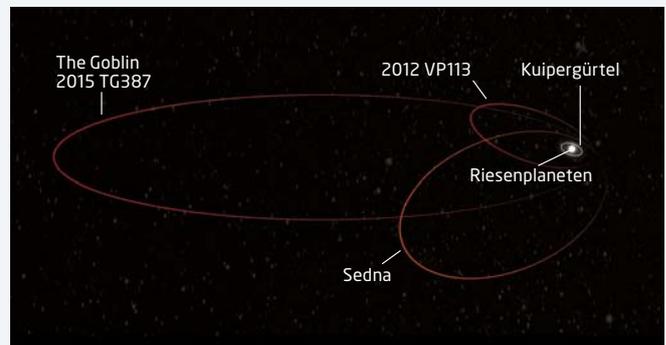
▲ Abb. 1: Um den Planeten Kepler-1625b in rund 8000 Lichtjahren Entfernung könnte ein Mond kreisen, der ähnlich groß ist wie der Planet Neptun in unserem Sonnensystem.

## Im äußeren Sonnensystem kreist ein »Kobold«

**S**edna, ein 2003 entdecktes Objekt, das weit jenseits der Neptunbahn um die Sonne kreist, galt bislang als Rekordhalter im Sonnensystem: Kein anderer bekannter Brocken entfernte sich weiter von unserem Zentralstern als dieses Objekt, dessen Durchmesser Astronomen auf rund 1000km schätzen. Doch durch die Entdeckung von 2015 TG<sub>387</sub> im Oktober 2015 hat Sedna dieses Alleinstellungsmerkmal verloren. 2015 TG<sub>387</sub> ist im sonnenfernsten Punkt seiner Umlaufbahn über 2000 Astronomische Einheiten von der Sonne entfernt – Sedna gerade einmal rund 900. Das Objekt hat von seinen Entdeckern den Spitznamen »The

Goblin« (also »Der Kobolt«) erhalten, aufgrund der Buchstabenkombination »TG« und der zeitlichen Nähe der Entdeckung zu Halloween. Veröffentlicht wurde die Entdeckung im Oktober 2018. Zusammen mit Sedna und 2012 VP<sub>113</sub> ist der »Kobold« einer der drei bislang bekannten »Sednoiden«. Die Bahn von 2015 TG<sub>387</sub> passt zu der Vermutung, dass

es im äußeren Sonnensystem noch einen unentdeckten weiteren Planeten gibt.



▲ Abb. 2: Das Objekt 2015 TG<sub>387</sub> entfernt sich auf seiner Bahn deutlich weiter von der Sonne als der bisherige Rekordhalter Sedna.

Abenteuer Astronomie

## Marsrover Curiosity wechselte wieder sein »Gehirn«



NASA/JPL-Caltech/MSSS

▲ Abb. 3: Der Marsrover Curiosity im Gale-Krater des Mars im Juni 2018.

**B**ei vielen Raumsonden sind für die Mission lebenswichtige Systeme doppelt vorhanden. An Bord des Marsrovers Curiosity gibt es beispielsweise gleich zwei baugleiche Hauptcomputer, wobei immer nur eines dieser »Gehirne« aktiv ist. Die beiden identischen und vollkommen voneinander unabhängigen Systeme sollen sicherstellen, dass die Mission auch beim Ausfall eines Computers weitergehen kann. Nach der Landung war der Hauptcomputer A von Cu-

riosity aktiv, vor über fünf Jahren dann schaltete man auf den B-Computer um, da es immer wieder zu Speicherproblemen mit dem A-System gekommen war. Unlängst gab es allerdings auch Probleme mit Computer B, so dass man Curiosity Anfang Oktober wieder auf den Computer A, dessen Speicherprobleme man inzwischen isolieren konnte, umschaltete. Sobald aber der Fehler mit Computer B gefunden ist, soll Curiosity erneut das »Gehirn« wechseln.

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





# MYSTERIÖSE WELTEN IM KUIPER-GÜRTEL

Die Plutosonde New Horizons vor ihrem zweiten Rendezvous am Rand des Sonnensystems

Nach ihrem spektakulären Vorüberflug an Pluto ist die Sonde New Horizons kurz davor, erneut Raumfahrtgeschichte zu schreiben: Am 1. Januar 2019 wird sie das Kuiper-gürtel-Objekt 2014 MU<sub>69</sub> passieren. Die dabei gesammelten Daten sollen helfen, mehr über diese fremde Region jenseits der Neptunbahn zu erfahren, in der zahlreiche faszinierende Welten um die Sonne kreisen, von deren Existenz man vor einigen Jahren noch gar nichts wusste.

Die Raumsonde New Horizons setzt seit ihrem beeindruckenden Vorbeiflug am Zwergplaneten Pluto im Juli 2015 ihre Reise in das Unbekannte des Kuiper-gürtels fort. Ihr nächstes Ziel ist (486958) 2014 MU<sub>69</sub>, ein etwa 30km durchmessendes eisiges Objekt, das in rund 44AE Entfernung seine Bahn um die Sonne zieht. Diese Region jenseits der Umlaufbahn des Eisriesen Neptun galt über viele Jahrzehnte als langweilig und weitestgehend leer. Zwar gab es bereits bald nach der Entdeckung Plutos im Jahr 1930 durch Clyde Tombaugh erste Spekulationen über weitere transneptunische Objekte. Diese blieben jedoch vage und ohne solide wissenschaftliche Begründung.

Erst im Jahr 1943 stellte der Ire Kenneth Edgeworth die These auf, dass der Raum jenseits der Neptunbahn eine mögliche Quelle kurzperiodischer Kometen ist. Heute wird dieses Reservoir als Edgeworth-Kuiper-Gürtel oder meist nur als Kuiper-gürtel bezeichnet,

obwohl Gerard Kuiper, ein US-amerikanischer Astronom niederländischer Herkunft, eine solche Region erst 1951 postuliert hatte – allerdings lediglich für die Anfangszeit des Sonnensystems.

## Alles andere als leerer Raum

Nur sechs Monate nach der Entdeckung des ersten transneptunischen Objekts nach Pluto und Charon – 1992 Q<sub>B1</sub> oder (15760) Albion – im Jahr 1992 durch David Jewitt und Jane Luu, entdeckten beide (181708) 1993 FW. Der Verdacht verstärkte sich, dass es da »draußen« noch mehr geben müsse und die Spekulationen über einen Gürtel kleiner Körper – ähnlich dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter – erhielt neue Nahrung. In den kommenden Jahren wurden weitere Objekte

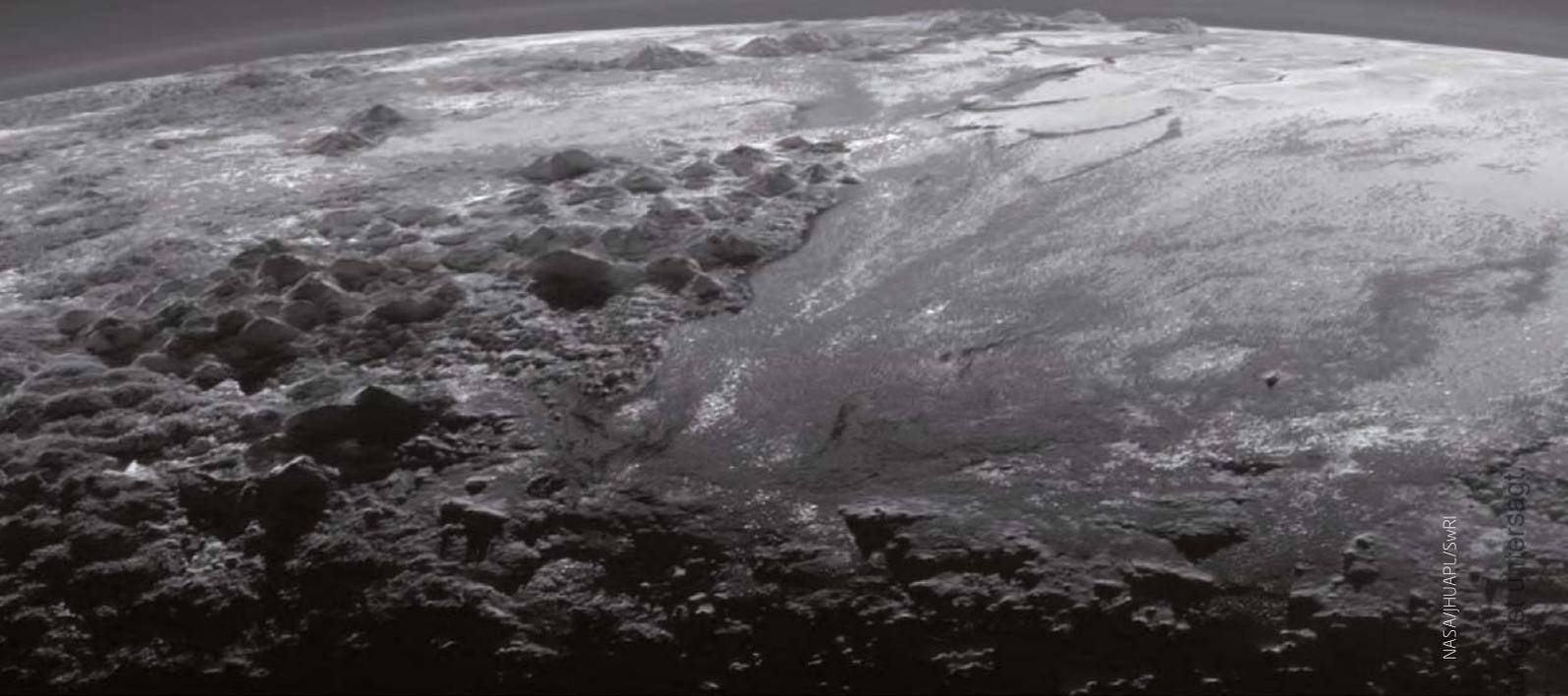


aufgespürt, zunächst kleinere, wenige Kilometer durchmessende Körper, dann aber auch größere Brocken wie Varunas (rund 700km Durchmesser), Quaoar (ca. 1100km) und Eris. Letzterer wurde im Jahr 2005 von den Astronomen Mike Brown, Chad Trujillo und David Rabinowitz entdeckt und war mit seinem etwa 2300km Durchmesser erheblich größer als alles, was man bisher in der transneptunischen Region vorgefunden hatte. Man vermutete sogar, dass Eris größer als Pluto war, weshalb die Entdecker bald vom »zehnten Planeten« sprachen.

Diese Funde machten die Existenz weiterer großer und kleiner transneptunischer Objekte (TNO) wahrscheinlich, was auch für die bisherige Theorie über die Entstehung des Kuiper-gürtels eine Herausforderung war. Auch Sedna, ein im Jahr 2003 entdecktes Objekt, das durch eine besonders langgezogene Bahn auffällt, gab den Astronomen Rätsel auf.



◀ Abb. 1: Künstlerische Darstellung des Vorbeiflugs von New Horizons am Kuipergürtel-Objekt, das vom Missionsteam den Spitznamen »Ultima Thule« bekommen hat.



NASA/JHUAPL/SwRI

▲ Abb. 2: Spektakuläre Oberfläche: Diese Aufnahme der Sonde New Horizons von Pluto entstand nur 15 Minuten nach der dichtesten Annäherung. Gut zu erkennen sind auch die Dunstschichten in der dünnen Atmosphäre des Zwergplaneten

### Von Cubewanos, Plutinos und Twotinos

Unser heutiges Bild dieser Region jenseits der Neptunbahn unterscheidet sich deutlich von dem »einfachen« Kometengürtel, wie er durch Edgeworth und Kuiper postuliert worden war. Sie besteht aus einer Vielzahl miteinander interagierender Strukturen, die zusammen ein komplexes und bis heute noch nicht vollständig verstandenes Ganzes ergeben. So lassen sich mehrere Gruppen von Objekten identifizieren, deren Außengrenzen durch Bahnresonanzen bestimmt sind. Insbesondere gehören hierzu die beiden großen Populationen der klassischen Kuiper-gürtel-Objekte (KBOs oder auch Cubewanos) und die resonanten Objekte.

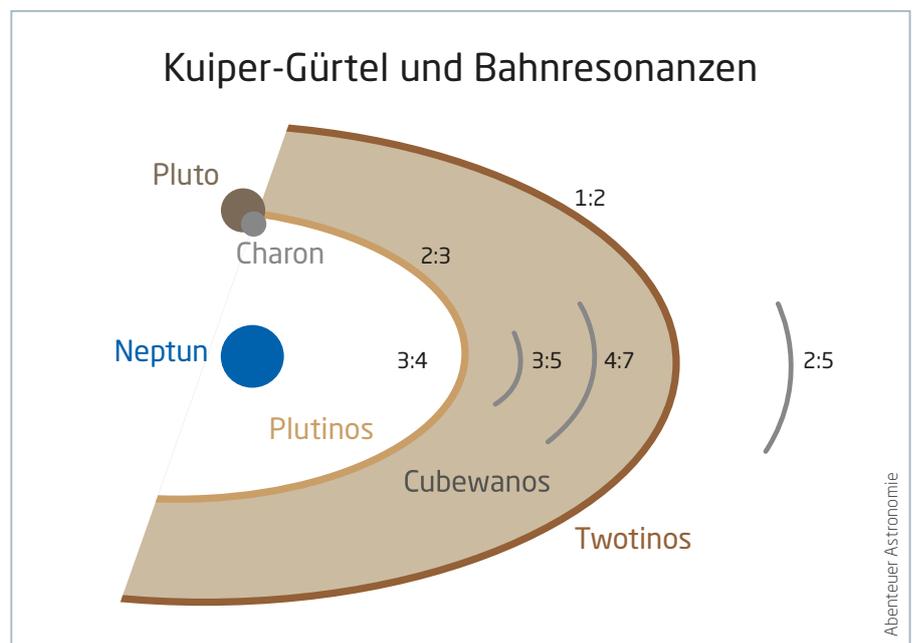
Neptun mit seiner großen Masse beeinflusst das Geschehen und die Struktur des Kuiper-gürtels maßgeblich durch die durch ihn induzierten Bahnresonanzen. Zwei Objekte befinden sich in Resonanz, wenn ihre Umlaufbahnen in gewisser Weise gravitativ gekoppelt sind. Ihre Umlaufmuster wiederholen sich dabei in regelmäßigen Abständen. Pluto beispielsweise befindet sich in einer sogenannten 3:2 Resonanz mit Neptun, für je zwei Umläufe um die Sonne von Pluto macht Neptun drei. Anschließend befinden sich beide wieder in ihrer Ausgangskonstellation. Bahnresonanzen können dabei auf zwei Arten wirken: destabilisierend oder stabilisierend. Im Fall Plutos können wir eine stabilisierende Wirkung ausmachen.

Der klassische Kuiper-gürtel wird dabei von der 3:2-Bahnresonanz mit Neptun (bei etwa 40AE) nach innen und der 2:1-Resonanz (bei etwa 50AE) nach außen begrenzt. Die recht stabilen Umlaufbahnen der Cubewanos besitzen eine relativ kleine Exzentrizität und Bahnneigungen bis etwa 30°. Fast zwei Drittel der bekannten Kuiper-gürtel-Objekte gehören dieser Population an.

Die resonanten Objekte befinden sich in einer stabilisierenden Bahnresonanz mit Neptun. Diejenigen bei 3:2 werden dabei nach ihrem größten Vertreter, Pluto, als »Plutinos« benannt, jene bei 2:1 als »Twoti-

nos«. Zusätzlich gibt es noch eine Reihe weiterer resonanter Objekte, die sich allerdings zum Großteil innerhalb des klassischen Gürtels bewegen.

Daneben finden wir noch »gestreute Objekte«. Bei ihrer Zuordnung ist ein Streit unter den Wissenschaftlern entbrannt. Die einen sehen diese Objekte als Bestandteil des Kuiper-gürtels an und sprechen von gestreuten Kuiper-gürtel-Objekten (»Scattered Kuiper Belt Objects«, SKBO). Die anderen sehen darin eine unabhängige Population, die nicht Teil des Kuiper-gürtels ist, sondern Teil einer »Scattered Disk«. Sie sprechen daher von



▲ Abb. 3: Die Struktur des Kuiper-gürtels wird durch die jeweiligen Bahnresonanzen mit Neptun definiert.

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

»Scattered Disk Objects« (SDO). Wie auch immer man diese einordnen will, sie befinden sich auf stark exzentrischen Umlaufbahnen, deren Perihel bei etwa 35AE liegt und deren Apheldistanzen weit über die 2000AE hinausreichen. Ihre Bahnneigungen liegen bei moderaten 24°. Die bereits erwähnte Eris ist der wohl bekannteste Vertreter eines SDOs. Der sonnennächste Punkt ihrer Bahn liegt bei etwa 38AE und der sonnenfernste bei 98AE.

## Rätselfhafte Kuiper-Klippe

Bei der 1:2 Resonanz finden wir ein merkwürdiges Phänomen vor. Ab dieser Entfernung nimmt die Anzahl bekannter TNOs drastisch ab. Es ist bis heute unklar, warum es sich bei dieser sogenannten »Kuiper-Klippe« handelt: Ist es wirklich der äußere Rand des klassischen Kuipergürtels oder ist es lediglich der Beginn einer großen Lücke. Und genau diese Frage könnte von großer Bedeutung sein: Frühere Modelle der Planetenentstehung postulierten nämlich, dass die Anzahl der großen Objekte vergleichbar Pluto sich jenseits der 50AE nahezu verdoppeln sollte. Anders ließ sich eine Entstehung der Eisriesen Uranus und Neptun nicht erklären. Bis heute ist nicht klar, was der Grund für diesen Abfall an beobachteten Objekten ist. Es scheint sich jedoch um ein reales Phänomen zu handeln.

## Unerklärte Umlaufbahnen

Neben diesen Populationen finden wir eine weitere, die den Wissenschaftlern noch mehr Kopfzerbrechen bereitet: die »detached objects« oder auch erweiterte SDOs (»extended scattered disk objects«, E-SDO). Deren Perihel befindet sich mit typischerweise mehr als 75AE so weit außerhalb, dass sie sich dem gravitativen Einfluss Neptuns fast vollständig entziehen können. Folglich kann dieser kaum Auswirkungen auf deren Bahnen haben. Diese Objekte bewegen sich auf extrem elliptischen Bahnen um die Sonne. Sedna mit einer Periheldistanz von 76AE, einer Apheldistanz von 936AE und einer Bahnexzentrizität von 0,86 gehört zu diesen Objekten und ist dabei Namensgeber einer eigenen »Familie«, der Sednoiden. Zu dieser werden derzeit alle »detached objects« gezählt, deren Periheldistanz jenseits der 76AE von der Sonne liegt.

Problematisch ist hierbei, dass die Wissenschaftler derzeit keine stichhaltige Erklärung dafür haben, wie diese Objekte auf

## IM DETAIL

### Die Entstehung des Kuipergürtels

Bei der Frage nach der Entstehung des Kuipergürtels muss zwischen den klassischen und resonanten Objekten auf der einen und den gestreuten Objekten auf der anderen Seite unterschieden werden. Die klassischen KBO besitzen nahezu kreisförmige Umlaufbahnen, wie man sie bei der Entstehung innerhalb der protoplanetaren Scheibe um die Sonne erwarten könnte. Allerdings liegen sie nicht genau in der Ekliptik. Es stellt sich die Frage, welche Mechanismen hierfür verantwortlich gewesen sein könnten. Eine Möglichkeit ist, dass Neptun in der frühen Phase der Planetenentstehung große Planetesimale, also »Planetenkeime«, in den ursprünglichen Kuipergürtel gestreut hat. Diese interagierten wiederum mit den KBO, was zu einer Änderung der Bahnneigungen führte. Leider erklärt diese Theorie nicht, warum die Bahnen der resonanten Objekte unverändert blieben. Dieses Problem wäre durch einen in nur geringem Abstand vorbeiziehender Stern gelöst, der für die andere Bahnneigung der Cubewanos verantwortlich sein könnte. Einen Einfluss auf die resonanten Objekte hätte er nicht gehabt. Damit die beobachteten Bahnen entstehen konnten, hätte der Stern in wenigen hundert AE Abstand an der Sonne vorbeiziehen müssen, was al-

lerdings zu Widersprüchen mit den gängigen Entstehungsmodellen des Sonnensystems führen würde.

Das auf Computersimulationen basierte Nizza- bzw. Nizza-2-Modell geht von einem anderen Ursprung aus. Es verknüpft die Entstehung mit der Migrationsgeschichte der großen Planeten. Dementsprechend hätten sich Saturn, Uranus und Neptun näher an Jupiter entwickelt und seien dann nach außen migriert. Zur gleichen Zeit wäre Jupiter dann weiter nach innen gewandert. Durch gravitative Wechselwirkungen und insbesondere die entstehende 1:2-Resonanz Jupiters mit Saturn ist dann Neptun auf eine stark elliptische Umlaufbahn gezwungen worden. Seine Wechselwirkung mit den ursprünglichen Kuipergürtelobjekten hätte zu chaotischen Bahnen bei ihnen geführt. Nachdem sich die Umlaufbahn des Neptun während der weiteren Wanderung nach außen zu seiner jetzigen Position seiner heutigen Form angepasst hat, hat der Eisriesen die kleinen KBO in Resonanzen gefangen. Die gestreuten Objekte wären demgegenüber im Laufe der Geschichte des Sonnensystems nach außen gestreut worden. Vieles über die Entstehung dieser Region ist allerdings noch unklar und Gegenstand aktueller Forschung.

ihre Umlaufbahnen gekommen sind. Eines ist jedoch klar: Durch gravitative Streuung durch die anderen Planeten, insbesondere durch die Gas- und Eisriesen, lassen sich deren Umlaufbahnen nicht erklären.

Viele Ideen wurden entworfen, die Licht in dieses Dunkel bringen könnten. Beispielsweise könnte in der Vergangenheit ein Stern nahe an unserem Sonnensystem vorbeigezogen sein, der durch seine Masse gravitativen Einfluss auf diese Objekte nahm und sie auf ihre jetzigen Bahnen zwang. Ferner könnte Neptun in der Frühzeit des Sonnensystems eine weitaus exzentrischere Umlaufbahn gehabt haben als heute und so das vorhandene »Chaos« angerichtet haben.

### Hinweis auf weitere Planeten?

Eine weitere derzeit heiß diskutierte Hypothese ist die Existenz eines bisher noch unbekanntes Planeten in den äußeren Regionen des Sonnensystems. Gewisse statis-

tische Auffälligkeiten bei diesen »detached objects« könnten die Existenz eines solchen »Planeten Neun« nahelegen. Die Astronomen Batygin und Brown führten hierzu einige Computersimulationen durch. Nach ihren Simulationen sollte die große Halbachse des unbekanntes Planeten zwischen 400 und 1500AE und bei einer Exzentrizität von 0,5 bis 0,8 liegen. Ihre Simulationen ergaben die beste Übereinstimmung mit den Beobachtungen bei einer großen Halbachse von 700AE und einer Exzentrizität von 0,6. Dies würde einer Umlaufzeit von etwa 20.000 Jahren entsprechen.

Allerdings dürfte ein solcher Planet aufgrund seiner Lichtschwäche und großen Entfernung nur schwer zu entdecken sein. Ferner haben weder Pan-STARRS, Catalina Sky Survey noch der Wide-Field Infrared Survey Explorer, die systematisch auch die Außengrenzen unseres Sonnensystems durchforsteten, einen Hinweis auf die Existenz eines solchen Planeten gefunden.



▲ Abb. 4: So könnte der Blick von der Oberfläche von Sedna auf die Sonne und das innere Sonnensystem aussehen.

## Die Anatomie der TNOs

Neben der komplexen Struktur des trans-neptunischen Bereichs stellt sich natürlich die Frage, wie die TNOs selbst beschaffen sind. Ging man lange von einfach strukturierten Eis- und Gesteinsbrocken aus, so hat uns die Raumsonde New Horizons mit ihrem Vorbeiflug am Pluto-Charon-System klar eines Besseren belehrt. Sie zeigte uns vollkommen fremdartige und komplexe Welten, die selbst die optimistischsten Annahmen übertrafen. So befinden sich

auf Pluto hohe Berge von bis zu 3500m, die wohl hauptsächlich aus Wassereis bestehen. Methan etwa ließe keine solchen Strukturen zu. Ebenen und Krater durchsetzen die Oberfläche. Dunst und Nebel aus Methan befindet sich in der Atmosphäre. Möglicherweise sind Eisvulkane auf dem Zwergplaneten aktiv.

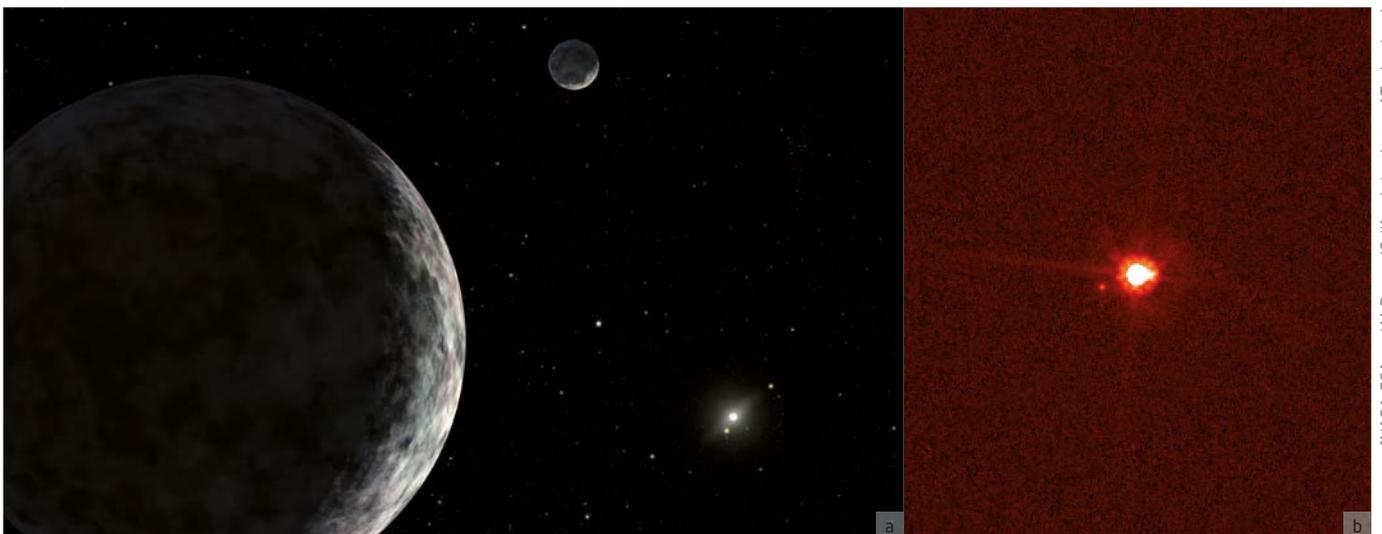
Es liegt also nahe anzunehmen, dass auch andere TNOs komplex aufgebaut sind. Informationen darüber zu gewinnen ist natürlich schwer: Diese Objekte sind einfach zu klein und zu weit entfernt. Selbst mit den

besten Teleskopen lassen sich keine Oberflächenstrukturen erkennen. Wir sind folglich auf andere Techniken wie etwa Spektroskopie oder Photometrie angewiesen.

## Eine Frage von Heiß oder Kalt

Bei den klassischen KBOs, also den Cubewanos, weisen Beobachtungen auf die Existenz zweier unterschiedlicher sich überlappender Unterpopulationen hin. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich zuerst einmal vor allem in ihrer Farbe. Die einen sind röt-

NASA/JPL-Caltech



(NASA, ESA, and M. Brown (California Institute of Technology))

▲ Abb. 5: So stellt man sich den Zwergplaneten Eris und seinen Mond Dysnomia vor (a). Sogar das Weltraumteleskop Hubble sieht allerdings kaum Details, der Trabant von Eris ist aber deutlich zu erkennen (b).

lich, die anderen erscheinen uns bläulich. In Anlehnung an die Thermodynamik bezeichnet man daher die erstere als kalte Population, die letztere als heiße. Aber nicht nur die Farbe ist verschieden. Die kalten Objekte besitzen durchweg niedrigere Bahnneigungen von maximal bis zu 12°, wohingegen die Bahnen der heißen Cubewanos stärker geneigt sind und zudem exzentrischer verlaufen.

Bei den kalten Cubewanos herrschen Binärsysteme vor, deren einzelnen Komponenten eine ähnliche Helligkeit aufweisen. Demgegenüber sind solche Binäre unter den heißen in der Unterzahl und deren Komponenten weisen deutliche Helligkeitsunterschiede auf. Vieles spricht also dafür, dass beide Subpopulationen unterschiedlichen Ursprungs und physikalischer Struktur sind.

Über die resonanten Objekte ist noch weniger bekannt. Lediglich über die größeren TNOs wie etwa Pluto, Eris und die anderen Zwergplaneten weiß man etwas mehr. Sie dürften in ihrem Aufbau und ihrer Struktur Pluto ähneln. Eine Ausnahme hiervon scheint der Zwergplanet Haumea zu bilden. Seine Lichtkurve weist eine rasend schnelle Rotation von weniger als vier Stunden auf. Haumea ist damit das sich am schnellsten drehende bekannte Objekt im Sonnensystem. Mit einem Äquatordurchmesser von etwa 1900km und einem Abstand der Pole von nur etwa 1000km besitzt sie zu-

dem eine starke ellipsoide Form, was für ein Objekt dieser Größe ungewöhnlich ist. Spektroskopische Aufnahmen deuten auf eine von kristallinem Wassereis überzogene Oberfläche hin.

## Auf ins Unbekannte...

Obwohl wir eine Explosion an Erkenntnissen über die transneptunische Region während der letzten 25 Jahre erlebt haben, bleibt vieles im wahrsten Sinne des Wortes noch im Dunkeln. Die Hoffnung ruht auf den neuen Riesenteleskopen, wie dem Extremely Large Telescope (ELT) der Europäischen Südsternwarte, welches 2024 in Betrieb genommen werden soll. Dieses könnte bei der Erforschung dieser spannenden Region helfen.

Und natürlich bietet derzeit die Raumsonde New Horizons eine einmalige Möglichkeit, nähere Informationen aus erster Hand zu gewinnen. Schließlich befindet sie sich gerade vor Ort und ist bisher die einzige Sonde in der Raumfahrtgeschichte, die zur Erforschung des Kuipergürtels eingesetzt wird. Zwar haben die Voyager-Sonden ebenfalls diesen Bereich passiert. Zum damaligen Zeitpunkt war der Kuipergürtel jedoch noch nicht entdeckt, so dass keine Bestrebungen von Seiten der NASA unternommen wurden, diesen »leeren« Raum zu beobachten. Nun sind alle gespannt darauf, was die

Sonde New Horizons bei ihrem Vorbeiflug am Neujahrstag des Jahres 2019 entdecken wird. ▶ Michael Moltenbrey

## SURFTIPPS

- New Horizons (NASA)
- New Horizons (JHUAPL)

[Kurzlink: oc1m.de/a18019](https://oc1m.de/a18019)

## Literatur

[1] Stern und D. Grinspoon: »Chasing New Horizons: Inside the Epic First Mission to Pluto«, Melia Publishing Services, 2018

[2] S.A. Stern, H.A. Weaver, J.R. Spencer, H.A. Elliott, the New Horizons Team: »The New Horizons Kuiper Belt Extended Mission«

## DER AUTOR |

Michael Moltenbrey studierte Informatik und Astrophysik, ist seit Kindesbeinen begeisterter Amateurastronom und beschäftigt sich schon seit Jahren mit Themen der Entstehung und Entwicklung unseres Sonnensystems und numerischen Simulationen.

## IM DETAIL

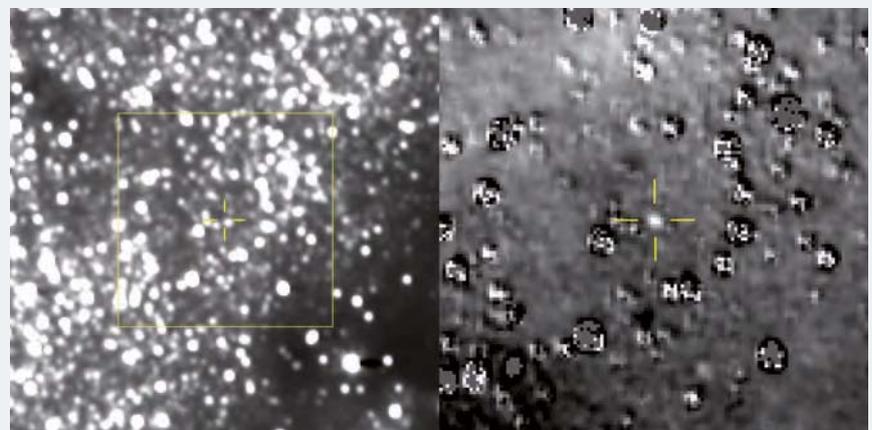
Nachdem New Horizons am Pluto vorbeiflogen war, begann die Suche nach einem weiteren Objekt, welches von der Sonde besucht werden konnte. Die Wahl fiel auf (486958) 2014 MU<sub>69</sub>, ein etwa 30km großes KBO. Der Vorbeiflug soll am 1. Januar 2019 in etwa 3500km Abstand erfolgen. Das wäre etwa dreimal näher als beim Vorbeiflug an Pluto. Eine Auflösung von Oberflächendetails von etwa 30m wird erwartet.

Die erweiterte Mission soll dabei mehrere Aufgaben erfüllen: Zum einen soll die Oberflächengeologie und -temperatur des Objekts erfasst werden, so dass man Rückschlüsse auf dessen Entstehung ziehen kann. Interessant wird dabei sein, ob irgendeine Form von Aktivität (wie etwa Eisvulkane) oder Ringe zu entdecken sind.

Die letzte Etappe der Mission hatte bereits am 22. Oktober 2015 mit dem Zünden einiger Triebwerke begonnen. Damit sollte New Horizons auf Kurs gebracht werden. Bereits im August 2018 gelang New Hori-

zons die erste Aufnahme des Zielobjekts. Die offizielle heiße Phase beginnt dann Ende des Jahres, wobei die meisten Messungen in den 48 Stunden um den engsten Vorbeiflug durchgeführt werden. Die ers-

ten vorläufigen Daten werden dann bereits am 1. und 2. Januar 2019 zur Erde gesendet, was etwa sechs Stunden dauern dürfte. Die restlichen Daten werden über das ganze Jahr 2019 Stück für Stück übermittelt.



NASA/JHUAPL/SwRI

▲ Abb. 6: Am 16.8.2018 gelang New Horizons die erste Aufnahme seines nächsten Zielobjekts. Zu diesem Zeitpunkt befand sich das Objekt in einer Entfernung von 172 Millionen Kilometern von der Sonde und etwa 6,5 Milliarden Kilometer von der Sonne entfernt. Links ein kombiniertes Bild aus 48 Aufnahmen mit der markierten Position von 2014 MU<sub>69</sub>, rechts ist der markierte Bereich vergrößert dargestellt und die Hintergrundsterne wurden herausgerechnet.

▼ Abb. 1: Ein riesiger Schwarm aus Trümmerteilen umgibt inzwischen die Erde. Die Hinterlassenschaften der Raumfahrt könnten die Nutzung des erdnahen Weltraums bald unmöglich machen.

# ACHTUNG, WELTRAUMSCHROTT!

## Die Hinterlassenschaften der Raumfahrt könnten für uns alle zum Problem werden

Stellen Sie sich vor, Sie sitzen in angenehmer Gesellschaft vor dem Fernsehgerät und verfolgen über Satellitenfernsehen gespannt die Fußball-WM: die deutsche Elf steht im Finale und kämpft um den Pokal. Plötzlich, kurz vor einem entscheidenden Tor, werden viele Fernsehbildschirme in ganz Deutschland gleichzeitig schwarz. Ein unrealistisches Szenario? Nein, nicht unbedingt!

Millionen von Weltraumtrümmerteilchen bevölkern die Umlaufbahnen der Erde und bedrohen die weltraumbasierte Infrastruktur. Satelliten zur Erdbeobachtung, zur Navigation, zur Kommunikation, zur Aufklärung sowie für wissenschaftliche und militärische Zwecke sind in unserer modernen Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Wir Menschen sind mehr denn je abhängig von funktionie-

renden Satellitendiensten. Den Nutzlasten im All stehen aber etwa 8000 Tonnen Weltraumschrott gegenüber, die unkontrolliert über unsere Köpfe kreisen und immensen Schaden anrichten können.

### Es gibt zu viel Müll im All

Dieser Weltraumschrott tummelt sich in variierender Zahl und Größe auf verschie-

densten Erdumlaufbahnen – üblicherweise genau dort, wo auch alle Nutzlasten, also die Satelliten unterwegs sind. Der Großteil des Weltraummülls befindet sich auf niedrigen Umlaufbahnen zwischen 200 und 2000km, dem sogenannten »low earth orbit« (LEO). In diesen Bahnhöhen finden die meisten bemannten Raumflüge statt, da die Umlaufbahnen mit vergleichsweise geringem Energieaufwand erreicht werden können. Im

LEO ziehen wichtige Instrumente wie die Internationale Raumstation ISS oder das Hubble-Weltraumteleskop ihre Bahnen.

Aber auch auf dem »Geostationären Orbit« (GEO) in einer Höhe von 35.786km reichern sich die Schrottteilchen immer weiter an. Diese spezielle Umlaufbahn zeichnet sich dadurch aus, dass dort stationierte Satelliten mit der Erdrotation synchronisiert sind und sich damit stets über demselben Punkt der Erdoberfläche befinden. Diesen Vorteil nutzen vor allem Fernseh-, Wetter- und Kommunikationssatelliten. Zwischen LEO und GEO befinden sich noch die »medium earth orbits« (MEO) mit Bahnhöhen von etwa 2000 bis 35.000km. Hier umkreisen bevorzugt Navigationsatelliten (z.B. GPS oder Galileo) die Erde, begleitet von Tausenden Weltraumschrottteilchen.

## Die Spuren der Raumfahrt

Die vergangenen 61 Jahre Raumfahrt haben ihre Spuren hinterlassen: etwa 2000 aktive Satelliten umkreisen die Erde. Jährlich finden bis zu 90 Raketenstarts mit dem Ziel »erdnaher Weltraum« statt und aktuellsten Beobachtungen sowie Schätzungen zufolge befinden sich rund 700.000 Weltraumschrottteile mit einem Durchmesser von mehr als einem Zentimeter in Umlauf-



▲ Abb. 2: Deutschland besitzt mit TIRA eines der weltweit größten Radare zur Weltraumbeobachtung.

bahnen um die Erde. Die Zahl kleinerer Schrottteilchen liegt bei mindestens 100 Millionen. Die Tendenz ist steigend.

Bei diesen geringen Objektgrößen könnte schnell die Idee aufkommen, dass solche Kleinstteilchen bei Kollisionen keinen großen Schaden anrichten können. Weit gefehlt! Die Partikel im erdnahen Weltraum haben mit mehreren zehntausend Kilometern pro Stunde so hohe Geschwindigkei-

ten, dass bereits kleinste Objekte zu hochenergetischen Geschossen werden, die alles zerstören können, was ihre Bahnen kreuzt. So hat eine ein Zentimeter große Aluminiumkugel mit einem Gramm Masse und einer typischen Geschwindigkeit von zehn Kilometern pro Sekunde eine kinetische Energie von etwa 50 Kilojoule, was der Sprengkraft von rund zwölf Gramm TNT entspricht.

▼ Abb. 3: Innenansicht der TIRA-Radarantenne in Wachtberg bei Bonn.





▲ Abb. 4: Das German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar (GESTRA) besteht aus einem Sendesystem und einem Empfangssystem mit integrierter Datenauswertung.

Paradoxe Weise sind es gerade diese kleinsten Trümmerteilchen, die der Raumfahrt die größten Sorgen bereiten, da sie nur schwer oder gar nicht zu beobachten sind. Für die größeren Objekte mit Durchmessern von mehr als fünf Zentimetern sind die Umlaufbahnen gut bekannt, weil die Schrottteilchen permanent beobachtet und überwacht werden. So befinden sich etwa 13.000 »5-cm-Objekte« in einem Katalog, der vom US-amerikanischen Space Surveillance Network gepflegt wird. Wenn absehbar ist, dass diese großen Trümmerteile die Umlaufbahnen von Satelliten oder der ISS kreuzen, können entsprechende Ausweichmanöver eingeleitet werden. Durchschnittlich muss für jeden Satelliten zweimal pro Jahr ein Ausweichmanöver initiiert werden.

## Woher kommt der ganze Müll?

Nun stellt sich natürlich die Frage, wo der ganze Weltraumschrott herkommt. Die Ursachen sind vielfältig. Neben nicht mehr genutzten Satelliten werden immer wieder Objekte wie z.B. Raketenoberstufen durch Weltraummissionen freigesetzt. Von intakten Raumflugkörpern können sich Oberflächenpartikel wie Lacke oder Schildmaterialien ablösen. Durch die ungeplante Entzündung von Resttreibstoffen kann es zu Explosionen kommen, die Trümmerteile erzeugen. Sogar verlorengangenes Werkzeug von Astronauten kann zu gefährlichen Geschossen werden. Aber nicht immer ist der Zufall schuld: auch der gezielte Einsatz von Antisatellitenraketen und Sabotagesatelliten sorgt für ein stetiges Wachstum der Weltraumschrottpopulation. Ganz wie in Spionagefilmen sorgen Antisatellitenraketen, die vom Boden aus gestartet wer-

den, für eine Zerstörung von Satelliten und somit zu einer Trümmerverteilung auf sehr viele verschiedene Bahnen. Sabotagesatelliten in unbekannter Zahl werden für beabsichtigte Kollisionen mit anderen Satelliten oder zur Funkstörung eingesetzt.

Auch Satellitenkollisionen können Unmengen an Weltraumschrott erzeugen. So geschah im Jahr 2009, als die Kommunikationssatelliten Iridium 33 und Kosmos 2251 in 800km Höhe mit einer Relativgeschwindigkeit von etwa zwölf Kilometern pro Sekunde aufeinandergeprallt sind. Aus dieser ungewollten Zusammenkunft entstanden rund 100.000 Bruchstücke, die den intakten Satelliten und der bemannten Raumfahrt noch über Jahrzehnte gefährlich werden können.

## Keine Müllabfuhr für Weltraumschrott

Spätestens seit dem Film »Gravity« ist die Bedrohungslage im erdnahen Weltraum auch einer breiten Öffentlichkeit bekannt. Weltraumschrott kann nicht nur der Technik gefährlich werden, sondern auch den internationalen Astronautenteams, die regelmäßig Experimente (z.B. auf der ISS) und Reparaturen im Erdorbit durchführen.

Ideen zur aktiven Beseitigung von Weltraumtrümmern gibt es viele: Netze zum Einfangen des Weltraumschrotts, riesige »kosmische Staubsauger«, Gas- oder Laserstrahlen, die Müll aus den Umlaufbahnen befördern, etc., aber an der Umsetzung hapert es – nicht zuletzt wegen der immensen Kosten und dem hohen technischen Aufwand.

Die Weltraumtrümmer in niedrigen Umlaufbahnen (kleiner 400km) beseitigen sich in

absehbarer Zeit selbst. In niedrigen Erdorbits werden die Teilchen durch Reibung an der zwar dünnen, aber noch vorhandenen Atmosphäre abgebremst, wodurch sie an Höhe verlieren und schließlich in der immer dichter werdenden Luft verglühen. In größeren Höhen von etwa 800km ist die Luftreibung aber so gering, dass dieser Vorgang bereits Jahrzehnte, bei Bahnhöhen von mehr als 1000km sogar Jahrtausende dauern würde.

Was macht man also nun mit diesem Weltraumschrott, wenn keine Müllabfuhr zur Verfügung steht?

Eine Lösung besteht in der Detektion und Überwachung von Weltraummüll durch leistungsstarke Radare. Diese Instrumente können zwar nicht aktiv Schrottteilchen beseitigen, dafür aber lokalisieren und katalogisieren. Mit Hilfe eines gut gepflegten Katalogs können Ausweichmanöver geplant werden, so dass sich Kollisionen vermeiden lassen.

## Weltraumlagezentrum für Deutschland

Weltweit gibt es daher Bestrebungen den LEO möglichst lückenlos zu beobachten. Eine Vormachtstellung hat hier die USA, die mit dem Space Surveillance Network seit mehreren Jahrzehnten das umfassendste und leistungsfähigste Weltraumüberwachungssystem betreibt.

Neben den USA hat man auch in Europa ein verstärktes Interesse an der souveränen Beobachtung und Überwachung des erdnahen Weltraums. Mit Programmen wie ES-SAS, S3T und Graves versuchen die EU sowie ihre Mitgliedsstaaten gleichzuziehen. Mit der Gründung eines Weltraumlagezentrums als gemeinsame Einrichtung der Bundesministerien für Wirtschaft und Energie und für Verteidigung hat Deutschland 2009 den Grundstein für eine souveräne Weltraumüberwachung gelegt.

Deutschland besitzt bereits eines der weltweit größten Radare zur Weltraumbeobachtung: TIRA, ein parabolreflektorbasiertes Weitbereichsradar mit hoher Auflösung und Agilität. Betrieben vom Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik in Wachtberg ermöglichte TIRA in der Vergangenheit zahlreiche Teilbeobachtungen zum ordnungsgemäßen Betrieb von Satelliten und ihren Strukturelementen. Weltweite Aufmerksamkeit erfuhren die Beobachtungsergebnisse zum Wiedereintritt von »Tiangong« in die Atmosphäre, welche mit TIRA gemessen und ausgewertet wurden. Auch Weltraumschrott wurde mit TIRA beobachtet. Seit 1993

fanden 18 24-stündige Kampagnen zur Erfassung der kleinteiligen Trümmerpopulation im LEO statt.

Trotz der hohen Empfindlichkeit von TIRA haben derartige Radare den Nachteil, dass sie zu einem gegebenen Zeitpunkt nur ein kleines Weltraumvolumensegment überwachen können. Um große Himmelsauschnitte zu überwachen, ist ein Radartyp mit elektronischer, trägheitsloser Radarstrahlschwenkung, ein sogenanntes »Phased-Array Radar«, sehr viel besser geeignet.

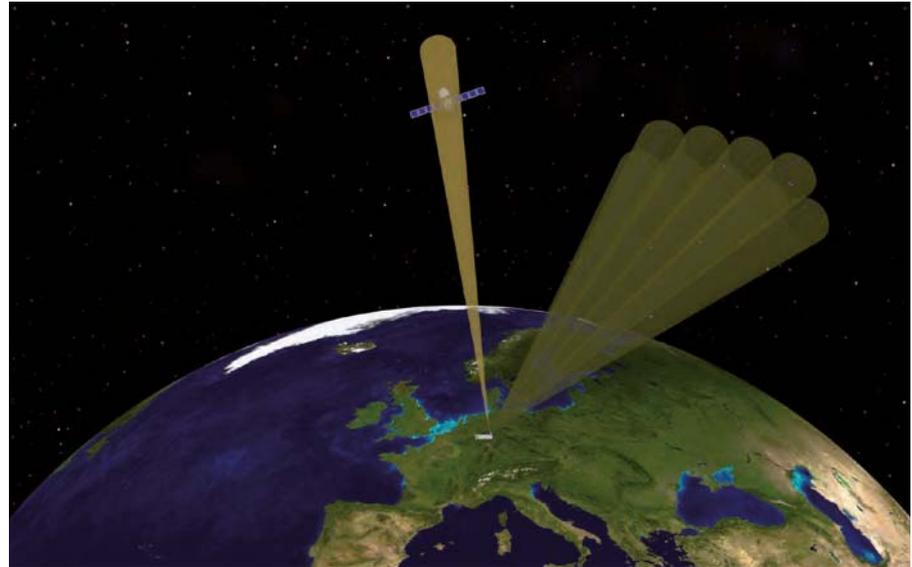
Ein »Phased-Array Radar« basiert auf einer Antenne mit vielen elektronisch angesteuerten Einzelementen, deren Zusammenwirken im Raum zu einem nahezu beliebig einstellbaren Antennendiagramm führen.

## Schnelle Überwachung dank GESTRA

Komplementär zu dem TIRA-System wurde das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik im Jahr 2014 beauftragt, ein innovatives leistungsgesteigertes Phased-Array Radar zu entwickeln und zu bauen: GESTRA – German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar. Dabei wird das Grundkonzept eines zukünftigen Radarnetzwerkes verfolgt, bestehend aus mehreren verteilten Radarsensoren zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit. Folglich wird GESTRA als teilmobiles containerbasiertes System konzipiert, welches zu den Knotenpunkten des Netzwerkes per Land- oder Schiffsverfrachtung einfach transportiert werden kann. GESTRA besteht aus einem Sendesystem und einem Empfangssystem mit integrierter Datenauswertung.

Das Sende- und das Empfangssystem werden jeweils in einen übergroßen Container mit 18m Länge, 4m Breite und 4m Höhe untergebracht. Zur Vorauswahl des Beobachtungsbereiches im Weltraum werden die Antennenfrontends des Radars mit Sende- bzw. Empfangselektronik jeweils auf einen 3-Achsenpositionierer integriert. Eine leistungsfähige Flüssigkeitskühlung sorgt für den witterungsunabhängigen gleichmäßigen Betrieb der Hochleistungselektronik, der Empfangselektronik und der Prozessorhardware zur Datenanalyse.

Bei der Optimierung der Radarüberwachungsmoden, spricht der Strategie zur effizienten Analyse des Beobachtungsvolumens, macht man sich zunutze, dass der Weltraumschrott relativ konstante Bahnen um die Erde mit sehr unterschiedlichen Orbitebenen einnimmt. Zur Detektion der Schrottflybahnen reicht es deswegen aus, mit den Radar-



▲ Abb. 5: Zur Überwachung des Weltraums werden von den Experten Strategien entwickelt, durch die möglichst viele Teile des Weltraumschrotts erfasst werden können.

strahlen sogenannte Beobachtungszäune zu bilden, innerhalb derer das Durchfliegen von Objekten beobachtet wird. Werden auf diese Weise Trümmerteile detektiert, kann man deren Flugbahn ermitteln, indem weitere Radarstrahlen dem Objekt hinterhergesendet werden und somit die Bahn-Trajektorie aufgebaut wird. Zeitgleich kann der Suchmodus mit den weiteren Radarstrahlen fortgeführt werden. Es erfolgt die anschließende Datenübertragung der Bahnteilinformationen jedes entdeckten Zieles ans Weltraumlagezentrum in Uedem. Auf diese Weise werden die Bahninformationen der einzelnen entdeckten und verfolgten Objekte dort zusammengeführt und in einem Katalog gesammelt und aktualisiert.

## Raumfahrt bald nicht mehr möglich?

Wagen wir einen kurzen Blick in die Zukunft, um zu verstehen, wohin das Abenteuer »Raumfahrt« gehen könnte. Es existieren Programme wie das Clean-Space Programm der ESA, die den Weltraumschrott aktiv beseitigen wollen, aber ob und wann diese erfolgreich sein werden, steht noch in den Sternen. Daher erscheint uns nur eine Strategie langfristig sinnvoll: Prävention.

Die Raumfahrt entwickelt sich aber zurzeit genau in die entgegengesetzte Richtung. Zwar sind in den letzten Jahren weniger Raketenstarts zu verzeichnen als in den 1960er Jahren, aber die Zahl der in die Erdorbits ausgesetzten Satelliten nimmt dennoch stetig zu.

Dies hat nicht zuletzt damit zu tun, dass Raumfahrt immer günstiger wird. Private Raumfahrtunternehmen wie SpaceX oder Blue Origin wollen Raketenstarts, die Unterbrin-

gung von Satelliten auf erdnahen Orbits und den Weltraumtourismus zum »einfachen« und »bezahlbaren« Unterfangen machen. Der Einsatz von sogenannten Satelliten-Konstellationen, bei denen bis zu Hunderte Kleinstsatelliten auf Position gebracht werden (etwa für eine weltumspannende Internetversorgung), sorgt für einen sprunghaften Anstieg der Satellitenpopulation. Diese vielen Kleinstsatellitenpopulationen von heute sind der Weltraumschrott von morgen. Solange lediglich die rein militärischen Interessen oder die kurzfristige Kostenminimierung im Vordergrund der Weltraumfahrt stehen, könnte die Raumfahrt schlimmstenfalls in weniger als 100 Jahren nicht mehr möglich sein – und auch ein auf Fernsehsatelliten angewiesenes »Public Viewing« einer Fußball-WM könnte dann ein sehr abruptes Ende finden.

► Nadya Ben Bekhti und Helmut Wilden

## | DIE AUTOREN |

Dr. Nadya Ben Bekhti ist Astrophysikerin und arbeitet seit 2016 am Fraunhofer FHR als Co-Projektleiterin für das Weltraumüberwachungsradar GESTRA.

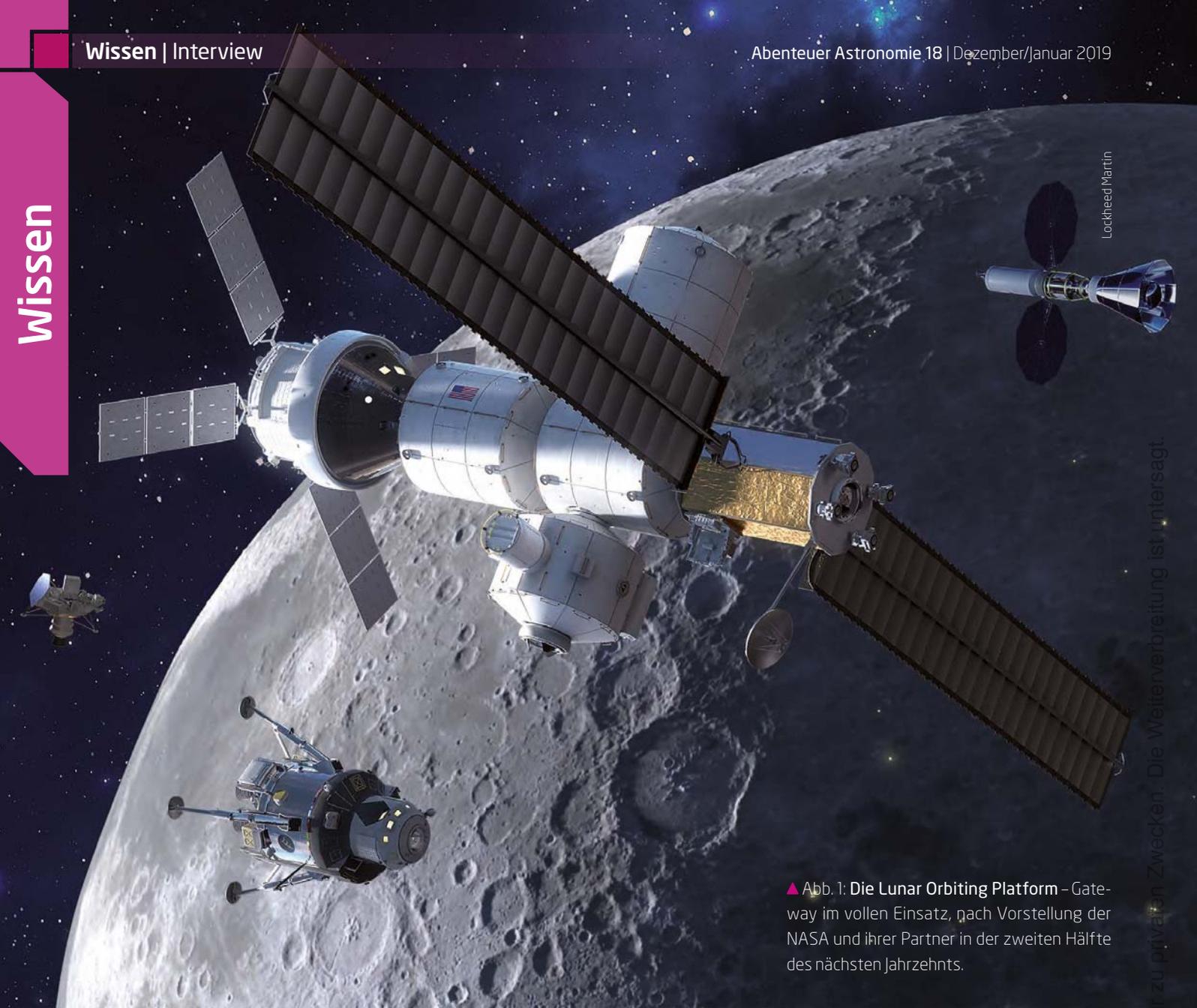
Helmut Wilden ist Diplom-Ingenieur, Experte auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnologie und arbeitet seit 1977 am Fraunhofer FHR (vormals FGAN). 2014 hat er die Aufgabe des Projektleiters für GESTRA übernommen.



## SURFTIPPS

- Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a18023](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a18023)



▲ Abb. 1: Die Lunar Orbital Platform – Gateway im vollen Einsatz, nach Vorstellung der NASA und ihrer Partner in der zweiten Hälfte des nächsten Jahrzehnts.

# »HERR ZURBUCHEN, WOHIN STEUERT DIE WISSENSCHAFT BEI DER NASA?«

**E**in Astrophysiker aus der Schweiz ist seit zwei Jahren Wissenschaftsdirektor der NASA – oder wie es korrekt heißt »Associate Administrator for the Science Mission Directorate«. Dort verwaltet Thomas Hansueli Zurbuchen einen jährlichen Haushalt von rund 5,7 Milliarden US-Dollar und »gebietet« über rund 100 Raumfahrtmissionen, 60 im Einsatz und 40 in der Entwicklung. Auf der Vollversammlung der Internationalen Astro-

nomischen Union im August in Wien sprach Zurbuchen über aktuelle Projekte und Kollaborationen – und auch über die Probleme mit dem James Webb Space Telescope (JWST). Danach hatte Abenteuer Astronomie Gelegenheit für ein Gespräch.

**Abenteuer Astronomie** Herr Zurbuchen, vor einer Woche ist die aufwändige Parker Solar Probe zur Naherkundung der Sonne aufgebrochen

– und die Mission ist praktisch in demselben Monat gestartet, der schon acht Jahre vorher genannt worden war. Woher dieser krasse Unterschied zum unglücklichen JWST mit seinen endlosen Verzögerungen?

► **Zurbuchen:** Bei der Solar Probe war von Anfang an klar gewesen, dass die Mission innerhalb eines festen finanziellen Rahmens stattfinden musste. Und es war auch klar,

dass die zwei, drei wichtigsten Technologien für sie alle schon entwickelt waren, als wir das Projekt gestartet haben. Ganz anders war das beim Webb, bei dem es über zehn Technologien gab, die erst erfunden werden mussten! Und die Kosten Webbs... die zuerst genannte Zahl betrug weniger als eine Milliarde Dollar: Das war so weit daneben, dass da von Anfang an keiner dran geglaubt hat. Zusammen hat das wohl den großen Unterschied ausgemacht.

**Abenteuer Astronomie** Auf dem Weg zur Sonne fliegt die Parker Probe siebenmal dicht an der Venus vorbei, um Bahnenergie abzubauen. Eine Mission speziell zur Venus hat die NASA schon lange nicht mehr gestartet: Können diese Flybys eigentlich wissenschaftlich genutzt werden?

► **Zurbuchen:** Absolut! Wir haben die Instrumente der Parker Solar Probe schon ganz früh eingeschaltet: Schon beim ersten Vorbeiflug (Anmerkung der Redaktion: der am 3. Oktober absolviert wurde) werden wir daher Daten über die Wechselwirkung der Venus mit ihrer Umgebung im Sonnenwind gewinnen können.

**Abenteuer Astronomie** Kommen wir zum Mars: Im April haben die NASA und die ESA ein Abkommen für ein Milliardenunternehmen unterzeichnet, eine gemeinsame Mission, um Bodenproben von dem Planeten zur Erde zu schaffen. Was ist da seither geschehen?

► **Zurbuchen:** Das Erste, was passierte, war, dass die Europäer mit Studien dazu angefangen haben, während wir unsere schon länger laufenden weitergeführt haben. In der Zwischenzeit haben wir uns etwa fünfmal getroffen, um Erfahrungen auszutauschen. Für uns gibt es eine wichtige Entscheidung im nächsten Jahr: Wir müssen beschließen, ob wir einen Start im Fenster 2026 anstreben oder erst im folgenden Fenster 2028/29. Die Ankündigung im April hat jedenfalls schon viele Folgen gehabt, es ist eine Menge Arbeit erledigt worden, auch bei der Koordination mit der Industrie.

**Abenteuer Astronomie** Gibt es auch schon Mars-bezogene Pläne über diese komplizierte Mission hinaus? Auch wenn derzeit kaum davon gesprochen wird, steht irgendwann ja doch eines Tages der Flug von Menschen zum Mars auf dem Programm – wie sieht da der Übergang aus?

► **Zurbuchen:** Wir haben gerade die »Mid-term Review« des Zehnjahres-Plans für die

NASA-Planetenforschung für den Zeitraum 2013 bis 2022 erhalten. Sie weist uns explizit an, dass wir dafür die nächste wissenschaftliche Strategie entwickeln sollen. In zwei Jahren wird mit der Formulierung des folgenden Zehnjahrsplans begonnen, und bis dahin müssen wir wenigstens abstecken, was wir tun wollen. Marsforschung mit Menschen wird dabei auch eine Rolle spielen, aber nicht exklusiv: Es gibt viel Wissenschaft, die wir bereits heute tun können. Im nächsten Jahr werden wir mit einem großen internationalen Programm dafür anfangen.

**Abenteuer Astronomie** Das nächste Ziel des Menschen im All wird aber wohl die Rückkehr zum Mond sein, das hat sich in den letzten Jahren durchgesetzt. Dabei dürfte als Erstes die »Lunar Orbiting Platform – Gateway« in einer fernen Umlaufbahn um den Mond entstehen: Hat diese erdferne Raumstation eigentlich einen wissenschaftlichen Nutzen?

► **Zurbuchen:** Der Schwerpunkt der LOP wird darin liegen, Erfahrungen mit Astronauten jenseits des niedrigen Erdborbits zu sammeln und mit der technischen Infrastruktur dort. Aber es wird von Anfang an Forschung geben, im Inneren des Gateways: zum Beispiel über die Langzeitwirkung von Strahlung auf die Biologie und andere Dinge, die wir auf der existierenden Internationalen Raumstation nicht tun können. Auch die Außenseite des Gateways wird genutzt werden, ähnlich wie bei der Raumstation. Schon in ein paar Monaten werden wir das Angebot veröffentlichen, dort Instrumente anzubringen. Zum Beispiel für Wissenschaft auf der Rückseite des Mondes, wo es eine ganz andere elektromagnetische Umgebung gibt: Vielleicht gibt es ja Forscher, die das interessiert.



▲ Abb.2: Thomas Zurbuchen bei seinem Vortrag auf der IAU General Assembly in Wien.

**Abenteuer Astronomie** Könnte man sich auch vorstellen, auf der LOP ein kleines astronomisches Teleskop anzubringen, das auf dem Orbit relativ freie Sicht ins All hätte, aber leicht gewartet werden könnte?

► **Zurbuchen:** Das ist absolut möglich, dass auf der Zeitskala von Jahren so eine Idee hochkommt. Wir werden wirklich Wissenschaft in allen Bereichen unter die Lupe nehmen, z.B. auch Erdforschung aus der Distanz. Ja, es wird auf jeden Fall Wissenschaft auf dem Gateway geben, aber der Hauptschwerpunkt liegt klar in der »human exploration«, der Raumfahrtforschung für den Menschen selbst im Hinblick auf künftige Reisen im Sonnensystem.

**Abenteuer Astronomie** Die NASA ist Spielball der Politik, neue Präsidenten ändern gerne mal die Richtung, und gerade wird wieder ein neuer Kongress gewählt, der allein über den Haushalt befindet – kann da überhaupt langfristig geplant werden?

► **Zurbuchen:** Kongress, Senat, Weißes Haus: Die NASA ist unglaublich »bipartisan«, wird von Republikanern wie Demokraten gleichermaßen gestützt. Politische Änderungen haben auf die NASA viel weniger einen Einfluss als auf andere Behörden. Das sieht man, wenn man das NASA-Budget in den letzten 20 Jahren betrachtet: Da gibt es gewisse Dinge, die hin und her gehen, aber im Großen und Ganzen, vielleicht 80 bis 90 Prozent, ist es wirklich konstant. Wegen der breiten Unterstützung haben die politischen Änderungen keine riesigen Folgen.

**Abenteuer Astronomie** Einen großen Umbruch gab es aber schon, als die von Präsident Obama angeschobene Mission von Astronauten zu einem erdnahen Asteroiden – bzw. zu einem Stück davon, das in einen Mondorbit gebracht werden sollte – wieder aufgegeben wurde. Waren alle Ausgaben für diese Asteroid Redirect Mission (ARM) verschwendet?

► **Zurbuchen:** Keineswegs. Der Ionenantrieb, der dafür entwickelt wurde, wird auch bei dem Gateway benutzt. Es gibt auch andere für ARM entwickelte Technologien, die etwa für den Mars angewendet werden. Aber die wissenschaftlichen Instrumente und die speziell auf Asteroiden konzentrierte Wissenschaft, die werden wir anders angehen: im Rahmen der neuerdings verstärkt betriebenen »Planetary Defense« nämlich, also Forschungen zur Abwehr potenziell gefährlicher Kleinplaneten.

Die Fragen stellte Daniel Fischer.

# INTERSTELLARER BESUCHER BLEIBT EIN RÄTSEL

Auch eine Suche mit Gaia-Daten lieferte keinen sicheren Heimatstern von 'Oumuamua

▲ Abb. 1: Was hat den interstellaren Besucher 'Oumuamua dazu gebracht, von einer rein Keplerschen Bahn abzuweichen? Kometenartiges Ausgasen aus seiner Oberfläche – wie in dieser künstlerischen Darstellung – war es möglicherweise doch nicht.

Er ist schon lange wieder in den Tiefen des Sonnensystems verschwunden und wird es am Ende in den interstellaren Raum verlassen, aus dem er einst gekommen war: 'Oumuamua, der erste bekannte Himmelskörper, der nur zu Gast war – und seit seinem Kurzbesuch im inneren Planetensystem Ende 2017 mehr Fragen als Antworten zurückgelassen hat. Noch nicht einmal die fundamentale Natur des rund 100 Meter großen Brockens konnte eindeutig bestimmt werden: Ein Asteroid passt ebenso zu den Beobachtungen wie ein wenig aktiver Kometenkern.

## Länglicher Körper oder Pfannkuchen?

Die Rotation ist kompliziert, was wiederum die eindeutige Bestimmung der Gestalt – die kein Instrument auflösen konnte – aus der schwankenden Helligkeit verhindert: Ein länglicher Körper passt, aber eventuell auch eine Art Pfannkuchen. Und die Hyperbel-Bahn um die Sonne folgte nicht genau den Keplerschen Gesetzen: Die Analyse von gut 200 präziser Positionsmessungen hat gezeigt, dass eine gewisse Kraft 'Oumuamua permanent von der Sonne fortgedrückt hat. Der verfolgte Bahnbogen bis Anfang 2018 ist zu kurz, um die Gesetzmäßigkeit dieser Extrakraft klar zu erkennen, aber sie nahm mit

wachsender Sonnendistanz ab: Permanenter leichter Schub durch Ausgasen passt besser zu den Bahndaten als alle Alternativen.

Ein schwach aktiver Kometenkern also? Passt nicht, sagt eine theoretische Arbeit, die die Auswirkungen solch eines Ausgasens auf die Rotation von 'Oumuamua untersucht: Wenn die populärere längliche Interpretation zutrifft, dann würden die Raketeneffekte den Körper derart beschleunigen, dass es ihn zerreißen müsste! Eine alternative Erklärung für die nicht-Keplersche Kraft ist allerdings nicht in Sicht – und damit auch kein physikalisches Modell, wie sie sich bei 'Oumuamuas weiterer Reise von der Sonne fortentwickeln wird – oder auch bei der Ankunft aus den Tiefen der Milchstraße entwickelte: Das ist eines der Probleme bei der Beantwortung der gern gestellten Frage, wo dieser Himmelskörper eigentlich hergekommen ist. Sicherlich entstand er in einem fremden Planetensystem, aus dem er durch eine enge Begegnung mit einem anderen Bewohner herausgeschleudert wurde (wobei die meisten Details weiter unklar sind); eine Heimatwelt in gewisser Sonnennähe liegt nahe. Der zweite Data-Release des Gaia-Satelliten hat 2018 für gut sieben Millionen nahe Sterne die Raumkoordinaten und den Bewegungsvektor geliefert, ihr Ort zu jeder Zeit kann also angegeben werden.

## Plausible Heimatwelten

Dieser Datenschatz hat nun Astronomen zum wiederholten Mal motiviert, nach »plausiblen Heimatwelten« 'Oumuamuas zu suchen. Manche Schlagzeilen erweckten den Eindruck, es gäbe tatsächlich eine heiße Kandidatenliste. In der Tat hebt die aufwändige Arbeit ein paar Gaia-Sterne hervor, an denen 'Oumuamua bei aller Bahn-Problematik entweder relativ nahe vorbeikam und/oder die das Objekt mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit verlassen haben könnte. Doch konkrete Kandidaten sind sie gerade nicht: Die sieben Millionen Sterne mit Gaia-bekanntem Ort und Raumgeschwindigkeiten sind nur ein kleiner Bruchteil all jener Sterne, an denen 'Oumuamuas Bahn vorbeigeführt haben könnte. Pro Jahrmillion kommt 'Oumuamua nämlich an etwa 20 Sterne bis auf 3,3 Lichtjahre heran: »Es ist a priori unwahrscheinlich, dass die aktuelle Suche 'Oumuamuas Heimatsystem finden würde«, bekennen die Autoren. Sie beenden ihre Arbeit mit dem klaren Satz: »Die Suche nach 'Oumuamuas Heimat geht weiter.« Wie übrigens auch das Warten auf den dritten Data-Release von Gaia, der 2021 erwartet wird und die 3D-Bewegungen von immerhin zehn Mal mehr Sternen enthalten soll: Dann dürfte die Suche nach einem besonders gut passenden Kandidatensystem erneut beginnen. ► Daniel Fischer

# DREI LANDER AUF ASTEROID RYUGU ABGESETZT

Neue Daten führten zu Änderungen für Probennahme von Hayabusa 2

Die heiklen Manöver am 22. September und 3. Oktober waren erfolgreich, aber was die zwei japanischen und der deutsch-französische Lander auf der Oberfläche des Asteroiden Ryugu gesehen und gemessen haben, darüber sind bis Mitte Oktober nur ein paar Häppchen an die Öffentlichkeit gelangt. Dabei waren die drei Landungen von MINERVA II-1A und -1B und MASCOT etwas ganz Neues in 61 Jahren Raumfahrtgeschichte gewesen: Zwar war der NASA-Orbiter NEAR 2001 auf der Oberfläche des Asteroiden Eros abgesetzt worden und hatte munter weitergefunkt, obwohl er gar nicht als Lander konzipiert war. Das waren die vier kleinen Vehikel, die die japanische Mission Hayabusa 2 mitgenommen hat (ein dritter MINERVA wird später abgesetzt), dagegen schon – und sie waren überdies mobil und konnten sich mittels Schwungrädern hüpfend fortbewegen.

## Kein Regolith auf der Oberfläche

Während über den Missionsverlauf der MINERVA nahezuhin nichts mitgeteilt, dafür aber etliche aufregende Farbaufnahmen von Ryugus Oberfläche gezeigt wurden, auf der beide je mindestens einen Hüpfen zur Ortsverlagerung absolvierten, war es bei MASCOT zunächst umgekehrt. Wie es ihm ergangen ist, wurde eingehend berichtet (gut 17 Stunden Betrieb inklusive mehrerer kleineren und größeren Hüpfen), aber seine Bilder von der Oberfläche blieben – bis auf eins im Hintergrund auf einer Aufnahme aus seinem Kölner Kontrollzentrum – unter Verschluss.

Immerhin wurde berichtet, dass die Bilder wieder dasselbe zeigen, was zuvor die beiden MINERVA gesehen hatten: spitze Steine in Massen, aber keinerlei Regolith, also von Impakten in Jahrtausenden bis zu Staub zerkleinertes Oberflächenmaterial. Seine Abwesenheit ist fraglos die bisher größte Entdeckung der ganzen Hayabusa-Mission und zugleich das größte Rätsel.

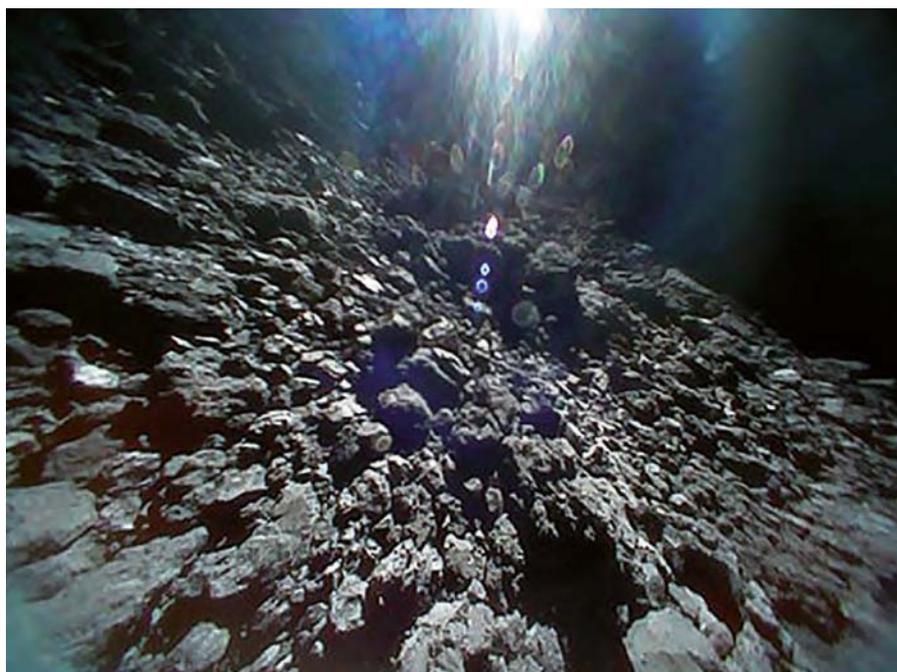
## Änderungen für Hayabusa 2

Über Oberflächen-Messungen der wissenschaftlichen Instrumente auf den MINERVA wurde zunächst nichts bekannt, von MASCOTs Radiometer dagegen immerhin schon, dass das vermeintliche Gestein eher poröser

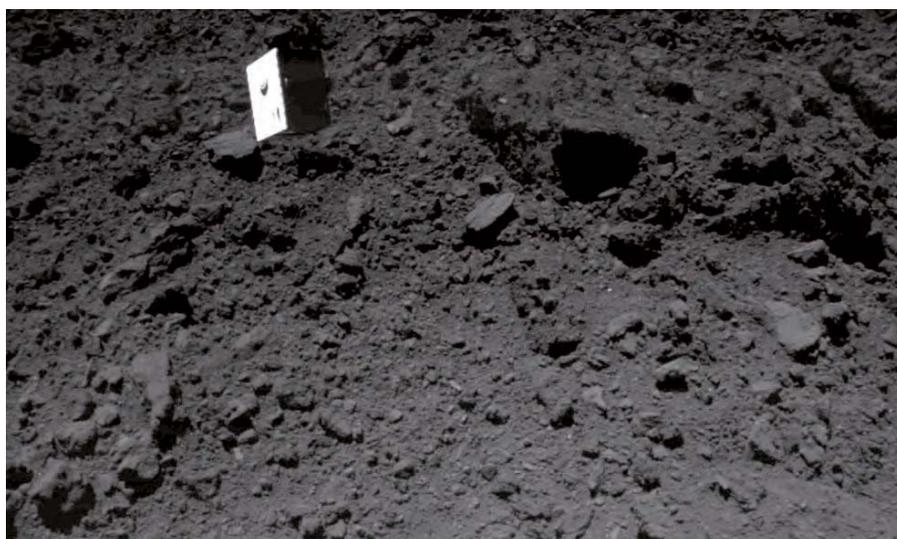
Natur ist, von der Konsistenz her mit Braunkohle zu vergleichen – ein angenommener Ryugu-Splitter könnte die Erdoberfläche nicht als Meteorit erreichen. Die unerwartet steinige Oberfläche Ryugus hat gleichwohl zu einer gravierenden Planänderung für Hayabusa 2 selbst geführt: Eigentlich sollte der Orbiter noch im Oktober eine erste Bodenprobe zwecks Transports zur Erde einsammeln, aber das Manöver

wurde kurzfristig auf frühestens Januar 2019 verschoben. Zwar ist in der schon länger vorgesehenen Landezone eine rund 20 Meter große Ebene ohne gefährliche Felsen größer als 50 cm lokalisiert worden, aber solch präzise Zielflüge waren eigentlich gar nicht geplant und müssen erst geübt werden. Nach der Erfahrung mit dem Absetzen der drei Lander gelten sie aber als machbar.

► Daniel Fischer



▲ Abb. 1: Das beste Bild, das direkt auf der Oberfläche von Ryugu entstand und bis Mitte Oktober veröffentlicht wurde: aufgenommen im Gegenlicht vom japanischen Lander MINERVA II-1B am 23. September, kurz vor einem Hüpfen. Das Fehlen jedweden Staubes auf den Felsen ist auffällig.



▲ Abb. 2: MASCOT kurz nach dem Abwerfen am 3. Oktober, aufgenommen von der Weitwinkel-Navigationskamera von Hayabusa 2, der da noch rund 50 Meter über Ryugus Oberfläche schwebte. Der Lander taumelte stark, bevor er nach sechs Minuten sanft aufschlug und dann weitere elf Minuten herumsprang.

JAXA

JAXA, University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, University of Aizu, AIST

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

# Astro-ABC: Q wie Quasar

Das Wort Quasar ist eigentlich eine Abkürzung. Dahinter verbirgt sich die englische Bezeichnung

»quasi-stellar radio source«. Seit den 1950er Jahren entdeckten Astronomen zahlreiche Radioquellen am Himmel, für die dann



ESO/M. Kornmesser

nach optischen Gegenständen gesucht wurde. Was man in einigen Fällen fand, sah merkwürdigerweise punktförmig wie ein Stern aus. Es konnten aber keine Sterne sein, denn die Lichtspektren verrieten, dass sich die Quellen sehr schnell entfernten und ungeheuer weit weg sein mussten. Bei Quasaren handelt es sich um aktive Galaxienkerne.

Genauer gesagt sind es Galaxien, in deren Zentrum ein aktives Schwarzes Loch für enorme Energieausbrüche sorgt. Das macht Quasare zu den leuchtkräftigsten Objekten im Universum. Bekanntestes Beispiel ist der Quasar 3C 273 mit einer Helligkeit von  $12,^m8$  im Sternbild Jungfrau, der sogar mit Amateurteleskopen mittlerer Öffnung gesehen werden kann. Seine Entfernung wird mit 2,4 Milliarden Lichtjahren angegeben. Um aus dieser Distanz so hell zu erscheinen, muss der Quasar rund dreihundert Mal leuchtkräftiger als unsere eigene Milchstraße sein. Da die Quelle des Lichts auf Zeitskalen von unter einer Stunde schwankt, wird sie vergleichsweise klein sein, höchstens so groß wie unser Sonnensystem. Quasare zählen zu den fernsten beobachtbaren Objekten des Weltalls, sie scheinen in dessen Frühzeit häufiger gewesen zu sein.

► Paul Hombach

▲ Abb.1: Künstlerische Darstellung des Quasars 3C 279, dessen Licht fünf Milliarden Jahre zur Erde unterwegs ist. Im Zentrum der aktiven Galaxie sitzt ein Schwarzes Loch mit geschätzten einer Milliarde Sonnenmassen.



# EINE MONDFINSTERNIS VOR DEM FRÜHSTÜCK

▼ Abb. 1: Die Mondfinsternis am 27. Juli 2018, kurz vor dem Ende der Totalität: Am Innenrand des Kernschattens der Erde sind die Farben besonders intensiv.

## Die totale Mondfinsternis am 21. Januar 2019

In den kommenden zehn Jahren ist der deutschsprachige Raum mit totalen Mondfinsternissen extrem unterversorgt: Zwischen dem Ereignis am Morgen des 21. Januar 2019 und einer Finsternis in der Abenddämmerung des 31. Dezember 2028 wird sich der Mond nie vollständig im Erdschatten in einer nennenswerten Höhe über dem Horizont an ordentlich dunklem Himmel zeigen. Da lohnt es sich schon, auch die Januar-Morgen-Finsternis mitzunehmen – in mancher Beziehung ein Gegenstück zur vielbeachteten Sommer-Abend-Finsternis vom Juli 2018. Die erste partielle Phase dauert von 4:33 bis 5:41 MEZ, die Mitte der Totalität ist um 6:12 MEZ, und sie endet um 6:43 MEZ.

Abgesehen von der Uhrzeit und der vermutlich drastisch geringeren Temperatur hat die Januar-Finsternis einen entscheidenden Vorteil gegenüber dem Juli-Spektakel: Bis zur Mitte der Totalität steht der Mond in den meisten Regionen noch mindestens 18° hoch am Himmel und die Sonne entsprechend tief

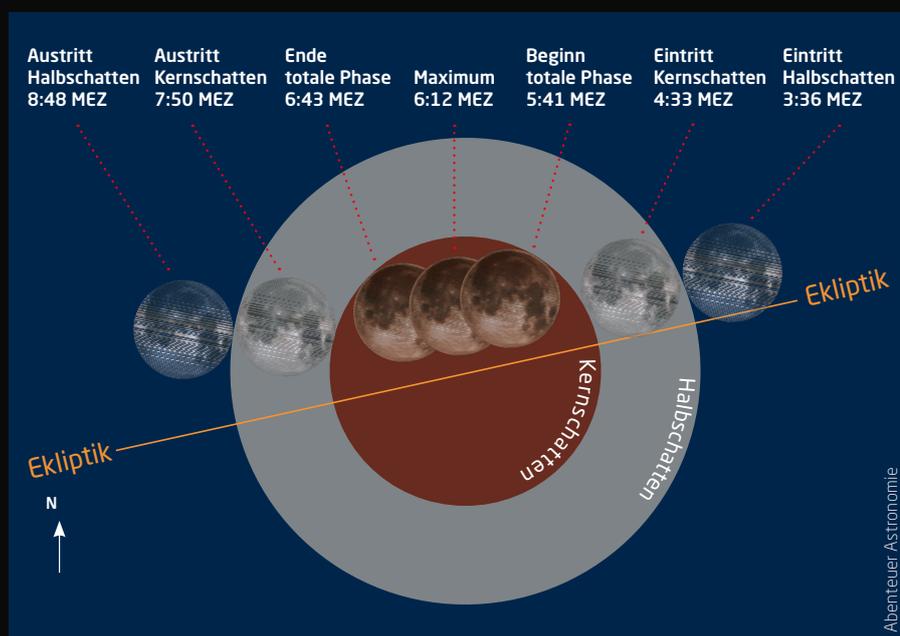
unter dem Horizont, d.h. es herrscht noch komplette Nacht. Das Aufsuchen eines dunklen Stand-

orts ohne viel Lichtverschmutzung lohnt sich also: Dann wirkt der – vermutlich wieder orange glühende – Mond im Erdschatten besonders dramatisch. Erst die zweite Hälfte der Totalität fällt in die noch sehr dunkle »astronomische Dämmerung«: In Kassel etwa steht der Mond während der gesamten Totalitätsstunde zwischen 23 und 14 Grad hoch. Nicht nur lässt sich also der total verfinsterte Mond problemlos in Fernglas und Teleskop bewundern: Weil er wiederum nicht besonders hoch steht, sind auch reizvolle Aufnahmen des rötlichen Scheibchens über Landschaften möglich. Dafür bietet sich auch noch die zweite partielle Phase bis 7:50 MEZ an: Wiederum in Kassel sinkt die Mondhöhe dann bis auf 4°, und die Dämmerung wird schon ziemlich hell – aber der bereits wieder von direktem Sonnenlicht getroffene Teil der Mondscheibe wird sich dagegen durchsetzen können. Es wird also einiges zu sehen geben – und die eine oder andere Volkssternwarte denkt bereits über ein öffentliches »Mo-Fi-Frühstück« nach.

► Daniel Fischer



D. Fischer



▲ Abb. 2: Der Lauf des Mondes durch den Halbschatten (grau) und Kernschatten (rot) der Erde. Zeiten in MEZ.

## Zwei Meteorströme zur Weihnachtszeit

### Ausblick auf die Geminiden und die Quadrantiden

Die Aktivität der Geminiden steht der der Perseiden in nichts nach – im Gegenteil: ihre stündliche Zenitrate von 120 ist sogar noch etwas höher als die der Perseiden im August. Die Aktivität der Geminiden beginnt etwa am 4. Dezember. Die ZHR steigt langsam, aber stetig an. Etwa einen Tag vor dem Maximum liegt sie bei ca. 20. Im recht breiten Maximum, das ohne markanten Peak gut einen Tag lang beobachtbar ist, liegt die ZHR deutlich über 100. In diesem Jahr wird die Mitte des Maximums am 14.12. um 13:30 MEZ erwartet. Das bedeutet, das sowohl in den Nächten 13./14. Dezember der Anstieg der Aktivität im Laufe der Nacht beobachtet werden kann als auch in der Nacht vom 14./15. Dezember das langsame Abflauen der Aktivität.

Zum Jahreswechsel ist dann nur ein Meteorstrom aktiv. Ab dem 28. Dezember finden sich vereinzelt Sternschnuppen, die aus dem Sternbild Bärenhüter zu kommen scheinen. Das Maximum der dafür verantwortlichen Quadranti-

den wird uns eine Zenitrate von 110 Meteoren bescheren. Das spitze Maximum selbst dauert allerdings nur ein bis zwei Stunden an und eine merkbare Aktivität tritt nur in einem etwa 14-stündigen Beobachtungsfenster auf. Der Radiant des Stromes ist zwar zirkumpolar, steht aber in Mitteleuropa zu Beginn der Nacht tief am Nordhorizont. Daher können von den Meteoren des Stromes in der ersten Nachthälfte nur wenige auch tatsächlich beobachtet werden. Ideale Beobachtungsbedingungen des Maximums mit hohem Radiantenstand am Morgen und ohne störendes Mondlicht für einen bestimmten Beobachtungsort sind äußerst selten. In diesem Jahr passt für die mitteleuropäischen Beobachter aber alles zusammen: das Maximum ist für etwa 4:00 MEZ vorhergesagt, der Radiant klettert erfreulicherweise zum Morgen immer höher Richtung Süd, und der Mond erscheint erst zum Ausgang der Nacht als schmale Sichel am Osthimmel.

► André Knöfel

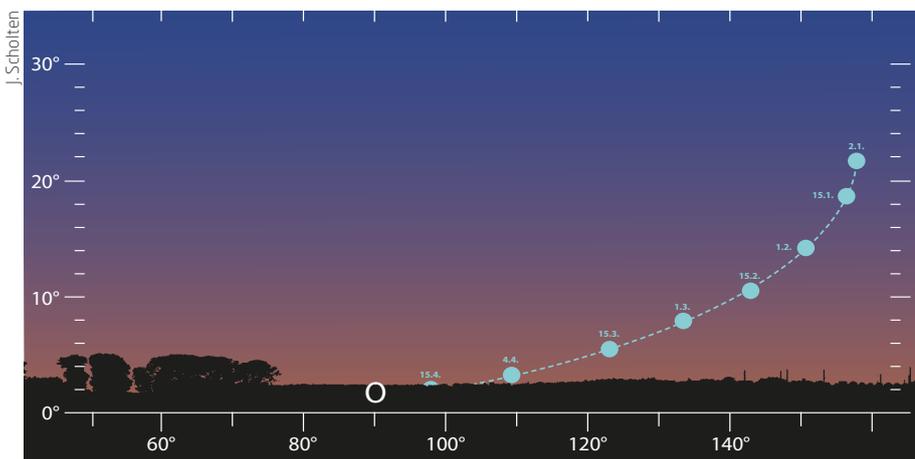
## Unser Nachbarplanet als heller Morgenstern

### Venus in größter westlicher Elongation am 6. Januar

Venus ist seit letztem November in der Rolle des Morgensterns zu bewundern. Jetzt erreicht sie ihren größten Winkelabstand zur Sonne. Am 6. Januar liegen 47° zwischen Venus und Sonne am Firmament. Die größte Elongation kommt zur rechten Zeit: Die Sonne befindet sich noch winterlich-südlich im Sternbild Schütze, der große westliche Abstand zu ihr lässt Venus deutlich nördlicher im Sternbild Waage stehen. Venus geht knapp vier Stunden vor der Sonne auf. Mit einer Helligkeit von -4,ᵐ6 brilliert sie konkurrenzlos am Morgenhimmel. Nur der Mond kann sie überstrahlen, doch der kommt erst am Monatsende wieder vorbei. Auch Jupiter, der wieder am Morgen-

himmel aufgetaucht ist, kann in Sachen Helligkeit nicht mithalten. Zudem steht er näher am Horizont. Das zumindest wird sich in den nächsten Wochen ändern. Jupiter baut seinen Vorsprung auf die Sonne aus. Der Sonnenabstand der Venus schrumpft dagegen schon wieder, wenn auch langsam. Die Annäherung der beiden Gestirne ist mit bloßem Auge von Tag zu Tag schön zu verfolgen. Am Morgen des 22. Januar steht Venus genau oberhalb des Gasriesen in der Morgendämmerung, am 23. Januar ist Jupiter unterhalb an Venus vorbeigezogen. Am 27. Januar ist der Platztausch vollzogen, wenn beide »Morgensterne« auf gleicher Höhe über dem Südosthorizont stehen.

► Paul Hombach



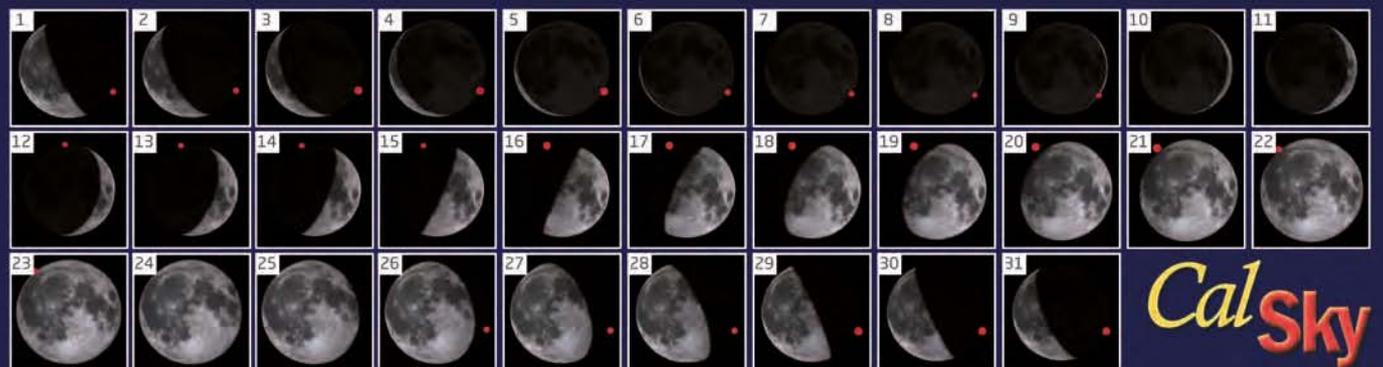
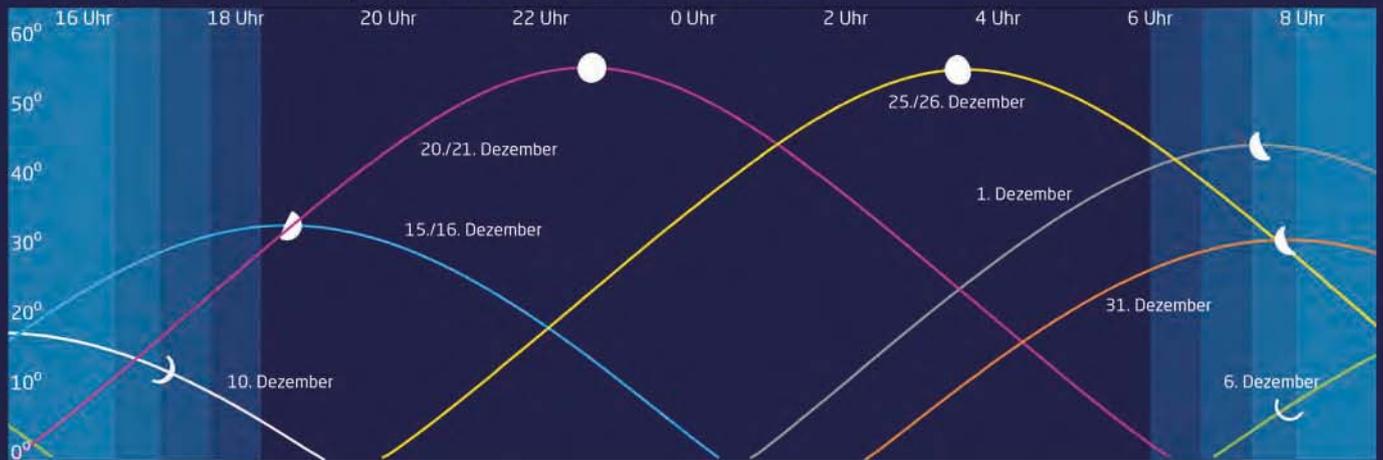
► Abb. 3: Venus am Morgenhimmel in den ersten Monaten des Jahres 2019, Sonne 6° unter dem Horizont.

Astronomische Ereignisse im Dezember 2018 / Januar 2019			
3.12.	17:30	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,673°)
4.12.	21:18	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 5,393°)
7.12.	8:20	MEZ	Neumond
7.12.	15:08	MEZ	Mars (0ᵐ,1) nur 2,1' W Neptun (sichtbar am Abend)
11.12.	13:40	MEZ	Merkur: Dichotomie/Halbphase
13.12.	0:55	MEZ	46P/Wirtanen im Perihel (1,06AE)
14.12.	13:30	MEZ	Maximum Geminiden, ZHR=120
15.12.	12:30	MEZ	Merkur (-0ᵐ,5) größte Elongation West (21,3°), Morgenhimmel
15.12.	12:49	MEZ	Mond: Erstes Viertel
17.12.	20:18	MEZ	Mond: Goldener Henkel sichtbar bis 2:30
18.12.	5:54	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,773°)
18.12.	11:51	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -6,730°)
21.12.	5:41	MEZ	Mond 2,3° O Aldebaran
21.12.	20:53	MEZ	Merkur (-0ᵐ,5) nur 50,1' O Jupiter (-1ᵐ,8) sichtbar am Morgen
22.12.	18:49	MEZ	Vollmond
28.12.	3:38	MEZ	(6) Hebe in Opposition (8ᵐ,4)
29.12.	10:34	MEZ	Mond: Letztes Viertel
30.12.	21:02	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,803°)
31.12.	12:22	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 6,534°)
2.1.	7:00	MEZ	Saturn: Konjunktion
3.1.	6:20	MEZ	Erde im Perihel
3.1.	8:02	MEZ	Mond 2,1° N Jupiter
4.1.	4:00	MEZ	Maximum Quadrantiden, ZHR=110
6.1.	2:28	MEZ	Neumond
6.1.	5:53	MEZ	Venus (-4ᵐ,6) größte Elongation West (47,0°), Morgenhimmel
14.1.	7:46	MEZ	Mond: Erstes Viertel
14.1.	13:25	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: +6,856°)
15.1.	19:21	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: -7,587°)
16.1.	12:57	MEZ	Mond: Goldener Henkel sichtbar bis 20:30
17.1.	18:33	MEZ	Mond 0,7° N Aldebaran
21.1.	6:12	MEZ	Totale Mondfinsternis: Finsternismitte
21.1.	6:16	MEZ	Vollmond
23.1.	4:51	MEZ	Mond 1,5° NO Regulus
27.1.	2:26	MEZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: -6,824°)
27.1.	22:10	MEZ	Mond: Letztes Viertel
28.1.	7:22	MEZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: 7,558°)
30.1.	3:52	MEZ	Merkur: obere Konjunktion

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

# Der Mond im Dezember/Januar

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



Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im Januar 2019



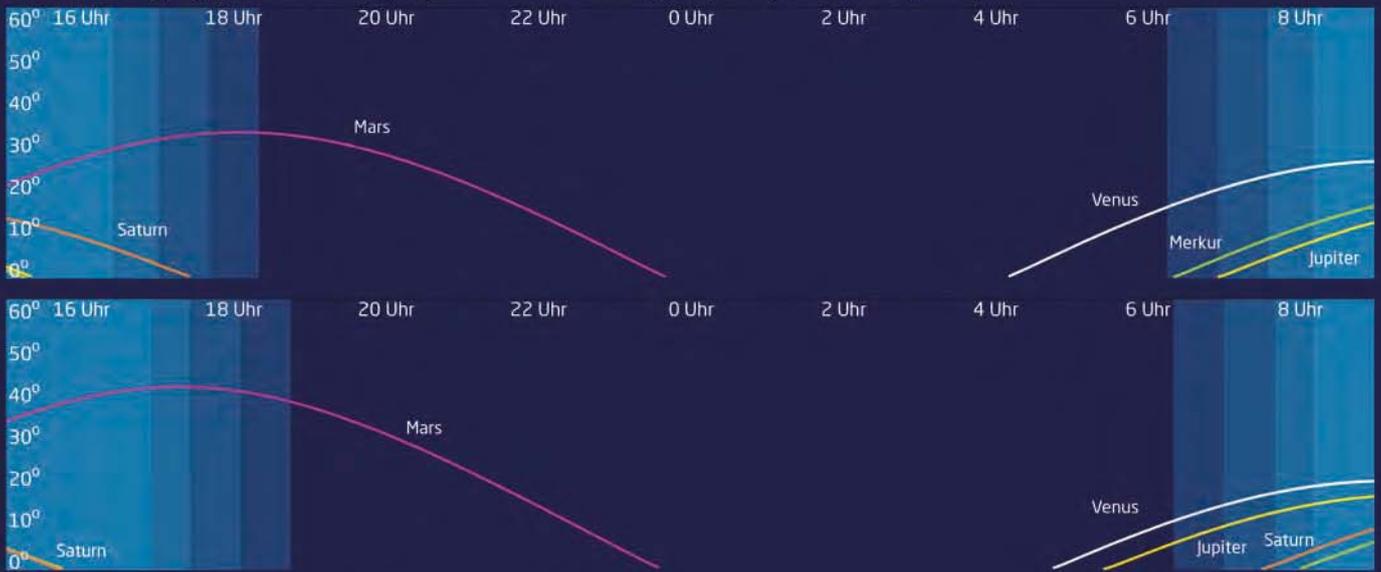
Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform [www.CalSky.com](http://www.CalSky.com) erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

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

Himmel

# Die Planeten im Dezember/Januar

Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Dezember 2018 (oben) und Januar 2019 (unten)



Planeten: Bahnen im Dezember 2018 und Januar 2019



Planeten: Anblick im Fernrohr im Dezember 2018 und Januar 2019



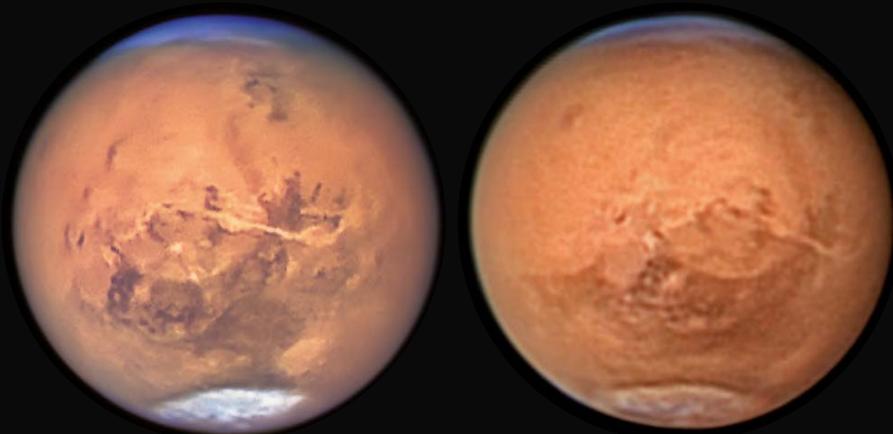
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

## Planeten aktuell: Die Früchte der Marsopposition

Die denkbar südliche Opposition des Mars machte es Beobachtern in mitteleuropäischen Breiten nicht leicht, zu Ergebnissen zu kommen. Zu einigen schönen Resultaten, die dennoch von nördlichen Plätzen aus gelangen, treten Auswertungen der Aufnahmen, die Sternfreunde an südlichen Standorten gewinnen konnten.

### Mysteriöse Großstruktur

Im Juni und bis in den Juli hinein gab es auf Mars einen planetenweiten Staubsturm. Ende Juli klärte sich die Atmosphäre wieder, die Staubpartikel sanken auf die Planetenoberfläche. Haben diese Ablagerungen eine lange übersehene Großstruktur auf dem Mars sichtbar gemacht? Die Beobachtungen, die Sebastian Voltmer und Bernd Gährken am 50cm Cassegrain auf der Hakos-Farm gemacht haben, legen genau das nah! Im Bereich zwischen den Tharsis-Vulkanen und dem mit gelblichem Staub gefüllten Canyon-System Vallis Marineris erscheint ein großer annähernd sechseckiger aufgehellter Bereich, der vielleicht der Überrest eines gewaltigen Impakts vor langer Zeit auf dem Mars ist. Das Detail erregte jedenfalls die Aufmerksamkeit der Profis auf dem European Planetary Science Congress (EPSC) im September 2018 in Berlin. Aus den Marsaufnahmen der Reise, bei denen später



▲ Abb. 1: Die Marsbilder vom 25.7.2018 (links, IR-RGB), und 24.7.2018 (rechts, Methan-RGB) aufgenommen von Sebastian Voltmer mit dem 50 cm Keller-Cassegrain der IAS in Namibia zeigen ein helles feines Staubband verlaufend zum Grabensystems Vallis Marineris und eine eigenartige Großstruktur. Methan-RGB rechts verarbeitet von Bernd Gährken. Sebastian Voltmer und Bernd Gährken

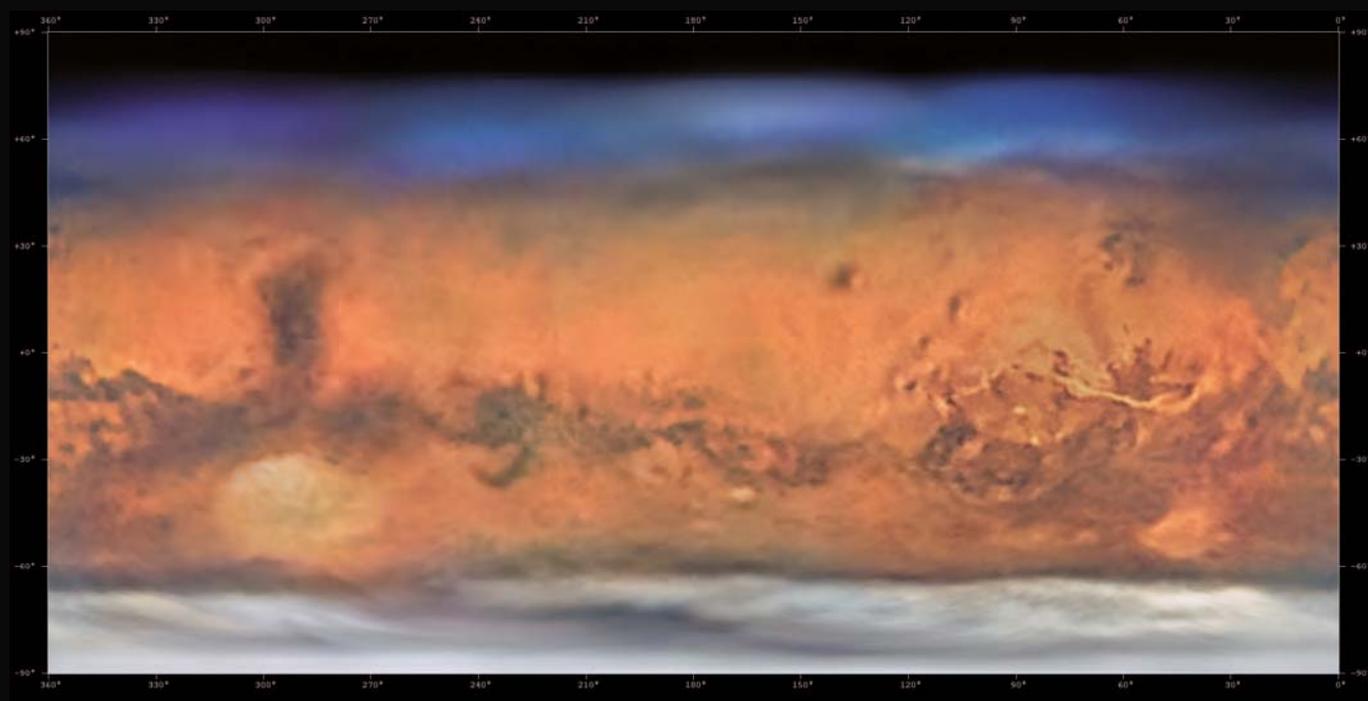
auch der 25cm Schmidt-Cassegrain auf Kiripotib zum Einsatz kam, entstand eine beeindruckende Gesamtkarte, bei der besonders das Hellas-Gebiet unterhalb der Großen Syrte heraussticht (Abb.2, im Bild links unten). Die Hellas-Aufhellung sieht man auch auf einer Aufnahme von Marco Wischumerski sehr schön (Abb. 3).

Im September war Mars schon weit von seiner »Oppositionsform« entfernt. Im Teleskop zeigte er eine Phase von etwa 90%. Wenige Monate vor bzw. nach der Opposi-

tion des Mars blickt man von der Erde aus ein wenig auf die Nachtseite des Roten Planeten (Abb. 4).

### Wolkenwirbel über dem Gamsberg

Der weit südlich am Himmel stehende Jupiter war ebenfalls ein lohnendes Ziel der Namibiafahrer. Im 71cm-Teleskop der IAS-Sternwarte auf dem Gamsberg zeigt sich der Riesenplanet übersät mit Wolken-



▲ Abb. 2: Gesamtkarte des Mars erstellt aus Aufnahmen zwischen dem 12. und 31. Juli 2018. Aufgezeichnet am 50cm Keller-Cassegrain der IAS, am C11 der Dr.-Hans-Vehrenberg-Sternwarte auf Hakos und am 10" LX200 der Astrofarm Kiripotib. Zur Orientierung: Norden ist oben. Sebastian Voltmer



▲ Abb. 3: Mars am 7.8.2018 0:04 UT, aufgenommen mit einem 14cm Refraktor. Süden ist oben. *Marco Wischumerski*



▲ Abb. 4: »Goodbye Mars« betitelt Thomas Erzinger diese Aufnahme vom 9.9.2018, er nutzte einen auf 30cm abgeblendeten 90cm Cassegrain der Sternwarte Mirasteilas in Faleira (Graubünden). *Thomas Erzinger*



▲ Abb. 5: Jupiter am 19.7.2018, 17:58 UT. Der Mond, der seinen Schatten auf den Planeten wirft, ist Io – er zeigt sogar Strukturen! Aufnahme mit dem 71cm-Newton-Teleskop der IAS auf dem Gamsberg/Namibia. *Sebastian Voltmer*



▲ Abb. 6: Nicht nur auf Mars stürmt es. Heller Sturm auf Saturn aufgenommen von Sebastian Voltmer am 19.7.2018, 22:12 UT mit dem 71 cm Newton der IAS auf dem Gamsberg / Namibia. Filterwechsel und Schärfekontrolle: Martin Rietze. Bearbeitung: Sebastian Voltmer und Bernd Gärken. *Sebastian Voltmer*

wirbeln. Einige polnahe Wolken konnten später durch Vergleich mit Aufnahmen der Juno-Sonde identifiziert werden (Abb. 5). Auch Venus konnte mit dem 71cm-Spiegel beobachtet werden. Im UV-Bereich zeigen sich deutlich ihre Wolkenstrukturen (Abb. 7).

Saturn enthüllt bei der Auflösung des großen Teleskops faszinierende Details: Die hexagonale Wolkenstruktur am Nordpol und den ausgedehnten hellen Sturm in hohen Nordbreiten. Die prächtigen Ringe zeigen, von außen nach innen, die Encke- und Cassini-Teilung sowie Details im C-Ring (Abb. 6).

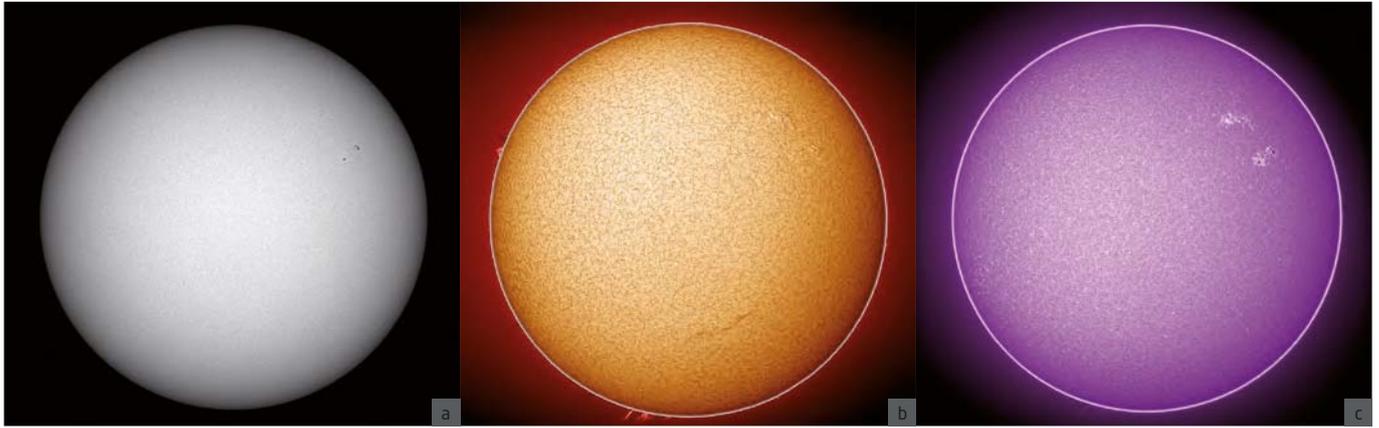
### Ausblick: Planeten am Winterhimmel

Zum Jahreswechsel wird Mars zwar weiterhin am Abendhimmel zu sehen sein und endlich wieder größere Höhen am Himmel erreichen. Doch just dann ist er mit einem Durchmesser von 7" kein attraktives Ziel für Teleskopbeobachter mehr. Jupiter wird erst zum Jahresende wieder am Morgenhimmel auftauchen, am 21. und 22. Dezember kommt es zu einer sehenswert engen Begegnung mit Merkur in der Morgendämmerung. Saturn bleibt vorerst den Blicken entzogen, während Venus strahlender Morgenstern ist. Die äußeren Planeten Uranus und Neptun sind im Spätherbst und Winter interessante Ziele. Schließlich konnten in den letzten Jahren bisweilen selbst auf den sehr kleinen Planetenscheibchen mit moderner Planetenfotografie vereinzelt atmosphärische Veränderungen nachgewiesen werden.

► Paul Hombach



▲ Abb. 7: Die schnellen Wolken der Venus im UV-Licht am 17., 18., 19., 20.7.2018. Aufnahmen mit dem 71 cm-Teleskop der IAS auf dem Gamsberg / Namibia. *Sebastian Voltmer*



▲ Abb. 1: **Gesamtsonne am 26.8.2018** im Weißlicht (a) mit Astro Solar Safety Film Photo (OD=3,8) und Baader Solar Continuum Filter (mit der Bandbreite von 10 Angström um 540nm), im H $\alpha$ -Licht (b) mit Coronado Solarmax90 (Bandbreite 0,7nm bei 656nm) und im Kalzium-Licht (c) mit Lunt CaK-Modul (Bandbreite von 0,24nm bei 393nm), jeweils am Takahashi FC-76DS (Brennweite 570mm, Öffnung: 76mm); Kamera: PointGrey Grasshopper3-U3-28S5M; Bildverarbeitung: 500 von 2500 Picts in Avistack und Photoshop bearbeitet. *Ullrich Dittler*

## Sonne aktuell: Drei aktive Regionen auf sonst ruhiger Sonne

In den Monaten Juli und August 2018 ist die Sonnenaktivität völlig eingebrochen. Insgesamt 42 fleckenfreie Tage mussten visuelle Sonnenbeobachter über sich ergehen lassen. Im Juli zeigten sich gerade mal zwei kleine und kurzlebige Fleckengruppen, die noch nicht einmal von allen Beobachtern erkannt wurden. Im August waren es drei aktive Regionen, die dafür umso beständiger waren. Ende August stieg die Gesamtaktivität ein wenig an und es konnten für ein paar Tage zwei Gruppen gleichzeitig gesehen werden, von denen sich eine sogar bis zur Waldmeierklasse D entwickelte, danach aber ganz schnell wieder in sich zusammenfiel. Kleine Gruppen, die nur für einen halben Tag oder weniger zu beobachten waren, wurden beispielsweise von der NOAA nicht offiziell mit einer Nummer bedacht. Sie sind ein untrüglicher Beleg für die nur noch schwache Ausprägung der lokalen Magnetfelder, die für die Entstehung und Entwicklung von Fleckengruppen verantwortlich sind.

Mehrfach konnte man in den vergangenen Monaten beobachten, wie Flecken nach ihrem Verschwinden erneut auftauchten, da das sie umgebende Flaregebiet weiterhin aktiv war. Um sie richtig zuzuordnen zu können, ist nicht nur der Vergleich zwischen Weiß- und H $\alpha$ -Licht vonnöten, sondern auch die genaue Be-

stimmung von Sonnenfleckpositionen. Erst dadurch – und diese Erkenntnis ist noch nicht sehr alt – erkennt man, ob es sich um eine gänzlich neue aktive Region oder um eine wiederkehrende handelt.

Im Juli und August sank auch die Aktivität im H $\alpha$ -Licht deutlich ab und die H-Relativzahl erreichte mehrmals Werte von deutlich unter 100. Im Juli und August wurden keine Flares beobachtet, dafür aber wieder viele Koronalöcher. Die wenigen Protuberanzen und Filamente waren dann auch eher klein und unscheinbar, lediglich Ende August zeigten sich einige etwas größere.

Die Frage nach dem kommenden Minimum, das vor Jahren für den Zeitraum ab 2020 vorausgesagt wurde, kann naturgemäß nach wie vor nicht wirklich beantwortet werden. Es gibt zwar ein paar Indizien: So war nach Zyklusbeginn beispielsweise zunächst die Nordhalbkugel der Sonne aktiver, in den letzten Monaten traf dies aber eher für den Süden zu. Doch was sind solche Hinweise wert? Nach wie vor ist unklar, warum es 2008/2009 ein so langes und tiefes Minimum gab und ob eine ähnliche Phase für das vor uns liegende zu erwarten ist. Bei der Sonne muss man generell vorsichtig mit jeder Art von Prognosen sein, aber man kann sicherlich davon ausgehen, dass die Aktivität

vor 2020/21 nicht nennenswert wieder ansteigen wird. Das würde sie ohnehin nur dann machen, wenn ein Zyklus mit einem hohen Maximum bevorstünde, bei einem niedrigen würde man den Übergang zum 25. Zyklus zunächst einmal nicht bemerken! ▶ Manfred Holl

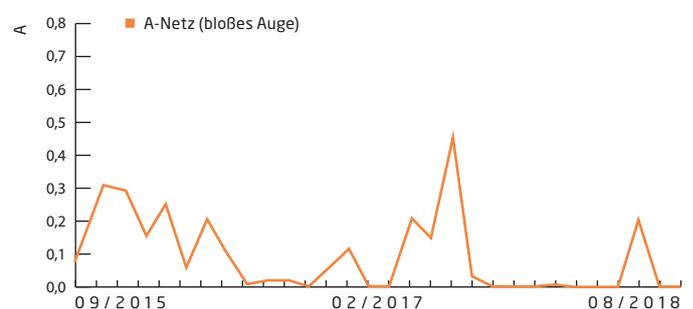
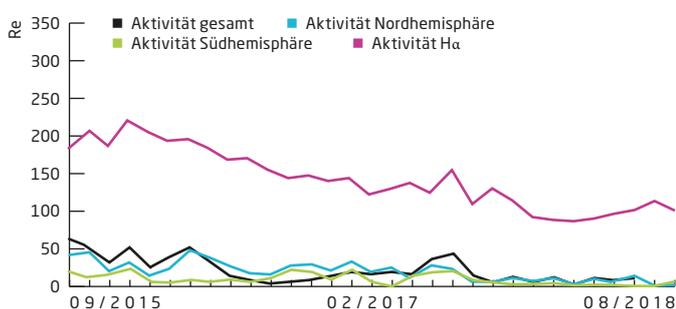


▲ Abb. 2: **Aktive Region AR (1)2720 im Weißlicht am 26.08.2018, 12:42 MEZ.** 1/320s belichtet, 3"-Refraktor bei 6000mm Brennweite, Solar Continuum Filter. *Erich Kopowski*

**SURFTIPPS**

- Physikalische Ephemeride der Sonne (CalSky)
- Bestimmung von Sonnenfleckpositionen

🔗 **Kurzlink:** [oc1m.de/a18036](http://oc1m.de/a18036)





## Kometen aktuell: Ein Komet für das bloße Auge am Winterhimmel

Im Dezember wird nach langer Zeit endlich wieder ein Komet für das bloße Auge sichtbar und von Mitteleuropa aus optimal am Winterhimmel platziert sein. Dank der im Dezember sehr früh einsetzenden Dunkelheit kann somit fast jederzeit dem Mond ausgewichen werden. Der mit einer Umlaufzeit von 5,44 Jahren kurzperiodische Komet 46P/Wirtanen war übrigens das ursprüngliche Ziel der europäischen Kometensonde Rosetta. Aufgrund von technischen Schwierigkeiten mit der Startrakete Ariane 5 wurde der ursprüngliche Start am 12. Januar 2003 verschoben, so dass das Startfenster für 46P nicht mehr eingehalten werden konnte. Ersatzziel für die Sonde war schließlich der ebenfalls kurzperiodische Komet und Mitglied der Jupiter-Familie 67P/Churyumov-Gerasimenko. Der Rest ist Raumfahrtgeschichte.

Komet Wirtanen ist neben 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák und 45P/Honda-Mrkos-Pajdušaková ein mögliches Ziel für zukünftige Raumfahrtmissionen. Aus diesem Grund sind Amateurastronomen weltweit aufgerufen, diese drei Kometen in einer globalen Kampagne zu beobachten.

### Im Goldenen Tor der Ekliptik

Komet Wirtanen wurde am 17. Januar 1948 von dem amerikanischen Astronomen C. A. Wirtanen am Lick-Observatorium in Kalifornien entdeckt. Der Kern des Kometen besitzt einen Durchmesser von etwa einen halben Kilometer und ist, bezogen auf seine Größe, deutlich aktiver als vergleichbare Kometen. Am 16. Dezember 2018 erreicht der Komet einen minimalen Erdbestand von nur 11,5 Millionen Kilometer oder 30 Mondstrecken und befindet sich zu diesem Zeitpunkt zwischen den offenen Sternhaufen Hyaden und Plejaden im Sternbild Stier im sogenannten »Goldenen Tor der Ekliptik«. Gleichzeitig erreicht er um diesen Zeitpunkt herum auch seine maximale Helligkeit,

#### SURFTIPPS

- Infobroschüre des Autors zur Sichtbarkeit von 46P/Wirtanen
- 4\*P Coma Morphology Campaign

 [Kurzlink: oc1m.de/a18038](https://oc1m.de/a18038)



▲ Abb. 1: Ein Highlight für Kometenbeobachter im Herbst war Komet 21P/Giacobini-Zinner, hier in der Nähe des »Seagull Nebula«. Das Bild entstand am 10. Oktober 2018. *Norbert Mrozek*

weil der Komet fünf Tage vorher, nämlich am 11. Dezember 2018, seinen sonnennächsten Punkt passieren wird. Mit prognostizierten Helligkeiten zwischen 3 und 4 Magnituden während der Erdnähe wäre Wirtanen an dunklen Standorten mehrere Wochen sogar lang leicht mit dem bloßen Auge und die gesamte Nacht über beobachtbar. Aufgrund seiner geringen Entfernung zu unserem Heimatplaneten wird die scheinbare Bewegung des Kometen am Himmel mehrere Grad pro Tag betragen. Seine grün-

ne Koma wird deutlich ausgedehnt und nahezu kreisrund erscheinen, ähnlich wie beim Kometen 45P/Honda-Mrkos-Pajdušaková im Februar 2017, der der Erde ähnlich nahe kam. Die schnelle Eigenbewegung des Schweifsterns kann dann selbst visuell mit einem Fernglas, im Bezug zu den Hintergrundsternen, innerhalb von nur einer Stunde nachvollzogen werden. Im letzten Dezemberdrittel wird der Komet für mitteleuropäische Beobachter schließlich zirkumpolar.

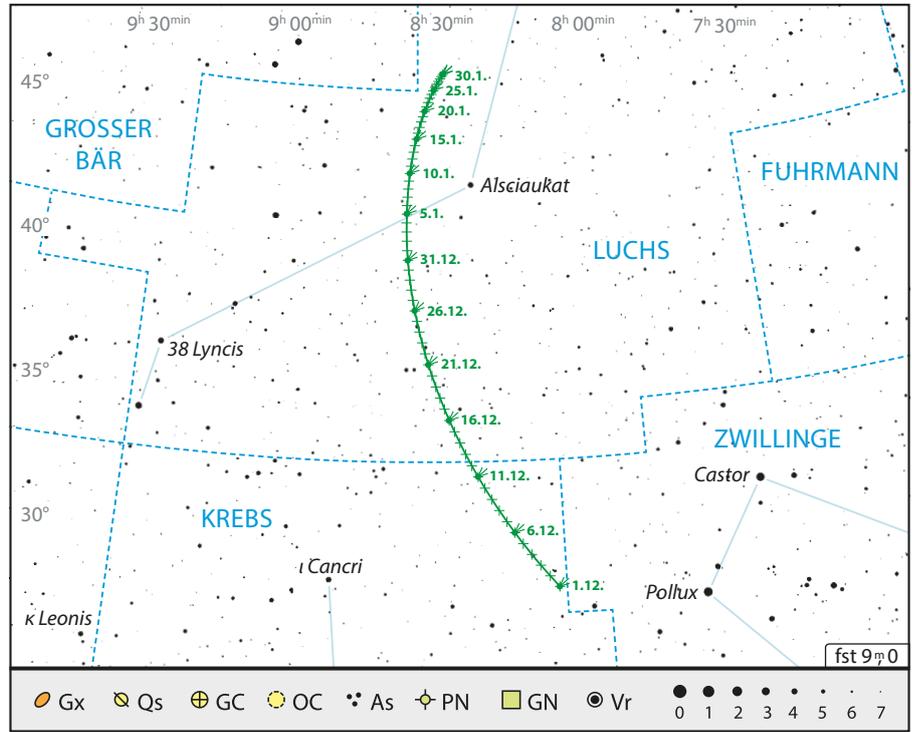


▲ Abb. 2: Im Februar 2017 war der Komet 45P/Honda-Mrkos-Pajdušaková zu sehen, der durch seine gründliche Koma auffiel. Beim Komet Wirtanen könnte es im Dezember ganz ähnlich aussehen. *Michael Deger*

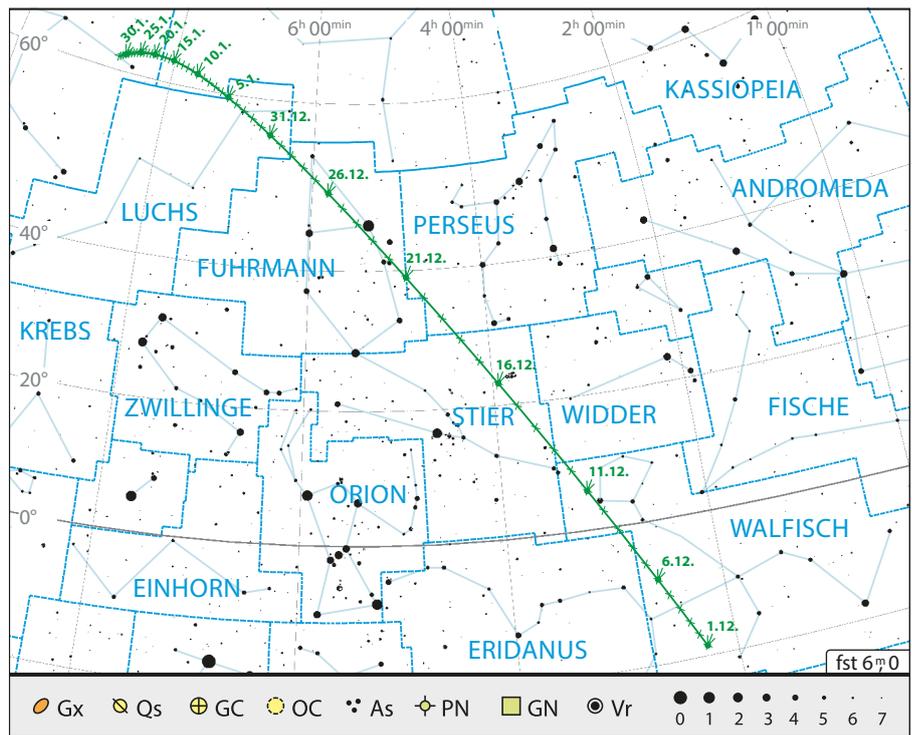
### Schnelle Wanderung durch die Sternbilder

Anfang Dezember wandert der Komet vom Walfisch kommend in das Sternbild Fluss Eridanus und befindet sich gegen 22 Uhr bereits 20 Grad hoch über dem Südhorizont. Nach einem kurzen Abstecher abermals in den Walfisch überschreitet der Komet am 12. Dezember die Grenze zum Sternbild Stier. Zu unserer Standardbeobachtungszeit um 22 Uhr erreicht Wirtanen in den Folgeächten bereits Höhen von 45 bis 60 Grad über dem Horizont. Zwischen dem 15. und 17. Dezember wandert der Schweifstern in nur 3½ Grad Abstand östlich am offenen Sternhaufen der Plejaden (Messier 45) vorbei. Am besten beobachtet man in der Zeit um Mitternacht, wenn der zunehmende Halbmond nicht mehr stört. In der Nacht vom 18. zum 19. Dezember überschreitet der Komet die Grenze zum Sternbild Perseus. Am 19. Dezember kann man ihn knapp 7 Grad östlich vom Kalifornianenebel (NGC 1499) beobachten. Mit geringer Brennweite gelangen sogar Fotos, die den Kometen zusammen mit dem Nebel zeigen. Am 20. des Monats bewegt sich der Komet weiter in den Fuhrmann, wobei er den Hauptstern Kapella am 23. Dezember, mit nur einem halben Grad Abstand, südöstlich passieren wird. Leider wird der noch fast volle Mond die Beobachtung die ganze Nacht stören. Nun erreicht 46P bereits kurz vor Mitternacht die Zenitregion. Am 29. Dezember zieht der Schweifstern in den Luchs und ab dem 10. Januar 2019 weiter in den westlichen Bereich des Sternbilds Großer Bär. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die scheinbare Helligkeit des Kometen nur noch 5<sup>m</sup> und ab Mitte Januar wird Wirtanen nur noch in Ferngläsern sichtbar sein. Bis Ende Januar fällt seine Helligkeit wieder auf die 7. Größenklasse zurück.

Der kurzperiodische Komet 38P/Stephan-Oterma erreichte am 10. November 2018 die Sonnennähe und bewegt sich im Dezember und Januar durch die Sternbilder Krebs und Luchs. Der Schweifstern ist die gesamte Nacht über sichtbar und damit optimal zu beobachten. Ab Heiligabend wird der Komet schließlich zirkumpolar. Ende Dezember steht er dann gegen 2 Uhr morgens in einer Höhe von gut 80 Grad nahe des Zenits. Sei-



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte für den Kometen 38P/Stephan-Oterma im Dezember 2018 und Januar 2019.



▲ Abb. 4: Aufsuchkarte für den Kometen 46P/Wirtanen im Dezember 2018 und Januar 2019.

ne Helligkeit fällt nach seinem Perihel weiter von anfangs 9<sup>m</sup> auf 10<sup>m</sup> zum Jahreswechsel, so dass der Komet nach wie vor in kleineren bis mittleren Teleskopen beobachtet werden

kann. Im letzten Januardrittel 2019 geht die Helligkeit von Stephan-Oterma wieder auf die 11. Größenklasse zurück.

► Andreas Schnabel

#### Kometen im Dezember 2018 / Januar 2019

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	Helligkeit
38P/Stephan-Oterma	22.01.1867	10.11.2018 (1,59 AE)	17.12.2018 (0,77 AE)	Oktober 2018 bis Januar 2019	9,0 <sup>m</sup> – 11,5 <sup>m</sup>
46P/Wirtanen	17.01.1948	12.12.2018 (1,06 AE)	16.12.2018 (0,08 AE)	Oktober 2018 bis März 2019	3,8 <sup>m</sup> – 8 <sup>m</sup> 0

J. Scholten

J. Scholten

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

# JETZT AM ABENDHIMMEL

## Beobachtungsempfehlungen für Dezember 2018 / Januar 2019

**Sternbild-Streifzüge:**  
Perseus



**Fernglas-Wanderung:**  
Große Show für kleine Gläser



**Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter:**  
Algol - der »Teufelsstern« im Perseus

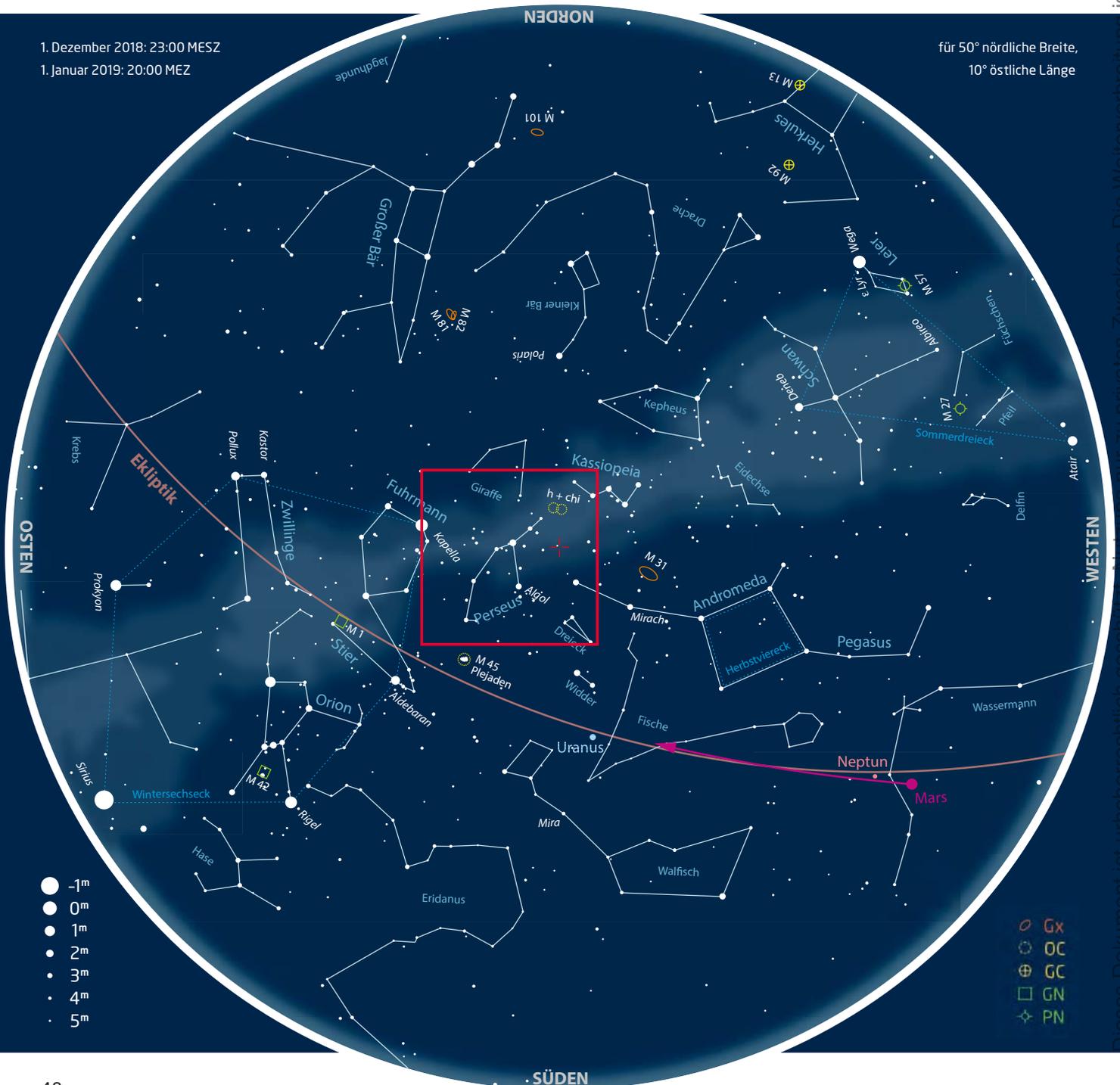


**Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter:**  
Der Doppelsternhaufen h und chi Persei



1. Dezember 2018: 23:00 MESZ  
1. Januar 2019: 20:00 MEZ

für 50° nördliche Breite,  
10° östliche Länge



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

# Sternbild-Streifzüge: Perseus

In der großen Himmelsregion zwischen Andromeda, Fuhrmann und dem »Himmels-W« Kassiopeia befindet sich eine Figur, die dem auf dem Kopf stehenden Buchstaben Y ähnelt – das Sternbild Perseus. Mit ihm ist eine der bekanntesten Sagen der griechischen Mythologie verbunden: Im fernen Äthiopien sollte die schöne Andromeda, Tochter des Königspaares Kepheus und Kassiopeia, für die Eitelkeit ihrer Mutter einem Seeungeheuer geopfert werden. Doch sie wurde von Perseus gerettet, der aus einem Sack das abgeschlagene Haupt der Medusa hervorholte. Die Medusa war eine grauenvolle Kreatur mit glühenden Augen, langen Eckzähnen, Schuppenhaut und Schlangen statt Haaren. Bei ihrem Anblick erstarrten alle Lebewesen zu Stein. Doch Perseus hatte das Spiegelbild seines glänzenden Schildes benutzt, um die Medusa zu enthaupten. Mit dem Medusenhaupt verwandelte sich das Meerseeungeheuer zu Stein und versank im Meer. Alle Figuren dieses Sagenkreises lassen sich am Herbsthimmel beobachten: Perseus und Andromeda, Kepheus und Kassiopeia, das Meerseeungeheuer Cetus (Sternbild Walfisch) und sogar das fliegende Pferd Pegasus, das aus dem Blut der enthaupteten Medusa geboren wurde.

## Der Teufelsstern und Sternschnuppen

Auch unter den Sternen ist der Held Perseus mit dem abgeschlagenen Haupt der Medusa dargestellt. Symbolisiert wird es durch den hellen



▲ Abb. 1: Auch bildliche Darstellungen des Sternbilds zeigen den Helden Perseus mit dem abgeschlagenen Haupt der Medusa, das durch den Stern Algol symbolisiert wird.

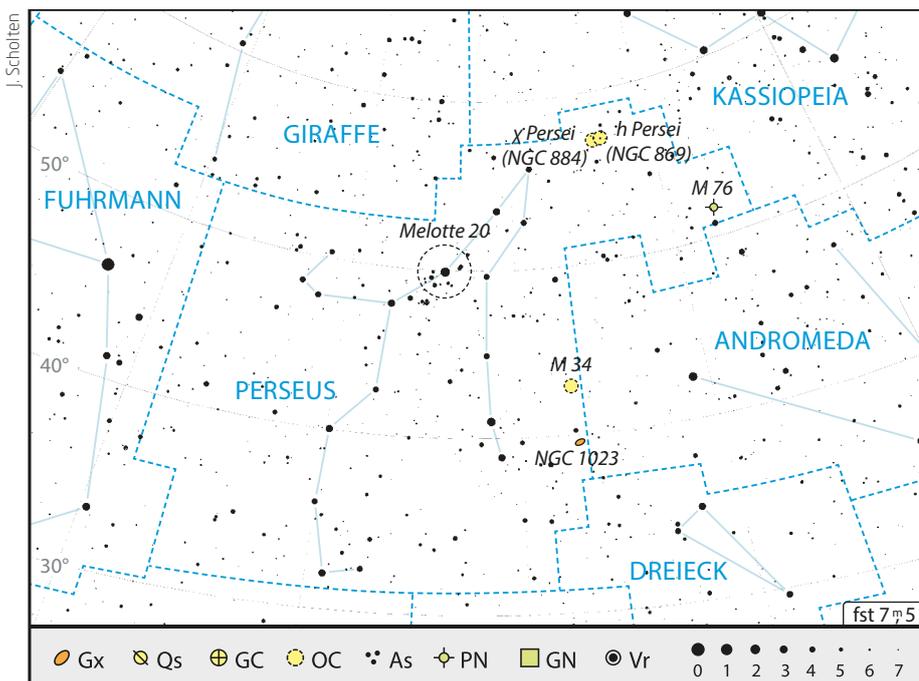
Stern  $\beta$  Per, den arabische Himmelsbeobachter Ras al-Ghul (Kopf des Dämons) nannten, was über die Jahrhunderte und Jahrtausende zu Algol wurde. Um 1670 wurde entdeckt, dass der Stern nicht immer gleich hell leuchtet. Über ein Jahrhundert nach der Entdeckung der Veränderlichkeit von Algol waren es die Jugendfreunde Edward Pigott und der gehörlose John Goodricke, die den veränderlichen Stern über einen langen Zeitraum beobachteten und so die Periode seines Lichtwechsels von etwa drei Tagen bestimmen konnten. Beide Hobbyastronomen hielten es für möglich, dass der regelmäßige Helligkeitsabfall des »Teufelssterns« durch einen umkreisenden Körper bzw. einen Plane-

ten entstehen könnte, der halb so groß wie der Stern war. Später stellte sich allerdings heraus, dass es vielmehr eine Sternfinsternis ist, bei der sich zwei Sterne gegenseitig bedecken.

Auch aus den Medien kennt man das Sternbild, da in ihm der Ausstrahlungspunkt eines Sternschnuppenschauers liegt, der jedes Jahr um den 12. August seinen Höhepunkt erreicht: die Perseiden. Sie werden auch Laurentiustränen genannt.

## Nah und fern

Das Deep-Sky-Highlight ist zweifelsohne der Doppelsternhaufen  $\eta$  und  $\chi$  Per, der oft nur »Ha und Chi« genannt wird. Als länglicher Nebelfleck ist er bereits mit bloßem Auge sichtbar und vor allem für Fernglasbeobachter stellt er ein spannendes Ziel dar. Die älteste Beschreibung des Objekts findet sich in einer Chronik aus dem alten China. Vor über 4100 Jahren sah man darin ein mahndes Zeichen, denn der doppelte Sternhaufen stellte die vom Kaiser zum Tode verurteilten Hofastronomen Hi und Ho dar, die versäumt hatten eine Sonnenfinsternis anzukündigen. Der Sternhaufen M 34 und der Planetarische Nebel M 76 sind weitere lohnenswerte Ziele. Relativ unbekannt ist der Sternhaufen Melotte 20, der durch seine Größe von immerhin drei Grad am besten mit bloßem Auge oder in Instrumenten mit großen Gesichtsfeldern zur Geltung kommt. Die meisten Sterne versammeln sich südlich des Hauptsterns  $\alpha$  Per. Das Sternbild lockt auch mit Galaxien (NGC 1023) bzw. dem Perseus-Galaxienhaufen (Abell 426), die jedoch nur mit Teleskopen ab mittleren Öffnungen erreichbar sind.



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

► Nico Schmidt

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



NASA/GSFC/Arizona State University

▲ Abb.1: Rupes Recta ist leicht als schmale schwarze Linie zu erkennen.

## Mond-Spaziergang: Rupes Recta und ein Schwert auf dem Mond

In der Mondnomenklatur ist der deutsche Begriff Furche für Rupes etwas irreführend. Tatsächlich wird dieser mit einer ganzen Reihe von Bezeichnungen gleichgesetzt: Steilhang, Berghang oder Klippe. Im Wesentlichen gibt es zwei

Typen von sogenannten Furchen: Reste von Ringgebirgen oder Kratersegmenten oder Geländestufen als Folge von Bodenabsenkungen in den Randzonen der Meere wie die Rupes Recta (Lange Wand).

Schatten des Hangs bei zunehmendem Mond einfach als schmale schwarze Linie zu erkennen. Dieser Anblick täuscht dem Beobachter schnell eine Steilwand vor.

### Imposanter Anblick

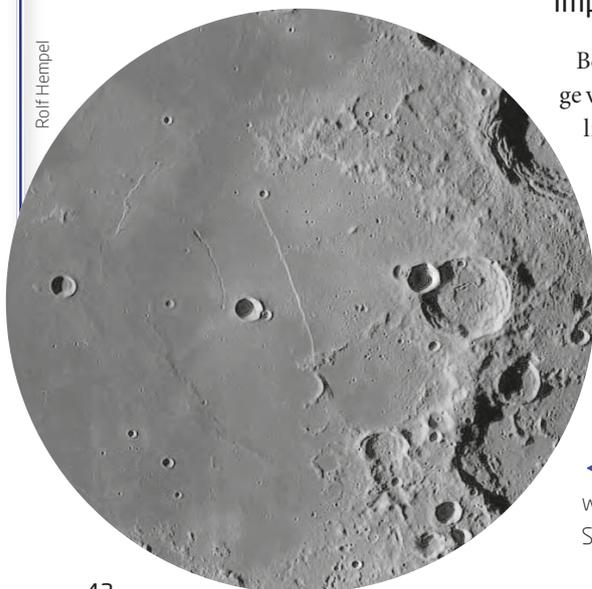
Bei der Rupes Recta hat sich auf einer Länge von 143km die Mondoberfläche vermutlich aufgrund der Einwirkung des Imbrium-Einschlags abgesenkt. Stünde man am Fuße der Rupes Recta, sähe man einen mit etwa 30° Neigung bis zu 500m ansteigenden Hang, der zu beiden Seiten des Betrachters hinter der Mondkrümmung verschwindet – ein imposanter Anblick. Bereits im Teleskop mit kleiner Öffnung ist der

### Ein Schwert auf dem Mond

Bei abnehmendem Mond stellt sich der Anblick ganz anders dar, denn jetzt werden die Hänge der Furche von der Sonne beschienen und Rupes Recta hebt sich als helle Linie von der dunklen Ebene des Mare Nubium (Wolkenmeer) ab. Jetzt wird die Formation auch als »Huygens' Schwert« bezeichnet. Tatsächlich scheint die direkt südlich der Geländestufe gelegene kleine Erhebung einen Griff darzustellen, so dass die ganze Formation wie ein Degen oder Schwert in der lunaren Abendsonne glänzen kann. 1686 beobachtete und zeichnete der niederländische Astronom Christaan Huygens diesen Anblick.

◀ Abb. 2: Bei abnehmendem Mond wird die Formation auch als »Huygens' Schwert« bezeichnet.

► Lambert Spix



Rolf Hempel

## Fernglas-Wanderung: Große Show für kleine Gläser

Das Sternbild Perseus inmitten der Milchstraße liegt, finden sich dort viele interessante Objekte auch für kleine Optiken. Die schönsten davon hoch im Norden, wohin uns unsere kleine Wanderung führt.

### Doppelter Diamant

Unbestreitbar ist der Doppelsternhaufen  $\eta$  und  $\chi$  das große Highlight dieser Tour, das sich schon freiäugig als zwei Nebelbällchen zwischen der »Spitze« des Perseus und dem Himmels-W Kassiopeia erblicken lässt. Doch schon im kleinsten Taschengeräte wird daraus ein Schwarm glitzernder Sterne verschiedener Größenklassen ab etwa 6<sup>m</sup>. Im Taschengeräte lässt sich schon jeweils ein Dutzend Sterne zählen, mit einem 10x50 locker das Dreifache. NGC 869, der westlichere Haufen, erscheint dabei etwas konzentrierter zu seinem Zentrum hin.

### Stars aus der zweiten Reihe

Noch im gleichen Gesichtsfeld dieses absoluten Klassikers befinden sich mehrere weniger spektakuläre, nichtsdestotrotz aber sehenswerte offene Sternhaufen. Etwa 2,5° in Richtung Südosten lässt sich schon im kleinen Fernglas ein länglicher Sternknoten erkennen, der aus einem helleren und 5–6 weiteren Sternen besteht. Alternativ kann dieser offene Sternhaufen, Trümpfer 2, auch vom nördlichsten Hauptstern der Figur des Perseus,  $\eta$  Persei, aufgesucht werden, da er sich genau 2° westlich von diesem befindet.

Nur 1,5° östlich des Doppelhaufens stolpert man direkt neben einer von Norden nach Süden verlaufenden Sternenreihe über einen Nebelfleck, aus dem am südlichen Rand zwei schwache Sterne herausblitzen: der offene Sternhaufen NGC 957.

### Himmlicher Bodybuilder

Etwa 2,5° nördlich des Doppelhaufens, schon knapp über der Grenze zur Kassiopeia, zeigt sich ein Gewimmel von Sternen ab der 8. Größenklasse, die mit ein wenig Fantasie eine etwa 0,5° messende auf der Seite liegende Strichmännchenfigur



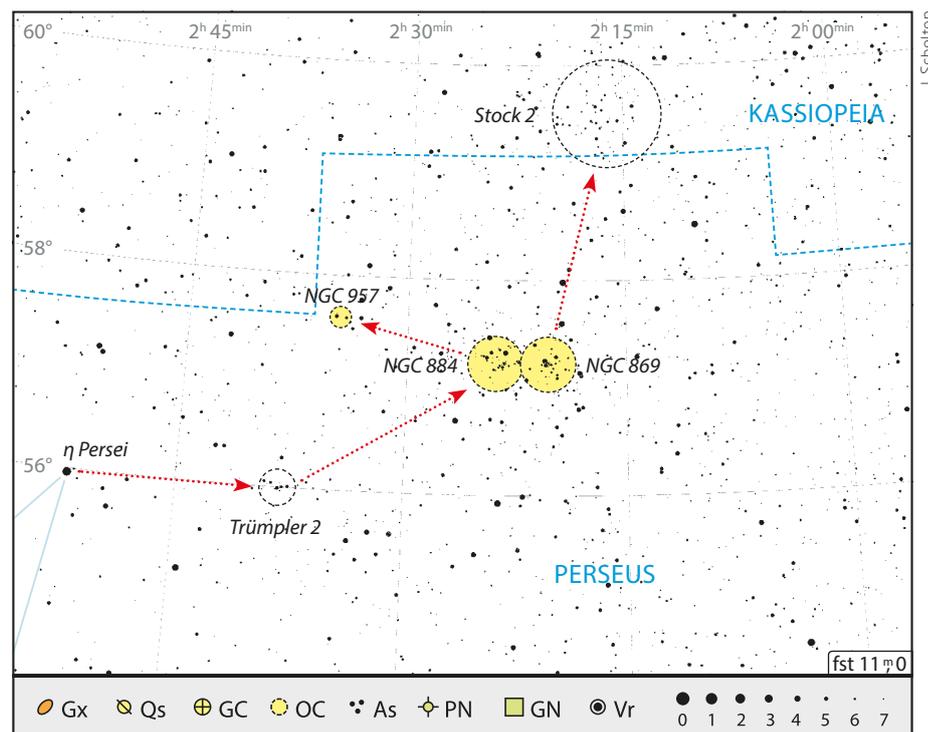
▲ Abb. 1: Der Doppelsternhaufen  $\eta$  und  $\chi$  Persei oder auch NGC 869/884 ist durch seine Ausdehnung ein tolles Fernglasobjekt. Marcus Degenkolbe

bilden. Weil diese die Arme etwas anspannen scheint, wird der als Stock 2 katalogisierte Sternhaufen auch »Muskelmännchen« genannt.

Neben dieser Zusammenballung sehenswerter Fernglasobjekte auf engstem Raum

gibt es im Perseus noch eine Reihe weiterer Glanzlichter für kleine Optiken. Sowohl ein zwangloses Umherschweifen als auch eine intensivere Recherche vor einer Beobachtungsnacht lohnen sich also!

► Kay Hempel

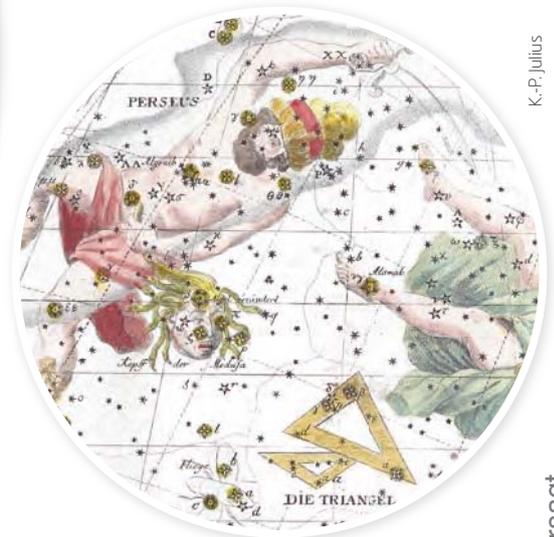


▲ Abb. 2: Die Objekte dieser Fernglas-Wanderung liegen alle innerhalb von 5°, also in einem Fernglas-Gesichtsfeld.

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



▲ Abb. 1: Algol oder  $\beta$  Persei ist der zweithellste Stern im Sternbild Perseus. Bernhard Hubl



▲ Abb. 2: Algol in Tafel III von Bodes »Vorstellung der Gestirne«, 2. Auflage 1805

K.-P. Julius

## Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Algol – der »Teufelsstern« im Perseus

Wer bislang mit veränderlichen Sternen noch keinen bewussten »Blickkontakt« hatte, der sollte die kommenden Nächte nutzen, um sich von der Faszination dieser Sternengattung zu überzeugen. Denn im Sternbild Perseus kann mit Algol ( $\beta$  Persei) ein besonders auffälliges Exemplar eines sogenannten Bedeckungsveränderlichen bewundert werden, dessen Lichtschwankungen in kurzen Intervallen erfolgen und sich daher auch vom Stadthimmel aus sehr gut beobachten lassen.

### Vergleichssterne als Beobachtungshilfen

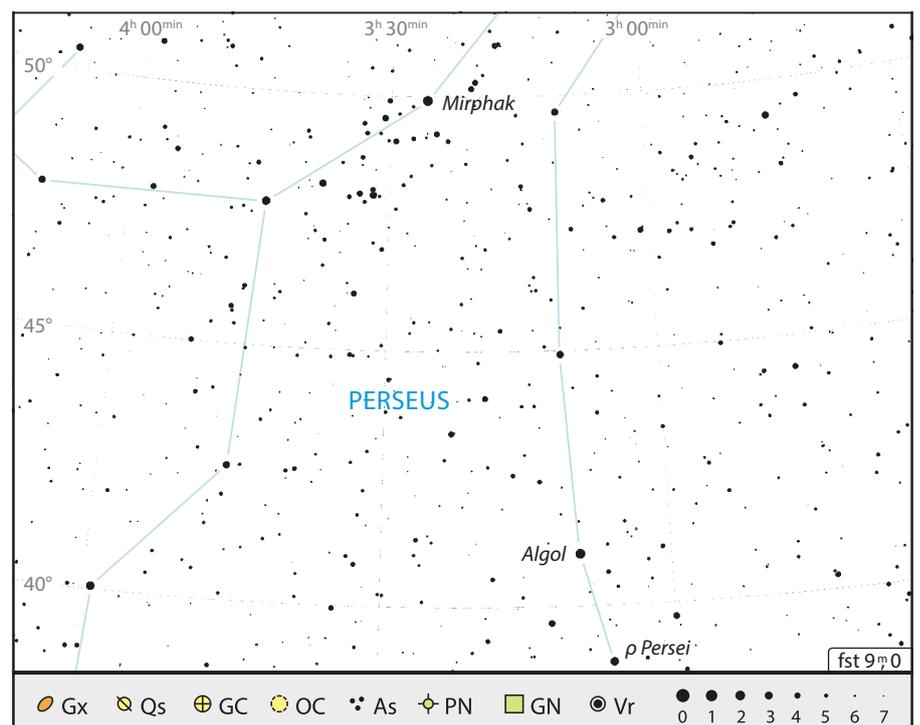
Algol ist mit einer Normalhelligkeit von  $2^m,1$  deutlich als zweithellster Stern im Perseus (nach Mirphak oder  $\alpha$  Persei) zu erkennen. Bei ihm handelt es sich um ein sehr enges Doppelsternsystem, bei dem ein auffälliger Helligkeitsverlust eintritt, wenn die schwächere Komponente vor der helleren vorbeizieht. Besonders günstig für Beobachter: Regelmäßig alle zwei Tage, 20 Stunden, 48 Minuten und 56 Sekunden erreicht die Lichtkurve ihr Minimum, das zudem mit  $3^m,4$  recht deutlich ausfällt. Die »dunkle« Phase des Transits dauert etwa zehn Stunden, sodass auch ungeduldige Stadtastronomen ausreichend Zeit haben, sich in der Abschätzung der Magnituden eines Sterns zu üben. Hilfreich ist bei dieser Abschätzung die Heranziehung von Vergleichssterne, die in etwa so hell sind wie Algol zur Zeit seines Minimums. Der nur zwei

Grad südlich liegende Stern  $\rho$  Persei bietet sich mit  $3^m,4$  als ein besonders geeigneter Vergleichsnachbar an. Wer einen Vergleichssterne zum Maximum sucht, muss sich schon etwas weiter westlich bis zu  $\gamma$  Andromedae ( $2^m,2$ ) aufmachen.

### Silvesterfeier mit dem »Teufelsstern«

Wann Algol jeweils sein Minimum erreicht, ist kein Geheimnis und in jedem Almanach aufgeführt. Als besonders komfortable Beobachtungszeiten findet man etwa im Himmels-Almanach von »Aben-

teuer Astronomie« für die Monate November und Dezember 2018 folgende Termine (S.31): 15.11. (23:11 MEZ), 18.11. (20:00 MEZ), 8.12. (21:43 MEZ), 11.12. (18:33 MEZ), 28.12. (23:28 MEZ). Wer am Silvesterabend nichts Besseres vorhat und auch an diesem besonderen Datum ein »Abenteuer Astronomie« erleben möchte, sollte sein Teleskop gen Perseus richten: Am 31.12.2018 erreicht der schon im Altertum wegen seiner Lichtschwankungen als »Teufelsstern« titulierte Algol gegen 20:17 MEZ sein Minimum. Da bleibt dann noch genügend Zeit, gebührend das neue Jahr zu begrüßen. ▶ Karl-Peter Julius



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte von Algol und den möglichen Vergleichssterne zur Helligkeitsbestimmung.

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



▲ Abb. 2: Zeichnung von h und  $\chi$  Persei mit einem 20×125 Fernglas. Uwe Glahn



▲ Abb. 1: Der Doppelsternhaufen h und  $\chi$  Persei aufgenommen mit einem 4-Zoll-Refraktor mit 545mm Brennweite. Fabian Neyer

## Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Der Doppelsternhaufen h und $\chi$ Persei

Der Doppelsternhaufen NGC 869/NGC 884 im Sternbild Perseus ist den meisten Sternfreunden besser bekannt als h und  $\chi$  (sprich: Ha und Chi). Alte Aufzeichnungen des griechischen Astronomen Hipparchus belegen, dass h und  $\chi$  Persei schon vor über 2000 Jahren gesichtet wurde. Allerdings erkannte erst der englische Astronom John Flamsteed im 18. Jahrhundert, dass es sich um Offene Sternhaufen handelt.

### Farbenfrohe Sterne

Der Doppelsternhaufen kann bereits mit dem bloßen Auge gesehen werden, da er recht groß

(20′/25′) und hell ( $5^m 3/6^m 1$ ) ist. Zum Auffinden verlängert man am besten die Linie  $\gamma$  und  $\delta$  Cas um zirka das Doppelte in Richtung Südosten. Selbst unter einem aufgehellten Landhimmel sieht man dann zwischen Kassiopeia und Perseus einen nebligen Fleck, der bei genauer Betrachtung länglich und zweigeteilt erscheint. Der Fleck symbolisiert sozusagen den Griff von Perseus' Schwert.

Im 8×30-Fernglas sieht man bereits zwei helle Nebel mit einigen aufgelösten Sternen. Im Teleskop zeigen sich zwei leuchtende Sternhaufen dicht besetzt mit blauweißen jungen Sternen. Darüber hinaus sieht man einige veränderliche Rote Riesensterne mit oranger Färbung. Bei-

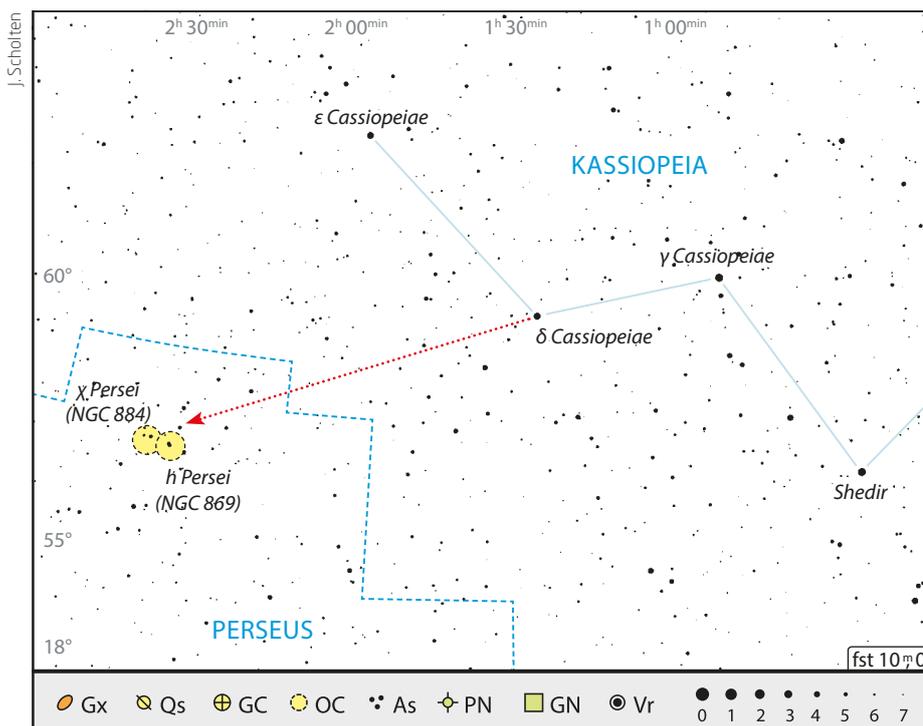
spielsweise zwischen den beiden Haufen oder nahe dem Zentrum von  $\chi$  Persei. Dieser Farbkontrast der Sterne macht sich auch gut auf Astrofotografien. Unter einem dunklen Landhimmel verstärkt sich die visuelle Wahrnehmung enorm, so dass man meint, zwei funkelnde Diamantenhaufen lägen auf schwarzem Samt. Ein ästhetischer Anblick, den auch langjährige Hobbyastronomen immer wieder aufs Neue genießen.

### Ein echtes Paar

Beide Sternhaufen gehören zur sogenannten Perseus-OBI-Assoziation, eine Ansammlung von blauen jungen Sternen der Spektralklassen O und B. Der Sternhaufen h ist rund 6800 Lichtjahre entfernt und  $\chi$  etwa 7600 Lichtjahre. Beide Haufen stellen ein echtes Paar dar. Damit ist die Ansammlung mit je über 300 Sternen der einzige bis heute bekannte Doppelsternhaufen in unserer Milchstraße.

Um noch beide Sternhaufen im Gesichtsfeld bewundern zu können, sollte man eine niedrige Vergrößerung von ca. 30×–50× wählen. Doch auch höhere Vergrößerungen haben ihren Reiz. Ab 100× zeigen sich die Haufen detaillierter mit Doppel- und Mehrfachsternen. In NGC 869 zeigt sich zudem eine kleine gebogene Sternkette. Mit einem gegenüberliegenden Stern sieht die Kette wie ein winziger Fallschirm aus.

Es ist immer wieder ein Vergnügen die Milchstraße mit dem Fernglas oder Teleskop nahe Kassiopeia abzugrasen, um dann überraschend auf die beiden Sternhaufen zu stoßen. Insbesondere für Großferngläser gehört der plastische Anblick von h und  $\chi$  zu den eindrucksvollsten am ganzen Sternenhimmel. ▶ Michael Feiler



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte des Doppelsternhaufens h und  $\chi$  Persei.

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

# DER GROSSE BOGEN UM DEN ORION

Ein Besuch von Galaxien, die Sie garantiert  
noch nie gesehen haben

PanSTARRS DR1 z - PSI Science Consortium / Aladin Sky Atlas

Der Orionnebel und die offenen Sternhaufen kennzeichnen den Winterhimmel. Bei der Vielzahl von großen und kleinen Sternhaufen fällt die Auswahl schwer. Wir treten daher einmal die Flucht nach vorn an, weit nach vorn, jenseits der üblichen Winterziele, unserer heimatlichen Sternhaufen: Wo in gängigen Kartenwerken weiße Flecken sind, da wollen wir hin – zu Galaxien, »die nie ein Mensch zuvor gesehen hat«.

▲ Abb. 1: UGC 3184 befindet sich nur 1/8 Grad von einem 3,<sup>m</sup>5-Stern entfernt, der die Szene überstrahlt.



PanSTARRS DR1 z - PSJ Science Consortium / Aladin-Sky Atlas

SDSS9 color / Sloan Digitized Sky Survey / eClust / Aladin Sky Atlas

PanSTARRS DR1 z - PSJ Science Consortium / Aladin Sky Atlas

Abell 539

UGC 3303

UGC 3294

UGC 3181

UGC 3184

UGC 3207

UGC 3214

UGC 3221

PGC 16636

LEDA 16941 /  
2 MAXSX J05133987-  
0738276

▲ Abb. 2: Die Ziele dieser Deep-Sky-Tour sind eine Herausforderung: UGC 3303 hüllt einen 11<sup>m</sup>-Stern in einen Nebelschleier (a), UGC 3214 präsentiert sich als schlanke Schönheit (b) und das eindrucksvolle Duo LEDA 16941/2MASX J05133987-0738276 liegt nur 0,5 Grad nordwestlich von Rigel (c).

Sie sind es sicher gewohnt, von Objektbeschreibungen zu lesen, was man in welchem Gerät wie sehen kann... Ich darf Sie an dieser Stelle mit einem breiten Lächeln enttäuschen: Diesmal sind Sie dran! Denn lediglich eine davon habe ich bisher selbst mit dem Teleskop aufgesucht... Mithilfe von Aufnahmen aus dem Digitized Sky Survey habe ich die aus meiner Sicht zehn interessantesten Galaxien im Orion gesucht, welche weder im NGC noch IC enthalten sind, aber zuweilen mit den Helligkeiten einiger dieser Katalog-Einträge mithalten können. Sieben davon wollen wir hier genauer vorstellen.

Ich mache Ihnen nichts vor – es wird dieses Mal nicht einfach! Sie werden sich nun vielleicht fragen, warum man ausgerechnet nach solchen »Augenverrenkern« oder »faint-fuzzies« Ausschau halten soll, während man doch den prächtigen Orionnebel beobachten könnte, den schönen M35-Haufen oder die Fuhrmann-Haufen. Ganz einfach: Sie werden einer der Ersten sein, der diese fernen Schätze mit eigenen Augen entdeckt... und sei es nur für einen winzigen Moment des Aufblitzens...

## Die Tiefen im Schatten der Leuchttürme

Kein gedruckter Atlas wird tief genug sein, um Ihnen den Weg zu diesen fernen Welteninseln zu weisen. Es empfiehlt sich grundsätzlich der Ausdruck einer POSS-Aufnahme (Palomar Observatory Sky Survey) und das Nutzen frei zugänglicher Sternkartenprogramme wie etwa Aladin, um am Okular die



▲ Abb. 3: UGC 3221 ist wegen ihrer schlanken Form und dem angelagerten 15<sup>m</sup>-Stern interessant.

gesuchte Position gut identifizieren zu können. Zur ersten groben Orientierung kann die Übersicht der ersten Doppelseite dieses Artikels dienen.

Wir steigen gleich etwas schwieriger ein. Nominell fällt UGC 3184 den Zahlen nach sehr schwach aus, der Reiz liegt hier in der prächtigen Sternumgebung. Nur 1/8 Grad südöstlich befindet sich ein 3<sup>m</sup>5-Sternchen, welches wie ein Leuchtturm die Szenerie zu überstrahlen droht. Die Galaxie ist dekorativ eingebettet in einem Grüppchen von 10<sup>m</sup>-Sternchen und ist direkt an einem 14<sup>m</sup>-Sternchen angelagert. Wenn man in Programmen mit DSS stark hineinzoomt, erkennt man ein schwaches Staubbändchen und

Gezeiteneinwirkungen in den Spiralarmen. Hier heißt es »Kopfkino anschalten«, die visuelle Freude wird darin bestehen, ein zartes Glimmen zu erhaschen. So schön es auch ist, es gilt, sich nicht vom dicht anliegenden 14<sup>m</sup>-Sternchen stören zu lassen und vor allem – wenn irgend möglich – den 3<sup>m</sup>5 hellen Stern aus dem Sehfeld zu halten, damit er nicht blendet. Nachdem Sie das Objekt so gesichtet haben, ist es sicher ein schöner Abschluss, noch einmal die Vergrößerung zu verringern und das Ensemble mit dem hellen Stern zu betrachten. Können Sie die Galaxie nun vielleicht sogar schon in dieser Vergrößerung erkennen?

Mit UGC 3214 haben wir eine Miniaturausgabe von NGC 4565 vor uns: sie liegt 0,3 Grad nordwestlich von NGC 1713 (auf »1 Uhr«), welche als Aufsuchhilfe dienen kann. In verschiedenen Richtungen steht in ca. ein Grad Entfernung je ein 6<sup>m</sup>-Stern, sodass das Auffinden keine größeren Schwierigkeiten bereiten sollte. Mit einer Helligkeit von ca. 13<sup>m</sup> ist es erstaunlich, dass diese schöne kleine Nadel keinen Eingang in den NGC oder IC gefunden hat. In Anbetracht der dennoch nur moderaten Helligkeit wird das Staubbändchen sicher nicht zu erkennen sein, der Reiz liegt in der dünnen Gestalt der Galaxie.

PGC 16875 liegt 1,5 Grad südwestlich von Rigel und ca. 0,75 Grad südöstlich von einem 4<sup>m</sup>-Stern des Sternbilds Eridanus, sodass ein Auffinden der Region mit gängigem Kartenwerk gelingen sollte, und schlussendlich auch das Auffinden der Galaxie, wenn man einen DSS-Ausdruck dabei hat. Die Galaxie liegt direkt bei einem 9<sup>m</sup>5-Sternchen, was mit Si-



▲ Abb. 4: PGC 16636 ist nicht allzu weit vom Fledermausnebel NGC 1788 entfernt.

▲ Abb. 5: Galaxienvielfalt in Abell 539.

cherheit einen reizvollen Anblick bietet, wenn man sich genug Zeit nimmt. Auch hier wird der nahe Stern blenden und der Nachweis der Galaxie Geduld erfordern.

Das PGC-Duo 16941 bzw. LEDA 16941/2MASX J05133987-0738276 liegt nur 0,5 Grad nordwestlich von Rigel. Hier ist wieder das A und O, diesen Stern aus dem Sehfeld zu halten und möglichst hoch zu vergrößern. Unweit finden sich zwei helle Sterne von 8 bzw. 9<sup>m</sup>, welche bei der Suche und Orientierung behilflich sein können.

UGC 3221 liegt attraktiv platziert in Relation zu Sternen 9. und 10. Größe, der Galaxienkörper selbst weist an einem Ende ein schwaches Sternchen von ca. 15<sup>m</sup> auf. Bei der Beobachtung ist zu erwarten, dass dieses Sternchen wiederholt aufblitzt und von diesem ein silberner schwacher Streifen ausgeht beim indirekten Sehen. Ein sicherlich spannendes Ziel!

UGC 3303 ist genauso attraktiv wie voraussichtlich schwer zu beobachten. Die Galaxie hüllt einen 11<sup>m</sup>-Stern in einen Nebelschleier, der von dem im Dobson hellen Stern stark überstrahlt werden wird. Es liegen jedoch zahlreiche Vergleichssterne für das Feststellen des Nebelhauchs in der Nähe, sodass man auf diese Weise in der Lage sein müsste, ein mögliches zartes Glimmen von üblichem Hof der Sterne zu unterscheiden.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich PGC 16636, die einzige Galaxie in dieser Tour, welche ich tatsächlich schon selbst besucht habe. Sie liegt nicht allzu weit entfernt vom Fledermausnebel NGC 1788. Ein halbes Grad östlich der Galaxie befindet sich ein 6<sup>m</sup>-Stern-

chen, von welchem ausgehend man diese kleine dicke Spindel erfolgreich aufsuchen kann. Zudem liegt sie recht prominent an zwei 8–10<sup>m</sup>-Sternchen, welche nahezu ein rechtwinkliges Dreieck bilden. Die dickliche Gestalt der Spindel war gut wahrnehmbar, wenngleich die Sichtung insgesamt Geduld benötigte.

### Familientreffen der Unbekannten – Abell 539

Zur Belohnung dieser kleinen Odyssee besuchen wir zum Abschluss den Abell-Galaxienhaufen AGC 539, wo wir dicht aneinander gedrängt eine Vielzahl an Galaxien auf einmal sehen können... Auch hier hat keines der Mitglieder Eingang in die bekannten Kataloge gefunden, auch im Interstellarium

Deep-Sky-Atlas fristet der Haufen ein eher unscheinbares Dasein, ist jedoch verzeichnet.

Bei diesem Objekt werden Sie folglich nicht der Erstbeobachter sein, aber zum Ausklang der Entdeckungsreise ist dieses nun sicher ungewohnte Getümmel ferner Galaxien ein empfehlenswertes Ziel. Hier werden hohe Vergrößerungen und daher gutes Seeing benötigt, um die kleinen schwachen Galaxien dingfest zu machen.

Die drei hellsten Sterne im Haufen haben 10<sup>m</sup>, der helle Stern am unteren Bildrand ist 8<sup>m</sup>,5 hell. Insofern ein leicht aufzufindendes Sternfeld, wo man sich in Ruhe den nach und nach auftauchenden vielen Galaxien widmen kann, die wir uns zuvor so schwer verteilt im Raum erarbeiten mussten. Wie viele Mitglieder können Sie ausmachen? Gutes Gelingen und Clear Skies!

▶ Norman Görlitz

GALAXIEN IN DIESER DEEP-SKY-TOUR			
Objekt	R.A.	Dekl.	Blau-Helligkeit
UGC 3181	4 <sup>h</sup> 50 <sup>min</sup> 37 <sup>s</sup>	+6° 00' 31"	14 <sup>m</sup> ,5
UGC 3184	4 <sup>h</sup> 51 <sup>min</sup> 41 <sup>s</sup>	+5° 30' 20"	16 <sup>m</sup>
UGC 3207	4 <sup>h</sup> 56 <sup>min</sup> 09 <sup>s</sup>	+2° 09' 24"	14 <sup>m</sup> ,3
UGC 3214	4 <sup>h</sup> 57 <sup>min</sup> 56 <sup>s</sup>	-0° 07' 33"	13 <sup>m</sup> ,5
UGC 3221	4 <sup>h</sup> 58 <sup>min</sup> 46 <sup>s</sup>	-0° 53' 03"	15 <sup>m</sup> ,5
PGC 16636	5 <sup>h</sup> 3 <sup>min</sup> 17 <sup>s</sup>	-2° 56' 11"	15 <sup>m</sup>
PGC 16875	5 <sup>h</sup> 11 <sup>min</sup> 7 <sup>s</sup>	-9° 23' 20"	14 <sup>m</sup> ,18
LEDA 16941/2MASX J05133987-0738276	5 <sup>h</sup> 13 <sup>min</sup> 39 <sup>s</sup>	-7° 38' 27"	-/15 <sup>m</sup> ,62
UGC 3294	5 <sup>h</sup> 21 <sup>min</sup> 04 <sup>s</sup>	+4° 00' 23"	14 <sup>m</sup> ,5
UGC 3303	5 <sup>h</sup> 24 <sup>min</sup> 59 <sup>s</sup>	+4° 30' 20"	16 <sup>m</sup>
Abell 539	5 <sup>h</sup> 16 <sup>min</sup> 35 <sup>s</sup>	+6° 27' 20"	14–16 <sup>m</sup>



▲ Abb. 1: Die Vorfreude auf die Beobachtungsnacht ist groß. Wenn man die richtige Ausrüstung dabei hat, kann praktisch auch nichts mehr schiefgehen. Nico Schmidt

# EIN »SURVIVAL-KIT« FÜR HOBBYASTRONOMEN

## Die richtige Ausrüstung für lange Beobachtungsnächte

Die Beobachtung des Sternhimmels bedeutet in der Regel ein Beobachten in der Natur, nachts unter freiem Himmel. In unseren Breiten sind die Wetterbedingungen dafür nicht allzu oft geeignet. Damit die wenigen Gelegenheiten ohne Probleme und anschließende Erkältung genutzt werden können, gehört eine Grundausstattung zur Ausrüstung jedes Hobbyastronomen.

Jetzt in der kalten Jahreszeit kann das Beobachten manchmal stundenlanges Stehen oder Sitzen in Eiseskälte bedeuten und auch Spätsommernächte können schon empfindlich abkühlen. Deshalb steht warme Kleidung an allererster Stelle der Ausrüstung. Besonders kalte Füße sind sehr unangenehm. Einmal ausgekühlt ist der Beobachtungsabend verdorben. Eine Investition in gute Winterstiefel ist deshalb unbedingt lohnend. Auch der Kopf sollte mit einer warmen Mütze geschützt werden, denn ist der Körper gut eingepackt und der Kopf nicht, geht dort Wärme verloren. Warme Unterwäsche, dicke Socken, Fingerhandschuhe, Jacke und Thermo- oder Skihose komplettieren die Ausrüstung. Generell isoliert lockere, in mehreren Schichten getragene Kleidung am besten. Fängt man doch einmal zu frieren an, helfen sogenannte Thermopads. Unter der Kleidung getragen, z. B. über dem Solarplexus, wirken diese wie ein kleiner Ofen.

### Das leibliche Wohl

Ebenfalls ist ausreichendes Trinken wichtig, denn bei unzureichender Flüssigkeitsaufnahme neigt der Körper zum Frieren. Eine Tasse Tee oder Kaffee hilft außerdem über Durchhänger hinweg – ebenso wie ein kleiner Snack zwischendurch in der Beobachtungspause. Bananen, Schokolade oder Studentenfutter sind ideal dafür. Wer es komfortabel mag, kann auch eine warme Suppe in der Thermoskanne mitnehmen.

Spätestens zur Beobachtung und beim Abbau des Teleskops wird es am Beobachtungsplatz dunkel sein. Mit einer herkömmlichen Taschenlampe hat man nur eine Hand zum Hantieren frei. Hier hilft eine Stirnlampe. Am besten eine Ausführung mit separat einschaltbarem Weißlicht und einem Rotlicht, welches die Dunkeladaption nicht stört und damit zugleich für das Lesen der Sternkarte geeignet ist. Das Weißlicht kann dann beim Abbau der Ausrüstung zugeschaltet werden.

### In Beschlag genommen

Ist die Luftfeuchtigkeit in der Nacht sehr hoch, kann es vorkommen, dass die Optik zutaut und im Winter sogar zufriert. Das ist besonders ärgerlich, denn einmal von Tau beschlagene Optiken – hier sind besonders die Objektive von Linsenteleskopen und die Korrektorplatten von katadioptrischen Teleskopen anfällig – sind kaum mehr dauerhaft wieder freizubekommen. Eine Taukappe leistet hier gute Dienste, da sie den Tubus verlängert und ein Beschlagen verhindern kann. Eine praktische Taukappe kann einfach aus dem Schaumstoffmaterial einer Isomatte gebaut werden. Wird

ein Klettband als Verschluss verwendet, ist diese einfach zu öffnen und zu schließen. Damit beim nächsten Ausflug unter den Sternhimmel nicht doch etwas vergessen wird, ist es sinnvoll das Zubehör fertig gepackt in einer Haushaltskiste aufzubewahren. So ist das Auto schnell gepackt und alles Wichtige dabei für eine schöne Beobachtungsnacht.

► Lambert Spix

### Q CHECKLISTE AUSTRÜSTUNG

#### Kleidung

- Mütze
- Fingerhandschuhe
- dicke Socken
- warme Unterwäsche
- winddichte Thermojacke
- Thermohose, Skihose oder Overall
- Winterstiefel
- Wärmepads

#### Verpflegung

- Thermoskanne mit heißem Getränk, Wasser
- kleiner Snack, z. B. Nüsse, Bananen und Schokolade

#### Astrozubehör

- Stirnlampe mit Weiß- und Rotlicht
- Stuhl
- Taukappe

#### Zusätzliches

- Isomatte
- Schlafsack
- Handy

← 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](mailto:redaktion@abenteuer-astronomie.de) oder auf unserer Facebook-Seite.

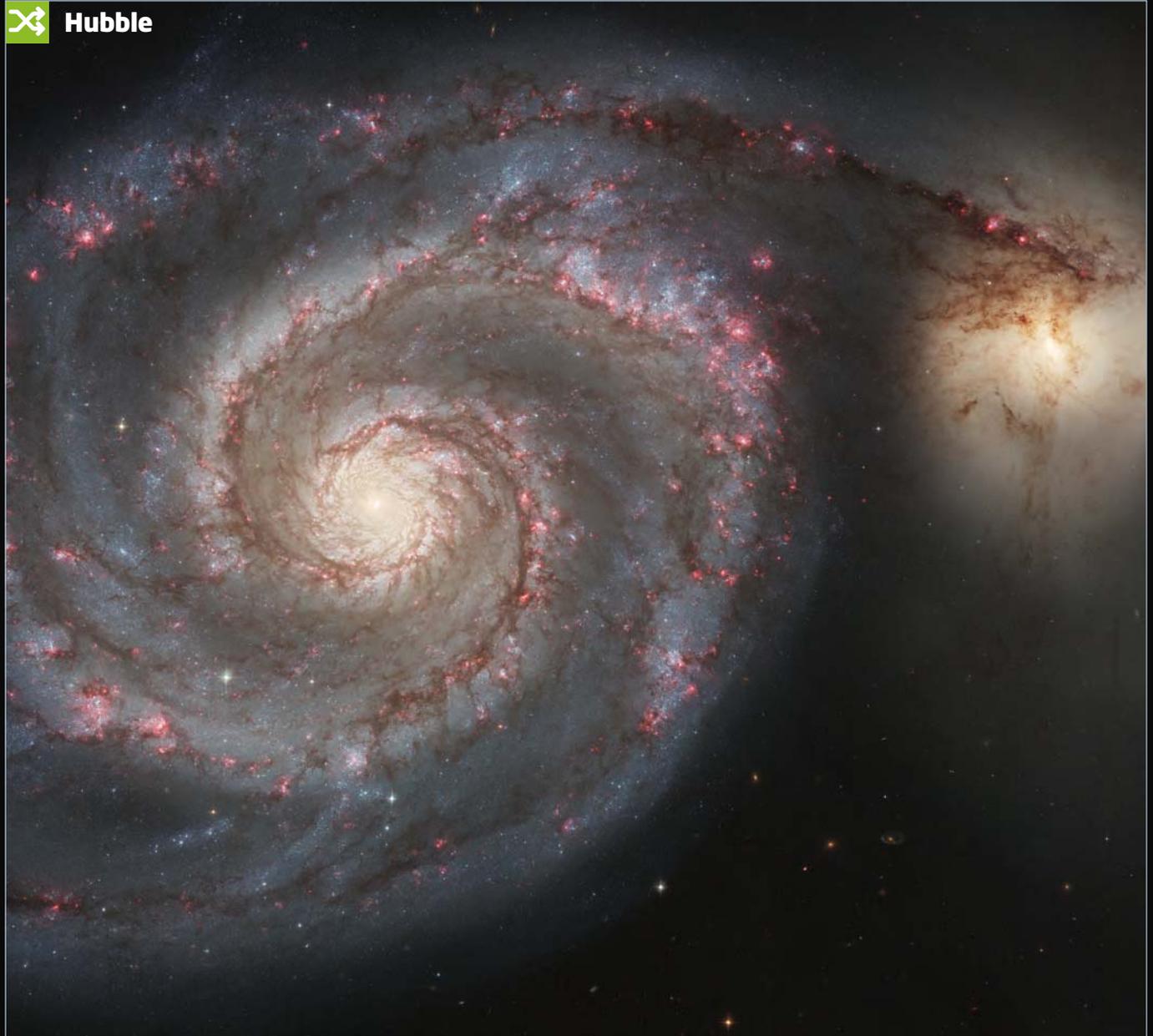
🔗 **Kurzlink:** [oc1m.de/fb](https://oc1m.de/fb)

# SPEKTAKULÄRER STRUDEL AM HIMMEL



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 zeigen, was Amateurastronomen heute leisten können und lassen Hubble gegen Amateure antreten. Diesmal: die Whirlpool-Galaxie.

## Hubble



D A T E N

Beteiligte Wissenschaftler: S. Beckwith (STScI), R. Kennicutt Jr. (University of Arizona), H. Bond, C. Christian, L. Frattare, F. Hamilton, Z. Levay, M. Mutchler, K. Noll und T. Royle (The Hubble Heritage Team, STScI). Die Aufnahme wurde im April 2005 veröffentlicht und entstand aus Hubble-Daten, die mit der Advanced Camera for Surveys in der Zeit vom 18. bis 22. Januar 2005 gewonnen wurde. Die Gesamtbelichtungszeit betrug 9 Stunden.

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

▲ Abb. 1: Hubble-Aufnahme der Whirlpool-Galaxie Messier 51.

**M**essier 51, auch Whirlpool-Galaxie genannt, zählt vermutlich zu den bekanntesten Galaxien, die man von Aufnahmen des Hubble-Weltraumteleskops kennt. Die ersten Aufnahmen von diesem Objekt habe ich bereits 2015 gemacht, nachdem ich zu Jahresbeginn meine allererste astromodifizierte DSLR zum Einsatz gebracht hatte. Wie so oft aber machte es mir der häufige Nebel im Frühjahr schwer, gute Daten zu gewinnen, so

musste ich weitere zwei Jahre warten, um die gewünschte Qualität zu erhalten. Die einzelnen Aufnahmen wurden mittels Stapelverarbeitung integriert und im Anschluss erfolgten die üblichen Bearbeitungsschritte, sprich Hintergrund ebenen, um Gradienten zu entfernen, Farbkalibrierung sowie das »Entrauschen« noch im linearen Zustand. Nach Abschluss dieser Basisarbeiten wurde das Bild mittels »Masked Stretch« nicht-linear und dann »SCNR« verwendet, um

den leichten Grünstich zu entfernen. Die weiteren Bearbeitungsschritte sind dann die Maskierung der Galaxie, um gezielt das HDR-Tool zum Einsatz zu bringen, damit die Details in den Spiralarms stärker hervortreten bzw. deren Separation verstärkt wird. Den Abschluss bilden dann Bearbeitungsschritte, die dem persönlichen Geschmack entsprechen – Farbsättigung des Hauptobjekts und die allgemeine Sternreduktion.

► Michael Schmidt

## Amateur



D A T E N

Fotograf: Michael Schmidt  
Aufnahmedatum: 26. Februar 2017  
Teleskop/Montierung: 10-Zoll-Lacerta-Newton  
auf Skywatcher EQ8

Kamera: APS-C Nikon D5300 DSLR (astromodifiziert)  
Nachführkontrolle: Sucherguiding 9×50mm mit  
MGEN-II Autoguider  
Belichtungszeit: 220min - 22×600s  
Bearbeitung: PixInsight (neu im Oktober 2018)

M. Schmidt

▲ Abb.2: Messier 51 in einer Aufnahme des Amateurastronomen Michael Schmidt mit einem 10-Zoll-Newton-Teleskop.

# KLEINE MONTIERUNG AM LIMIT

Omegons Push+ Mini mit  
Skywatcher N 150/750 im  
Praxis-Check

Übersehbar ist die Push+ Mini eine kleine Schwester der großen Push+. Auch diese Montierung basiert auf einer Rockerbox mit einer Seitenwange, die eine Klemmung für die heute üblichen »GP-Level«-Prismenschiene trägt. Mit nur 42cm Höhe und etwa 40cm Durchmesser ist sie allerdings deutlich kleiner. Sie soll zur Aufnahme von Teleskopen mit bis zu 150mm Öffnung dienen. Omegon bietet die Montierung derzeit entweder einzeln oder als Paket mit gleich drei zur Auswahl stehenden 150/750 Newtons an. Darunter schien uns der Skywatcher N 150/750 der vielversprechendste für unseren Praxis-Check. Mit 5,3kg wiegt die kleine Ausgabe der Push+ fast nur ein Drittel ihrer großen Schwester. Sie wird außerdem fertig aufgebaut geliefert. Die Technik ist praktisch identisch: Zwei Encoder-Einheiten leiten die jeweiligen Schwenks via Bluetooth an die verknüpfte App eines Mobil-Geräts oder PC weiter. Die von uns seinerzeit kritisierte blaue LED, deren Licht störend aus dem Inneren der Elektronik nach außen fallen konnte, wurde entfernt. Stattdessen gibt nur noch eine rote LED die Anbindung an ein Bluetooth-Gerät bekannt. Neben der Smartphone-Halterung ist noch eine Halterung für bis zu drei Okulare mit 1¼ Zoll Einsteckdurchmesser hinzugekommen.



In unserem Praxis-Check in Heft 8 haben wir die Omegon Push+ »Montierung mit Smartphone Anschluss« einem Praxis-Check unterzogen. Jetzt stellt Omegon mit der Push+ Mini eine kleinere Alternative zur Verfügung. Das Konzept, die Objektsuche mit einer genauen Positionierung durch Smartphone, Tablet oder Netbook zu vereinfachen, ist beiden gemeinsam. Doch was leistet die Kleine?

► Abb. 1: »Mini« ist auch die Einblickhöhe bei der neuen Montierung Push+ Mini von Omegon.

S. Wienstein



▲ Abb. 2: Mit dem Rohr in der Balance setzen die Justagerändel schon weit vor der Zenitstellung auf.



▲ Abb. 3: Auch der Kleinen fehlt der große Griff.

S. Wienstein

## Nicht griffbereit

Leider nicht hinzugekommen ist allerdings ein Griff: Die Push+ Mini ist immer noch recht unhandlich und man findet einfach keine besonders gute Stelle, um sie die Treppe herunter und wieder hinauf zu tragen. Vertraut man den Klemmschrauben, lässt man die Schiene so weit nach oben ragen, dass man zwischen ihr und dem Tubus hineingreifen kann. Ein Griff nahe der Okularablage wäre eben auch buchstäblich ein genialer Griff gewesen. Die Montierung wäre mit einer Hand – je nach Körperkraft mitsamt Teleskop – bequem zu tragen. Insgesamt wirkt die Push+ Mini stabil – vielleicht aber etwas zu massiv. Bis zu 14kg soll sie aushalten, falls man ein Teleskop mit diesem Gewicht in passender Größe findet. Die Seitenwange ist 30mm dick, alle anderen Spanplatten bringen es auf 19mm. Ob die Materialstärke bei den doch relativ kurzen Maßen wirklich gut skaliert wurde? Aber an sich ist das Gewicht für die Montierung ganz in Ordnung. Sie ist einfach nur unhandlich zu tragen. Drei Füße überragen die auf drei Streben reduzierte Bodenplatte, was die Stellfläche etwas erhöht. Da der Newton in den meisten Beobachtungspositionen mit einem oder beiden Enden deutlich darüber hinausragt, schadet das nicht. Beim ersten Abstellen bemerkt man, dass die Füße aus festem Gummi sind und daher federn. Eine

wirklich angenehme Eigenschaft, egal ob man das Teleskop oder ein Parkett schonen möchte.

Eigentlich würde man den Newton gerne so in die Prismenklemmung einsetzen, dass der auch in Zenitposition geschwenkt werden kann. Das aber führt dazu, dass die Optik deutlich kopflastig ist. Bei weniger als 30° Höhe kippt der Tubus vornüber und bleibt in der Waagerechten am Anschlag der Höhenachse hängen. Schiebt man das Teleskop in den Rohrschellen auch nur halbwegs und ohne Okular in die Waage, ist bei 50° Höhenwinkel Schluß: Die Justageschrauben setzen auf der Bodenplatte auf. Würde man das Gerät exakt ins Gleichgewicht bringen, wäre noch weniger Winkel möglich. Wie soll man da an ein schweres Okular mit zwei Zoll Einsteckdurchmesser denken? Zieht man die Rutschkupplung stärker an, wird der Widerstand unangenehm, wenn man bei hoher Vergrößerung feinfühlig dem Himmel folgen will. Später zeigte sich, dass die Rutschkupplung in herbstlich kühlen Nächten strammer wird, so dass das Gerät einerseits mit leichten Okularen nicht abkippte, andererseits aber nicht mehr ganz so feinfühlig verstellbar war.

## Das ideale Paar?

Die Push+ Mini scheint einfach nicht für die knapp über 70cm lange Optik gemacht zu

sein. Eine ordentliche 130/650 Optik hätte besser dazu gepasst. Die aber gibt es nicht so einfach in ansonsten vergleichbarer Qualität. Die Folge wäre ein Verzicht auf 2-Zoll-Okulare und den dadurch wunderbar großen Himmelsausschnitt gewesen. Außerdem wäre bei einer kürzeren Optik die Einblickhöhe nochmals niedriger. Schon mit dem 150/750 kommt man auf den Gedanken, die Rockerbox auf eine umgedrehte Bierkiste zu stellen, um zu einer vernünftigen Okularposition im Sitzen zu kommen. Für Optiken mit rückwärtigem Einblick – einige Maksutov- und Schmidt-Cassegrains wären durchaus denkbar – muss die Montierung auf einen Tisch.

Der 150mm Newton lässt sich mit einem zusätzlichen Gewicht am rückwärtigen Ende verwenden. Magnete zum Reinigen von Aquarienscheiben halten gut am Blechtubus und so kam das Gerät auch mit etwas schwereren Okularen in die Waage.

Seltsam, dass drei verschiedene Teleskope mit gleichen Eckdaten im Paket angeboten werden. Der N150/750 ist als Allrounder ausgelegt und der ursprünglich vielleicht nur für den Astrofotografie-Einsteiger gedachte 2-Zoll-Okularauszug erlaubt bis zu 3,5° Himmelsausschnitt, wovon der visuelle Beobachter je nach Okularwahl etwa 3°, also sechs Vollmonddurchmesser, nutzen kann – immer noch genug, um unter wirklich dunk-

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

lem Himmel die Andromedagalaxie mit ihrer maximal visuell erfassbaren Ausdehnung zu betrachten.

Der Newton ist als Volltubus ausgelegt. Sein Hauptspiegel kann angenehm mit Rändelschrauben für Justage und Konterung ausgerichtet werden. Für den Fangspiegel liegt ein Imbus bei und sogar der Okularauszug ist mit Zug- und Druckschrauben gerade zur Bildebene justierbar – auch wieder mit dem Imbus-Schlüssel. Der Fangspiegel hat ca. 47mm Durchmesser und ist auf eine deutlich schlankere Metallhalterung geklebt. Sein Rand wurde nicht geschwärzt und so wirft er stets nicht wenig Streulicht in den Okularauszug und damit auch ins Okular – das fällt etwa bei der Mondbeobachtung auf. Die Teleskop-Rückseite ist offen – gut für eine schnelle Auskühlung.

Der Okularauszug ist ein relativ einfacher Crayford-Typ mit einer Basis aus Alu-Guss. Seine großen Fokussieräder sind für die f/5-Optik ausreichend. Der Hub beträgt 39mm und durch die fotografische Auslegung liegen 2-Zoll-Okulare 121mm bis 160mm über dem Tubus. Die Adaption für 1¼-Zoll-Okulare ist 23mm kürzer. Das Auszugsrohr endet aber nur 60mm über dem Tubus mit einem 54mm Innengewinde. Komplette eingefahren ragt es satte 36mm in den Tubus hinein. Die Tubusöffnung hat am vorderen Versteifungsring exakt 170mm Durchmesser. Das Auszugsrohr ragt also 26mm tief in den Strahlengang. Nur auf den letzten 13mm Hub ist der Strahlengang für die Bildmitte frei. Rechnet man den Bildrand mit ein, ist der Strahlengang erst auf den letzten 3mm Hub frei. Solche unglücklichen Konstruktionen werden immer wieder mit der fotografischen Eignung gerechtfertigt. Nachgemessen liegt die Fokalebene je nach Hauptspiegeljustage etwa 138mm über dem Tubus. Werden 55mm abgezogen – das Auflagemaß einer digitalen Spiegelreflexkamera mit T2-Gewinde – bleiben 83mm, die nur 23mm über dem unteren Anschlag liegen. Selbst mit Kamera bekommt man also das Rohr des Okularauszugs nicht aus dem Strahlengang.

Immerhin ist das Gerät hübsch mit den weiß in Hammerschlag-Optik lackierten Schellen und Gußteilen neben dem geheimnisvoll in schwarz-metallic schimmernden Tubusblech. Den 6×30 Sucher gibt's in passender Färbung dazu. Angesichts der Balance-Problematik wäre ein leichter Leuchtpunktsucher die bessere Wahl. Einen schweren 8×50 Sucher wird man kaum wollen.

S. Wienstein



▲ Abb. 4: Einsatzbereit mit Strom aus der Powerbank, mit diesem Tisch aber wieder etwas zu hoch.

DATEN	
Modell	Push+ Mini N 150/750
Montierung	Einarm-Dobson
Encoder	Winkelencoder mit Bluetooth-Übertragung
Steuerung	IntelliScope Protokoll
Ausrichtung	Von Hand mit Rutschkupplung
Gewicht	ca. 5,3kg
Optik	Newton N 150/750
Okularaufnahme	2 Zoll mit 1,25-Zoll-Reduzierer
Okularauszug	Crayford
Gewicht Optik	ca 4,9kg
Zubehör	12V Kfz-Anschlusskabel, 10mm Kellner Okular, 25mm Kellner Okular 2x Barlow Linse, 6×30 Sucher
Listenpreis	549€

## Im Einsatz

Stellt man die Kombination endlich unter den Himmel, muss man sich zunächst mal um mobilen Strom für die Push+ Mini kümmern. Sie möchte laut Webseite 9V bis 18V Gleichstrom erhalten, laut Bedienungsanleitung maximal 12V. Ein Kabel für den Kfz-Zigarettenanzünder liegt bei, in der Anleitung findet sich aber ein besserer Vorschlag: Ein kleiner »Power Up«-Wandler von 5V USB-Spannung auf 12V. Eine normale Powerbank mit 6000mAh bei 3,7V schafft auch bei großen Verlusten durch die Spannungswandlung problemlos fünf Stunden Stromversorgung mit maximal 150mA Stromaufnahme. Das ist weit praktischer, als eine unhandliche und schwere 12V Batterie mitzuschleppen. Es fragt sich überhaupt, ob der 12V-Anschluss nicht eher eine veraltete Tradition ist. Für den Test wurde jedenfalls der besagte Wandler beschafft und die Power-Bank zeigte auch nach drei Stun-

den Betrieb noch volle Kapazität an – genauere ist ihre Anzeige einfach nicht.

Die nächste Hürde auf dem Weg zum Push+-Teleskop ist das richtige Smartphone oder Tablet: Mit einem iPhone jedenfalls lässt sich keine Bluetooth-Verbindung herstellen und von der 2017 noch angekündigten Version für Apples wenig verbindungsfreudige Geräte ist im Herbst 2018 noch nichts in Sicht. Für den Praxis-Check sollte daher ein kleines Netbook herhalten. Da es in der 13 Seiten starken Anleitung ausführlich beschrieben wird, kam als Software das kostenlose Cartes du Ciel zum Einsatz.

Bevor die Beobachtung starten kann, müssen Montierung und Software einander kennenlernen. Cartes du Ciel benötigt dazu eine Initialposition mit dem Teleskop in der Waagerechten oder Senkrechten und zwei Sternpositionen als Stützpunkte, um die Ausrichtung bzw. Aufstellung des Teleskops zu erkennen.

## ★ BEWERTUNG

- + + Leichte und kompakte Push+ Montierung
- + Stärken von Goto und Dobson vereint
- Niedrige Einblickhöhe
- Beschränkung auf kurze Teleskope
- Kein Griff
- Keine Bluetooth-Kopplung an iOS-Geräte

Die Push+ Mini erwies sich dabei als recht anspruchsvoll, was das exakte Einhalten der Prozedur angeht. So muss die Montierung zunächst anhand der Eichmarken in Azimut und Höhe eingestellt sein und darf erst dann mit Strom versorgt werden. Nach der Bluetooth-Einrichtung, die zum Glück nur einmal nötig ist, müssen in Cartes du Ciel die korrekten Parameter eingestellt werden. Bei der Push+ Mini handelt es sich um eine zum Intelliscope-Protokoll kompatible Montierung mit einer Encoder-Einstellung von 360.000 Schritten pro Umdrehung. Die notwendigen Einstellungen gibt die englische Bedienungsanleitung bebildert wieder. Hält man sich nicht genau an diese Prozedur, geht die Einstellung daneben und das Programm leitet das Teleskop in völlig falsche Richtungen. Beispielsweise muss man wirklich in Grundeinstellung den Strom einstecken und darf auch nicht nach einmal erfolgter Kontaktaufnahme die Bluetooth-Verbindung lösen und wiederherstellen. Die Folge waren jedes Mal falsche Encoder-Werte und plötzlich Sprünge des Fadenkreuzes, das auf der digitalen Karte die Blickrichtung des Teleskops markiert. Hält man die Prozedur hingegen ein, dann positioniert die Montierung in Kombination mit der Software gut. Es empfiehlt sich aber, einen Stern in grober Nähe zum Wunschobjekt für das Alignment hinzuzunehmen. Auf Hamal im Sternbild Widder und Eta Tauri in den Plejaden geeicht, lassen sich zwar M31, M33 und auch Uranus genau einstellen, aber der kleine Hantelnebel M76 in großem Abstand dazu wurde weiträumig verfehlt, bis Capella als weitere Stützstelle hinzukam.

Das ist allerdings eindeutig Sache der App oder Software und Cartes du Ciel wirkt alles andere als bequem und vollendet. Die Encoder der Push+ Mini erwiesen sich dagegen als erfreulich unkompliziert. Mit der etwas schwergängigen Rutschkupplung kam es häufig zu kleinen Rucklern beim Positionieren und Nachführen, ohne dass dabei den Encodern

S. Wienstein



▲ Abb. 5: Die offene Spiegelrückseite fördert die Auskühlung, Rändel erlauben die Feinjustage ohne Werkzeug.



▲ Abb. 6: Der Okularauszug ragt eingefahren massiv in den Strahlengang.

die Position des Teleskops verloren ging. Auch nach dem großen Schwenk auf M76 und wieder zurück kam M33 genau ins Bild. Wären den Encodern hier Schritte verloren gegangen, wäre es zu Abweichungen gekommen.

Die Montierung ist bezüglich der Tragfähigkeit dem 150/750 durchaus gewachsen, erweist sich aber bei hoher Vergrößerung als zittrig. Um den untergestellten Tisch als Ursache auszuschließen, gab es einen Test auf den Knien - mit untergelegter Isomatte. Das Zittern blieb bestehen und kein Zweifel: Mit dem Newton ist der Einblick zu niedrig, um bequem beobachten zu können. Auf einen normalen Tisch gestellt, kann man das Okular nur von einer Seite und somit nur für eine Beobachtungsrichtung erreichen, da sonst die

Tischplatte im Weg ist. Ein kleinerer Tisch hingegen ist mit dem Gesamtgewicht schon angesichts des Verhältnisses zwischen Grundfläche und Höhe eher überfordert. Alternativ mag man an Cassegrain-Optiken denken. Die erwähnte Bierkiste ist dafür aber aufgrund des rückwärtigen Einblicks zu niedrig und auch dann scheinen mir 150mm Öffnung als das maximal Zumutbare.

### Fazit

Für sich genommen war jede Komponente der Kombination Omegon Push+ Mini und Skywatcher N 150/750 etwas überzeugender als ihre Kombination. Ein Pluspunkt des 6-Zoll-Newtons ist die Möglichkeit, Haupt-

und Fangspiegel sowie den Okularauszug auf die optische Achse justieren zu können. Verarbeitung und Ausstattung sind in Ordnung. Das zu tief in den Strahlengang ragende Auszug-Rohr ist zu bemängeln. Die dadurch erzeugten Beugungserscheinungen wird man als Fotograf nicht wirklich hinnehmen und visuell hat man trotz 31% Obstruktion nicht einmal eine gute Ausleuchtung, da die Fokalebene so unüberlegt hoch über dem Tubus liegt. Ansonsten zeigte sich die Optik als ordentlicher Sechszöller.

Die Push+ Mini hatte als größtes Manko die unglücklich niedrige Einblickhöhe. Sie ist auf kurze Teleskope limitiert, mit dem getesteten Gerät ausgelastet und nicht ohne Hilfsmittel in die Balance zu bringen. Der fehlende Griff macht die Push+ Mini bei eigentlich recht annehmbarem Gewicht unnötig sperrig. Es kostet Überwindung, die Teleskopschiene als Griff zu mißbrauchen. Die zuverlässige Funktion der Encoder ist ein Pluspunkt, ebenso die gut gebildete, englischsprachige Anleitung. Wer Konfiguration und Bluetooth-Anbindung lieber auf deutsch erlernen möchte, kann aber die deutsche Anleitung der großen Push+ verwenden: Die digitale Technik beider Montierungen arbeitet offenbar exakt gleich. Mit einem Listenpreis von 249€ ist die Push+ Mini etwas günstiger als die große Push+. Das Paket mit dem Skywatcher N 150/750 ist für einen Listenpreis von 549€ zu haben.

► Sven Wienstein

### STELLUNGNAHME DES HERSTELLERS

Danke für den Vorschlag eines Handgriffes, das ist eine gute Idee. Der Test spricht weiter von einer unpraktischen Einblickhöhe, wir empfinden das kompakte Design aber als klare Stärke: Charakteristisch für »TableTop«-Teleskope sind eben eine niedrige Höhe und ein geringes Gewicht. Das Push+ Mini wurde als Android-Version geliefert. Das Smartphone ergänzt die Beobachtung perfekt und es entsteht ein neues Gefühl, in den Himmel einzutauchen. Ein PC sollte unserer Meinung nur als Notlösung gesehen werden und wir hätten dem Tester auf Nachfrage gerne ein Android-Smartphone zur Verfügung gestellt. Die Reibung des Höhenlagers kann durch Anziehen der seitlichen Kontermutter eingestellt werden.  
*Pedro Pereira, Produktentwickler bei Omegon*

# VIER VERFLIXTE FEHLER

## **Auflösung:** Das waren die vier Fehler aus Heft 17

*Der Ringnebel war nicht der erste entdeckte Planetarische Nebel, das war der Hantelnebel. Man kennt zudem inzwischen rund 1500 Objekte dieser Art und sie existieren nur für rund zehntausend Jahre. Gold gelangt durch die Nebel nicht in das interstellare Medium. Zur Entstehung von Gold bedarf es energiereicherer Prozesse, wie beispielsweise einer Supernova-Explosion.*

## **Die Gewinner des Rätsels aus Abenteuer Astronomie 17 sind:**

*Ilse Blümel, Obertraubling  
Nick Klingler, Oerlingen  
Hans-Peter Fuhrmann, Buchloe*

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



► Abb. 1: Mit Filtern kann die Sichtbarkeit zahlreicher Himmelsobjekte deutlich verbessert werden.

# FILTER IM SCHNELLEN WECHSEL

## Verschiedene Filter unkompliziert in einer Beobachtungsnacht verwenden

Mit einem Filter gelingen Beobachtungen oft noch deutlich besser. Bei jedem Amateur sammelt sich im Laufe der Jahre schnell eine beachtliche Anzahl vom Filtern an. Für den schnellen Wechsel der Filter im Betrieb gibt es sinnvolle Hilfsmittel.

Es gibt heute Filter für die Mondbeobachtung, die die Menge des durchgelassenen Lichts reduzieren und dadurch bei zu hellem Bild für eine deutliche Kontraststeigerung sorgen. Es gibt Filter, die bevorzugt (aber nicht nur) bestimmte Bereiche des sichtbaren Lichtes durchlassen. Hier findet man Gelbfilter sowie Rot-, Grün- und Blaufilter in unterschiedlichen optischen Dichten, die speziell bei Planetenbeobachtung Details auf der Oberfläche hervorheben können. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Filter, die die Sichtbarkeit von Deep-Sky-Objekten auch unter dem hellen Stadthimmel verbessern, indem sie speziell die Wellenlängen des künstlichen Lichtes der Städte (z.B. Quecksilber- und Natri-

um-Dampflampen) blockieren. Es gibt Filter, die nur einen Teil des sichtbaren Spektrums (Rot, Grün oder Blau) und andere, die nur eng begrenzte Wellenlängenbereiche passieren lassen und damit die Sichtbarkeit von Emissionsnebeln, die genau in diesen Bereichen Licht aussenden, dramatisch verbessern können.

### Komplizierter Wechsel im Dunkeln

Einen Filter zu verwenden ist recht einfach. Praktisch jedes Okular in den Standardmaßen 1,25 Zoll und 2 Zoll hat an seiner Steckhülse ein Innengewinde und praktisch jeder Filter in der entsprechen-



**Peters**  
Problemlöser



**Peter M. Oden**

ist Physiker und seit seiner Jugend Hobbyastronom. Als Vorstand der Bonner Volksternwarte, Autor und Blogger ist er mit allen Problemen und Problemchen des Hobbys Astronomie bestens vertraut.

P. Oden



▲ Abb. 2: Im Laufe der Jahre sammeln sich Filter über Filter an.

den Größe hat ein Außengewinde in genau diesem Maß, so dass er ganz leicht in das Okular geschraubt werden kann.

Schwierig wird es dann nur im Dunkeln während der Beobachtung: Da möchte man vielleicht den verschraubten UHC-Filter gegen einen [OIII]-Filter austauschen, um den Cirrus-Nebel besser beobachten zu können. Dann fängt man an, im Dunkeln das Okular herauszunehmen, schraubt den Filter ab, legt ihn irgendwo ab, legt das Okular ab, tastet herum, um den neuen Filter zu finden, wurstelt ihn aus der Filterdose, sucht im Dunkeln wieder das Okular, versucht den Filter in das Okular zu schrauben, wobei er sich vielleicht noch verkantet und so fort... Jeder kennt wohl diese Probleme zu Genüge.

### Wechsel mit dem Rad...

Da man selbst bei einer großen vorhandenen Filterauswahl im Laufe einer Beobachtungsnacht selten mehr als drei bis fünf verschiedene Filter nutzt, wäre es doch schön, diese im Sinne einer Schnellwechsellösung zur Verfügung zu haben. Glücklicherweise bietet der astronomische Zubehörhandel auch hier sinnvolle und praktikable Lösungen.

Für die visuelle Beobachtung gibt es verschiedene, aber in der Wirkung prinzipiell gleiche Lösungen. Da sind zum einen die Filterräder zu nennen. Dies sind Bauelemente, in die sich üblicherweise fünf verschiedene Filter gleichzeitig auf einer Drehscheibe einschrauben lassen. Die Drehscheibe mit den Filtern befindet sich in einem weitgehend gekapselten Gehäuse, so dass auch die aktuell nicht genutzten Filter nicht verstauben können. An einer Stelle verfügen diese Filterräder über zwei Öffnungen, in die Adapter für die Teleskopseite und die Okularseite eingeschraubt werden können, um sie in den Strahlengang des Teleskops einzubringen. An der Seite verfügen sie über eine kleine Öffnung, an der die Drehscheibe einfach verstellt werden kann, um den aktuell genutzten Filter zu wechseln. Diese Scheibe ist geriffelt, so dass sie auch mit Handschuhen bequem bedient werden kann. Die Gehäuse sind lichtdicht, damit kein seitliches Streulicht einfallen kann. Und die einzelnen Positionen sind an der Drehscheibe nummeriert, so dass man auch bei Minimallicht die gewünschte Position schnell findet.

Der Einbau der Filter (vorab im Hellen) kann in wenigen Minuten vollzogen werden, der Wechsel im Dunkeln geschieht dann inner-

halb von Sekunden. Ein Nachteil dieser Lösung ist, dass das Filterrad einiges an zusätzlichem Fokusweg benötigt (in einer 2-Zoll-Ausführung durchaus 80mm) und dass ein erhebliches zusätzliches Gewicht am Okularauszug anliegt (in einer bestückten 2-Zoll-Ausführung kann dies mehr als ein halbes Kilogramm sein). Für den Einsatz mit Kameras für die Astrofotografie gibt es diese Filterräder sogar mit einem zusätzlich verbauten Motor, der ferngesteuert per Software das für die einzelnen Aufnahmen gewünschte Filterrad in den Strahlengang dreht.

### ...oder mit der Schublade

Eine kleinere und ebenfalls sehr komfortable Lösung sind sogenannte Filterschubladen, die ebenfalls fest in den Strahlengang eingebaut werden. Sie tragen deutlich weniger auf und bringen kaum zusätzliches Gewicht auf die Waage. Der Filterwechsel erfolgt hier durch den Wechsel der Filterschubladen, in die die Filter ebenfalls fest eingeschraubt sind, so dass sie auch beim Wechsel nicht herausfallen können.

Der Filterwechsel ist etwas umständlicher als beim Filterrad, da auch hier im Dunkeln die Filterschubladen gewechselt werden müssen, aber dennoch viel einfacher als beim manuellen Wechsel mit Verschrauben der Filter am Okular. Filterschubladen gibt es ebenfalls in Ausführungen für 1,25 Zoll und 2 Zoll und darüber hinaus sogar für ungefasste Filterscheiben. Auch damit vollzieht sich der Filterwechsel in Sekunden und ein Vergleich der Sichtbarkeit des Objektes mit und ohne Filter kann ganz schnell und einfach durchgeführt werden.

Ein zusätzlicher Vorteil beider Lösungen liegt darin, dass hier die Filter deutlich weiter vom internen Fokuspunkt des Teleskops weg liegen als bei einem Verschrauben im Okular und sich somit Staub auf den Filtern praktisch nicht mehr bemerkbar machen kann.

► Peter Oden

P. Oden



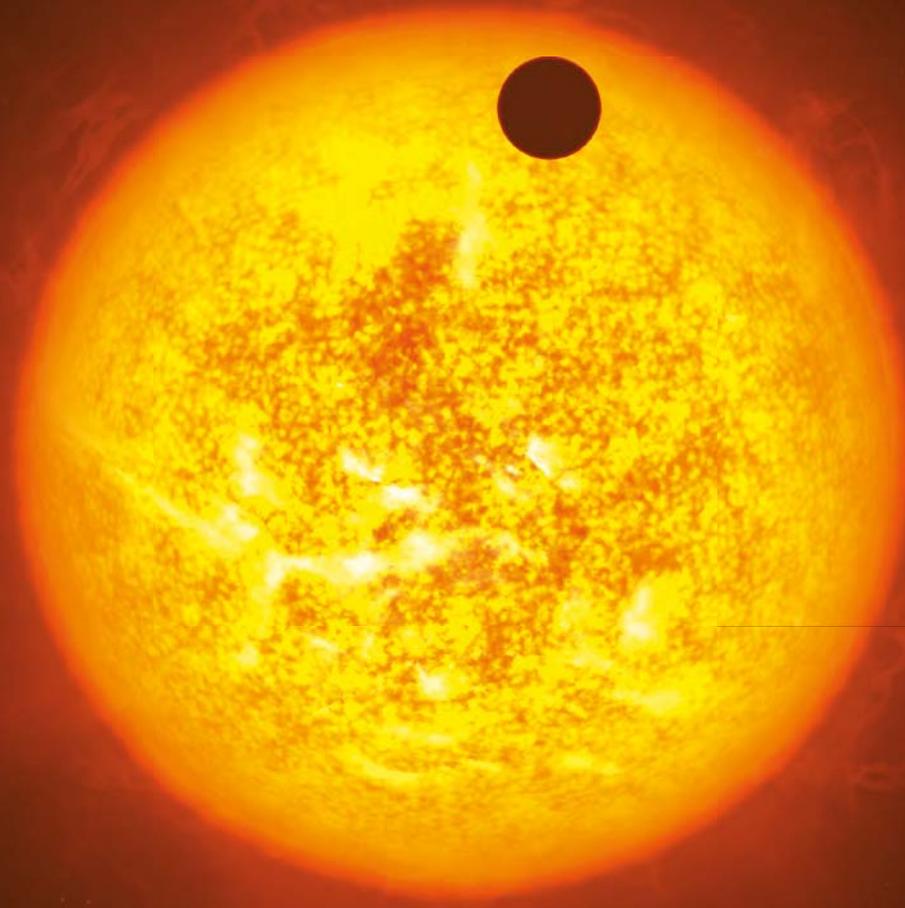
▲ Abb. 4: Filterschubladen verbaut an einem Zenit-Prisma und einem Canon-EOS-Adapter (die Rändelräder dienen zur Arretierung der Schublade) sowie eine eigentliche Filterschublade (hier dient das Rändelrad als Schubladengriff).

P. Oden

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

# FOTOGRAFISCHER NACHWEIS VON EXOPLANETEN

## So gelingt die Beobachtung der Lichtkurven von Transitplaneten



ESO/L. Calçada/Künstler

Planetenfotografie muss nicht an den Grenzen unseres Sonnensystems enden: Die Suche nach Welten um andere Sonnen hat in den vergangenen rund 20 Jahren zur Entdeckung mehrerer tausend extrasolarer Planeten geführt. Einige dieser »Exoplaneten« lassen sich schon mit durchschnittlichen Amateurlinienteleskopen relativ einfach fotografisch nachweisen.

Für den Nachweis von Exoplaneten durch Amateure bietet sich dabei die sogenannte Transitmethode an: Wird bereits vor der Bedeckung eines Sterns durch seinen Exoplaneten damit begonnen, die Helligkeit des Sterns kontinuierlich mit einer an das Teleskop adaptierten Kamera aufzuzeichnen, so zeigt sich bei der Datenauswertung später in der entstehenden Kurve der Sternhelligkeit eine Verringerung durch den Transit des Exoplaneten vor dem Stern. Am Ende des Transits nimmt die Helligkeit dann wieder zu.

### Das richtige Equipment

Oft kann das für die Fotografie der Planeten unseres Sonnensystems vorhandene Equipment auch für den fotografischen Nachweis von Exoplaneten eingesetzt werden. Zum Nachweis von Exoplaneten haben sich Schmidt-Cassegrain-Teleskope mit 200mm bis 400mm Öffnung bewährt, da diese Teleskope nicht nur eine große Öffnung bieten, sondern auch, da sie in der Regel in einer Gabelmontierung betrieben werden, so dass der Vorteil dieses Montierungstyps genutzt werden kann: Die Beobachtung ei-

nes Exoplanetentransits sollte bei möglichst hohem Stand des Sterns über dem Horizont erfolgen und zieht sich meist über mehrere Stunden hin. Bei parallaktisch-montierten Teleskopen wird daher meist ein Umschlagen der Montierung notwendig, das mit einer Neuausrichtung des Teleskops, ggf. einer Neuausrichtung der Kamera und einem Neustart des Guiders verbunden ist. Dies ist nicht nur eine unschöne Unterbrechung, sondern führt in der Regel auch dazu, dass die Aufnahmedaten einiger Minuten während des Transits fehlen. Hier haben die in Gabelmontierungen auf einer Polhöhen-



▲ Abb. 2: Für den fotografischen Nachweis eines Exoplaneten eignen sich gekühlte CCD-Kameras an Schmidt-Cassegrain-Teleskopen mit 200mm Öffnung sehr gut; wobei der Nachweis auch mit anderen Teleskoptypen möglich ist – es gibt auch erfolgreiche Exoplanetennachweise, die mit 60mm-Refraktoren gelungen sind.

wiege montierten SC-Teleskope den Vorteil, dass die Beobachtung des Transits nahtlos ohne Unterbrechung erfolgen kann.

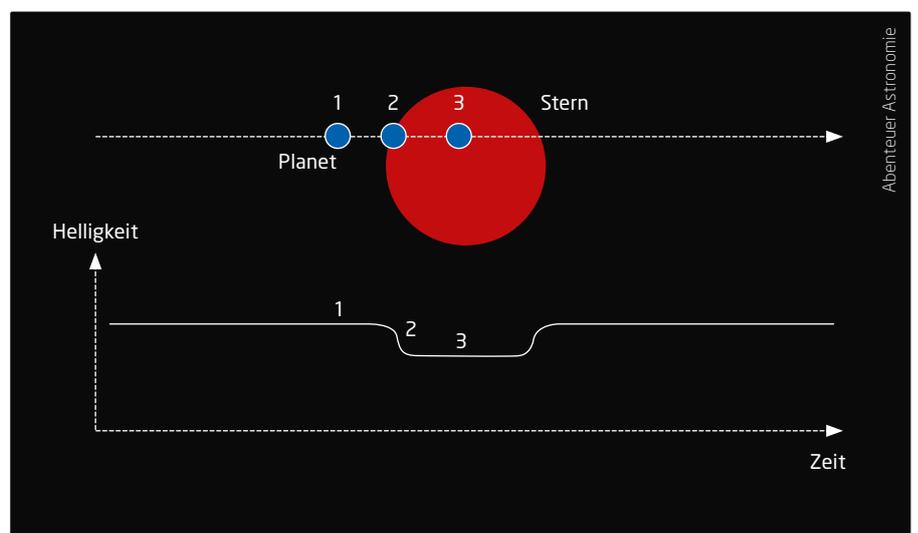
Die Öffnung des verwendeten Teleskops hat natürlich Einfluss auf die Anzahl der beobachtbaren Exoplaneten: Mit den 200mm Öffnung einer klassischen SCT-Optik lassen sich gut Transits von bekannten Exoplaneten bei Sternen bis zur 12. bis 14. Größenklasse nachweisen (wobei der Nachweis umso leichter fällt, je größer die Helligkeitsschwankung ist, die der Transitplanet verursacht). Transite an lichtschwächere Sterne erfordern größere Teleskopöffnungen. Eine Nachführkontrolle (Auto-Guiding) der Montierung während des Transits ist unerlässlich, um sicherzustellen, dass der beobachtete Stern während der gesamten mehrstündigen Beobachtungszeit auf dem Chip der CCD-Kamera gehalten wird.

Als Kamera sollte eine gekühlte CCD-Kamera verwendet werden. Bei der Größe des Aufnahmechips der Kamera ist darauf zu achten, dass im Bildfeld neben dem Transitstern noch weitere – etwa gleichhelle – Sterne abgebildet werden können, da diese später bei der Bildauswertung als Referenzsterne hilfreich sind.

### Auswahl des Exoplaneten

Welche Exoplaneten-Transits sich zur Beobachtung anbieten, hängt neben dem verwendeten Teleskop vor allem vom Standort des Beobachters und natürlich ganz wesentlich von der Länge der Nacht ab – daher

eignen sich lange Winternächte eher dazu, einen mehrstündigen Transit zu dokumentieren, als kurze Sommernächte, bei denen Anfang oder Ende eines Transits ggf. in die Dämmerung fallen. Bei der Auswahl des zu dokumentierenden Transits hilft das Internet: In der von tschechischen Astronomen



▲ Abb. 3: Die Transitmethode ist sicherlich die einfachste Methode, um mit Amateurmitteln einen Exoplaneten nachzuweisen: Während seiner Wanderung vor dem Stern blockiert der Exoplanet dessen Licht, so dass sich in den kontinuierlichen Helligkeitsmessungen eine entsprechende Verdunkelung nachweisen lässt.

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



▲ Abb. 4: Da sich die Beobachtung eines Transits über mehrere Stunden hinziehen kann und sich der Stand des beobachteten Sterns über dem Horizont deutlich ändert, kann es hilfreich sein, einen Exoplaneten-Filter einzusetzen, der den Einfluss des Horizontdunstes auf die aufgezeichneten Bilder reduziert.



▲ Abb. 5: Der Exoplanet HD189733b ist ein geeigneter Kandidat für den Einstieg in die Exoplaneten-Beobachtung, auch da der Stern, den der Exoplanet umkreist, sich durch seine Nähe zum bekannten Hantelnebel (M27) leicht finden lässt.

betriebenen »Exoplanet Transit Database« können nach Eingabe des Beobachtungsortes unter dem Menüpunkt »Transit predictions« tagesaktuelle Listen von Transits bekannter Exoplaneten für die kommenden Tage erstellt werden.

Bei der Auswahl eines zu beobachtenden Transits ist neben der Helligkeit des Sterns vor allem die zu erwartende Verdunkelung zu berücksichtigen: Für Anfänger bie-

ten sich Exoplaneten-Transits an, die einen Helligkeitsabfall von mind. 0<sup>m</sup>02 verursachen und bei Sternen bis zur 10. Größenklasse zu beobachten sind. Kurze Transitzeiten vereinfachen zudem die Beobachtung und führen schnell zu sichtbaren Ergebnissen und Erfolgserlebnissen.

Bei der Auswahl eines Transits sollte darüber hinaus darauf geachtet werden, dass sowohl Beginn als auch Ende des Transits hoch

über dem Horizont sichtbar sind – eine Transitbeobachtung im Zenit ist meist einfacher und vielversprechender als eine Beobachtung in Horizontnähe.

Ein sehr guter Kandidat für den Einstieg in die Exoplaneten-Beobachtung ist beispielsweise der Exoplanet HD 189733b: Ein Umlauf des Exoplaneten HD 189733b dauert nur 2,22 Tage (53 Stunden) und führt zu einer beobachtbaren Verdunkelung von etwa

## Astro-Hacks: Billig-PushTo für den Dobson

Die reine Lehre für uns »Dobsonians« ist natürlich Starhopping. Aber bei sehr großen »Hops« oder lichtschwachen Objekten wüsste man manchmal doch gerne, ob man richtig liegt. Dazu könnte man den Dobson mit digitalen Teilkreisen und einer GoTo- oder PushTo-Lösung ausstatten. Das wäre zwar optimal, aber es geht auch sehr viel billiger: Dazu benötigt man lediglich ein am Tubus angebrachtes Winkelmessgerät für die Höhe und einen Kompass für das Azimut. Man nehme einen simplen Kartenkompass, also ohne Visier oder Spiegel, aber mit einer drehbaren Lünette. Die Einteilung muss in Bogengrad und nicht in Stunden sein; Flüssigkeitslagerung empfohlen. So ein Kompass muss nicht mehr als 20€ zu kosten. Auf der Rockerbox bringt man parallel zum Tubus eine Halterung für den Kompass an. Ich nahm zwei Lineale, die ich mit Posterstrips befestigt habe. Das Ganze funktioniert nun denkbar einfach:

Die aktuellen Werte für das jeweilige »Objekt der Begierde« entnimmt man einer Astro-App. Dann stellt man das gewünschte Azimut auf der Lünette ein, legt den Kompass in die Führungsschienen und schwenkt den Dobson, bis die Kompassrose oder -nadel parallel zur Lünette steht – fertig. Aber Achtung: Erstens weicht der magnetische Norden ortsabhängig vom geographischen Norden ab, zweitens besteht der Tubus einiger Dobsons aus Stahlblech, was eine Ablenkung verursachen kann. Diese geht aber gegen null, wenn man den Tubus durch Horizontalstellung kurzzeitig vom Kompass weg bewegt. Wer will, kann das anhand eines nahegelegenen Leitsterns kontrollieren.

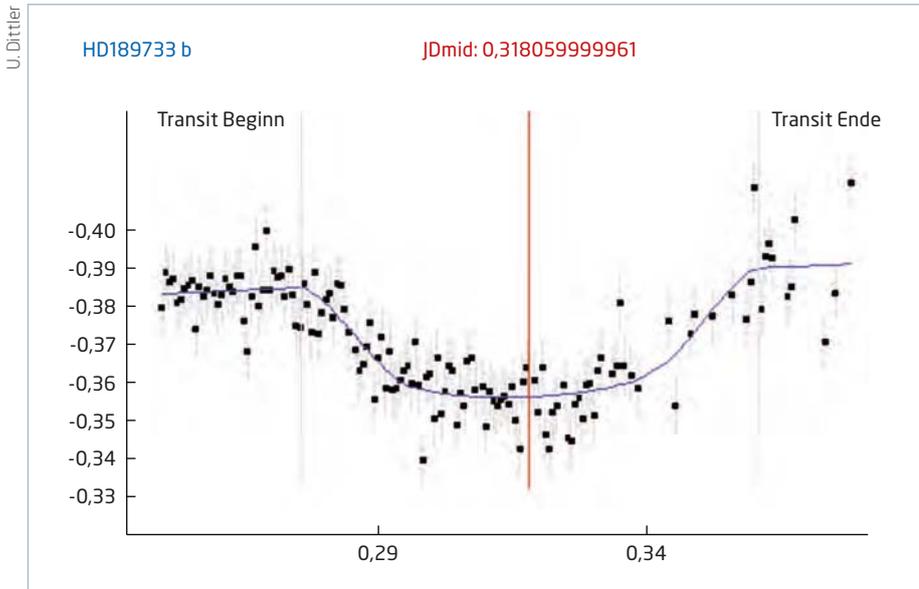
Die Genauigkeit beträgt etwa 0,5 bis 1 Grad – mehr als genug für visuelles Beobachten. Fast noch das Schönste daran: Einnorden überflüssig! Und jetzt viel Spaß mit der »PushTo-Navigation on a Shoestring«.

► Jan Willem Robert



▲ Abb. 1: Winkelmesser, Kompass und zwei Lineale: Fertig ist das Billig-PushTo.

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



▲ Abb. 6: In der Datenauswertung der Lichtkurve des Exoplaneten HD189733b zeigt sich die typische »Delle«, die der am Stern vorbeiziehende Exoplanet durch die teilweise Bedeckung des Sterns verursacht. Die hier ausgewerteten Daten wurden an einem Celestron C8 mit einer Kamera von Typ Sbig STL-11000 aufgenommen.

2,5%, wobei der Transit des Planeten vor seinem Stern insgesamt nur 109 Minuten dauert. Die große Helligkeit des Sterns ( $7^m 67$ ), die schnelle Umlaufzeit des extrasolaren Planeten HD 189733b und die relativ große Verdunkelung machen HD 189733b zu einer sehr guten Wahl, wenn es um den Einstieg in die Exoplanetenbeobachtung geht. Das Aufsuchen von HD 189733b und seinem Mutterstern HD 189733 wird durch deren unmit-

telbare Nachbarschaft zu dem bekannten Hantelnebel M 27 vereinfacht.

### Durchführung der nächtlichen Aufnahmen

Nach dem Aufsuchen des Sterns, dessen Positionierung zentral auf dem Aufnahmechip und dem Starten des Autoguiders kann der Stern des Exoplaneten kontinuierlich fotogra-

← INTERAKTIV

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

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

👉 SURFTIPPS

- Exoplanet Transit Database

🔗 **Kurzlink:** [oc1m.de/a18067](https://oc1m.de/a18067)

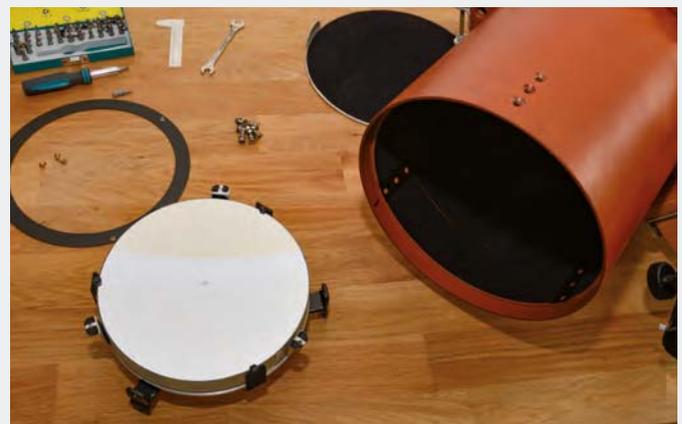
## Teleskop-Tuning: Warum Teleskop-Tuning?

Teleskop-Tuning sollte mehr sein als eine Art Wettkampf – auch wenn dies manche Sternfreunde vielleicht so sehen. Es kann daher nicht schaden, sich einmal die Grenzen des Teleskop-Tunings vor Augen zu führen. Denn letztendlich wird man auch mit allen Tricks nicht erreichen, dass ein brauchbar konstruiertes Teleskop mit 20% mehr Öffnungsdurchmesser schlechter abschneiden würde als das aufwendig optimierte Instrument. Diese Aussicht stört ohnehin jene Sternfreunde nicht, die im Herzen auch Bastler sind und sich verregnete Neumondwochenenden damit vertreiben. Die Zielvorstellung »Wunderteleskop« sollte man sich aber aus dem Kopf schlagen.

Ein durchaus erreichbares Ziel hingegen ist die Anerkennung anderer Sternfreunde, denn es lässt sich schon bemerken, ob eine Optik im Rahmen ihrer Öffnung am denkbaren Maximum ist, oder ob man durch erkennbare

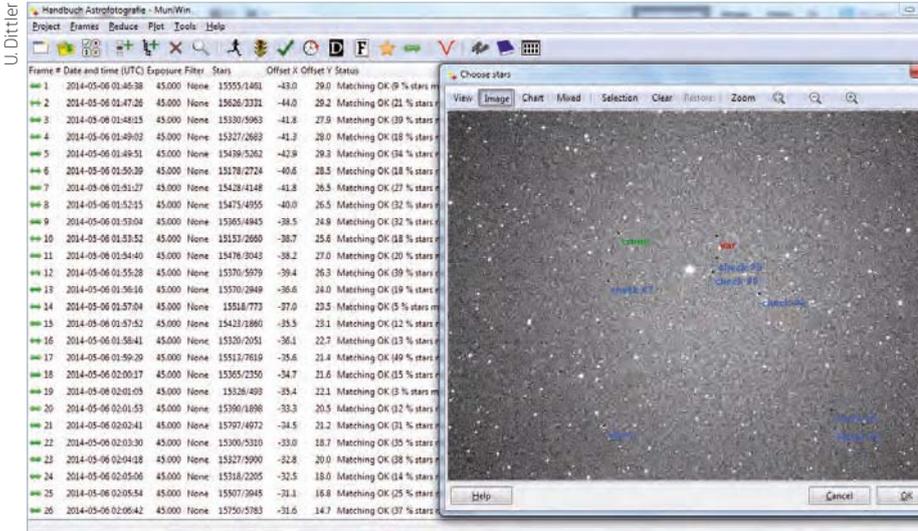
Schwächen Nachteile bei der Beobachtung hat. Das macht nach einigen Jahren Beobachtung auch eine gewisse Freude aus: die Beobachtung mit einem schön abbildenden Teleskop, gleich welcher Öffnung. Solche Beobachtungen, wie auch die dazu gehörenden Geräte, merkt man sich und nicht selten stellen Beobachter-

gruppen fest, dass derartige Teleskope mit der Zeit im wahrsten Wortsinne zu Namen und Ansehen gekommen sind. Insofern kann man das Tuning auch als eine Hommage an eine gute Optik sehen: Man gönnt es dem Gerät,



▲ Abb. 1: Alles auseinandernehmen und nachher neu justieren – wozu das Ganze?

eine Abbildung zu liefern, an der man sich bei jeder Beobachtung aufs Neue erfreuen kann. Es macht dann nichts, dass vielleicht sogar im eigenen Schrank auch eine größere Öffnung verfügbar gewesen wäre. ▶ Sven Wienstein



▲ Abb. 7: Die Einzelaufnahmen wurden in Muniwin eingelese. In diesem Prozessschritt wurden der Mutterstern des Exoplaneten sowie verschiedene Vergleichsterne markiert.

fiert werden, wobei es sich als hilfreich erwiesen hat, die Sternabbildung etwas zu defokussieren (so dass sich das Sternlicht auf mehrere Pixel verteilt) und darauf zu achten, dass die maximale Sättigung der Sternabbildung etwa 70–75% beträgt, um den Einfluss des Rauschens zu vermindern und ein Ausbrennen der Pixel zu vermeiden.

Zur Auswertung der gewonnenen Daten bieten sich verschiedene Software-Lösungen an, viele davon wurden ursprünglich für den Nachweis veränderlicher Sterne entwickelt und sind daher heute entsprechend ausgereift. Im Folgenden wird die Bildverarbeitung mithilfe des Programms »Muniwin« beschrieben.

Zunächst sind die Bilder aufeinander auszurichten, um fehlende Exaktheit in der Nachführung auszugleichen. Für die photometrische Bearbeitung ist nicht nur der Mutterstern des Exoplaneten zu markieren,

sondern zusätzlich ein – möglichst gleichheller – Vergleichssterne sowie ein oder mehrere Check-Sterne, die von der Software ebenfalls zur Berechnung der Helligkeitsentwicklung herangezogen werden. Die Darstellung der in den Aufnahmen gefundenen Helligkeitsschwankungen erfolgt dann in einer anschaulichen grafischen Kurve des Helligkeitsverlaufs.

### Die einzelnen Schritte der Bildverarbeitung

Nach dem Anlegen eines neuen Projektes zur Erstellung einer Lichtkurve können die Aufnahmen der Aufnahmeserie in Muniwin importiert werden, der zusätzliche Import von Flatfield- und Dunkelbildern ermöglicht dann die automatisierte Korrektur aller Rohaufnahmen der Serie. Nach der anschließenden Auswahl des Mutter-

stern und der Vergleichs- bzw. Prüfsterne kann die photometrische Auswertung der Aufnahmen gestartet werden. Im Ergebnis berechnet Muniwin nicht nur den Helligkeitsverlauf des Transitsterns im Vergleich zum Vergleichssterne, sondern die Helligkeitsunterschiede zwischen allen markierten Sternen (Transitstern, Vergleichssterne und Checksterne). Dies hat den Vorteil, dass man sich sehr schnell einen Überblick über die Qualität der Aufnahmen und der gewählten Vergleichssterne verschaffen kann, da die Helligkeitsunterschiede zwischen den Checksternen eine gerade Linie (und keine Kurve) ergeben sollten, da die Helligkeit dieser Sterne ja während der Aufnahmeserie unverändert geblieben sein sollte.

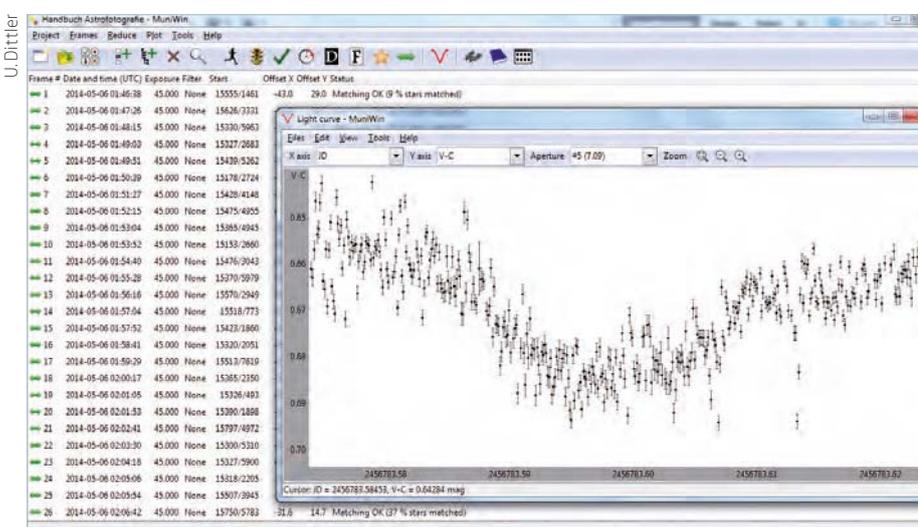
Ein klassisches Speichern des Ergebnisbildes und die sonst für Astrofotos übliche Anpassung von Kontrast und Tonwertumfang entfallen, da das wesentliche Ergebnis von Muniwin nach der Datenanalyse eine zunächst unscheinbare Textdatei der Analyseergebnisse ist.

Diese Analysedaten eines Exoplaneten-Transits können der Exoplanet Transit Database zur Verfügung gestellt werden, um so dazu beizutragen, die Umlaufzeiten des beobachteten Exponenten exakter zu berechnen. Darüber hinaus entsteht dort so eine Sammlung an Beobachtungsdokumentationen, die auch zeigen, welche Leistungen mit welcher Ausrüstung möglich sind. Nach dem Upload der Analyseergebnisse und deren Prüfung durch Astronomen der Exoplanet Transit Database erstellen diese eine Grafik, die den Verlauf des dokumentierten Exoplanetentransits anschaulich visualisiert.

### Fazit

Der Nachweis von extrasolaren Planeten ist sicherlich noch ein Randbereich der Amateurastronomie – dennoch besitzen viele Amateure schon das zum Exoplaneten-Nachweis notwendige Equipment. Der Nachweis von Exoplaneten ist zudem ein Bereich der Astronomie, bei dem derzeit auch Amateure noch ihren Beitrag zur Forschung liefern können – auch wenn die Entdeckung von Exoplaneten sicherlich durch Amateure immer schwieriger wird, können sie mit der Vermessung von bekannten Exoplaneten noch Daten beitragen, um die einzelnen Exoplaneten zukünftig besser verstehen und Transits vorhersagen zu können.

► Ulrich Dittler



▲ Abb. 8: Als Ergebnis der Analyse errechnet Muniwin eine grafische Darstellung des Helligkeitsverlaufs des durch den Exoplanetentransit verdunkelten Stern (deutlich ist das Absinken der Helligkeit in der Mitte der Kurve zu sehen).



# NESTHÄKCHEN MIT 76°

## Baaders Morpheus 17,5mm Ultraweitwinkel im Praxis-Check

Als vorerst letztes Okular der neuen Baader Morpheus-Reihe ist seit dem Sommer auch die Brennweite 17,5mm lieferbar. Es benötigte etwas Zeit, um das von vielen sogar schon vorbestellte Okular mit der nötigen Sorgfalt fertigzustellen. Das Ergebnis bezeichnet Baader als das beste Okular der ganzen Reihe. Im Praxis-Check haben wir es auf die Probe gestellt.



S. Wienstein

▲ Abb. 1: Baader liefert die Morpheus Okulare mit umfangreichem Zubehör.

Das 17,5mm ist die derzeit längste Brennweite der 76° Okular-Reihe. Alle Okulare der Reihe sind brillentauglich mit leicht variierenden Augenabständen. Das 17,5mm ist mit erfreulichen 23mm Augenabstand der Spitzenreiter. Alle Brennweiten sind 1¼-Zoll-Okulare, können aber auch in 2-Zoll-Steckhülsen geklemmt werden, solange die dann tief ins Teleskop ragende 1¼-Zoll-Hülse nirgends aufsetzt. Schon die Eckdaten verraten, dass Baader ein neues Optikdesign aus acht Linsen in fünf Gruppen entwickelt hat.

### Großzügiges Zubehör

Die Okulare sind großzügig mit Zubehör ausgestattet. Neben einer umfangrei-

chen Anleitung erhält man eine Gürteltasche, eine alternative Augenmuschel mit seitlicher Fahne gegen Störlicht sowie Kappen für jeweils ein- und ausgeklappte Augenmuscheln. Für das integrierte M43-Gewinde gibt es eine Verlängerung und den »Brennweiten-Clip«. Das ist eine kleine Metallspange, die man an der Gürteltasche befestigen kann. Indem man kleine Metallzungen verbiegt, schafft man eine »ertastbare Kodierung«, so dass man im Dunkeln die Tasche mit der gewünschten Brennweite erfühlen kann. Die Pappschachtel ist mit passend zugeschnittenem Moosgummi ausgelegt und etwas eigenwillig. Ihr Deckel springt gern auf und daher wird sie mit einem Streifen verschlossen. Falls man im Eifer des Auspackens das Streifenband einfach zerrei-

liegt ein Ersatz bei. In der Praxis dürfte die Schachtel aber eher den Schrank hüten, da sie zu anfällig gegenüber Tau ist.

### Leichter als erwartet

Nimmt man das Okular zur Hand, ist es mit 310g vielleicht etwas leichter als erwartet. Verpackt ist es 112mm lang und hat 56mm Durchmesser, so dass auch binokulare Beobachtung möglich ist. Das Muster der griffigen Gummiermierung und die anstelle von Sicherungsnuten angebrachten Rillen an den Klemmflächen sorgen für ein ungewöhnliches Aussehen. Die phosphoreszierende Beschriftung ist angenehm groß, allerdings ist die im Dunkeln wesentliche Brennweitenangabe nicht hervorgehoben.

Das Okular ist gut verarbeitet mit hochwertig vergüteten Linsen. Es handelt sich um Baaders »Phantom Group Coating«, also eine auf das jeweilige Glassubstrat abgestimmte Vergütung.

Die normale Augenmuschel ist aus weichem Silikongummi gefertigt und schmiegt sich recht angenehm ums Auge. Ihre Höhe ist passend und hilft, den Einblick exakt zu treffen. Bei umgeklappter Augenmuschel ist der Einblick auch mit Brille problemlos und bequem. Die Augenmuschel ist auf einen Metallring geklebt, der ans Okular geschraubt wird. Dadurch ist sie auf angenehme Weise stabil, obwohl das Gummimaterial sehr weich ist.

Die zweite Augenmuschel mit Seitenfahne habe ich als etwas zu weich empfunden. Sie sitzt deutlich näher am Okular, setzt man sie aber auf den Verlängerungsring, ergibt das einen etwas größeren Augenabstand, wobei das Bildfeld immer noch ganz zu sehen ist. Die Seitenfahne schirmt Störlicht sehr gut ab und der etwas größere Augenabstand ist manchen Beobachtern sogar angenehmer. Beim Blick ins Okular findet man, auch aus etwas Abstand betrachtet, ein dunkles Inneres. Störlicht wird sehr gut abgeschirmt. Blickt man aus Richtung Stechkülse ins Okular, vermisst man allerdings den üblichen Mattlack. Zwar findet man aus Richtung Augenlinse im Gegenlicht keine störenden Stellen, dennoch ist die gesamte Stechkülse lediglich aus schwarz eloxiertem Aluminium mit aufgerauter Oberfläche,

IM DETAIL	
<b>Modell</b>	<b>Baader Morpheus 17,5mm</b>
Brennweite	17,5 mm
Scheinbares Gesichtsfeld	76°
Feldblendendurchmesser (effektiv)	23,6 mm
Pupillenabstand	23 mm
Stechkülse	2 Zoll (50,8 mm) und 1¼ Zoll (31,8mm)
Gewicht	ca. 310g
Aufbau	8 Linsen 5 Gruppen
Durchmesser	56mm
Länge	112mm
Lieferumfang	Okular, drei Kappen, alternative Augenmuschel mit Seitenfahne, Gürteltasche, Brennweitencap, M43 Verlängerungsring
<b>Listenpreis</b>	<b>245€</b>

che, was deutlich mehr glänzt als die sonst übliche Matt-Lackierung.

### Im Einsatz

Zur Beobachtung wurde das Morpheus meist mit einem 12,5 Zoll Reisedobson bei  $f/4,5$  verwendet. Teilweise kam der HRCC Komakorrekter zum Einsatz und verlängerte das Öffnungsverhältnis auf grob  $f/5$ . Das Okular bewährte sich sehr gut. Es zeigte ein ansprechend helles Bild und auf der Achse eine hervorragende Sternabbildung. So scharfgestellt zeigte sich aber eine deutlich erkennbare Unschärfe zum Bildrand hin. Das Okular kann aber mehr. Es empfiehlt sich, ei-

nen Stern etwas außerhalb der Mitte, dort wo ansonsten das Nachlassen der Schärfe sichtbar wird, zum Fokussieren zu verwenden. Das Ergebnis ist ein deutlich erweiterter Schärfebereich mit einem nur geringen Nachlassen der Sternabbildung zum Rand hin, während das Auge in der Bildmitte die Sterne durch Akkomodieren scharf stellt. Ohne diesen Kunstgriff müsste man dem Okular nicht wirklich zu Unrecht eine eher schlechte Randabbildung bescheinigen. Darauf mussten die verschiedenen Beobachter auch immer hingewiesen werden, denn intuitiv wollte jeder auf die Mitte fokussieren. Da die üblichen Komakorrektoren auch eine Bildfeldebannung einführen, hatte ich mit einer



S. Wienstein

▲ Abb. 2: Die Phantom-Group Mehrschichtvergütung verspricht eine hohe Transmission.



S. Wienstein

▲ Abb. 3: Im Bereich der Stechkülse wurde auf Mattlack verzichtet. Anstelle einer klassischen Sicherungsnut soll ein Rillenmuster ungewollte Abstürze verhindern.



S. Wienstein

▲ Abb. 4: Der Blick durch die Augenlinse ins Okular-Innere zeigt eine sehr gute Schwärzung.

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



## STELLUNGNAHME DES HERSTELLERS

Es ist richtig, dass wir bei der Konstruktion des 17,5mm-Morpheus-Okulars etliche Designs hergestellt – und wieder verworfen haben.

Diese Okularreihe sollte ein wesentlich besseres Einblickverhalten bekommen als es bei Okularen mit so großem Eingengesichtsfeld üblich ist.

Wir sind froh darüber, dass der Test dieses Bemühen bestätigen kann.

*Baader Planetarium GmbH*

▲ Abb. 4: Wandlungsfähig: M43-Gewinde zur Kamera-Adaption, Standard-Augenmuschel und die alternative Augenmuschel mit Seitenfahne.

Verbesserung der Randabbildung gerechnet. Das ließ sich aber weder mit HRCC noch dem Paracorr I bestätigen.

## Entspanntes Beobachten

Die spezielle Fokussiertechnik ist also bei schnellen Optiken notwendig, lohnt sich aber. Man blickt sehr entspannt auf das Bildfeld und das Morpheus konnte sich so unter guten Bedingungen im Hochschwarzwald an Objekten wie dem Zirkus-Komplex und dem Crescent-Nebel beweisen. Transmission und Kontrast ließen nichts zu wünschen übrig und auch die schwierigen Bereiche beider Nebel ließen sich gut ausmachen. Gerade der Kontrast zwischen der schwachen Knochenhand und dem ungefiltert grellen Stern 52 Cygni, dicht am westlichen Teil des Zirkus-Nebels, war überzeugend. Das Morpheus steht hier anderen Top-Weitwinkelokularen nicht nach. Es überzeugte weiter an einem großen 18 Zoll f/4,5 Dobson sowie bei der Beobachtung des aktuellen Kometen 21P/Giacobini-Zinner mit einem 10 Zoll f/5 Galaxy Dobson.

Der Skymax 180, ein Maksutov Cassegrain, war dank f/15 deutlich entspannter. Hier bot das Okular besonders bei der Mondbeobachtung eine bemerkenswert gute Schärfe und kräftigen Kontrast von Bildrand zu Bildrand. 17,5mm Brennweite ergeben bei f/15 bei weitem keine Maximalvergrößerung. Durch die sehr hohe Bildschärfe wurden aber feinste Strukturen sehr gut wiedergegeben, was sich im

Bereich der langen Wand an der erkennbaren Rima Birt festmachen ließ. Auch bei großer AP im 130/650 Selbstbau-Newton war die Mondbeobachtung überzeugend. Eigentlich war das Okular in dem Fall lediglich zur Sterndurchlaufmessung angetreten, zeigte aber bei dieser Gelegenheit den Mondkrater Clavius in einer hübschen Beleuchtungssituation: wie einen »kleinen goldenen Henkel«, wobei die Strukturen im Kraterinneren an den Schirm einer Ohrenqualle erinnerten. Trotz der großen Helligkeit bei etwa 3,4mm AP gab es keine Probleme mit Reflexen. Auch wenn der Mond aus dem Bild herausgeschoben wurde, blieb es bei erfreulich wenig Streulicht.

Die Sterndurchlaufmessung ergab etwa 22mm effektiven Feldblendendurchmesser und somit ganz knapp unter 2° Himmelsausschnitt bei 650mm Brennweite. Baaders offizielle Angabe in einer sehr vollständigen Wertetabelle lautet auf 23,6mm – was angesichts der Meßungengenauigkeit einer Sterndurchlaufmessung durchaus stimmen kann.

## Fazit

Das 17,5mm Morpheus erwies sich als hochwertiges Weitwinkel-Okular. Entscheidend ist allerdings die erwähnte Fokussier-Technik. Da die Akkomodation des Auges dafür gefordert ist, wird dies mit zunehmendem Alter schwieriger. Es scheint aber nur wenig Akkomodation nötig zu sein, so dass man diese Technik auch dann noch nutzen kann, wenn man im

## ★ BEWERTUNG

- ++ Angenehmes Einblickverhalten, brillentauglich
- + Geringes Gewicht
- + Umfangreiches Zubehör
- Optimale Abbildung nur mit besonderer Technik

Alltag schon Altersweitsichtigkeit spürt. Beobachter, die ständig sämtliche Jacken- und Hosentaschen mit Okularen vollgestopft haben, dürften die mitgelieferte Gürteltasche als hervorragende Idee empfinden. Braucht man aber die Körperwärme, um die Okulare taufrei zu halten, hält sich der Nutzen der Tasche in Grenzen. Trotzdem, wie auch der Brennweiten-Clip, eine nette Beigabe. Wesentlich nützlicher ist die Vollausrüstung mit zwei Augenmuscheln und dem Verlängerungsring.

Bei den verschiedenen Beobachtungen erfolgte der Griff zum Morpheus besonders deshalb gern, weil sich das vergleichsweise leichte Okular so problemlos handhaben ließ und ohne Adapterwechsel in 2-Zoll- wie 1¼-Zoll-Fassungen passte. Die gute Schwärzung im Okularinneren machte sich bei der Mondbeobachtung positiv bemerkbar. Hier hatte aber nur der Mak genug Brennweite, um mehr als eine Art Aufsuch- und Übersichtsvergrößerung zu liefern. Das Okular ist also vornehmlich ein Deep-Sky-Okular, mit moderner Vergütung und auch guter Innenschwärzung als hervorzuhebende Eigenschaften. Der angenehme Einblick erlaubt eine entspannte Beobachtung und volle Konzentration auf das Objekt. Mit einem Listenpreis von 245€ liegt das 17,5mm Morpheus im mittleren Preisbereich.

► Sven Wienstein





In der Astrofotografie dauert es oft Jahre, bis eine optimal funktionierende Zusammenstellung der Hardware gefunden ist. In »Working Setup« stellen Astrofotografen ihr »Setup« für einen bestimmten Anwendungsbereich, das für sie optimal funktioniert, im Detail vor.

# AUS DER HELLEN STADT INS DUNKLE ALL

## Equipment für die Stadt-Astronomie

Auch aus der Stadt sind faszinierende astronomische Beobachtungen möglich – das richtige Equipment und eine sorgfältige Auswahl der Zielobjekte vorausgesetzt. Unser Autor Peter Oden verrät sein »Working Setup«, das an die Bedürfnisse eines Stadtbeobachters angepasst ist.

Seit über 50 Jahren ist mein großes Hobby die Astronomie und die Zahl der durch meine Hände gegangenen Teleskope ist Legion. Seit einigen Jahren hat sich dies allerdings spürbar beruhigt. Das liegt daran, dass ich ein für mich praktikables und zufriedenstellendes Equipment gefunden und zur regelmäßigen Verfügung habe.

Wir wohnen in einem Einfamilienhaus etwa 2km Luftlinie vom Bonner Stadtzentrum entfernt. Das heißt, der Himmel ist so hell, dass eine Aufnahme mit der Kamera schon nach einigen Sekunden ausbelichtet ist. Statt zehn Aufnahmen müsste ich Hunderte machen, um gegen den hellen Hintergrund anzukommen und schwache Details herauszuarbeiten und das war mir schnell zu aufwändig. So habe ich mich frühzeitig darauf eingestellt, die mir gegebenen Möglichkeiten optimal auszunutzen und den Unmöglichkeiten nicht nachzutruern. Diese gegebenen Möglichkeiten

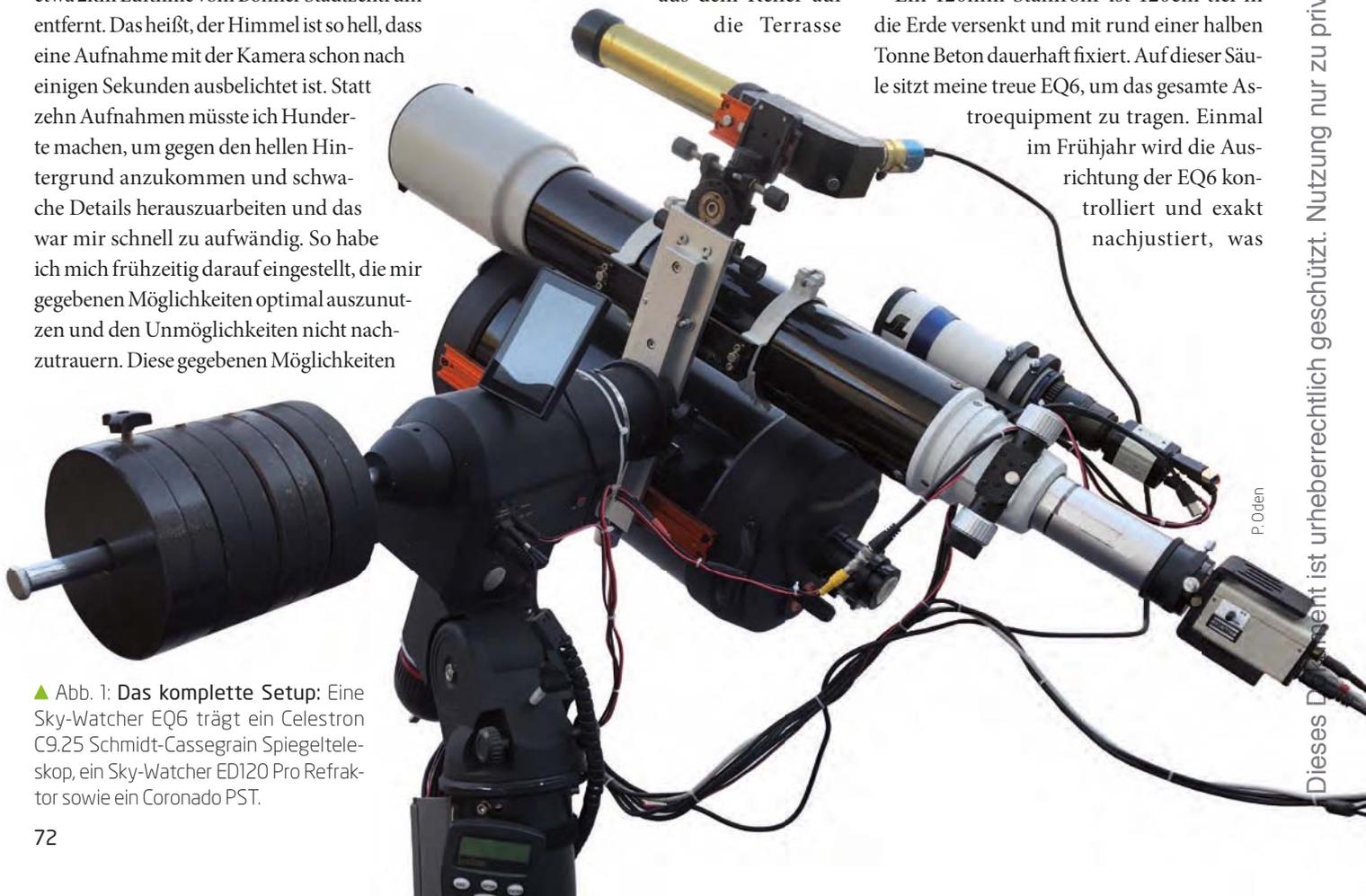
in der Stadt sind primär Mond, Planeten, Sonne und einige hellere Messier- und NGC-Objekte.

### EQ6 leistet treue Dienste

Während ich früher schwere Montierungen und große Teleskope bis hin zu einem 12-Zoll-Dobson mit Volltubus regelmäßig aus dem Keller auf die Terrasse

schleppen musste, vereinfachte sich dies irgendwann deutlich mit einer massiven Säule im Garten, auf die dauerhaft eine genau ausgerichtete EQ6 montiert war. Seit fünf Jahren verfüge ich nun sogar über die Möglichkeit, hierfür eine kleine eigene Sternwarte nutzen zu können. Diese Sternwarte besitzt ein Rolldach, das sich manuell innerhalb von drei Minuten komplett öffnen lässt.

Ein 120mm-Stahlrohr ist 120cm tief in die Erde versenkt und mit rund einer halben Tonne Beton dauerhaft fixiert. Auf dieser Säule sitzt meine treue EQ6, um das gesamte Astroequipment zu tragen. Einmal im Frühjahr wird die Ausrichtung der EQ6 kontrolliert und exakt nachjustiert, was



▲ Abb. 1: Das komplette Setup: Eine Sky-Watcher EQ6 trägt ein Celestron C9.25 Schmidt-Cassegrain Spiegelteleskop, ein Sky-Watcher ED120 Pro Refraktor sowie ein Coronado PST.

P. Oden

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



▲ Abb. 2: Die Montageschiene für drei Teleskope.

dann für den Rest des Beobachtungsjahres vollkommen ausreicht.

Die EQ6 trägt eine stabile Montageschiene, auf der drei Teleskope befestigt sind: ein Celestron C9.25 Schmidt-Cassegrain Spiegelteleskop, ein Skywatcher ED120 Pro Refraktor sowie ein Coronado PST.

Bei Abwesenheit oder auch sonst bei Bedarf sind diese Teleskope schnell abgebaut, aber dank genauer Markierungen an den Befestigungsschienen auch schnell wieder aufgebracht, ohne dass das genau eingestellte Gleichgewicht darunter leidet. Als Gegengewicht liegen insgesamt 20kg auf der Gegengewichtsstange. Dies ist die Grenzbelastung für eine EQ6, die allerdings von dieser seit Jahren klaglos getragen wird. Auch die Teleskope auf der Dreifach-Halterung sind genau austariert, so dass ich alles in jeder Richtung frei und gleichmäßig bewegen kann. Auf diese Art lohnt es sich, selbst eine halbe Stunde am späteren Abend noch für eine kurze Beobachtung zu nutzen, da ich vom gefassten Entschluss an bereits fünf Minuten später durchs Teleskop schauen kann.

Die Teleskope sind exakt in die gleiche Richtung ausgerichtet. Maßstab ist das C9.25, das mit seiner üblicherweise hohen Vergrößerung die Marsrichtung vorgibt. Der Refraktor kann mittels der Justierschrauben an der Halterung und einem Langloch für die eigentliche Befestigung auf genau die Ausrichtung des C9.25 justiert werden. Und für das kleine

Coronado Sonnenteleskop übernimmt eine fein justierbare Baader Stronghold-Halterung diese Aufgabe, ohne damit überlastet zu sein.

### Mond und Planeten im Visier

Das C9.25 nutze ich vorzugsweise für Details am Mond und für Planeten. Die vorhandene hohe Brennweite (2350mm) im Zusammenspiel mit einer Zeiss-Abbe-Barlow gestattet es mir, sogar Brennweiten von 4700mm bis zu über 8000mm zu nutzen, was für Planeten geradezu ideal ist. Leider sind die Sichtbedingungen hier mitten in der Stadt selten optimal und auch aufsteigende warme Luft von den Nachbarhäusern in der Siedlung macht sich störend bemerkbar. Dennoch gelangen mir damit oft schöne Blicke auf die Planeten unseres Sonnensystems und die immer lichtempfindlicheren modernen Kameras gestatten es, durch ihre immer kürzeren Belichtungszeiten, die seltenen Momente eines klaren Seeings einzufrieren und mittels AutoStakkert! oder ähnlicher Programme zu schönen Gesamtbildern zusammenzufügen. Der Mond dagegen ist so hell, dass man hier bei noch deutlich kürzeren Belichtungszeiten zu einer noch höheren Ausbeute an brauchbaren Bildern kommt, die sich mit Programmen wie AviStack zu hochauflösenden Detailaufnahmen des Mondes stacken lassen. Als Kameras am C9.25 sind üblicherweise eine ASI 120MC, eine ASI 290MC,

eine MallinCam DS16C oder eine Canon 550D im fotografischen Einsatz.

### Faszination Videoastronomie

Das ED120 Pro mit seinen 900mm Brennweite ist dagegen eher schon für größere Objekte geeignet, wie etwa den Mond als Ganzes zu beobachten oder aufzunehmen. So gerne wie ich durch dieses Teleskop mit seiner nadelfeinen Sternenabbildung schaue, so nutze ich es aber mittlerweile doch hauptsächlich für die Videoastronomie. Moderne Astro-Videokameras gestatten es nicht nur, ein Livebild auch lichtschwacher Objekte quasi in Echtzeit und in Farbe auf den Bildschirm zu zaubern. Sie regeln darüber hinaus auch den Schwarz- und den Weißpegel des Bildes so ein, dass die störende Lichtverschmutzung bei mir zuhause deutlich abgeschwächt wird. Dies ist natürlich keine hochauflösende Deep-Sky-Fotografie, sondern sozusagen Live-Astronomie auf einem Bildschirm in Fernsehauflösung. Aber ich genieße es einfach, wenn ich hiermit Deep-Sky-Objekte, die ich visuell kaum erkennen kann, groß und farbig auf dem Bildschirm betrachten kann. Selbst im Sucher für das Teleskop-Trio steckt eine kleine Astro-Videokamera (LN300), die mir am 60mm-Refraktor und mit einem kleinen 5-Zoll-Monitor immer ein deutliches Bild der zu beobachtenden Objekte liefert.

Als Kameras am ED120 Pro kommen eine MallinCam VSS+, ein Revolution Imager oder eine ASI 290MC zum Einsatz. Für echte Himmelsfotografie, etwa des Mondes oder von Kometen in ihrer Umgebung, verwende ich meine Sony A7s (Vollformat) mit einem passenden Vollformat-Flattener an diesem Teleskop.

### Blick zur Sonne

Last but not least steht mir für Sonnenbeobachtungen am Tag ein kleines Coronado PST zur Verfügung, das mir wunderschöne Ansichten der (zurzeit extrem sonnenfleckenarmen) Sonnenoberfläche und der Protube-



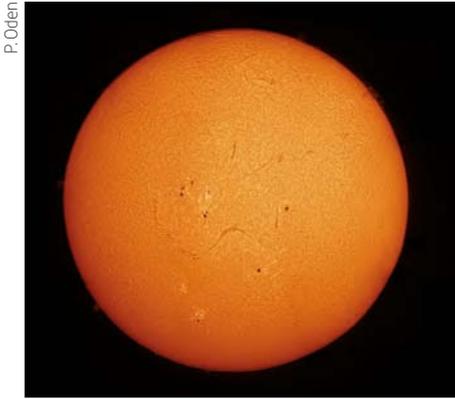
▲ Abb. 3: Jupiter am C9.25 mit Zeiss-Abbe-Barlow (3.5-fach) und ASI 120MC.



▲ Abb. 4: Detailaufnahme vom Mond am C9.25 mit Zeiss-Abbe-Barlow (2-fach) und ASI 120MC. Die Krater Davy (mit der Catena Davy) und Alphonsus.

P.Oden

P.Oden



▲ Abb. 5: Die Sonne als Panorama am Coronado PST mit dem Setup für unterwegs.

ranzen am Sonnenrand liefert. Bei fotografischen Aufnahmen solcher Szenen gibt es die bekannten Probleme, dass der Backfokus des PST nicht ganz ausreicht. Bei Versuchen mit einer in den OAZ einschiebbaren 5MP-Minikamera von ALCCD kam ich zwar in den Fokus, hatte aber bei der engen Bandbreite des PSTs deutliche Interferenzlinien im Bild, was Aufnahmen damit unmöglich machte. Deshalb wird dann doch die Coronado 2-fach-Barlow eingesetzt, womit man jede Kamera in den Fokus bekommt. Der resultierende kleinere Bildausschnitt ist einerseits von Nachteil, andererseits führt er bei aus diversen Einzelaufnahmen zusammengesetzten Panoramen der Sonne zu einer Detailauflösung, die mit einer Einzelaufnahme an diesem kleinen Sonnenteleskop gar nicht erreichbar wäre.

### Setup für unterwegs

Abschließend möchte ich mein mobiles Equipment nicht unerwähnt lassen, das ich gerne mit auf meine Reisen nehme. Das ist zum einen der Star Adventurer von Sky-Watcher auf einem äußerst stabilen großen Stativ von Neewer, der mit den passenden Adaptern und einem Gegengewicht problemlos mein kleines 4-Zoll-Maksutov-Teleskop von Skywatcher (für hohe Vergrößerungen) oder meinen 80mm APO-Refraktor von KSON für Richfield-Beobachtungen trägt. Alternativ kommt für Astroaufnahmen meine Sony A7s auf diese kleine Montierung zusammen mit einem Objektiv der passenden Brennweite im Bereich von 16mm bis 200mm. Und wenn es bei einem Flugurlaub noch kleiner sein muss, dann kommt zusammen mit der Sony der Baader Nanotracker mit einem Sirui-Ministativ ins Handgepäck. ▶ Peter Oden

#### | DER AUTOR |

Peter Oden ist Physiker und regelmäßiger Autor von »Abenteuer Astronomie« – im Heft und auch online.



▲ Abb. 6: Der Mond (stark farbverstärkt) mit ED120 Pro und Sony A7s, Stack aus 10 Aufnahmen.



▲ Abb. 7: Live-Bild des Hantel-Nebels (M27) mit einer MallinCam.

IM DETAIL	
Teleskop	Celestron C9.25 Sky-Watcher ED120 Pro Coronado PST
Montierung	Sky-Watcher EQ6 SynScan
Säule	120mm Stahlrohr, mit Sand verfüllt
Kamera	ASI 120MC, ASI 290MC, MallinCam VSS+, MallinCam DS16C, Revolution Imager, Sony A7s



▲ Abb. 1: Die Mondoberfläche mit feinen Details als großformatiges Poster an der Wand? Mit der Mosaiktechnik ist das leicht umzusetzen.

M. Weigand

# DAS EIGENE MONDPOSTER

## Workflow für hochauflösende Mondmosaik

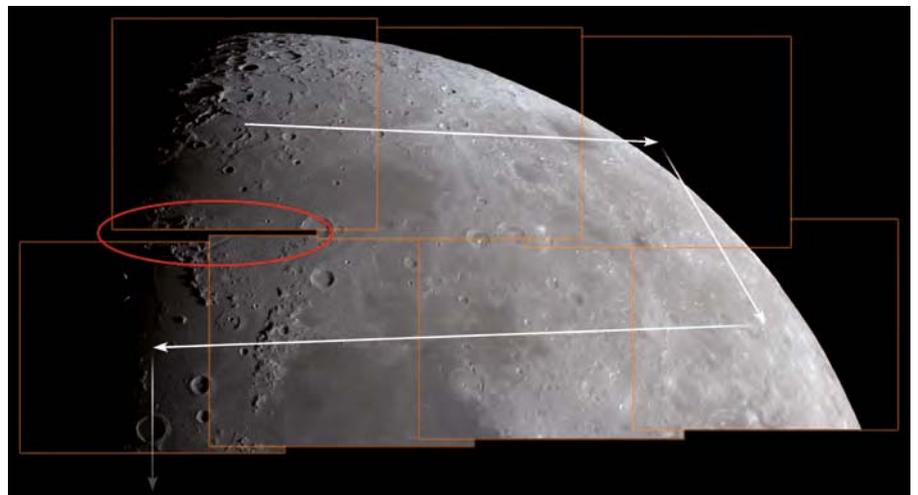
Der Mond ist das wahrscheinlich dankbarste Objekt für die Astrofotografie. Schon mit einfachen Mitteln lassen sich Aufnahmen erstellen, die viele Details zeigen. Und mit ein wenig Fleißarbeit können mehrere Aufnahmen zu einem großen Mosaik zusammengesetzt werden. Belohnung ist ein sehr hochauflöstes Porträt unseres Trabanten, das sich für ein großformatiges Poster eignet.

Mit rund  $0,5^\circ$  Winkeldurchmesser ist der Mond schlicht zu groß, um ein hochauflöstes Mondpanorama mit einer typischen Planeten-Kamera mit hoher Detailauflösung zu erstellen. Daher führt der Weg zum eigenen Mondposter über das Mosaikverfahren, dessen einzelne Arbeitsschritte im Folgenden vorgestellt werden.

### Phase 1: Aufnahme

Steht der Mond hoch am Himmel und zeigt sich die Luft bei gewünschter Brennweite auf möglichst hohem Niveau konstant ruhig genug, dann kann mit dem Sammeln von Daten begonnen werden. Grundsätzlich sehr empfehlenswert für die Planeten-, Mond- und Sonnenfotografie ist die kostenfrei herunterzuladende Software »FireCapture« (siehe Surftipp).

Zunächst muss anhand des Livebildes sorgfältig fokussiert und die Schärfe auch im weiteren Verlauf immer wieder geprüft werden. Anschließend erfolgt die Wahl der Belichtungsparameter an hellen Mondformationen. Je nach Mondphase ist insbesondere bei den hellen Kratern Aristarchus, Proclus, Byrgius, Tycho und Kleinkratern um Stevinus darauf zu achten, dass es zu keiner Überbelichtung kommt: Die Histogramm-Funktion in Fire-



▲ Abb. 2: Bei der Aufnahme-prozedur wird der Mond Stück für Stück wie einer Serpentinstraße folgend abgefahren. Doch auf eine gute Nachführung oder eine ausreichende Überlappung sollte geachtet werden, sonst entstehen ärgerliche Fehlstellen. Außerdem ist es hilfreich, wenn die Bildkanten möglichst parallel zu den Bewegungsrichtungen orientiert sind.

Capture hilft bei der Beurteilung, die Helligkeitswerte sollten nicht die Sättigung erreichen.

Die Mondoberfläche wird nun Stück für Stück zeilen- oder spaltenweise abgefahren. Je nach Seeing und Rauschlevel reichen typischerweise wenige Hundert Bilder pro Feld. Die Bildfelder sollten mit einer ausreichenden Überlappung von rund 20% aneinandergelegt werden, sodass die Bilder später auch

bei leichten Ungenauigkeiten in der Positionierung nahtlos zusammenpassen.

Die Gesamtdauer sollte unter Umständen bei der Aufnahme-phase beachtet werden, da am Terminator innerhalb von 30 Minuten schon Veränderungen sichtbar werden können. Je kleiner der Bildausschnitt ist, desto länger dauert natürlich das Aufnehmen eines Mosaiks, da viel mehr Videosequenzen nötig sind.

M. Weigand

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

Dann empfiehlt es sich, in einem vertikalen Muster zunächst den Terminator abzufahren.

Am Ende sollte ein prüfender Blick auf die gesammelten Daten sicherstellen, dass kein Gebiet ausgelassen wurde. Eine mögliche Ursache: Die relativ kurzen Belichtungszeiten mögen dazu verleiten, die Montierung nicht so genau auf den Himmelpol auszurichten. Um jedoch keine Lücke im Mosaik aufgrund einer Drift durch schlechte Nachführung zu erhalten, sollte auf eine gute Ausrichtung Wert gelegt werden.

### Phase 2: Stacking

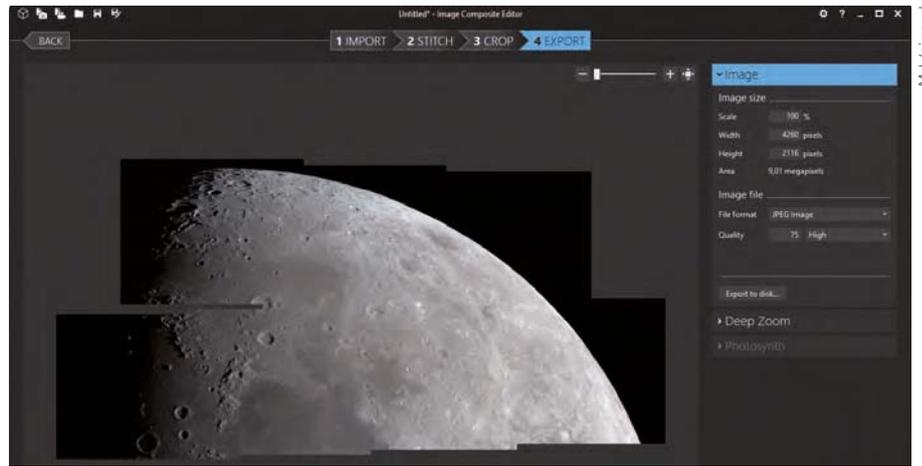
Für die Verarbeitung der Videodaten kann beispielsweise das bedienerfreundliche Programm AutoStakkert! verwendet werden, dessen Bedienung in Heft Abenteuer Astronomie 14 am Beispiel von Mondvideos vorgestellt wurde. Für die Mosaiktechnik ist noch darauf zu achten, zu Beginn die Option »Crop-  
ped« auszuwählen anstelle von »Expand«. Dadurch werden unsaubere Ränder weggeschnitten, die ansonsten unschöne Artefakte in das Mosaik bringen würden.

### Phase 3: Schärfen

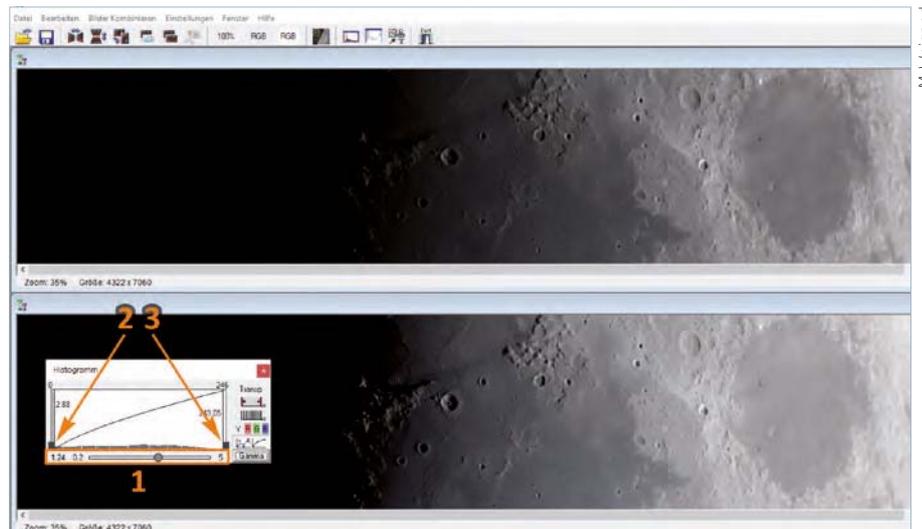
Die Summenbilder aus AutoStakkert! sollten im nächsten Schritt geschärft werden, da sie in der Regel relativ »weich« aussehen. Dies kann mit verschiedenen Programmen erfolgen, wobei die Möglichkeiten der Software Fitswork in Heft Abenteuer Astronomie 12 beschrieben wurden. Hier liefert eine Kombination aus »Deconvolution« und »Iterativer Gauß-Schärfung« beispielsweise überzeugende Ergebnisse. Dieselben Filter-Einstellungen werden auf alle Bilder angewendet und die Resultate für den nächsten Schritt im TIFF-Format gespeichert. Hinweis: Damit alle Bilder ähnliche Tonwerte aufweisen, sollte in den Einstellungen unter »Bilddarstellung« die Option »Schwarz immer auf 0 setzen« aktiviert werden.

### Phase 4: Mosaik erstellen

Vor einigen Jahren war dieser Teil noch der langwierigste, doch inzwischen gibt es Programme, die das Mosaik völlig automatisch zusammensetzen und ggfs. auch Helligkeits- und Farbunterschiede zwischen den einzelnen Teilen ausgleichen. Ein gerne verwendetes Werkzeug dafür ist der »Image Composite Editor«, kurz ICE von Microsoft. Hier können die Bilder einfach per Drag&Drop auf die grafische Oberfläche geladen werden. Die Software ist intuitiv und leicht zu bedienen. Ein Klick



▲ Abb. 3: Das Programm »Image Composite Editor« von Microsoft ist leicht zu bedienen. Der Arbeitsablauf ist in den vier Schritten »IMPORT«, »STITCH«, »CROP« und »EXPORT« organisiert.



▲ Abb. 4: Mit dem Gamma-Regler (1) werden die dunklen Partien am Terminator etwas aufgehellt. Schwarz- (2) und Weißwert (3) dienen ggfs. der Kontrastanpassung.

auf »Stitch« startet schon den Mosaikprozess. Nach einiger Zeit wird das Ergebnis präsentiert, es kann noch gedreht und zugeschnitten werden. Über »Export« erfolgt schließlich das Speichern des Mondmosaiks in verschiedenen Formaten.

### Finish: Tonwerte & Kontrast

Hat man nicht schon während der Aufnahme den Gamma-Wert verändert, wirken die Regionen am Terminator deutlich dunkler als visuell im Okular wahrgenommen. Um eine Darstellung entsprechend dem Gesehenen zu erhalten, muss die Gradation der Helligkeitswerte verändert werden. In Fitswork gelingt dies über den Gamma-Regler beim Histogramm, der vom Standard-Wert 1,0 auf etwa 1,25 erhöht wird. Zudem können für einen schöneren Kontrast auch Weiß- und Schwarzwert verschoben werden. Fertig! Jetzt muss das Bild für das eigene Mondposter an der Wand nur noch an einen entsprechenden Foto-Service geschickt werden! ▶ Mario Weigand

⇌
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](mailto:redaktion@abenteuer-astronomie.de) oder auf unserer Facebook-Seite.

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

➤
SURFTIPPS

- FireCapture
- AutoStakkert! 3
- Fitswork
- Microsoft ICE

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a18077](https://oc1m.de/a18077)

M. Weigand

M. Weigand

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

# ANSCHLUSSFREUDIG

## Neue Baader-Adapter für gängige DSLR- und Systemkameras

Baader erweitert sein großes Adapter-Sortiment um neue T2-Adapter. Bei den »Wide T-Ring Adapter« genannten Bajonett-Adaptionen für gängige DSLR- und Systemkameras lässt sich der T2-Gewinding entfernen. Darunter findet sich eine 52mm Schwalbenschwanz-Aufnahme, genannt S52. Sie bietet einen größeren Durchlass, als das mit 42mm deutlich engere T2-Gewinde. In die S52-Aufnahme passt als direkte Adaption ein Adapter auf 2-Zoll-Steckhülse. Wer seine Kamera lieber fest verschraubt und damit sicher gegen Verkippen adaptieren möchte, kann dies aber auch mit Adaptern von S52 auf M48 oder M68 Gewinde tun. Natürlich wird bei Verwendung des T-Rings das Standard-Auflagemass von 55mm zum Chip exakt eingehalten. Wide-T-Rin-

ge stehen für Canon EOS, Fuji X, Nikon, Minolta AF (und somit Sony Alpha) und in naher Zukunft auch für Nikon Z und Canon R zur Verfügung. Der etwas schlankere Adapter für Sonys NEX muss ohne S52 Schwalbenschwanzaufnahme auskommen. Entfernt man hier den T-Ring, findet man darunter direkt ein M48-Gewinde.

Eine weitere Neuerung erweitert die Einsatzmöglichkeiten des Baader Hyperion Mark IV Zooms: Mit den Zero-length Gewinde Re-

duzierringen ist es möglich, das Okular direkt und ohne Umweg über Klemmsysteme am Okularauszug zu befestigen. Dadurch erhält man vor allem an Spektiven ausreichend Backfokus. Es stehen vier Adapterringe mit unterschiedlichem Gewindeverfügung. Neben den bekannten T2 und M48x0,75 passt ein M44x1 an Leica, ein M41,5x1 an Bausch & Lomb, Opticon und Kowa-Basis Spektive. Die Adapter kosten je nach Modell zwischen 24€ und 36€.

► Sven Wienstein



Baader Planetarium

# FLACHES FELD DANK QUADRUPLER

## Der TSQ-80APO - neue Foto-Optik für Aufsteiger



Teleskop Service

Mit dem TSQ-80APO bietet TS eine neue Foto-Optik für Aufsteiger. Mit 544mm Brennweite, also einem Öffnungsverhältnis von  $f/6,8$  ist die Optik etwas schneller und kompakter als der verbreitete »Volks-Apo« – beides sind dem Astrofotografen gleichermaßen willkommene Eigenschaften. Ein Triplet-Objektiv mit Ohara FPL53 Fluorid-ED-Glas sorgt für eine farb-

reine Abbildung, ein zweilinsiger Feldkorrektor für die Bildfeldebung, und TS für Verwirrung, denn als fünfлинsiges System müsste es Quintuplett heißen. Die Optik ist konsequent auf Deep-Sky-Fotografie ausgerichtet: Der kugelgelagerte 2,5-Zoll Zahnstangenauszug mit Mikrofokussierer bietet am M68-Gewindeanschluss eine 155mm Backfokusoder 135mm

ab der Auflagekante der 2-Zoll-Steckfassung und somit zahlreiche Adaptionmöglichkeiten. Ein Bildfeld von 45mm soll gegeben und vollkorrigiert ausgeleuchtet werden. Die ein-schiebbare Taukappe

verkleinert das Packmaß auf nur 375mm Länge bei 112mm Durchmesser der Taukappe. Mit nur 3,5kg ist das Gerät angesichts der schon aufgrund der Ausleuchtung benötigten großen Linsen erstaunlich leicht. Mit einem Listenpreis von 1248€ ein Gerät für Aufsteiger.

► Sven Wienstein

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

# FLATTENER FÜR 14 REFRAKTOREN

## Neuer Multi-Flattener von und für Takahashi

Ein kleines Multitalent ist der TKA00582. Der kleine, zweilinsige Flattener passt fernrohrseitig in einen M56×0,75 Gewindeanschluss und ebnet das Bildfeld für gleich 14 Takahashi-Refraktoren. Im Detail sind das die zweilinsigen Fluorit-Objektive FC-50, FC-60, FS-60C, FS-60CB, FS-60Q (ohne Q-Modul), FC-65, FC-76, FC-76DC, FC-76DCU, FC-76DS, FS-78, FS-78C, FC-100, FC-100DC, FC-100DF, FC-100DL, FS-102, FC-125, FS-128 und FS-152. Mit einem Verlängerungsfaktor von 1,04× kommt der Korrektur mit erstaunlich wenig Brennweitenveränderung aus. Für die optimale Anpassung an die jeweilige Optik benötigt man noch einen passenden Distanzring. Mit dem neuen Flattener werden die Flattener des FS-60 und des FC76D nicht nur ersetzt, sondern bezüglich ausgeleuchteten Bildfel-

des und Randabbildung sogar noch übertroffen. Das kleine Update soll beide Optiken und auch den FC-100D mit 44mm Felddurchmesser sogar für Vollformat-Chips nutzbar machen. Bei den anderen Objektiven ist der ausgeleuchtete Bildkreis etwas kleiner, erreicht aber mindestens 40mm. Kameraseitig endet der Adapter auf dem wenig geläufigen Außengewinde M52×0,75, so dass noch ein weiterer Adapter benötigt wird, um beispielsweise auf das geläufige M48-Gewinde und darüber auch auf T2 zu kommen. Der Flattener ist für ca. 250€ erhältlich, der benötigte Adaptionsring kostet etwa weitere 40€. ▶ Sven Wienstein



Takahashi | Japan

# FL55SS-UPGRADE IM DOPPEL-PACK

## Flattener und Reducer für den neuen FL55SS

Mit gleich zwei speziell auf das kleine Fluorid-Objektiv abgestimmten Korrekturoptiken erweitert Vixen die Fähigkeiten des neuen FL55SS. Für ein geebnetes Bildfeld bei minimaler Brennweitenänderung (1,04×) sorgt der HD Flattener 4618065. Mit 44mm ausgeleuchtetem Bildfeld bleibt die Optik geeignet für Vollformat-Chips. Kombiniert mit dem HD 5.5 Reducer wird das Öffnungsverhältnis der Optik durch den Verlängerungsfaktor 0,79 auf f/4,3 vergrößert, bei gleichbleibend 44mm Feld-

durchmesser mit 96% Ausleuchtung. Wird der Flattener ohne den Reducer eingesetzt, sorgt ein passendes Verlängerungsstück namens EX Tube 66 für den optimalen Abstand zum gesondert erhältlichen AD 60 oder AD 60DX Kamera-Adapter. Teleskopseitig bietet der Flattener außerdem ein 55mm Filtergewinde. Während der Flattener als Zweilinser ausgeführt ist, enthält der Reducer weitere drei Linsen. Als Vergütung kommt Vixens neuartige AS-Mehrschichtvergütung zum Einsatz. Das zusätzliche Gewicht hält sich in Grenzen: 107g wiegt der Flattener, 237g der Reducer und 89g der Verlängerungstube für den Einsatz des Flatteners ohne den Redu-

cer. Reducer wie auch Flattener verbessern die Spot-Abbildung erheblich. Für den Flattener inklusive Verlängerungstube muss man 289€, für den Reducer weitere 329€ einplanen. ▶ Sven Wienstein



Vixen

### ☛ SURFTIPPS

- Baader Planetarium
- Vixen Reducer und Flattener HD für FL55SS
- Multi Flattener TKA00582 (Teleskop-Austria)
- TSQ-80APO

☞ [Kurzlink: oc1m.de/a18079](https://oc1m.de/a18079)

# METEORITENJAGD IN DER WÜSTE

Auf der Suche nach Steinen aus dem All in Marokko

Meteorite lassen sich heute relativ leicht und vergleichsweise günstig käuflich erwerben. Eingefleischte Meteoritensammler aber träumen von etwas ganz anderem: Sie wollen selbst einmal einen Meteoriten finden. Vier Meteoritensammler haben sich deswegen auf den Weg nach Marokko gemacht und in der Steinwüste nach den wertvollen Steinen aus dem All gesucht.

**I**m März 2017 taten wir uns, vier Meteoritensammler aus den Niederlanden und Deutschland, zusammen, um uns einen Traum zu erfüllen: Wir kannten uns schon seit vielen Jahren persönlich von den Mineralien- und Meteoritenbörsen und wollten nun gemeinsam versuchen, selbst einen Meteoriten zu finden. Unser Bestreben war aber nun nicht, auf Biegen und Brechen einen dieser seltenen Steine aufzuspüren – für uns war die Reise in erster Linie ein Abenteuerurlaub. Wenn wir dabei tatsächlich Meteorite finden würden, wäre es das Sahnehäubchen. Unser Ziel war die Sahara in Marokko (vgl. Praxistipp).

Mit dem Flugzeug ging es von Düsseldorf nach Agadir. Dort übernahmen wir problemlos einen geländegängigen Wagen und trafen unseren Reisebegleiter, Mohamed, einen Berber, der jetzt mit seiner Familie in einer Stadt wohnt. Er ist in Marokko ein bekannter Meteoritensucher und mit seiner Hilfe und seinen schier unerschöpflichen Verbindungen zur einheimischen Bevölkerung konnte es in den eher wenig touristisch erschlossenen Teil des Landes gehen. Unsere Ankunft in Marokko hatte sich auch bereits bei den Meteoritenhändlern vor Ort herumgesprochen und so wurden wir kurzerhand eingeladen, Meteoriten zu begutachten und natürlich auch

eventuell zu kaufen. Und so blieben wir auch gleich bei unseren freundlichen marokkanischen Gastgebern. Am nächsten Tag machten wir uns dann auf den Weg nach Süden, in die Provinzhauptstadt Gülmim, um noch Verpflegung für mehrere Tage zu kaufen und uns passend einzukleiden, bevor es tatsächlich in die Sahara ging.

## Ein »Cheche« schützt bei Tag

Für einen längeren Aufenthalt in der Wüste ist die Wahl der richtigen Bekleidung enorm wichtig. Sicher gibt es heute in den diversen Outdoor-Läden Bekleidung für alle Regio-



▲ Abb. 1: Hilfe von einheimischer Seite für die deutschen Besucher: Unsere marokkanischen Begleiter Hussein und Mohamed bei der Meteoritensuche. *Karl-Heinz Wombacher*

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



▲ Abb. 2: **Systematische Nachsuche:** An dieser Stelle wurde vor einigen Monaten ein Meteorit gefunden. Leider fand sich kein weiteres Bruchstück. *Karl-Heinz Wombacher*

nen der Welt. Wir waren allerdings mit der Überlegung angereizt, dass wir uns bei der Wahl der richtigen Bekleidung für unseren Wüstentrip auf die Erfahrungen der einheimischen Bevölkerung stützen sollten. Ein Cheche, ein Turban der Berber, schützt am Tage nicht nur vor der Sonneneinstrahlung und dem Wind, sondern auch vor aufgewirbeltem Sand und in der Nacht vor der empfindlichen Kälte. Je nach Wickeltechnik kann

er den äußeren Bedingungen perfekt angepasst werden. Natürlich mussten wir erst einmal eine Weile üben, bevor der Turban auch richtig saß. Eine Djellaba – ein langer Umhang mit Kapuze – hält ebenfalls Sonne und Sand ab und da wir die Wintervariante der Djellaba gewählt hatten, auch die Kälte der Nacht. Noch ein Vorteil war, dass wir uns mit dieser Bekleidung kaum von den Einheimischen unterscheiden...

Das Wetter in der Sahara ist im Laufe des Jahres sehr unterschiedlich. Die Tagestemperaturen können im Sommer 50°C erreichen.

Deshalb hatten wir uns auf den März geeinigt – in der Wüste betragen dann im Durchschnitt die Tageshöchsttemperaturen 25°C und die Nachttemperaturen 10°C.

Bei solchen Temperatu-

ren sollte es noch recht angenehm sein, durch die Wüste zu wandern und nach den Meteoriten zu suchen. Allerdings war es während unseres Aufenthaltes ungewöhnlich kühl, so dass wir vor allem nachts mit Temperaturen um den Gefrierpunkt konfrontiert waren und durch einen kräftigen Wind der Auskühlungseffekt noch verstärkt wurde.

### Suche nach verdächtigen Steinen

Durch die Sahara führen nur wenige Straßen. Irgendwann muss man das Asphaltband verlassen und hat nun mit staubigen Fahrwegen oder unwegsamen Offroad-Strecken zu tun. Spätestens dann sollte man »freischwebende« Gegenstände im Fahrzeug sicher verstauen... Im Vorfeld haben wir uns bei befreundeten Meteoritensuchern informiert, die



▲ Abb. 3: **Kurioser Fund:** Direkt hinter dem linken Hinterrad des Land Cruisers lag ein Meteorit. Fast wären wir darübergefahren... *Karl-Heinz Wombacher*



bereits in der Gegend auf der Suche waren, wo in der Vergangenheit Meteorite gefunden wurden. Häufig brechen die Meteorite beim Durchflug durch die Erdatmosphäre auseinander und fallen dann verteilt in einem Areal, das als Streufeld bezeichnet wird, so dass eine Nachsuche an einem bekannten Fallort eine gewisse Chance bietet, weitere Bruchstücke dieses Meteoriten zu finden. Mohamed, mit seinen guten Verbindungen zu den Berbern in der Hammada, konnte weitere Fundorte beisteuern, die wir nun nach und nach anfuhrten.

Meist lief unsere Suchaktion nach folgendem Muster ab: Nach der Ankunft im potentiellen Suchareal wurde erst einmal der Standort unserer Fahrzeuge auf dem GPS-Gerät markiert. Da die Wüste nicht flach ist, sondern leicht hügelig, kann es sein, dass man schon nach wenigen hundert Metern die Fahrzeuge nicht mehr sieht. Ohne einen Bezugspunkt wäre es durchaus möglich, dass man nicht mehr zurückfindet. Um später nachvollziehen zu können, wo man gesucht hat, wurde ebenfalls der Track aufgezeichnet. Die Funkgeräte wurden überprüft und natürlich wurde in den

Rucksäcken ein angemessener Vorrat an Wasser mitgeführt – in dieser trockenen Gegend überlebenswichtig. Meist trennten sich dann unsere Wege – wir schwärmten aus und begannen unsere Suche. Da wir uns vorwiegend in der Hammada, der Steinwüste bewegten, war natürlich die gesamte Fläche mit kleinen und größeren Steinen bedeckt. Hier brauchte man ein gutes Auge, um darunter »verdächtige« Steine zu entdecken. Als verdächtig wurden solche Steine eingestuft, die von der Farbe und Form nicht zu den anderen Steinen der Umgebung passten. Allerdings sehen Hinterlassenschaften von Kamelen oder Ziegen ähnlich verdächtig aus...

### Meteorit oder nicht?

Hatten wir dann einen Kandidaten gefunden, wurde er zusätzlich mit einem Neodym-Magneten untersucht. Die meisten Meteorite sind zumindest schwach magnetisch – im Gegensatz zu fast allem Gestein in der Wüste. Nach einigem Training bekommt man einen Blick für verdächtiges Gestein.

Auch der Stand der Sonne am Himmel beeinflusst die Suche – es ist z.B. schlecht, wenn die Sonne im Rücken steht und man seinen Schatten im Blickfeld hat. Da die Wüste durchaus Vegetation besitzt, können die Schattenspiele an den Blättern verdächtiges Gestein vorgaukeln. Die permanente Konzentration auf die Steine strengt die Augen an. Auch die Sonneneinstrahlung mit dem starken Kontrast zwischen Licht und Schatten tut ihr Übriges. Deshalb sind regelmäßige Pausen wichtig. Dabei kann man einmal in Ruhe die Weite der Wüste genießen und wenn man seine Kollegen nicht mehr sieht, hat man das Gefühl, allein auf dieser Welt zu sein...

Wenn die Sonne sich langsam auf den westlichen Horizont zubewegt, wird es Zeit, sich nach einem Lagerplatz für die Nacht umzusehen. In der Hammada ist dies nicht ganz einfach, denn der steinige Untergrund ist zum Zelten denkbar ungeeignet. Deshalb ist man immer auf der Suche nach Wadis, ausgetrockneten Flussbetten, die einen sandigen Untergrund haben. Man sollte sich allerdings versichern, dass in der Umgebung kein Nie-

## PRAXISTIPP

### Warum gerade Marokko?

Wie häufig fallen eigentlich Meteoriten? Schaut man sich die Zahlen von weltweit gefundenen Meteoriten nach beobachteten Fällen an, kommt man im Schnitt nur auf fünf bis sechs Ereignisse im Jahr. Allerdings werden nicht alle Meteoritenfälle beobachtet, denn häufig spielt sich der Eintritt hinter Wolken ab oder es geschieht am Tag, wenn die Feuerkugel durch das Tageslicht überstrahlt wird. Und bekanntlich sind zwei Drittel der Erdoberfläche vom Meer bedeckt – die meisten Meteorite fallen damit buchstäblich ins Wasser. Nach einer Abschätzung aus dem Jahr 2006, die auf einer fotografischen Himmelsüberwachung beruht, fallen pro Jahr 82 Meteoriten mit einem Gewicht von mehr als 10g pro eine Million km<sup>2</sup>. Sicher kann man streiten, ob diese Zahl genau der Realität entspricht, aber es geht dabei eher um die Größenordnung. Nimmt man diesen Wert, dann müssten in Deutschland (Fläche: 357.376km<sup>2</sup>) demnach rund 29 Meteorite pro Jahr fallen. In der Realität sind Funde aber deutlich seltener. Meteorite lassen sich in unseren Gefilden auch leider nicht leicht erkennen und gehen verloren: Fallen sie z.B. auf ein Feld, werden sie von der Vegetation verborgen

bzw. werden untergepflegt. Nur eine gezielte, zeitnahe Suche nach einem nachgewiesenen Meteoritenfall erhöht die Chance, tatsächlich etwas zu finden. Zufallsfunde kommen daher fast gar nicht vor.

Gebiete ohne Vegetation sind in Europa selten, also bietet sich für eine Suche eher eine Wüste an. Relativ nah ist für uns die Sahara, die von Marokko und Mauretanien bis nach Ägypten und den Sudan das nördliche Afrika bedeckt. Die Fläche der Sahara umfasst 9,2 Millionen km<sup>2</sup> – nach der Abschätzung wären das pro Jahr rund 700 Meteoritenfälle. Allerdings ist Wüste nicht gleich Wüste: meist assoziiert man mit Wüste eine riesige Fläche mit jeder Menge Sand. Ein Meteorit würde dort nicht lange auffindbar sein – der Wind würde ihn nach kurzer Zeit unter dem Sand begraben. Diese Sandwüste kommt auch in der Sahara vor und wird dort Erg genannt, nimmt aber nur 20% der Sahara ein. Interessanter für die Meteoritensuche sind daher Stein- und Geröllwüsten, die als Serir und Hammada bezeichnet werden. Sie bilden den Rest der Sahara-Oberfläche, also 80%. Die Oberfläche ist bei dieser Wüstenform sehr stabil – Steine bleiben dort Jahrhunderte auf

der Oberfläche liegen und verwittern nur leicht. Nimmt man nun also an, dass Stein- und Geröllwüsten in der Sahara etwa sieben Millionen km<sup>2</sup> bedecken, kommen wir nach unserer Abschätzung auf 550 Fälle pro Jahr.

Die Sahara ist eine Wüste, die sich wenig verändert. Man geht davon aus, dass es seit 3000 Jahren kaum signifikante Veränderungen gab. Damit ist die Sahara wie ein Geschichtsbuch und wir kommen nun auf rund 1,5 Millionen Meteoritenfälle, die in den letzten 3000 Jahren in der Sahara niedergegangen sind.

Allerdings sind auch die örtlichen Gegebenheiten zu beachten. Nordafrika ist politisch nicht unbedingt die Gegend, in der sich Meteoritensucher ungestört aufhalten können. Als politisch stabil gilt Marokko, wo man sich ohne größere Gefahr für Leib und Leben bewegen kann. Die Stein- und Geröllwüsten bedecken rund 100.000 km<sup>2</sup> des Landes. Pro Jahr werden daher etwa acht Meteoritenfälle in der marokkanischen Wüste erwartet – oder aber 24.000 Fälle in den letzten 3000 Jahren. Die Chance, hier einen Meteoriten zu finden, ist also relativ hoch.



▲ Abb. 4: Nacht in der Sahara. Das Feuer wärmte, und einige Meter vom Lager entfernt konnte man den Sternhimmel ungestört genießen. *Karl-Heinz Wombacher*

derschlag fällt, da dann ein Wadi durch eine Springflut lebensgefährlich werden kann. Die Suche nach geeignetem Brennholz ist in der Wüste auch alles andere als einfach und alle mussten dabei mithelfen. Dafür wurde man dann am Abend mit einem wärmenden Feuer entschädigt und wenn man sich einige Meter vom Lager entfernte, konnte man den Sternhimmel ungestört genießen.

### Meteoriten als Tauschobjekte

Zwischenzeitlich hatten wir auch Kontakt mit den Berbern, die mit ihren Ziegen- und Kamelherden durch die Wüste ziehen. Haben sie erst einmal einen Lagerplatz gefunden, bleibt ihnen viel Zeit. Diese nutzen inzwischen viele Berber, um die Umgebung nach Meteoriten abzusuchen. Deshalb ist es kaum verwunderlich, dass viele Berber kleine Meteoriten besitzen. Uns wurden sie sehr häufig zum Kauf angeboten. Aber auch als Tauschgegenstand sind sie begehrt: Als ein Berber nach einer Schmerztablette fragte und ich ihm einen Blister gab, lies er sich nicht davon ab-

bringen, mir einige kleine Meteorite als Gegenleistung zu übergeben.

Bei einem Besuch bei Berbern schloss sich uns Hussein an, der uns weitere Fundstellen zeigte (wobei wir uns immer wunderten, wie man sich ohne GPS-Gerät in der Weite der Wüste orientieren kann). Außerdem konnte er perfekt im Lagerfeuer Fladenbrot backen, so dass wir den Rest unseres Wüstenaufenthaltes immer frisches Brot zu unseren leckeren Mahlzeiten mit Kamelfleisch aus der Tadjine hatten.

Die Meteoritensuche in den ersten Tagen unseres Wüstenaufenthaltes verlief ergebnislos. Trotz der vielen Kilometer, die wir in der Wüste zurücklegten, zeigte sich kein Meteorit. Erst am sechsten Tag waren wir erfolgreich, wobei der Fund doch etwas kurios war: Wir stellten unsere Fahrzeuge ab und machten uns wieder einmal auf die Suche und wollten nach mehr als fünf Stunden erfolgloser Suche den Ort wieder verlassen. Als wir zu den Fahrzeugen zurückkehrten, fiel unser Blick hinter eines der Geländefahrzeuge: Da war doch ein dunkler Stein... Diesmal sah es nicht nach

Ziegen- oder Kameldung aus. Und richtig: Da lag ein Meteorit. Fast wäre er beim Abstellen der Fahrzeuge überrollt worden. Wir hatten unseren ersten Fund, der sogar eine Besonderheit aufwies. Es handelte sich um einen sogenannten flugorientierten Meteoriten, der seine Lage beim Durchflug durch die Erdatmosphäre kaum änderte und somit eine Vorder- und Rückseite besitzt, an dessen Grenze sich geschmolzenes Material von der Vorderseite in Form einer Schmelzlippe abgelagerte.

### »Unser« Streufeld

Ein weiterer Fund gelang uns am nächsten Tag in einer anderen Ecke der Sahara: Als die Sonne sich schon gen Westen neigte, fanden wir plötzlich einen alten, verwitterten Meteoriten. Nicht weit davon tauchten plötzlich weitere Stücke auf, so dass wir uns sicher waren, dass sich hier ein kleines Streufeld befand. Trotz der tiefstehenden Sonne (die Schatten wurden immer länger und die Steine nahmen eine einheitliche Färbung an) konnten wir viele Bruchstücke des Meteoriten finden. Er sah



▲ Abb. 5: Auf der Suche nach Meteoriten: An dieser Stelle lag ein kleines Streufeld und wir konnten ein Dutzend Meteorite aufsammeln. *Karl-Heinz Wombacher*



▲ Abb. 6: Meteoritensucher in Berberkleidung: Der Autor in der blühenden Sahara. *Karl-Heinz Wombacher*



▲ Abb. 7: Ausbeute nach einwöchiger Meteoritensuche in der marokkanischen Sahara. *Karl-Heinz Wombacher*

durch die Verwitterung nicht besonders schön aus – der Meteorit fiel bestimmt schon vor einigen tausend Jahren an dieser Stelle – und Meteoritensammler würden ihn sicher nicht in ihre Sammlungen aufnehmen. Wir aber hatten »unser« Streufeld und der ideelle Wert der selbst gefundenen Meteoritenbruchstücke wiegt deutlich höher als der wissenschaftliche und materielle Wert.

So vergingen unsere Tage und Nächte in der Wüste und es wurde nie langweilig. Und die Begegnungen mit den gastfreundlichen Nomaden, die uns zum Berbertee einluden, waren immer ein Highlight. Es gab auch unvorhergesehene Treffen, z.B. mit einer Gruppe von Berbern, denen wir bereits einige Tage vorher viele hunderte Kilometer entfernt begegnet waren und die diese erneute Begegnung mit uns bei Ziegenbraten feierten. Einen Sandsturm konnten wir in einem nicht belegten Wüstencamp für Touristen aussitzen. Etwas verstörend waren dann unsere Funde von Munitionsteilen und Lagerplätzen mitten in der Wüste. Auch hier, im gefühlten Nirgendwo, gab es in der Vergangenheit kriegerische Auseinandersetzungen. Noch heute sind Teile der Sahara vermint und damit nicht sicher.

Die Rückkehr in die Zivilisation war dann für uns doch ein seltsames Gefühl: Zum einen gab es plötzlich wieder die Annehmlichkeiten wie Wasser im Überfluss, andererseits wurde die zur Tiefenentspannung animierende Ruhe in der Wüste durch die Hektik und den Lärm nordafrikanischer Städte abgelöst, was wir sehr bedauerten. Für uns war es auf alle Fälle ein gelungener Abenteuerurlaub und auch die Ausbeute an Meteoriten war größer als erwartet.

► André Knöfel

## Q IM DETAIL

### Was bedeutet NWA im Meteoritennamen?

Viele Meteorite, die wir heute in Sammlungen bewundern können, tragen eine ungewöhnliche Bezeichnung: NWA. Dies hat nichts mit einer ehemaligen amerikanischen Fluggesellschaft zu tun, sondern ist die Abkürzung für »Nordwest Afrika«. Diese Meteorite wurden von den Bewohnern der Sahara gefunden – meist ist der genaue Fundort nicht bekannt. Inzwischen gibt es weit über 10.000 Meteorite mit dieser Bezeichnung und es werden sicher noch mehr.

# GALAXIEN OHNE ENDE

**D**er Coma-Galaxienhaufen Abell 1656 besteht aus über 1000 Galaxien, die im Sternbild Haar der Berenike einen Bereich von etwa  $3 \times 5^\circ$  einnehmen. Abell 1656 hat eine Entfernung von rund 300 Millionen Lichtjahren, der Durchmesser beträgt etwa 20 Millionen Lichtjahre. Große Entfernungen in der Astronomie bedeuten immer einen Blick in die Vergangenheit. Vor allem bei Galaxienaufnahmen reizt mich das ganz besonders.

 IM DETAIL

## Technik und Bearbeitung

**Optik:** 4,5-Zoll-f/3,8-Newton**Montierung:** 10Micron GM1000 HPS**Kamera und Belichtungszeit:**

SBIG ST8300M mit Baader

LRGB-Filtern, 56×10min (L),

je 10×10min (RGB)

**Nachbearbeitung:** Astroart,

PixInsight LE, Photoshop

gesamt konnte ich, aufgeteilt auf LRGB-Aufnahmen, mehr als 14 Stunden Gesamtbelichtungszeit sammeln.

### Bildbearbeitung in mehreren Anläufen

Schon die einzelnen Rohdaten ließen mich auf eine gute Bildqualität hoffen. Im Bildbearbeitungsprozess zeigten sich immer mehr Details in den Galaxien des Coma-Galaxienhaufens, auch im Bildhintergrund waren viele kleine Galaxien zu sehen. Nach meiner üblichen Bearbeitungsroutine war ich mit dem Luminanzbild dann auch sehr zufrieden. Mehr Schwierigkeiten bereitete mir die Ausarbeitung der RGB-Aufnahmen, da hatte ich wesentlich mehr Gradienten auf den Rohbildern, die ich zunächst nicht zufriedenstellend beseitigen konnte. Der Grund für die Farbgradienten war, dass das Teleskop im Aufnahmezeitraum immer mehr in Richtung der LED-Straßenlampen gerichtet war. Mit dem Endergebnis war ich erstmal alles andere als zufrieden. Etwas frustriert habe ich mich dann mit der Bearbeitung anderer Aufnahmen beschäftigt.

Erst Monate später habe ich wieder einen neuen Anlauf genommen. Diesmal habe ich versucht, die Gradienten aus jedem Einzelbild zu entfernen. Das war zwar sehr zeitaufwendig, doch mit zusätzlichen Bildbearbeitungstricks in Photoshop ließ sich letztendlich doch ein gutes Ergebnis von diesem schönen Galaxienhaufen erzielen. Bei einer Objektrecherche in Aladin konnte ich in meiner Aufnahme mehrere sehr weit entfernte Quasare finden, die zum Teil weit über zehn Milliarden Lichtjahre entfernt sind. Abell 1656 ist zwar auf den ersten Blick nicht das spektakulärste Objekt, mich hat es jedoch fasziniert, welche weite Blicke in die Vergangenheit selbst mit einem kleinen 4,5-Zoll-Teleskop möglich sind. Vielleicht kann ich mit dieser Aufnahme einige Astrofotografen dazu bewegen, dieses wunderbare Himmelsobjekt auch mal zu versuchen.

► Michael Deger

▲ Abb.1: Der Coma-Galaxienhaufen (Abell 1656) im Sternbild Haar der Berenike.

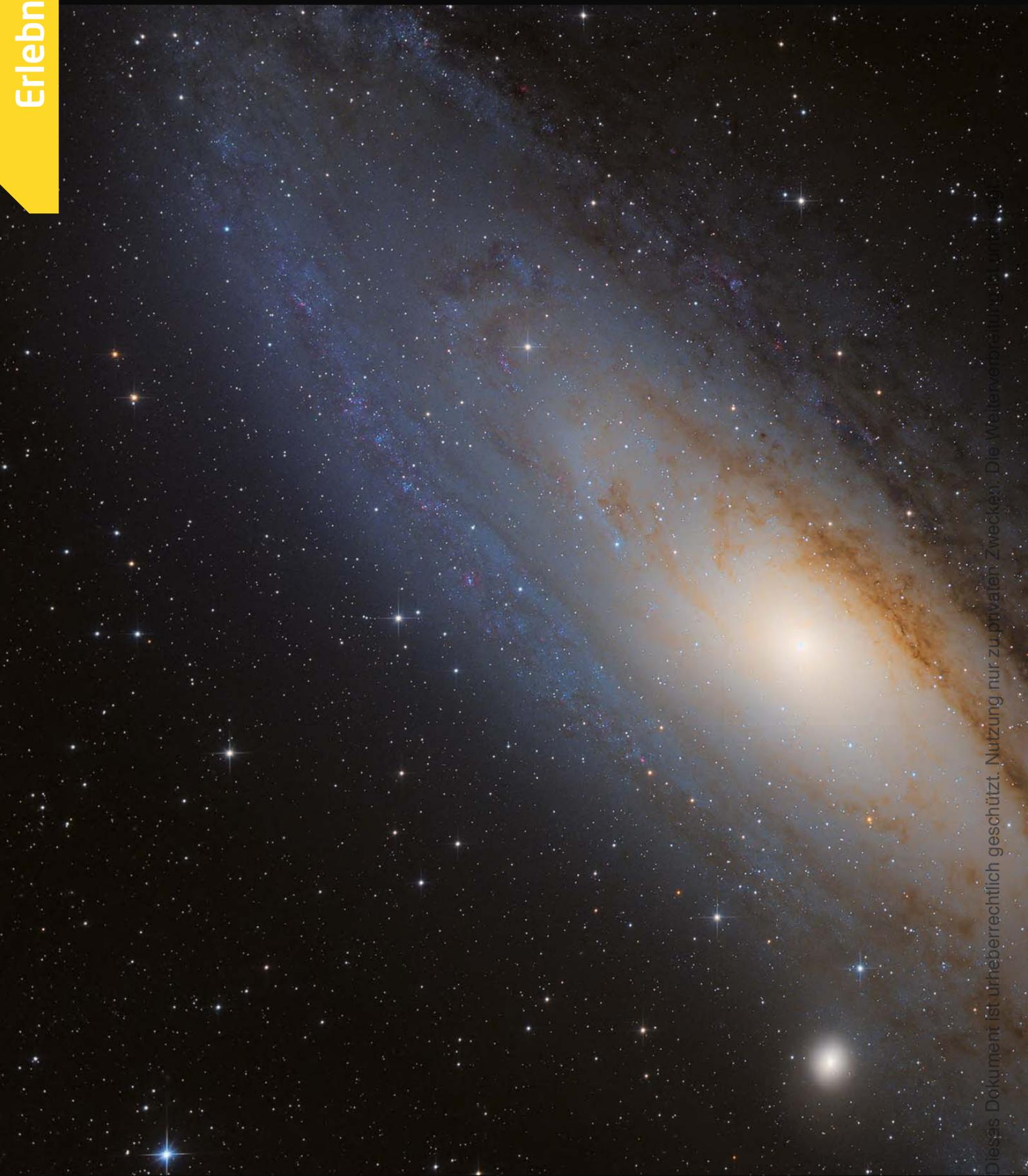
### Blick in die Vergangenheit

Der Coma-Galaxienhaufen stand schon lange auf meiner To-do-Liste. Im April 2015 hatte ich das Glück, dass es eine längere Schönwetterperiode gab, die ich an drei aufeinanderfolgenden Nächten ausnutzen konnte. Die Bedingungen bei mir sind eigentlich nicht schlecht: Zwar bin ich von einigen LED-Straßenlampen umgeben, doch bei guter Transparenz sind unter meinem bayrischen Landhimmel schöne Aufnahmen machbar. Ich

schwenkte meinen 4,5-Zoll-Newton mit der SBIG-ST8300M-Kamera, getragen von einer 10Micron-GM1000HPS-Montierung, Richtung Abell 1656. Mir war es wichtig, eine sehr gute Tiefe zu erreichen. Mithilfe eines ausgeklügelten Alignment-Algorithmus ermöglichte meine 10Micron-Montierung lange Belichtungszeiten ohne aktives Autoguiding. Nach einer ersten Testaufnahme kontrollierte ich nochmal den Fokus und die Nachführgenauigkeit und startete eine Belichtungsreihe mit Einzelbelichtungszeiten von 10min. Ins-

# SPIRALEN UND RINGE

Erlebnis



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

▼ Abb. 1: Unsere Nachbargalaxie Messier 31 im Sternbild Andromeda, aufgenommen am 9. August 2018 mit einem 254mm-Newtonteleskop bei 1200mm Brennweite und einer Nikon D610(a) bei 320min Belichtungszeit und ISO 400 von Österreich aus. *Michael Schmidt*



▲ Abb. 2: Messier 94 im Sternbild Jagdhunde, aufgenommen am 14. April 2018 mit einem 250mm-Newton bei 1150mm Brennweite und einer SBIG ST8300C mit einer Belichtungszeit von 103×600s von Blowatz in Mecklenburg-Vorpommern aus. *Ulf M. Schliemann*



▲ Abb. 3: Die Galaxie Messier 33 im Sternbild Dreieck, aufgenommen am 13. September 2018 mit einem 81mm-Refraktor bei 418mm Brennweite und einer Canon EOS 1000Da mit einer Belichtungszeit von 68×270s von Gro-Benaspe in Schleswig-Holstein aus. *Jörg Möllmann*

# RÜSSEL, BLASE UND EULE



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

▼ Abb. 1: Der Nebel vdB 142, auch bekannt als »Elefantenrüsselnebel«, im Sternbild Kepheus, aufgenommen am 12. August 2018 mit einem 250mm-Newton bei 1150mm Brennweite und einer SBIG ST8300C mit einer Belichtungszeit von 74×600s von Blowatz in Mecklenburg-Vorpommern aus. *Ulf M. Schliemann*



▲ Abb. 2: Der »Blasennebel« NGC 7635 und der offene Sternhaufen M 52 im Sternbild Kassiopeia, aufgenommen am 12. Oktober 2018 mit einem 200mm-Newton-Teleskop bei 920mm Brennweite und einer Canon EOS 450Da bei ISO 800 von Teuschnitz in Oberfranken aus. Die Belichtungszeit betrug 28×10min. *Daniel Förtsch*



▲ Abb. 3: Der offene Sternhaufen NGC 457, auch »Eulenhaufen« genannt, im Sternbild Kassiopeia, aufgenommen am 6. September 2018 mit einem 254mm-Newtonteleskop bei 1197mm Brennweite und einer Nikon D5300(a) bei 250min Belichtungszeit und ISO 400 von Österreich aus. *Michael Schmidt*



▲ Abb. 1: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Planetentagung 2018 auf dem Gelände der Alten Sternwarte Bonn.

# INSPIRIERENDE GESCHICHTE TRIFFT HEUTIGE TECHNIK

## Die 37. Planetentagung der VdS-Fachgruppe Planeten in Bonn

Das Ensemble der Alten Sternwarte Bonn – dem Ort, an dem F.W. Argelander seine berühmte Bonner Durchmusterung durchführte – und dem 1899 erbauten Refraktorium (heute Sitz der Volkssternwarte) wurde kürzlich von der Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union in Wien mit dem Titel »Outstanding Astronomical Heritage« geadelt. Zu Füßen des Argelandersturms betreiben die Bonner Sternfreunde eine feine mit einem C11 und einem 6" Refraktor bestückte Rolldach-Sternwarte. Am Vorabend der Tagung am 22. September wurde nach einem gemütlichen Auftakttreffen dort die Bedeckung des Sterns  $\delta$  Cap durch den zunehmenden Mond beobachtet.

### Mysteriöse Marsstruktur

Die Tagung im Refraktorium am Samstag bildete nicht nur das Spektrum heutiger Planetenbeobachtung ab, sondern bot ungewöhnliche Anregungen abseits viel begangener Pfade. Georg Dittiés »Astrogeologie« lenkte den Blick auf den eigenen Planeten: Wer hätte z.B. gedacht, dass selbst Bohrtürme zu Teleskopen werden, wenn man durch den Nachweis von Isotopen in Bohrkernen zeigen kann, dass unser Sonnensystem alle 200 Millionen Jahre die galaktische Ebene durchquert. Bernd Gährkens gelungene Beobachtungen von Sternbedeckungen durch Asteroiden, Bernd Klempts Perseiden-Analyse, Tobias Kampschultes stimmungsvolle Mondfinsternisbilder oder Sven Melcherts Erfahrungen mit der Planetenfoto-

grafie lieferten viele Impulse für das interessierte Publikum. Fachgruppenleiterin Silvia Kowolik und Bernd Gährken zeigten, wie sie international die hiesigen Planetenbeobachter auf Tagungen vertreten. Die Marsbilder, die Bernd Gährken und Sebastian Voltmer bei der Perihelopposition des Roten Planeten in Namibia aufnahmen, erregten Aufmerksamkeit auf dem European Planetary Science Congress 2018 in Berlin, zeigen sie doch möglicherweise eine große Impaktstruktur, die sich erst durch die jüngsten Staubablagerungen abzeichnete (vgl. Planeten aktuell S. 34).

### Der Forschung ganz nah

Ein Highlight war der Fachvortrag von Joe Zender. Der ESA-Projektwissenschaftler der BeppiColombo-Mission gab kurz vor dem Start der Sonde zum Merkur spannenden Einblicke in die Technik und wissenschaftliche Zielsetzung dieses Raumfahrtabenteuers. Das Abendprogramm fand in Verbindung mit dem 74. Seminar der Bonner Planetengruppe statt. Mit der elfjährigen Clara Dittié gab die jüngste Referentin der Tagungsgeschichte ihren viel beklatschten Einstand und zeigte als echte »Space-Checkerin«, wie sich ganze Sonnensysteme spielerisch am PC simulieren lassen. Ein ebenso astronomisches wie kulturhistorisches Fenster öffnete der Kalenderexperte Dr. Heiner Lichtenberg: Da erweist sich ein Buch mit Heiligenbiographien aus dem Jahr 1586 als langfristiger Mondkalender. Der Berichterstatter und diesjährige Gastgeber war mit Betrachtungen zu Merkursichtbarkeiten und

animierten Himmelsfotos in beiden Tagungsteilen vertreten. Ein weiterer Abenteuer-Astronomie-Redakteur setzte den Schlusspunkt: Daniel Fischers fulminantes Panoptikum von rheinischen Halos, meisterhaften astronomischen Uhren in Belgien und Kuriositäten am Rande der IAU-Tagung in Wien.

### Faszinierende Astronomiegeschichte

Ein letzter Programmpunkt war der Besuch des Argelander-Instituts in Bonn-Endenich am Sonntag. Dort führte Dr. Michael Gefert, der sich unermüdlich für den Erhalt der Archivschätze der Bonner Sternwarte einsetzt, kundig durch die von ihm zusammengestellte Ausstellung. Ob das erste Bonner Teleskop, ein englischer 8,2cm-Refraktor von Dollond, mit dem der erste Bonner Astronomieprofessor von Münchow u.a. den Merkurdurchgang von 1832 beobachtete, oder die wunderbaren Zeichnungen von Mond und Kometen des Astronomen und Geologen Julius Schmidt, das Originalinstrument der Bonner Durchmusterung oder die Druckplatten der südlichen Fortsetzung der Argelander'schen Herkulesaufgabe unter seinem Nachfolger Eduard Schönfeld: Hier kommt man Meilensteinen der Astronomiegeschichte ganz nah und fühlt sich früheren Beobachtern verbunden. Jörg Stegert zeigte noch das 50cm-Teleskop auf dem Institutsdach, bevor die Planetenfreunde im pünktlich zum Herbstanfang einsetzenden Regen die Heimfahrt antraten.

► Paul Hombach

## Termine für Sternfreunde Dezember 2018/Januar 2019

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

### **Astronomiemuseum der Sternwarte Sonneberg** **www.astronomiemuseum.de | D-96515 Sonneberg**

Das Museum bietet ein vielfältiges Programm für die ganze Familie. Lernen Sie die Sonne, Planeten und andere Himmelskörper besser kennen. Erfahren Sie mehr über die Sternbilder und tauchen Sie ein in die Tiefen des Kosmos. Seit Juli 2018 bietet das Museum eine Dauerausstellung über Meteorite.

### **Deutsches Museum** **www.deutsches-museum.de | D-80538 München**

Auf 1100m<sup>2</sup> zeigt das große Museum für Technik und Naturwissenschaft auch Exponate zur Astronomie. Außerdem verfügt es über ein Planetarium, eine Sternwarte und einen Planetenweg an der Isar entlang.

### **Arche Nebra** **www.himmelscheibe-erleben.de | D-06642 Nebra**

Das Informationszentrum zur berühmten Himmelscheibe beherbergt eine Dauerausstellung und ein Planetarium. Darüber hinaus bietet die Arche Nebra ein umfangreiches Veranstaltungsprogramm an. Insbesondere für Familienausflüge ist die Arche Nebra sehr geeignet.

### **RiesKraterMuseum Nördlingen** **www.rieskrater-museum.de | D-86720 Nördlingen**

Das Nördlinger Ries ist ein etwa 25 Kilometer durchmessender Einschlagkrater, der vor 15 Millionen Jahren entstand. Die Dauerausstellung ist den Kleinkörpern unseres Sonnensystems im Allgemeinen und dem Ries-Impakt im Besonderen gewidmet. Mit diesen Hintergrundwissen ausgestattet kann dann im Frühjahr der Geopark Ries mit seinen vielen Lehrpfaden erkundet werden.

### **Technik Museum Speyer** **speyer.technik-museum.de | D-67346 Speyer**

Die russische Raumfähre Buran ist sicherlich das Highlight der Raumfahrtausstellung dieses Museums. Um die Buran herum sammelt das Museum ständig neue interessante Exponate. Im IMAX-Dome werden auch Filme zu Astronomie- und Raumfahrtthemen gezeigt.



### **Deutsche Raumfahrtausstellung Morgenröthe-Rautenkranz e.V.** **www.deutsche-raumfahrtausstellung.de | D- 08262 Muldenhammer**

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

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

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

### **Deutsches Technikmuseum** **sdtb.de/technikmuseum | D-10963 Berlin**

Nur noch bis zum 30. Dezember präsentiert das Museum die Sonderausstellung »40 Jahre Deutsche im Weltall - 2 Staaten, 11 Raumfahrer und 100 Objekte«. Der Anlass ist das Jubiläum des Raumflugs von Sigmund Jähn im Jahre 1978.

### **ESO Supernova** **supernova.eso.org | D-85748 Garching**

Direkt neben dem Hauptsitz der europäischen Südsternwarte ESO in Garching bei München befindet sich dieses Zentrum für die Öffentlichkeitsarbeit. Es bietet seinen Besuchern ein modernes Planetarium und zahlreiche anschauliche Visualisierungen abstrakter astrophysikalischer Zusammenhänge. Hier kann man mit allen Sinnen in das Universum eintauchen.

# WIE SPÄT ES IST?

Nicht nur bei der Verfolgung von Sternbedeckungen ist die genaue Uhrzeit von Bedeutung

Wer wissen will, wie spät es ist, schaut auf die Uhr: Alle öffentlichen Uhren in Deutschland werden per Funksignal über den altbekannten Zeitzeichensender DCF77 durch die Physikalisch-technische Bundesanstalt in Braunschweig und seit dem Jahr 2000 auch über das Internet verbreitet. Über mehrere Webadressen lässt sich die aktuelle Zeit anzeigen und sie ist über den Langwellensender in Mainflingen empfangbar.

## Wo die Zeit herkommt

Gemessen wird die Zeit in Deutschland durch vier Atomuhren, zu denen zwei Cäsium-Uhren gehören.

Eine davon ist ausschließlich für die Festlegung der aktuellen Zeit reserviert. Über sie wird auch die vom »Internationalen Dienst für Erdrotation und Referenzsysteme« mit Sitz in Paris ausgelöste Einfügung von Schaltsekunden geschaltet, um Ungleichmäßigkeiten bei der Erdrotation auszugleichen. Diese auch »Erdrotationsdienst« genannte Einrichtung kümmert sich um geodätische Messungen von Erd- und Positionsatelliten (GPS) sowie den von Quasaren empfangenen Signalen, um sie in astronomische Fundamentalsysteme einfließen zu lassen. Außerdem wird aus den Daten die koordinierte Weltzeit (UTC) abgeleitet, die praktisch mit der Weltzeit identisch ist, hierbei aber Schaltsekunden berücksichtigt. Künftig werden, so der Stand der Dinge, in Deutschland die Cäsiumuhren wohl durch Thoriumuhren ersetzt, um noch präzisere Zeitangaben zu bekommen.

## Einheitliche Zeit erst seit 1893

Was heute als selbstverständlich gilt, war beileibe nicht immer so. Die Zeitbestimmung oblag bis zur Einführung eines einheitlichen Zeitgesetzes im Deutschen Reich ab dem



▲ Abb. 1: Große, im Boden eingelassene Sonnenuhr auf der VdS-Sternwarte in Kirchheim. Der Mensch wird hier zum Schattenstab. Wer sich, freilich bei Sonnenschein, in die Mitte des Kreises stellt, kann durch seinen eigenen Schatten – mit einiger Ungenauigkeit – die Zeit ablesen.

1. April 1893 – dies regelte auch die Festlegung der reichsweiten Zeit auf die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) – den lokalen Sternwarten. Sie bestimmten durch ortsabhängige Meridiane die Orts- oder Zonenzeit, ermittelten erst die aktuelle Sternzeit, aus der dann die bürgerliche Zeit abgeleitet wurde. Für die Seeschifffahrt gab es statt öffentlicher Uhren, die oft an Kirchtürmen angebracht waren und teilweise Ortszeit und MEZ getrennt anzeigten, weltweit sogenannte Zeitbälle. Einer davon befand sich einst am Hamburger Hafen und kann auf historischen Fotos auf dem Dach des Kaispeichers A erkannt werden. An der Stelle befindet sich heute die Elbphilharmonie.

Das Zeitgesetz hat seit seiner Einführung nur wenige Änderungen erfahren. Nach seiner Einführung zum 1. April 1893 wurde 1978 beschlossen, dass in Deutschland ab 1980 die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ), GMT plus 2 Stunden, eingeführt wird. 2008 wurde es durch das »Gesetz zur Änderung des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und des Eichgesetzes, zur Aufhebung des Zeitgesetzes, zur Änderung der Einheitenverordnung und zur Änderung der Sommerzeitverordnung (MeßEinhGua-ÄndG)« aufgehoben. Die Sommerzeit ist im Übrigen keine Erfindung der »Neuzeit«. Es

gab sie bereits mehrfach: von 1916–1918, von 1940–1942, von 1943–1945, 1945 in der damaligen sowjetischen Besatzungszone sowie von 1947 bis 1949 in ganz Deutschland.

## Viele verschiedene Zeiten

Für die Astronomie sind noch ganz andere Zeiten von Bedeutung: So werden weltweit alle Uhrzeiten auf die Weltzeit (Greenwich Mean Time, GMT) reduziert, die es übrigens erst seit dem 1. Januar 1925 gibt. Da der irdische Tag keine 24 Stunden, sondern nur 23 Stunden, 56 Minuten, 4,091 Sekunden lang ist, wird mit der Sternzeit gerechnet. Zur Berechnung von Bahnelementen im Sonnensystem verwendet man die Ephemeridenzeit. Andere rechnen mit der Atomzeit oder seit 2006 auch mit der GPS-Zeit. Im Internet finden sich für alle Zeiten ausführliche Erklärungen.

► Manfred Holl



## SURFTIPPS

- Alle Links zu den im Text genannten Themen

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a18094](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a18094)

# DAS SPEKTAKEL-DILEMMA

Astronomie hat ein hohes öffentliches Begeisterungspotential. Wer würde bestreiten, dass der Weltraum spektakuläre Ereignisse bietet. Schwierig wird es, wenn Himmelschauspiele zu übertriebenen Events hochgeschrieben werden.

▲ Abb. 1: Unzweifelhaft spektakulär: Der Anblick einer totalen Sonnenfinsternis.

Im April bekomme ich einen Anruf vom WDR und werde in eine TV-Sendung zum Thema Sternschnuppen eingeladen. Es soll um die Lyriden gehen. Ich überlege kurz: Ein Fernsehtalk über diesen eher unergiebigem Schnuppenstrom, der noch dazu vom zunehmenden Mond gestört wird? Ich dämpfe gegenüber der Redakteurin im Vorgespräch die Erwartungen und weise darauf hin, dass ich nicht so tun möchte, als könne man mitten aus der Stadt ein wahres Feuerwerk sehen. Stehen die Medien nicht in Sachen Fake-News unter besonderer Beobachtung? Soll mir nachher keiner sagen, ich hätte ein Himmelspektakel versprochen, von dem man letztlich nix gesehen hat. Andererseits will ich nicht die Spaßbremse durchtreten. Neugierde erzeugen, das himmlische Geschehen erklären – ok, aber keinen Hype bedienen oder gar erzeugen. Der Live-Auftritt zu den Lyriden lief dann erfreulich, ich konnte ein paar allgemeine Fakten über Sternschnuppen bringen und auf weitere interessante Himmelsereignisse hinweisen. Es ist eine grundsätzliche Frage: Wie gehen wir Sternfreunde mit öffentlichem Interesse an einem Astrothema um? Einerseits wollen wir begeistern, andererseits nicht für Frust sorgen.

## Spektakel an der Wahrnehmungsgrenze

Wer wie ich mit tausenden Menschen den Abend der Mondfinsternis plus Marsopposition

an jenem lauen Sommerabend im Juli 2018 erlebt hat, der kann nichts anderes sagen, als dass dies als Gesamterlebnis spektakulär war! Heikel war die Berichterstattung im Vorfeld. Da konnte man den Eindruck bekommen, als ginge mit dem »Blutmond« ein orangerot glühender Ball am Horizont auf. In Wahrheit war es lange ein bis zur Unsichtbarkeit verdunkelter Mond im Horizontdunst bei heller Dämmerung, der mit einem Zehntausendstel der Vollmondhelligkeit zu keiner Zeit die Chance hatte, »Sonnenaufgang 2.0« zu spielen. Gäste einer öffentlichen Veranstaltung konnten realistisch über das Geschehen informiert werden und erlebten zu später Stunde beim Austritt des Mondes aus dem Kernschatten wirklich einen Gänsehautmoment. Andere erzählten mir, sie hätten »gegen Zehn Uhr mal rausgesehen und nichts gesehen«. Wer nicht genau wusste, was wann und wo zu sehen war, der hat offenbar enttäuscht zu früh aufgegeben.

## Das Pünktchen wird zur Sensation

Einen besonders krassen Fall des Astro-Clickbaitings entdeckten Sternfreunde auf der Webseite eines deutschen Nachrichtenmagazins im Zusammenhang mit der Opposition des Asteroiden (4) Vesta.

Der Kleinplanet wurde im Juni mit 5<sup>m</sup>3 tatsächlich ungewöhnlich hell, von dunklen Orten aus mit Kenntnis der genauen Position am Sternhimmel theoretisch zu einem Pünktchen fürs bloße Auge. Doch der Beitrag stilisiert ihn zu einem »gigantischen Gesteinsbrocken, der in Richtung Erde rast«, wenngleich das »Monster« dank »Berechnungen der NASA niemals mit der Erde zusammenstoßen wird«. Puh, da haben wir ja nochmal Glück gehabt!

## Stille Genießer

Der tatkräftige Astronomiedidaktiker Martin Mayer hat gesagt, »manchmal muss man dem Himmel etwas abringen«. Gemeint ist, dass es beim Naturerlebnis Himmelsbeobachtung nicht immer einfach zugeht. Es sind vielfach eher leise Erfolge, die sich oft genug erst mit Geduld und Übung einstellen. Wer nach langem Suchen endlich die schwache Galaxie im Okular aufblitzen sieht, die Entfernung und Dimension des Objekts bedenkt, für den kann das ein spektakuläres Erlebnis sein, aber halt kein breitenwirksames Spektakel. Was sensationell ist, liegt dann tatsächlich im Auge des Betrachters – und seien er oder sie in der Rolle des stillen Genießers!

► Paul Hombach

P. Hombach

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



# LESERBRIEFE

## Abenteuer Astronomie Heft 16, Astro-ABC

Im Heft 16 von Abenteuer Astronomie schreibt Herr Hombach etwas zum Thema Opposition. Geschah es in der Vergangenheit oder wird es vielleicht in der Zukunft geschehen, dass Sonne, Erde und zwei Planeten »in einer Reihe« (also in Opposition/Konjunktion) stehen? Wenn ja, wann? Michael Stobernack

Danke für diese spannende Frage! Grundsätzlich ist die Antwort: Ja, das kommt vor, ist allerdings relativ selten.

Das Thema hat mich jetzt eine Weile beschäftigt, wobei die Quellen dazu im Internet sehr spärlich sind. Ich habe also »zu Fuß« ein wenig in Jean Meeus »Astronomical Tables« geblättert, um wenigstens die Frage für die Oppositionen von Jupiter und Saturn zu klären. Bekanntlich überholt Jupiter den Saturn alle etwa 20 Jahre, wobei das nicht heißt, dass dann auch beide

am selben Tag in Opposition gelangen. Zusätzlich fand ich einen historischen Aufsatz, nach dem die Oppositionen beider Planeten im Jahr 1683 nur vier Stunden auseinander lagen, 1940 waren es 17 Stunden, was aber reichte, beide Oppositionen am gleichen Tag (3. November) stattfinden zu lassen. Im Rahmen der berühmten Dreifach-Begegnung von Jupiter und Saturn 1981 lagen die Oppositionen 22 Stunden auseinander, gerechnet in Weltzeit fielen sie aber auf zwei aufeinander folgende Tage (J:26.3., S:27.3.) Dem »Meeus« entnehme ich, dass Jupiter und Saturn am Fr., den 27. Dezember 2238 erneut am gleichen Tag in Opposition stehen werden. Ein anderer Sternfreund, den ich fragte, erinnerte sich an die Doppel-Opposition von Jupiter und Uranus am 21. September 2010. In einem alten Jahrbuch fand ich zudem, dass Uranus und Neptun am 12. Juli 1993 mit elf Stunden Abstand in Opposition gelangten. Zwischen Jupiter und Mars habe ich den



24./25. Februar 1980 gefunden, als die Oppositionen beider Planeten nur rund zwölf Stunden auseinander lagen.

Ich suche noch nach einer Möglichkeit, solche Ereignisse automatisiert zu ermitteln.

Paul Hombach

## Mond-Spaziergang und Spix' Blick zum Mond

Sehr gerne lese ich die interessanten Berichte, die Herr Spix über den Mond erzählen kann. Öfters ist mir bei den Bildern schon aufgefallen, dass die Mondoberfläche dabei so aussieht, als wenn ein sehr ordentlicher Fliesenleger am Werk gewesen sei. Ist diese Vielzahl absolut parallel erscheinender

Linien tatsächlich das Ergebnis von Naturgewalten, oder handelt es sich um Artefakte durch die Aufnahmetechnik? Klaus Erich Sieber

Der Mond ist natürlich nicht wirklich gestreift – der Grund für die Streifen aber auch nicht direkt

ein technischer: Auf den Bildern der Lunar Reconnaissance Orbiter Camera sind ja alle Strukturen im gleichen Maße schattiert, d.h. überall auf dem Mond liegt scheinbar der gleiche Sonnenstand vor, was natürlich auf einer Kugel unmöglich ist. Damit man am Ende ein Bild hat, das die Mondoberfläche überall gleich zeigt, wurde sukzessive mit langsam wachsender Mondphase aufgenommen – Streifen für Streifen, von Pol zu Pol. Geschätzt wurde über zwei Wochen hinweg alle zwei bis drei Stunden ein Streifen aufgenommen. Innerhalb eines Streifens macht sich aber auch schon die Krümmung der Mondoberfläche durch eine leichte Schattierung bemerkbar. Insbesondere in den glatte Maria. Dort, wo die Streifen aufeinanderstoßen, wird das dann offensichtlich.

Grund ist also das Verfahren zur Erstellung dieses eigentlich unmöglichen Bildes. Die Streifen ließen sich nur durch sehr feine Streifen in viel kürzeren Zeitabständen unsichtbar machen. Oder man löst das Problem per Bildbearbeitung nachträglich, wie für den »Reiseatlas Mond« geschehen.

Mario Weigand



▲ Abb. 1: Die Mondoberfläche rund um den Krater Posidonius erscheint auf diesem Bild der NASA-Sonde Lunar Reconnaissance Orbiter gestreift, sie ist es natürlich nicht.

## Buch: Expeditionen zu fremden Welten

Mit dem Buchdesign ist es ein wenig wie mit der Raumfahrt. Eine Rakete kann viel Nutzlast in einen niedrigen Orbit wuchten, oder weniger Fracht in eine höhere Umlaufbahn.



Zwischen die Buchdeckel passen bei gegebener Seitenzahl viele Wörter – oder viele Bilder. Einen Tod muss der Verleger sterben. Und so fallen zwei konkurrierende Konzepte zu Sachbüchern auf: opulente Bildbände mit Infohäppchen sowie Schmöcker, die mit einer Handvoll schwarzweißer Skizzen auskommen. Der Springer-Verlag versucht zusammen mit dem DLR einen Spagat. »Expeditionen zu fremden Welten«, ein Werk über das Sonnensystem, soll durch »informativ Detailfülle« und »atemberaubende Fotos« faszinieren, heißt es.

Ersteres stimmt absolut. Während der »20 Milliarden Kilometer durch das Sonnensystem«, so der Untertitel, haben die DLR-Autoren alles unter die Lupe genommen, was an ihnen vorüberflog. Beispielsweise sind fast 30 der 380 Seiten den Jupitermonden gewidmet. Oder: Nahezu auf einer ganzen Seite

sind die in Kometenkomae gefundenen Moleküle aufgelistet – mit Summenformeln und geordnet nach molarer Masse vom schneidenden Wasser bis zum Tetraschwefel. Fotos hingegen sind zwar reichlich und in guter Qualität vorhanden. »Atemberaubend« aber kommen die meisten nicht rüber, das liegt an der reduzierten Größe – offensichtlich ein Zugeständnis an den vorhandenen Platz. »Expeditionen zu fremden Welten« ist ein in seiner Informationsdichte selten gesehenes Buch. Es hat in der Aufmachung durchaus Lehrbuchcharakter, ist aber für den Laien, der sich für den Stand der Forschung zum Sonnensystem interessiert, absolut verständlich.

► Stefan Zaruba

### IM DETAIL

**Ralf Jaumann, Ulrich Köhler, Frank Sohl, Daniela Tirsch, Susanne Pieth: Expeditionen zu fremden Welten, Springer-Verlag, 2018, ISBN: 978-3-662-54995-7, 29,99 €**

## iOS- und Android-App: Podcast »SternBildung«

Bisher wurden an dieser Stelle immer eigenständige Apps mit Bezug zur Astronomie vorgestellt, die auf Smartphones und/oder Tablet-PCs laufen. In der aktuellen Rezension soll es einmal nicht um eine klassische App gehen, sondern eher um einen App-Inhalt: Bereits vor der Erfindung von Smartphones wurden Audio- und Musik-Dateien auf MP3-Playern (beispielsweise iPod) rezipiert; seit 2000 entwickelten sich für MP3-Player sogenannte Podcasts (dieses Kunstwort setzt sich aus Broadcast und iPod zusammen) als abonnierbare Mediendateien, die meist thematisch fokussiert waren. Während Podcasts nach der Einführung von Smartphones zunächst etwas an Bedeutung verloren, erfreuen sie sich inzwischen wieder zunehmend an Beliebtheit – was

sicherlich auch daran liegt, dass die inhaltliche Vielfalt der verfügbaren Podcasts sich zunehmend ausdifferenziert. Unter dem Titel »SternBildung« veröffentlichten Florian Freistetter und Holger Klein seit Frühjahr 2017 regelmäßig – sehr hörenswerte! – Podcasts. Jede der rund 15 bis 20 Minuten dauernden Folgen thematisiert dabei eines der 88 Sternbilder: Ausgehend von den mythologischen Hintergründen der Sternbilder werden anschließend herausragende astronomische Prozesse und Konstrukte (Sternentstehung, Frühlingspunkt, rote Riesen etc.) vorgestellt. Beachtenswert ist diese Podcast-Reihe auch, da sich die beiden Protagonisten erfreulich fundiert über die gewählten Themen unterhalten – und nicht etwa referieren. Von der fachlichen Kompetenz profitiert auch der Zuhörer bei dieser sehr unterhaltsamen und professionell gemachten Podcast-Serie, die in unterschiedlichen Podcast-Apps auf beliebigen Endgeräten gehört werden kann.

► Ullrich Dittler



### IM DETAIL

**Podcast: SternBildung,**  
gratis, erhältlich z.B. bei iTunes

# Auf Wiedersehen

## und vielen Dank für Ihre Treue!

Die Redaktion von **Abenteuer  
Astronomie**

### 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](mailto:aboservice@abenteuer-astronomie.de)  
(0049) 09131-970694

#### Redaktion

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

#### Anzeigen

Aufträge, Mediadaten, Preise  
[anzeigen@abenteuer-astronomie.de](mailto:anzeigen@abenteuer-astronomie.de)

#### Facebook

[facebook.com/AbenteuerAstronomie](https://facebook.com/AbenteuerAstronomie)

#### Twitter

[twitter.com/abenteuerastro](https://twitter.com/abenteuerastro)

#### Website

[www.abenteuer-astronomie.de](http://www.abenteuer-astronomie.de)

### Impressum

**Abenteuer Astronomie**  
ISSN 2366-3944

#### Verlag

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

#### Geschäftsführung

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, Norman Görnitz, 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

Ronald Stoyan

#### Abo-Service

Melanie Jessen

#### Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

#### Grafik

Arnold Barmettler, Karina Horn  
Dieter Reimann, Jörg Scholten

#### 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)