

Titelbild: **Künstlerische Darstellung** des Mars 2020 Rover der NASA auf dem Mars. *NASA/JPL-Caltech*

## REDAKTION IM EINSATZ

### Himmliche Begegnung

Ganz ehrlich: Ich bin ein Merkur-Fan! Ich liebe es, den scheuen Planeten mit dem Fernglas aus der Dämmerung zu fischen. Zu manchen Zeiten ist Merkur sogar einfach mit dem bloßen Auge zu sehen, oft ist er aber nur ein blasser weißgelblicher Lichtpunkt, der nach einigem Suchen im Fernglas aufleuchtet. Ende Juni bot Merkur für nördliche Breiten eine kleine Abendsichtbarkeit und natürlich versuchte ich mein Glück. Der Blick zum Horizont muss frei genug sein und das Wetter muss mitspielen. Am 20. Juni erwischte ich den innersten Planeten erstmals am noch hellen Abendhimmel – er war ganze fünf Minuten lang zu verfolgen. Ich fand ihn von meinem

PHombach



Beobachtungsort aus rechts neben einem Kirchturm. In der gleichen Blickrichtung sollte er auch an den folgenden Abenden zu sehen sein. Am Abend des 25. Juli suche ich nach einem klaren Sonnenuntergang wieder mit dem Fernglas den Nordwesthimmel ab – da ist Merkur wieder! Ein kleines Stück links oberhalb der Kirchturmspitze! Wenig später kommt es zu einer unerwarteten himmlischen Begegnung. Der kleine Lichtpunkt zieht ganz knapp am Engel auf der Kirchturmspitze vorbei, für einen flüchtigen Augenblick sieht es so aus, als sei Merkur die Note, die der Engel auf seiner Trompete spielt. Zwei »Himmelsboten im Akkord«! Gut, dass ich die Kamera griffbereit habe, um diesen Moment einzufangen! Am folgenden Abend zieht Merkur schon wieder ein Stück unterhalb des Engels seine Himmelsbahn.

► Paul Hombach



### Stefan Deiters

Chefredakteur

## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

**der Mars ist in diesen Tagen zweifellos das Highlight am Himmel.** Doch der Rote Planet schaffte es in den vergangenen Wochen auch durch eine Entdeckung des Marsrovers Curiosity in die Schlagzeilen, dem es gelungen war, organische Verbindungen auf dem Planeten nachzuweisen. Der Fund stimmt hoffnungsvoll, dass die nächsten Marsmissionen, auf die wir in unserer Titelgeschichte blicken, endlich eine Antwort auf die Frage »Leben auf dem Mars?« liefern werden (Seite 16).

**Entscheidend dabei könnte auch eine Mission sein, deren gemeinsame Planung ESA und NASA unlängst vereinbart haben:** der Transport einer Bodenprobe vom Mars zur Erde. Da die Ankündigung noch einige Fragen offenließ, hat Daniel Fischer noch einmal bei ESA nachgefragt und von David Parker, dem Direktor für bemannte Raumfahrt und robotische Exploration der Raumfahrtagentur, ausführliche Antworten erhalten (Seite 21).

**Die Umweltbedingungen auf dem Mars ähneln, das zumindest sagen Astrobiologen, in mancher Hinsicht denen in der chilenischen Atacamawüste.** Das ist natürlich nicht der Grund, warum sich hier einige der größten Teleskope der Welt befinden. Verantwortlich dafür ist der nahezu perfekte Himmel über Chile, der das Land auch zu einem lohnenswerten Ziel für Amateurastronomen macht. Unser Autor Jan Hattenbach lässt uns in seinem Artikel an seinen Erlebnissen in Chile teilhaben (Seite 74).

**Neben den bekannten Rubriken finden Sie in diesem Heft drei ganz neue Reihen:** In »Working Setups« werden Astrofotografen künftig ihr perfektes Equipment beschreiben, für dessen Zusammenstellung sie oft jahrelang ganz verschiedene Kombinationen ausprobiert haben. In »Peters Problemlöser« nimmt sich Peter Oden typischen Problemen von Amateurastronomen an und in »Stoyans Skizzenbuch« präsentiert unser Herausgeber Ronald Stoyan fortan einige seiner besten und interessantesten Zeichnungen.

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Ihr





# LEBEN AUF DEM MARS?

Die kommenden Missionen zum Roten Planeten sollen endlich eine Antwort liefern



## Abenteuer Astronomie 16 August/September 2018

### Wissen

#### First Light

- 8 Laser in den Kosmos!
- 10 Forscher auf der Falcon

#### Fischers fantastische Zahlen

- 12 Nur im Schnitt alle 5000 Jahre

#### Deiters' erstaunliche Fakten

- 13 Die Namen der Uranusmonde

#### Fakt oder Fiction

- 15 Die Physik von »Der Marsianer«

#### Hauptartikel

#### 16 **Leben auf dem Mars?**

*Die kommenden Missionen zum Roten Planeten sollen endlich eine Antwort liefern*

#### Interview

- 21 David Parker

#### Hintergrund

- 24 Bereithalten zum Abholen!

#### Update

- 28 Wie Gaia die Astronomie revolutioniert
- 29 Flog Galileo durch Wasserfontänen?

#### Müllers Universum

- 30 Ein Tag auf dem Mars

#### Astro-Abc

- 31 O wie Opposition

### Himmel

#### Wichtige Ereignisse

- 32 Sternschnuppenregen kurz nach Neumond
- 33 Spätsommerliche Morgenvorstellung
- 33 Mars strahlt hell am Abendhimmel

#### Aktuell im Sonnensystem

- 34 Der Mond im August/September
- 35 Die Planeten im August/September
- 36 Sonne aktuell
- 37 Kometen aktuell
- 38 Planeten aktuell

#### Jetzt am Abendhimmel

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

### Einsteiger?

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



### Praxis

#### Artikel

#### 46 **Raumstation im Fokus**

*Wie schon mit einfacher Ausstattung Bilder der Internationalen Raumstation ISS gelingen*

#### Stoyans Skizzenbuch

- 53 Mars von ganz oben

#### Spix' Spechteltips

#### 54 **Alles klar?**

*Ein wolkenloser Himmel ist nicht alles*

54

### RAUMSTATION IM FOKUS



# DER HIMMEL ÜBER CHILE

74

Das schmale Land in Südamerika hat auch für Amateurastronomen einiges zu bieten



64

## WORKING SETUP DIE SONNE IM FOKUS

### Technik

Hubble vs. Amateure

56 Die Pinwheel-Galaxie mit einem 10-Zoll-Newton

Dittlers Fotoworkshop

**58 Planetenfotografie**

*Vorbereitung und Equipment*

Astro-Hacks

60 Laserbrille für Balkonauten

Teleskop-Tuning

61 Überhaupt nicht verklemmt

Peters Problemlöser

62 Farbränder an tiefstehenden Planeten

Working Setup

**64 Die Sonne im Fokus**

*Equipment für Sonnenfotografie*

Praxis-Check

**66 Stromlos nachgeführt auf Reisen**

*Die Omegon Mini Track LX2*

Fabrikneu

68 Neuheiten

Weigands Techniktipps

70 Sternschnuppen einfangen

### Erlebnis

Artikel

**74 Der Himmel über Chile**

*Das schmale Land in Südamerika hat auch für Amateurastronomen einiges zu bieten*

Mein bestes Astrofoto

82 Magellansche Wolke im Horizontdunst

Leser-Galerie

84 Messier, IC und NGC

Rückblick

87 Mondmosaik



24

## Bereithalten zum Abholen!

Zwei Sonden erreichen ihre Zielerasteroiden

## Space Checker

Unsere Rubrik für Kids

Sterne funkeln für jeden, Seite 92



### Szene

Astronomie vor Ort

88 »Die Astronautin« zu Besuch auf der Sternwarte Regensburg

Diskurs & Diskussion

90 Lautstark im Weltall

Netznews

91 Mondfinsternis und Marsopposition in einer Nacht

Space Checker

92 Sterne funkeln für jeden

Leserbriefe

94 Die Navis des Nachthimmels

Rezensionen

95 Mars Guide

95 Theodolite

Astrorätsel

97 Vier verflixte Fehler

### Rubriken

3 fokussiert

89 Termine

98 Vorschau

98 Kontakt

98 Impressum

98 Hinweise für Leser

# LASER IN DEN KOSMOS!

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



Das Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte aus der ungewohnten Position einer Foto-Drohne über Chiles Cerro Paranal in der Dämmerung - mit eingeschalteter »4 Laser Guide Star Facility«. Die vier Laserstrahlen - 4000-mal so stark wie ein Laserpointer - erzeugen in der Hochatmosphäre künstliche Sterne, aus deren ständig anderer Verformung durch die Luftunruhe die Stellung von Korrekturspiegeln im Strahlengang des Teleskops berechnet werden kann. Das Ergebnis sind viel schärfere Bilder - fast so, als gäbe es die turbulente Atmosphäre gar nicht. Dank gleich vier Kunststernen gelingt die Glättung eines ziemlich großen Gesichtsfelds. Die Großteleskope der nächsten Generation werden häufig solche Systeme der »Adaptiven Optik« einsetzen.

a

SpaceX

# FORSCHER AUF DER FALCON



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

b

SpaceX



Binnen eines Monats hat eine Falcon 9 des privaten Raketenentwicklers SpaceX drei Forschungssatelliten in den Weltraum gebracht: am 18. April den Exoplaneten-Jäger TESS der NASA von Cape Canaveral aus (a), am 22. Mai dann unter anderem den deutsch-amerikanischen Erdvermesser GRACE-FO von der Vandenberg Air Force Base (b). TESS steht für »Transiting Exoplanet Survey Satellite«. Der Satellit wird von einer exotischen Bahn bei hellen Sternen am ganzen Himmel nach kurzen Lichteinbrüchen durch vorbeiziehende Planeten suchen, die anschließend andere Observatorien unter die Lupe nehmen werden. Die zwei GRACE-Satelliten – GRACE steht für »Gravity Recovery and Climate Experiment« – werden hingegen im Tiefflug um die Erde huschen und ihren Abstand mit Lasertechnik extrem genau messen: Schwankungen verraten viel über das Schwerfeld der Erde und insbesondere Wasserumlagerungen, wie bereits ein Vorgänger-Paar bewiesen hat.

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

## Fischers fantastische Zahlen



INTERAKTIV



### Daniel Fischer

ist Redakteur bei Abenteuer Astronomie und unser Mann für die wahrhaft astronomischen Zahlen.

Sie können ihn befragen über [redaktion@abenteuer-astronomie.de](mailto:redaktion@abenteuer-astronomie.de) oder unsere Facebook-Seite.

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

Nur im Schnitt

# ALLE 5000 JAHRE

trifft ein Asteroid von Meter-Größe die Erde, vergeht in einer Explosion in der Atmosphäre – und produziert dabei eine Druckwelle, die wiederum eine Stadt trifft und dort massenweise Fensterscheiben zertrümmert: Das Ergebnis einer neuen statistischen Analyse passt zum Fakt, dass ein solcher Fall genau einmal in der Geschichte der Menschheit – 2013 im russischen Chelyabinsk – vorgekommen ist. Solche Airbursts sind an sich gar nicht so selten, die Erde aber ist erstaunlich dünn

besiedelt: Die Menschheit konzentriert sich stark auf urbane Zentren, ein immer noch zunehmender Trend. Die sehr geringe Wahrscheinlichkeit für kosmischen Glasbruch – mit leichteren Fällen ist etwa einmal in 600 Jahren zu rechnen – macht deutlich, dass die mitunter beschworene Gefahr durch »City-Killer« aus dem All maßlos übertrieben ist.

Und die Rate von kosmischen Impakten größerer Brocken, die ganze – bewohnte – Landstriche verwüsten, ist noch wesentlich geringer.

# 1000

## WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN



der höchsten Kategorie – von strengen Gutachtern abgesegnet und in Fachzeitschriften publiziert – kann jetzt das große internationale Radio-Interferometer ALMA in Chile vorweisen, zu dem Europa, die USA und Japan beigetragen haben. Das Themenspektrum reicht vom Sonnensystem – die 1000. Arbeit befasste sich mit dem Saturnmond Titan – über junge Sterne bis zu den entferntesten Galaxien. Am ergiebigsten ist der Atacama Large Millimeter/submillimeter Array bei Radiowellenlängen um einen Millimeter, die von kühlem kosmischem Material aller Art ausgestrahlt werden. ALMA besteht aus 66 Anten-

nenschüsseln unterschiedlichen Durchmessers (und verschiedener Hersteller) auf dem Chajnantor-Plateau in fünf Kilometern Höhe: Die Wissenschaft begann bereits, als noch gar nicht alle Antennen standen, und die Produktivität steigt immer weiter – auf inzwischen im Schnitt eine neue Veröffentlichung pro Tag.

▲ Abb. 1: Das komplette ALMA-Interferometer 2017 – die von den Schüsseln aufgefangene Strahlung wird wellengenau zentral zusammengeführt, was die Winkelauflösung einer einzigen Antenne vom Ausmaß des ganzen Feldes erzeugt.

## Der 100. »Dark Sky Place« der Erde

mit einem Zertifikat der International Dark Sky Association (IDA) ist jetzt mit dem Tumacácori National Historical Park im Süden des US-Bundesstaats Arizona entstanden. Das IDA-Programm, das unter mehreren Dark-Sky-Zertifizierungen die größte Bedeutung hat (und dessen strenge Regeln den Bewerbern manches Kopfzerbrechen bescheren), begann im Jahr 2001: Seither wurden weltweit 62 Parks, 18 Communities, 12 Reserves, 4 Sanc-

tuaries und 4 Dark Sky Friendly Developments of Distinction definiert. In Deutschland gibt es inzwischen vier Dark Sky Places: die Parks Eifel und – erst seit diesem Jahr – Winklmoosalm und die Reserves Westhavelland und Rhön. Die Mühe der gezielten Reduzierung von Lichtverschmutzung und der Bewerbung zahlt sich aus: Lokale Tourismusvereine greifen die IDA-Zertifikate gerne auf, und dunkler Himmels als Argument für eine Reise zieht tatsächlich.



SURFTIPPS

- ALMA
- International Dark-Sky Association

[Kurzlink: oc1m.de/a16012](https://oc1m.de/a16012)

## Die Namen der Uranusmonde

Wie die Monde der Planeten unseres Sonnensystems benannt wurden, war lange Zeit dem jeweiligen Entdecker überlassen – wenn sie denn überhaupt Namen erhielten. Der 1655 von Christiaan Huygens entdeckte Saturnmond Titan etwa

bekam erst 1850 einen Namen – von John Herschel, dem Sohn des Uranus-Entdeckers Wilhelm Herschel. John war es auch, der 1852 den damals vier bekannten Monden von Uranus einen Namen gab: Oberon, Titania, Ariel und Umbriel. Angesichts dieser Namensgebung dürften viele gleich an Shakespeare und seinen Sommernachtstraum denken und liegen damit gar nicht falsch: Die Namen Oberon und Titania wählte Herschel tatsächlich aus dem Shakespeare-Stück. Ariel und Umbriel allerdings stammen aus dem Gedicht *The Rape of the Lock* (deutsch: *Der Lockenraub*) von Alexander Pope, genau wie der Name des später entdeckten Mondes Belinda. Alle übrigen Monde sind wieder Namen aus Shakespeare-Stücken. Seit 1973 ist übrigens die Internationale Astronomische Union für die Benennung von Monden zuständig. Die hat für die Uranusmonde inzwischen Popes Gedicht und Shakespeares Stücke als Quelle für Namen festgelegt.



▲ Abb. 1: Der Name des Uranusmonds Ariel stammt aus dem Gedicht »Der Lockenraub« von Alexander Pope. Die Aufnahme machte Voyager 2.

## Der Tanz der Galileischen Monde

Die vier Galileischen Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto dürften viele Amateurastronomen schon einmal selbst in ihrem Teleskop oder mit dem Fernglas beobachtet haben. Die Umlaufzeiten der inneren drei Monde folgen dabei einem besonderen Muster: Europa benötigt für eine Umlaufzeit des Jupiter doppelt so lange wie Io, Ganymed wiederum doppelt so lange wie Europa. Diese sogenannte Resonanz mit dem Umlaufzeitenverhältnis 1:2:4 ist auch als Laplace-Resonanz bekannt. Man findet sie übrigens auch außerhalb unseres Sonnensystems – bei drei der vier bekannten Planeten um den Stern Gliese 876.



▲ Abb. 2: Die vier Galileischen Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto (von links) aufgenommen von der NASA-Sonde New Horizons. Es handelt sich um eine Bildmontage, bei der die Größe der Monde maßstabsgerecht ist. Io, Europa und Ganymed befinden sich einer sogenannten Laplace-Resonanz.

## Die erste Frau im All war eine Russin

Noch immer gibt sehr wenige Frauen in vermeintlich typischen Männerberufen, wie etwa dem des Astronauten. Das zeigt auch die private Kampagne »Die Astronautin«, die versuchen will, die erste deutsche Frau auf die Internationale Raumstation ISS zu bringen. Vorreiter in Sachen Gleichberechtigung im All war die ehemalige Sowjetunion: In diesem Jahr ist es 55 Jahre her, dass Walentina Tereschkowa mit ihrer Wostok-6-Kapsel in einen Orbit startete und fast drei Tage lang die Erde

umrundete. Bei der NASA ließ man sich noch etwas Zeit, erst 1983, also vor 35 Jahren, startete Sally Ride als erste Amerikanerin ins All. Im aktuellen 10-köpfigen europäischen Astronautenkorps gibt es mit Samantha Cristoforetti lediglich eine Frau.

► Abb. 3: Sowjetische Briefmarke zum Flug Walentina Tereschkows mit Wostok-6 im Jahr 1963.



**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://oc1m.de/fb)



# DIE PHYSIK VON »DER MARSIANER«

**FAKT ODER  
FICTION?**

In dem Science-Fiction-Streifen »Der Marsianer« (2015) wurde die Physik des Roten Planeten auf den ersten Blick verblüffend realistisch dargestellt. Wer jedoch genau hinschaut, findet einige Fehler...

**E**ine echte Horrorgeschichte: Ein Forschungsteam befindet sich auf dem Mars, als ein heftiger Sturm die Gruppe zur Heimkehr auf die Erde zwingt. Der Astronaut Mark Watney allerdings bleibt schwerverletzt zurück und muss nun einen Weg finden, auf dem Roten Planeten zu überleben.

## Not macht erfinderisch

Matt Damon spielt den »Robinson Crusoe« auf dem Roten Planeten. In seiner lebensgefährlichen Notlage wird der gelernte Botaniker kreativ und erfinderisch. Er versorgt sich MacGyver-mäßig medizinisch selbst. Seine wenigen Nahrungsmittelvorräte stockt er auf, indem er Kartoffeln im Habitat anpflanzt. Watney extrahiert Wasser aus dem Raketentreibstoff Hydrazin. Außerdem buddelt er sogar eine Radionuklidbatterie aus, um sich auf der eiskalten Marsoberfläche einzuheizen. Schließlich gelingt ihm eine spektakuläre Rettung und ein Rendezvousmanöver mit seinen Crewkollegen.

## Kann das alles funktionieren?

Der Film beruht auf dem Weltbestseller »The Martian« von Andy Weir. Die Filmemacher arbeiteten eng mit wissenschaftlichen Beratern und Technikern der NASA zusammen. Das merkt man dem Film deutlich an. Klar, die NASA kann-

te so Werbung für ihre Weltraumunternehmungen machen. Aber dem Film hat die Kooperation mit Profis gutgetan und haarsträubende Weltraumphysik à la »Armageddon« oder »Independence Day« konnte so vermieden werden.

Der Anbau von Kartoffeln auf dem Mars könnte tatsächlich so gelingen, wie es im Film dargestellt wurde. Watney zieht sich von der Erde mitgebrachte Kartoffelpflanzen, die er mit Exkrementen der ehemaligen Crew düngt. Zwar ist der Marsboden an sich schon sehr reich am Dünger Nitrat, aber das alleine würde nicht genügen. Die Exkremente enthalten Harnstoff und Mikroorganismen, die wesentlich zur Produktion organischer Verbindungen sind.

Auch die Gewinnung von Wasser aus Hydrazin, einem Treibstoff, der aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, sollte funktionieren. Ein Iridium-Katalysator spaltet das Hydrazin und die Verbrennung des Wasserstoffs liefert das kostbare  $H_2O$ . Die Radionuklidbatterie kommt tatsächlich bei Weltraummissionen zum Einsatz. Die Energiequelle, die in der Regel giftiges und radioaktives Plutonium enthält, wird überall dort benutzt, wo Solarzellen kaum Sonnenlicht bekommen. Die gekapselte Quelle gibt Wärme ab, so dass Watney die Kälte des Mars lindern konnte.

## Physik vom Feinsten, aber...

Das ganze Look-and-Feel vom Mars kommt in dem Hollywood-Movie echt gut rüber. Sehr

beeindruckend ist die Detailverliebtheit. Die Schwerkraft des Mars ist fast dreimal schwächer als die der Erde, was die Fallzeit von Massen auf dem Mars fast verdoppelt. In der Tat wurde das hier und da beachtet, z.B. als Watney einen Behälter fallen lässt. Beim Schaufeln des Marsstaubs wurde es wiederum vergessen und man merkt, dass hier irdischer Sand der jordanischen Wüste Wadi Rum herunterrieselt. Gepatzt wurde vor allem beim Sonnenauf- und untergang: Diese sind auf dem Mars nämlich blau (vgl. Müllers Universum in diesem Heft)!

## Hanebüchene Rettung zum Schluss

Am meisten gibt es bei der spektakulären Schlussequenz zu mäkeln. Für sich genommen sind alle Aktionen physikalisch und technisch plausibel. Aber in der Aneinanderreihung ist es sehr unwahrscheinlich, dass das alles spontan gelingt: das Auslösen einer Explosion, um eine Raumfähre zu bremsen; das Aufschlitzen eines Astronautenhandschuhs, damit der Rückstoß des austretenden Gases zum Herumfliegen genutzt werden kann; das Timing aller komplizierten Manöver insgesamt. Nun gut, hier darf man als Wissenschaftler gerne ein Auge zudrücken, denn alles in allem ist das ein Weltraum-Streifen, der Spaß macht und die Nerdaugen zum Leuchten bringt.

► Andreas Müller





▲ Abb. 1: Mit dem Mars 2020 Rover sollen erstmals auch Bodenproben gesammelt werden, die dann später geborgen und zur Erde geschickt werden könnten. Mit ihrer Hilfe lässt sich vielleicht endlich die Frage beantworten, ob es einst Leben auf dem Mars gegeben hat und vielleicht auch heute noch gibt.

© NASA/JPL-Caltech. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



senschaftler, im Marsmeteoriten ALH 84001 Spuren von fossilen Bakterien entdeckt zu haben, und auch bei der Analyse anderer Marsmeteoriten wurden vermeintliche Lebensspuren entdeckt. Die Ergebnisse sind allerdings bis heute umstritten, da sich praktisch in allen Fällen die gefundenen Strukturen auch anders erklären lassen – etwa durch rein chemische Prozesse oder durch eine spätere Verunreinigung.

## Folge dem Wasser

Die Hypothese, dass es einmal Leben auf dem Mars gegeben hat – und vielleicht in geschützten Nischen unter der Oberfläche noch immer gibt – ist bis heute weder widerlegt noch bewiesen. Wer an Leben glaubt, geht allerdings nicht mehr von intelligenten Lebensformen aus, sondern denkt mehr an primitive, äußerst anpassungsfähige Organismen, wie man sie auch auf der Erde an Orten findet, die man eigentlich für absolut lebensfeindlich hält. Wissenschaftler bezeichnen solche Lebensformen als Extremophile. Manche können sogar unter Weltraumbedingungen für eine bestimmte Zeit überleben.

So zieht sich die Frage, ob sich auch auf unserem Nachbarplaneten einmal Leben entwickeln konnte, wie ein roter Faden durch das Programm zur Erforschung des Mars. Seit Mitte der 1990er Jahre folgt die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA dabei einer simplen Strategie: Auf der Erde, so die Überlegung, ist Leben immer mit dem Vorhandensein von Wasser verbunden. Und so lautete die Devise für die Marserkundung »Follow the Water« – folge dem Wasser: Man wollte zunächst feststellen, ob es tatsächlich Wasser auf dem Planeten gab und vielleicht noch gibt. Sonden wie der Mars Global Surveyor, 2001 Mars Odyssey, der Mars Reconnaissance Orbiter oder auch Mars Express der ESA nahmen dazu Geländestrukturen auf dem Mars ins Visier und untersuchten die Polkappen des Planeten, wo schließlich tatsächlich enorme Mengen an Wassereis detektiert wurden. Die beiden Marsrover Spirit und Opportunity sahen

sich Strukturen auf der Marsoberfläche an, die auf eine feuchte Vergangenheit hindeuteten. Der NASA-Lander Phoenix schließlich konnte vor fast genau zehn Jahren – im Sommer 2008 – Wasser auch direkt nachweisen: Beim Erhitzen einer Bodenprobe in einem der Analyseöfen an Bord war Wasserdampf freigeworden.

## Einst lebensfreundlich?

Mit dem Mars Science Laboratory, so der offizielle Name des Marsrovers Curiosity, trat man bei der NASA dann in eine Übergangs-

phase bei der Suche nach Leben ein: Curiosity sollte nicht etwa Wasser oder Wasser Spuren finden, sondern ganz konkret nach Hinweisen dafür suchen, dass der Mars einst lebensfreundliche Bedingungen aufwies – und »einst« bedeutet hier vor mehr als 3,5 Milliarden Jahren. Curiosity, bis heute im Gale-Krater aktiv, erledigte die Aufgabe schneller als gedacht: Bereits beim Testen der Instrumente an Bord fand man entsprechende Hinweise. Vor langer Zeit muss es dort, wo Curiosity sich befand, einmal fließendes Wasser gegeben haben. In untersuchten Bodenpro-

NASA/JPL/Main Space Science Systems



◀ Abb. 2: Aufnahme des Viking-1-Orbiters der Cydonia-Region des Mars vom Juli 1976 mit dem berühmten Marsgesicht (a) und ein höher aufgelöstes Bild der Formation von der Sonde Mars Global Surveyor aus dem Jahr 2001 (b).



NASA/JPL



► Abb. 3: Blick des Rovers Curiosity in die Weiten des Gale-Kraters des Mars mit seinen vielfältigen Geländestrukturen. Schon zu Beginn der Mission konnte Curiosity nachweisen, dass es hier vor langer Zeit fließendes Wasser gegeben hat und die Umgebungsbedingungen sehr viel lebensfreundlicher waren als heute.

ben wurden später die Elemente Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor und Schwefel nachgewiesen, also die »Bausteine« des Lebens, wie die NASA es öffentlichkeitswirksam formulierte.

Im Juni dieses Jahres machte Curiosity erneut Schlagzeilen: Dem Rover war es gelungen, direkt unter der Oberfläche 3,5 Milliarden Jahre alte organische Verbindungen nachzuweisen. Das bedeutet zunächst einmal nur, dass Verbindungen entdeckt wurden, die auch Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten. Es sind allerdings genau solche Verbindungen, auf denen das Leben auf der Erde basiert. Manche Astrobiologen sahen in den organischen Substanzen bereits Zerfallsprodukte von Mikroorganismen. Andere Wissenschaftler, und auch die NASA, sind vorsichtiger und weisen darauf hin, dass sich das organische Material auch ohne Leben auf dem Mars erklären lässt.

Die Oberfläche des Mars gilt heute als äußerst lebensunfreundlich: Mangels Magnetfeld und dichter Atmosphäre ist jedes Leben dort einer intensiven Strahlenbelastung ausgesetzt. Diese Bedingungen sollten auch organische Verbindungen schnell zerstören. Dass Curiosity nun aber nur wenige Zentimeter unter der Oberfläche solche Verbindungen nachweisen kann, lässt hoffen, dass sich in tieferen Regionen, die etwa mit dem europäischen ExoMars-Rover zugänglich sein werden, noch viel interessantere Verbindungen erhalten haben.

## Geheimnisvolles Methan

Die NASA gab im Juni noch eine weitere Entdeckung von Curiosity bekannt: Über drei Marsjahre hatte der Rover die Methankonzentration in der Atmosphäre im Gale-Krater gemessen. Methan kann sowohl durch geologische Prozesse, etwa durch Vulkanismus, als auch durch Lebewesen entstehen und war zuvor schon wiederholt in der Atmosphäre des

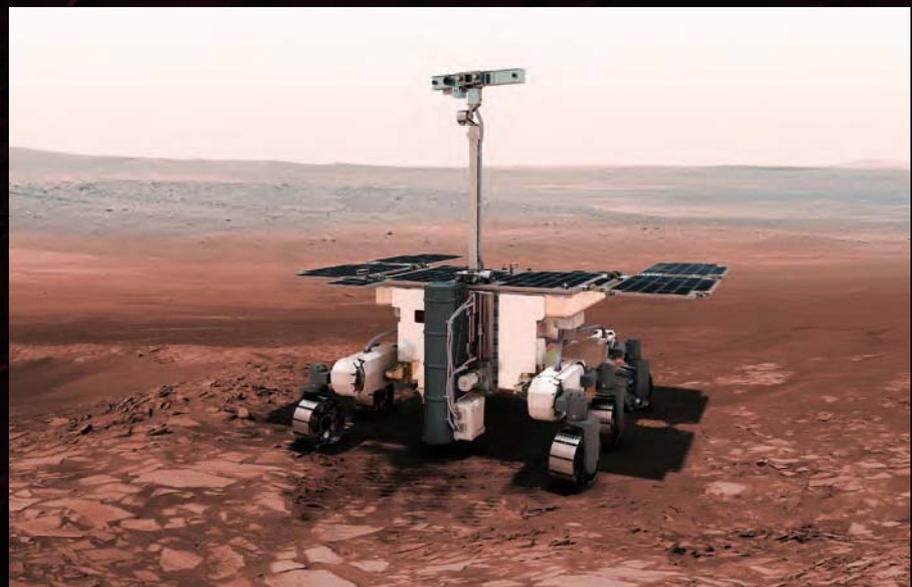
Roten Planeten nachgewiesen worden. Nun entdeckte Curiosity, dass die äußerst geringe Methankonzentration in der Atmosphäre in den warmen Sommermonaten etwas höher ist als im kälteren Winter. Die Entdeckung eines solchen wiederkehrenden Musters könnte, so die Hoffnung der Wissenschaftler, helfen, das Geheimnis um die Methanvorkommen auf dem Mars zu lösen.

Weitere Daten dazu erhoffen sich die Forscher von der ESA-Sonde ExoMars Trace Gas Orbiter, die gerade ihre wissenschaftlichen Beobachtungen aus einer Marsumlaufbahn aufgenommen hat. Die wichtigste Aufgabe des Orbiters wird es sein, Spurengase in der Marsatmosphäre zu untersuchen – und Methan ist dabei von besonderem Interesse. Methan wird in der Atmosphäre nämlich relativ schnell wieder zerstört. Beobachtet man also eine signifikante Methankonzentration, muss das Gas erst vor relativ kurzer Zeit entstanden sein. Interessanterweise hat man Methan bislang nur über einigen wenigen Regionen in der Atmo-

sphäre nachweisen können. Es ist dann zudem deutlich schneller wieder verschwunden, als man es erwartet hatte. Das spricht dafür, dass Methan in der Marsatmosphäre auf eine deutlich effektivere Art zerstört wird als auf der Erde. Das bedeutet aber auch, dass beim Entstehungsprozess erheblich größere Mengen produziert werden müssen.

## Zwei neue Rover

Der Trace Gas Orbiter ist nur der erste Teil der Mission ExoMars, den die ESA gemeinsam mit der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos durchführt. Der zweite Teil besteht aus dem ExoMars-Rover, der nach den aktuellen Plänen im Jahr 2020 starten soll. Dieser Rover soll explizit nach organischem Material auf dem Planeten suchen – eine Aufgabe, die Curiosity so gar nicht hatte. Die Proben werden mit einem Bohrer aus bis zu zwei Metern Tiefe gewonnen, so dass – insbesondere nach den jüngsten Curiosity-Entde-



► Abb. 4: Der Start des ExoMars-Rovers war eigentlich schon 2018 geplant, soll nun aber im Jahr 2020 stattfinden. Der Rover wird über einen Bohrer verfügen, mit dem Proben aus bis zu zwei Metern Tiefe gewonnen werden können.

ckungen – die Hoffnung besteht, hier sehr viel spannendere Verbindungen nachweisen zu können.

Im gleichen Jahr wird auch der Mars 2020 Rover der NASA starten. Er basiert auf Curiosity, wird diesem also vergleichsweise ähnlich sein, erhält aber einen ganz neuen Satz an Instrumenten. So soll auch er direkt nach Hinweisen auf Leben suchen und zudem Bodenproben nehmen, die dann von einer späteren Mission abgeholt und zur Erde gebracht werden könnten. Für eine solche Probenrückholmission haben NASA und ESA gerade eine entsprechende Absichtserklärung unterzeichnet (vgl. Interview). Mit dem Mars 2020 Rover wird auch bereits ein weiterer Schritt hin zu einer bemannten Marsmission getan: So sind Experimente geplant, um herauszufinden, ob und wie sich die natürlichen Ressourcen des Roten Planeten von Menschen nutzen lassen könnten und mit welchen Gefahren Marsbesucher bei ihrer Mission konfrontiert wären. So soll beispielsweise eine Technologie ausprobiert werden, mit der sich aus dem Kohlendioxid der Marsatmosphäre Sauerstoff erzeugen lassen könnte. Auch eine experimentelle Drohne wird mit dem Rover zum Mars fliegen (vgl. Im Detail).



NASA/JPL-Caltech

► Abb. 5: Der Mars 2020 Rover der NASA soll unter anderem auch Bodenproben für eine spätere Probenrückholmission gewinnen und auf dem Mars deponieren.

## Eine Probe vom Mars

Mit dem ExoMars-Rover und dem Mars 2020 Rover besteht zu Beginn des kommenden Jahrzehnts erstmals die realistische Chance, tatsächlich Beweise für Leben auf dem Mars zu finden. Die Analyse von Bodenproben in irdischen Laboratorien würde weitere wichtige Erkenntnisse bringen. Das ist auch der Grund dafür, warum ESA und NASA mit den ersten Planungen für eine gemeinsame Probenrückholmission begonnen haben. Bis diese Proben aber die Erde erreichen haben, dürfte schon das übernächste

Jahrzehnt begonnen haben. Die Frage, ob es Leben auf dem Mars gibt oder gab, wird uns vermutlich also noch viele weitere Jahre beschäftigen. Der Rote Planet hat nichts von seiner Faszination eingebüßt.

► Stefan Deiters



### SURFTIPPS

- Marsprogramm der NASA
- Marsprogramm der ESA

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a16020](https://oc1m.de/a16020)

## IM DETAIL

### Ein Hubschrauber für den Mars

Die experimentelle Drohne, die gemeinsam mit dem Mars 2020 Rover zum Mars transportiert wird, ist das Ergebnis eines Technologieprojekts, das im August 2013 am Jet Propulsion Laboratory der NASA begonnen wurde. Sie wiegt rund 1,8 Kilogramm. Die beiden gegenläufig rotierenden Rotorblätter erreichen fast 3.000 Umdrehungen pro Minute – etwa zehnmal mehr als bei Hubschraubern auf der Erde üblich.

Die Drohne wird über Solarzellen zur Energieversorgung und einen Heizmechanismus verfügen und soll am Bauch des Mars 2020 Rover angebracht werden. Sobald ein geeigneter Startplatz gefunden ist, wird die Drohne vom Rover abgesetzt. Dieser beobachtet die Drohne dann aus sicherer Entfernung und wird Befehle von der Erde zur Drohne übertragen.

Für die Testphase sind 30 Tage angesetzt, insgesamt sind bis zu fünf Flüge geplant. Während des ersten Fluges soll sich die Drohne nur drei Meter über den Start-



▲ Abb. 6: Mit dem Mars 2020 Rover soll auch eine Drohne zum Mars reisen und dort die ersten Flugversuche auf einem anderen Planeten unternehmen.

platz erheben und dort etwa 30 Sekunden lang schweben. Die längste geplante Flugzeit beträgt 90 Sekunden. Das ganze Projekt wird als Vorhaben eingestuft, bei dem das Risiko eines Scheiterns verhältnismäßig groß ist. Wenn das Experiment aber gelingt, könnte eine solche Drohne für künftige Marsmissionen von großer Bedeutung sein, da sie beispielsweise einen schnellen und einfachen Blick über den nächsten Hügel erlauben würden. Das Fliegen einer Drohne in der dünnen Atmosphäre

des Mars stellt eine große Herausforderung dar: Der Höhenrekord für Hubschrauber auf der Erde liegt bei rund 40.000 Fuß, entsprechend etwa 12 Kilometern. Da die Atmosphäre des Mars nur ein Prozent der Dichte der Erdatmosphäre aufweist, entsprechen die Verhältnisse auf dem Boden schon einer irdischen Höhe von 100.000 Fuß. Um überhaupt abheben zu können, muss eine solche Drohne sehr leistungsfähig und gleichzeitig auch sehr leicht sein.

# »WANN KOMMEN DIE ERSTEN BODENPROBEN VOM MARS AUF DER ERDE AN, HERR PARKER?«



NASA

► Abb. 1: **Gefragtes Material:** Eine vom Marsrover Curiosity im Gale-Krater gewonnene Bodenprobe.

Ende April unterzeichneten ESA und NASA eine Absichtserklärung, in der sie sich verpflichten, mit Planungen für eine Mars-Probenrückholmission zu beginnen. Bis Ende 2019 sollen detaillierte Pläne vorliegen, die dann von den Agenturen genehmigt werden müssen. Wie eine solche Kooperation aussehen könnte und wann mit dem Start der Mission zu rechnen ist, haben wir David Parker, den Direktor für bemannte Raumfahrt und robotische Exploration bei der ESA, gefragt.

**Abenteuer Astronomie** Die Absichtserklärung über eine gemeinsame Probenrückholmission

zum Mars, die Sie und Dr. Zurbuchen von der NASA unterzeichnet haben, hat für Aufsehen gesorgt – schließlich hat die NASA in den letzten 20 Jahren immer wieder über eine solche Mission gesprochen, ohne sich jemals tatsächlich zu einer zu verpflichten. Was ist 2018 anders?

► **David Parker:** Es ist wahr, dass eine Probenrückholung schon seit langem ein Ziel der Wissenschaftsgemeinde ist. Es gibt aktuell drei simple Gründe, warum es jetzt realistischer erscheint: Erstens hat man auf beiden Seiten des Atlantik nun ein Interesse daran. Auf der US-Seite wird eine solche

Mission im »Decadal Survey« über Planetenforschung als oberste Priorität genannt, während sie gleichzeitig in den Überlegungen der ESA-Mitgliedsstaaten als logische Folge des ExoMars-Programms erscheint. Zweitens hat das wissenschaftliche Verständnis des Mars in den letzten zehn Jahren stark zugenommen, so dass es möglich ist, die wissenschaftlichen Ziele einer solchen Mission besser zu definieren – zum Beispiel, wie man den Landeplatz wählt, um die interessantesten Proben zu erhalten. Schließlich bedeutet die schrittweise Weiterentwicklung unserer Mars-Explorationstechnologie, dass wir eine solche Mission mit mehr Selbstver-



► Abb. 2: So könnte eine Probenrückholmission ablaufen: Der Mars 2020 Rover der NASA nimmt Bodenproben und deponiert sie in speziellen Röhrchen auf der Planetenoberfläche (a), ein zweiter Rover sammelt diese später ein und bringt sie zurück zu einem Lander, der auch über eine kleine Startrampe mit Rakete verfügt (c). Diese startet in einen Marsorbit (d) und setzt den Probenbehälter dort aus. Der Probenbehälter wird dann von einer weiteren Sonde eingefangen (e), die die Proben zurück zur Erde bringt, wo sie mit einer Rückkehrkapsel landen (f).

trauen entwerfen und auch die Kosten dafür besser abschätzen können.

**Abenteuer Astronomie** Was können wir heute über die Rollen sagen, die die verschiedenen Parteien während des komplizierten, aus drei Missionen bestehenden Projekts spielen werden? Dass der 2020 Mars Rover der NASA Proben nehmen soll, wurde schon vor einer Weile entschieden, aber welche anderen Komponenten sind derzeit vorgesehen?

► **David Parker:** Es ist richtig, dass geplant ist, dass der Mars 2020 Rover Proben nimmt und sie in speziellen Röhrchen versiegelt, die auf der Oberfläche des Planeten verbleiben. Die derzeitige Idee ist, zwei weitere Missionen einzubeziehen: Die erste würde einen Lander, einen »Sample Fetch Rover« und ein »Mars Ascent Vehicle« (MAV) umfassen, um die Probenröhrchen zu gewinnen, sie in einen speziellen Container zu laden und sie in eine Marsumlaufbahn zu bringen. Beim dritten Start würde ein Raumfahrzeug – der Earth Return Orbiter (ERO) – den Probencontainer in der Marsumlaufbahn erfassen und mit der wertvollen Fracht an Bord zurückfliegen. Die Proben würden in einer speziellen Kapsel zur Erde zurückkehren und an einem abgelegenen Ort auf der Erde landen oder aber in den Mondorbit zurück zum Lunar Orbital Platform-Gateway gebracht werden. In den aktuellen Studien wird sich die NASA auf den Lander und das MAV konzentrieren und die ESA auf den Rover zum Einsammeln der Proben und den Earth Return Orbiter.

**Abenteuer Astronomie** Und was sind die größten technologischen Hürden?

► **David Parker:** Es gibt viele »Premieren« in dieser Mission – deshalb ist sie ein so wichtiger Schritt in der Weltraumforschung. Dazu gehört der erste Start einer Rakete von einem anderen Planeten; das erste Raumfahrzeug, das zu einem Planeten und wieder zurück zur Erde fliegt, das erste Rendezvous- und der ers-

te Nutzlasttransfer zwischen zwei Raumschiffen, die um einen anderen Planeten kreisen und so weiter. Darüber hinaus gibt es weniger offensichtliche Herausforderungen: Man muss etwa eine minimale Verschmutzung der Proben durch den Rover sicherstellen und dafür sorgen, dass keine Kontamination der Erde



► Abb. 3: David Parker, seit April 2016 Direktor für bemannte Raumfahrt und robotische Exploration bei der ESA.



durch die zurückgesandten Proben möglich ist – wir nennen das Planetenschutz.

**Abenteuer Astronomie** Gibt es bereits Erkenntnisse darüber, welche Arten von Proben am nützlichsten wären, um sie in Laboratorien auf der Erde zu untersuchen?

► **David Parker:** Es wurde bereits viel darüber nachgedacht, welche Arten von Proben benötigt werden. Ich möchte ein Beispiel anführen, das illustriert, warum Proben auf der Erde so wertvoll sind: Überraschenderweise wird alles, was wir über das Alter verschiedener Orte auf der Oberfläche des Mars (und aller anderen Gesteinsplaneten und Monde in unserem Sonnensystem) wissen, durch den Vergleich mit dem Alter des Mondgesteins geschätzt, das während der Apollo-Missionen zurückgebracht wurde, und durch das Zählen von Einschlagkratern. Eine kleine Anzahl von Kratern bedeutet eine junge Landschaft; viele Krater bedeuten eine uralte Landschaft. Bis jetzt kann keine unserer Marsmissionen das genaue Alter der untersuchten Materialien messen. Ein direkter Vorteil der Mars-Probenrückführung besteht also darin, das Alter des Marsgesteins direkt in dem geologischen Kontext zu bestimmen, aus dem sie stammen. Wir interessieren uns besonders für geschichtetes Terrain, das einmal durch Wasser beeinflusst wurde – also Sedimentgesteine wie Ton, die wir mithilfe unserer Orbiter wie Mars Express oder den Rovern der NASA entdeckt haben. Die Anwesenheit von Wasser über eine lange Zeit erhöht die Chance, dass wir irgendwohin schauen, wo es in der Vergangenheit Leben gegeben haben könnte. Ein weiterer Grund, warum Proben wertvoll sind, besteht darin, dass immer neue Analysetechniken entwickelt werden, die auf Proben angewendet werden können. Das Vorhandensein von Wasser, das in den Mondproben eingeschlossen war, hatte man zunächst übersehen oder ignoriert, bis Wissenschaftler in den letzten Jahren sich die Proben noch einmal angeschaut haben.

**Abenteuer Astronomie** Es sollte natürlich auch der ESA/Roskosmos-ExoMars-Rover auf der Oberfläche sein, während der NASA-Rover seine Aufgabe erfüllt: Wird er auch eine Rolle spielen, obwohl er in einer anderen Region des Mars operieren und niemals direkt mit den Komponenten der Probenrückholmission interagieren können wird?

► **David Parker:** Der ExoMars-Rover ist eine wichtige Ergänzung wegen seiner einzigartigen Fähigkeit, den Untergrund des Mars bis in eine Tiefe von zwei Metern mit seinem Bohrer zu erreichen, während der Mars 2020 Rover diese Fähigkeit nicht haben wird – er wird Proben nehmen, die sich nur ein paar Zentimeter unter der Oberfläche befinden, vielleicht aus kürzlich erodierten Steilhängen, wie sie von den Rovern der NASA entdeckt wurden. Der ExoMars Trace Gas Orbiter, der gerade seine wissenschaftliche Mission begonnen hat, kann uns bei der Auswahl interessanter Orte für die Probenentnahme helfen.

**Abenteuer Astronomie** Der Hauptgrund, warum die NASA frühere Probenrückholpläne aufgegeben hat, waren vermutlich die hohen Kosten: Lässt sich schon abschätzen, was eine gemeinsame Probenrückholmission von ESA und NASA, zusätzlich zum Mars 2020-Rover der NASA, der ja sowieso fliegt, kosten würde?

► **David Parker:** Die zusätzlichen Kosten werden wahrscheinlich in der Größenordnung von ein paar Milliarden Dollar liegen. Die Studien, mit denen wir jetzt beginnen, werden uns aber eine genauere Vorstellung davon geben.

**Abenteuer Astronomie** Und wie könnten diese Kosten zwischen den beiden Agenturen aufgeteilt werden?

► **David Parker:** Dies ist noch nicht festgelegt.

**Abenteuer Astronomie** Gibt es schon irgendeinen Zeitrahmen, wann man mit den Proben auf der Erde rechnen könnte? Ich habe schon Skeptiker gehört, die über die 2040er Jahre sprechen...

► **David Parker:** Frühestens könnten Proben bis zum Jahr 2030 auf der Erde sein. Dies würde den Start der zusätzlichen Missionen in den Jahren 2026 und/oder 2028 erfordern.

**Abenteuer Astronomie** Könnte sich die Partnerschaft sogar über die NASA und die ESA hinaus ausdehnen, wobei andere Agenturen – oder private Unternehmen – sich in irgendeiner Form beteiligen und dafür einen kleinen Teil der Proben erhalten?

► **David Parker:** Die NASA und die ESA sind offen für internationale Partnerschaften und beide Agenturen haben ausdrücklich erklärt, dass sie auch kommerzielle Beiträge in Betracht ziehen werden, obwohl wir noch nicht wissen, wie diese aussehen könnten.

**Abenteuer Astronomie** Zum Abschluss muss ich diese Frage einfach stellen: Sofern die gemeinsame Studie zu einem genehmigten Programm führt, wie kann die ESA dieses Mal sicherstellen, dass die NASA sich nicht – wie in den Fällen der gemeinsamen Halley-Mission, der International Solar Polar Mission oder der Marsmission 2020 – später wieder zurückzieht? In allen genannten Fällen hat die ESA am Ende mit den Missionen Giotto, Ulysses und ExoMars 2020 ihr eigenes Ding gemacht, doch in diesem Fall...

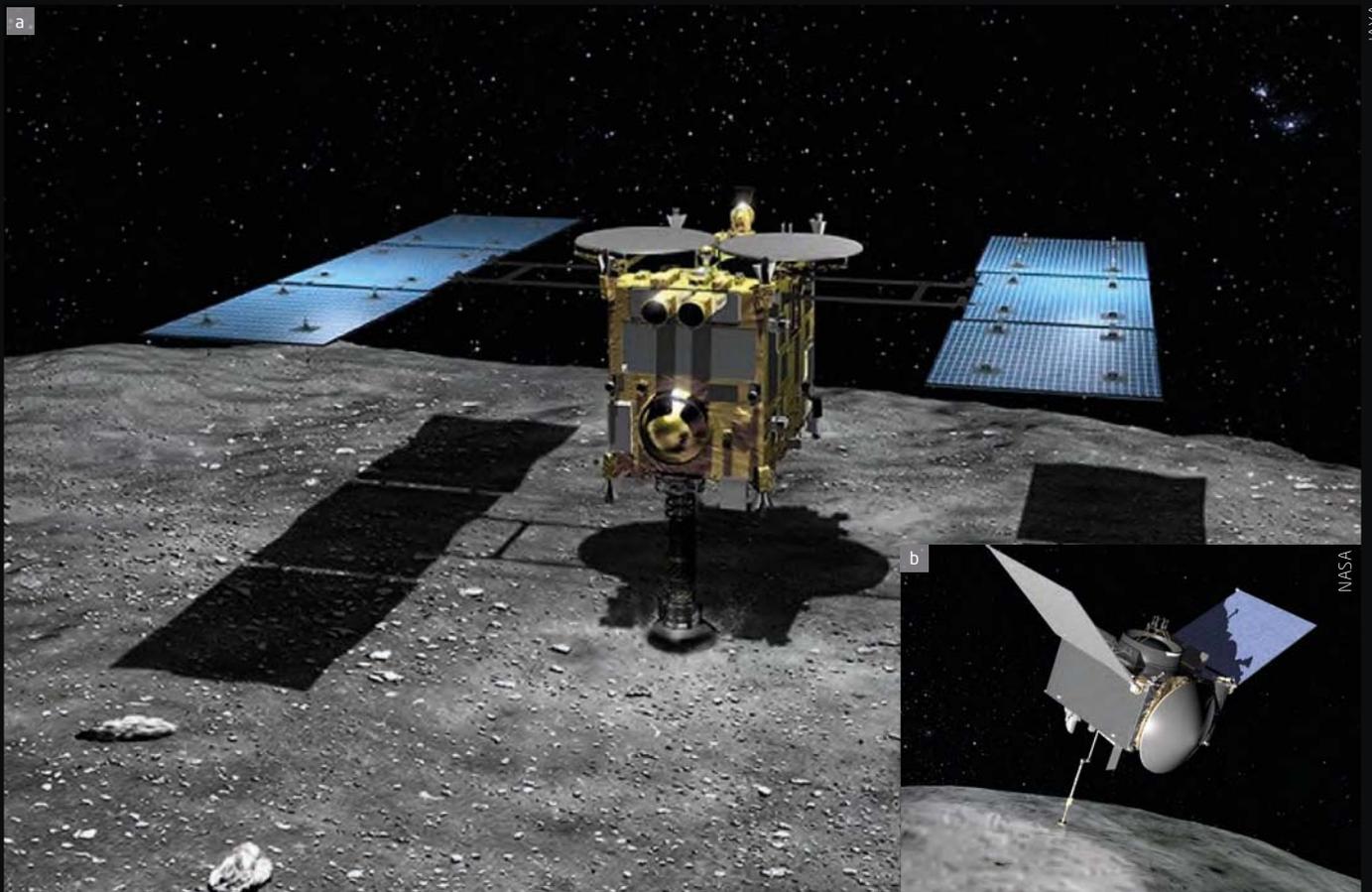
► **David Parker:** Wir werden das Programm nur dann durchführen, wenn wir sowohl ein internationales Abkommen mit der NASA als auch die finanzielle Unterstützung unserer Mitgliedstaaten haben. Wir haben eine Menge Arbeit vor uns, bis wir an diesem Punkt angelangt sind.

*Die Fragen stellte Daniel Fischer.*

# BEREITHALTEN ZUM ABHOLEN!

Zwei Sonden erreichen ihre Zielasteroiden: zum Einsammeln von Proben – und mehr

Wie es der Zufall will, erreichen diesen Sommer und Herbst kurz nacheinander eine japanische und eine amerikanische Raumsonde zwei verschiedene, jeweils einen knappen Kilometer große Asteroiden, um dort Bodenproben einzusammeln und zur Erde zu bringen: Japans Hayabusa 2 besucht (162173) Ryugu und soll dort überdies noch mehrere Mini-Lander absetzen und künstlich einen Krater erzeugen, während OSIRIS-REx (101955) Bennu erreicht. Die Asteroiden gehören zwar zu unterschiedlichen Typen, aber letztlich doch zur selben großen »Kollisionsfamilie« Polana-Eulalia.



▲ Abb. 1: Beide Asteroidensonden sollen Proben von ihrem Zielobjekt nehmen: Die künstlerischen Darstellungen zeigen Hayabusa 2 während einer Probenentnahme auf Ryugu (a) und OSIRIS-REx bei der Probengewinnung auf Bennu (b).

Für Hayabusa 2 der japanischen JAXA wurde es schon im Frühjahr spannend: Anfang Juni waren 5000km Abstand zu Ryugu unterschritten, und die Sonde näherte sich weiter rapide. Am 27. Juni wurde in 20km Abstand zunächst gestoppt, Ende Juli soll es dann bis auf 5km heran gehen – und im August bis auf einen Kilometer, nahe genug um das winzige Schwerefeld des Asteroiden zu vermessen. Und für September/Oktober stehen die ersten kritischen Manöver auf dem Programm: Hayabusa 2 berührt zum ersten Mal kurz die Oberfläche Ryugus, um eine erste Probe zu entnehmen, und setzt auch eine oder mehrere kleine Landeeinheiten

ab, von denen gleich drei – zwei japanische und eine deutsch-französische – an Bord sind.

## Kein echter Wettlauf

Die folgenden Monate steht Ryugu hinter der Sonne, und die Kommunikation mit Hayabusa 2 ist unterbrochen, aber ab Januar gehen die Operationen weiter: Der nächste Kontakt mit der Oberfläche nebst Probenentnahmen ist für den Februar geplant, dann wird ein kleiner Impaktor von einer Sprengladung auf Ryugu abgefeuert, der einen Krater schlagen und tieferliegendes Material freilegen soll, wo sich Hayabusa 2 im April/

Mai schließlich abermals bedienen wird. Im Juli 2019 besteht noch einmal Gelegenheit, die restlichen Lander abzusetzen, im November/Dezember wird Ryugu dann verlassen – und Ende 2020 soll die Kapsel mit den Proben die Erde erreichen.

OSIRIS-REx der NASA lässt sich mehr Zeit: Die Annäherungsphase an Bennu beginnt zwar ebenfalls im August, wenn die wissenschaftlichen Beobachtungen anlaufen, aber da beträgt der Abstand noch etwa zwei Millionen Kilometer. Jeden Tag kommen sich die beiden näher, Ende September könnte es die ersten aufgelösten Bilder Bennus geben, und im Oktober beginnt seine über ein



▲ Abb. 2: Hayabusa 2 im Anflug auf Ryugu – noch arbeitet der Ionenantrieb.

Jahr währende systematische Untersuchung – die in der Entscheidung über jene Stelle auf der Oberfläche gipfelt, wo die Probe entnommen wird. Voraussichtlich am 4. Juli 2020 – die NASA inszeniert dramatische Weltraummanöver gerne am Nationalfeiertag – greift OSIRIS-REx schließlich zu, je nach Ergebnis bis zu dreimal. Etwa im März 2021 ist dann Abreise, und am 24. September 2023 erreicht die Kapsel die Erde.

## Hayabusa: die zweite Chance

Für Japan ist es bereits der zweite Anlauf, Bodenproben eines Asteroiden zu holen: Die Premiere mit dem ursprünglichen Hayabusa – »Wanderfalke« – war zu einem ungeplant dramatischen Abenteuer mit einer Kette von Beinahekatastrophen geworden, aber erstaunlicherweise erreichte doch tatsächlich im Juni 2010 seine Probenkapsel sanft die Erde – und an Bord ein paar Krümel vom Asteroiden (25143) Itokawa, obwohl der Sammelmechanismus eigentlich versagt hatte. Viele Lektionen hat die JAXA dabei gelernt: Hayabusa 2 ist letztlich ein Nachbau des Originals, aber mit Verbesserungen im Detail und bewährter Technik auch von anderen Missionen. Wirklich neu sind nur der explosive Impaktor und der europäische Mini-Lander MASCOT.

Die noch viel kleineren japanischen Landeeinheiten, die MINERVA, sind identisch mit einem entsprechenden Vehikel auf dem ursprünglichen Hayabusa, das leider damals Itokawa wegen einer Navigationspanne verfehlte. Und eine frei fliegende Kamera, die den Aufschlag des Impaktors beobachten soll, während sich Hayabu-

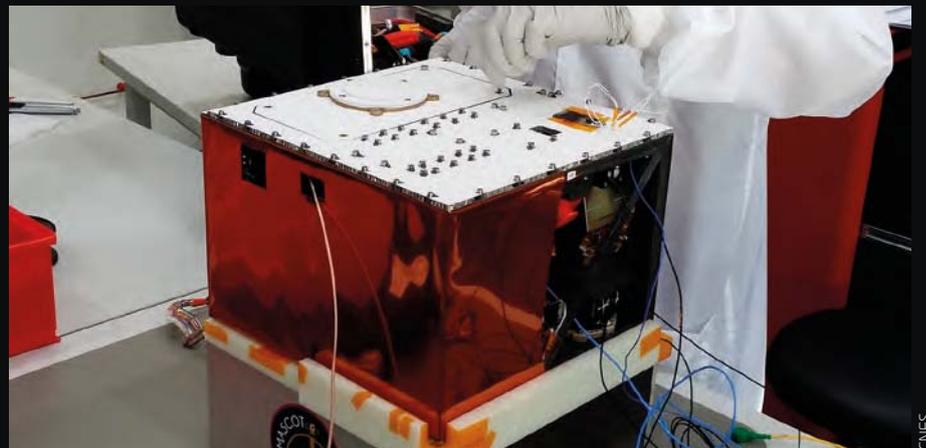
sa 2 auf der anderen Seite Ryugus in Sicherheit bringt, gab es bereits auf dem Sonnensegler IKAROS. Hayabusa 2 selbst ist ohne ihre zwei Solarzellen 1×1,6×1,2 Meter groß und hat betankt eine Masse von 600kg. Ans Ziel gebracht hat sie in den 3½ Jahren seit dem Start ein Ionenantrieb, aber die Manöver in der Nähe Ryugus übernimmt ein chemischer Antrieb mit Hydrazin. Die Sonde verfügt über mehrere Kameras für sichtbares Licht und thermisches Infrarot, ein Infrarotspektrometer und einen Laser-Höhenmesser, um das Ziel zu kartieren.

## MASCOT, der Asteroidenhüpfer

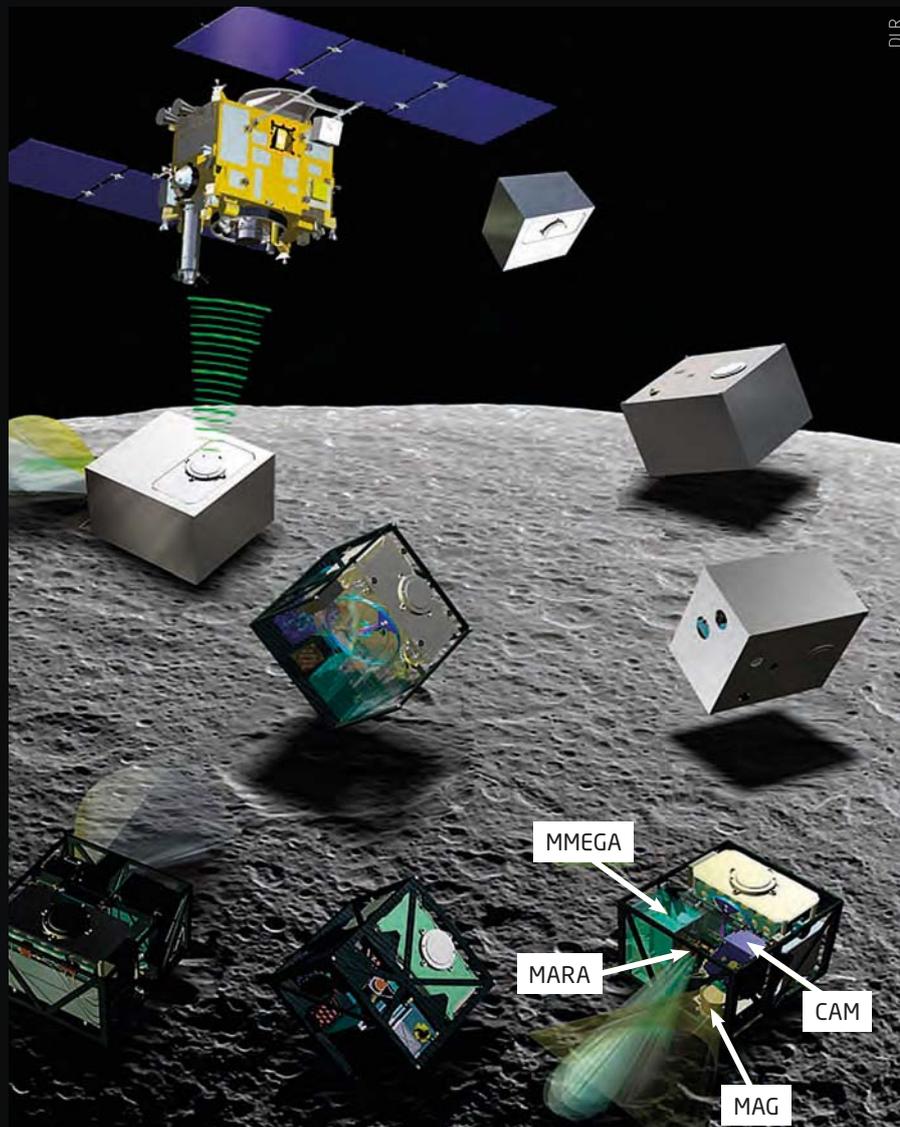
Der kleine Lander MASCOT – was für Mobile Asteroid Surface Scout steht – wurde vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Zusammenarbeit mit der französischen CNES entwickelt: Das DLR baute den kastenförmigen

Lander und wird sich um den Betrieb kümmern, die CNES lieferte eines der vier Instrumente an Bord, weitere Elektronik und die Batterie. MASCOT hat eine Masse von 10kg, davon 3kg Nutzlast, ist 30×30×20cm groß – und kann nur 12 bis 16 Stunden lang arbeiten, denn die Batterie an Bord kann nicht nachgeladen werden. Aber in seinem kurzen Leben auf der Oberfläche Ryugus – voraussichtlich Anfang Oktober – soll MASCOT etwas tun, was noch kein anderer Lander, erst recht auf einem Kleinkörper, geschafft hat: seine Position mit einem Schwungarm im Inneren mindestens einmal durch einen Sprung zu verlagern!

Aus 100 Metern Höhe sinkt der ausgeklügelte MASCOT im freien Fall zu Boden: Mit Sensoren soll sich das schuhkartongroße Landepaket dann orientieren und feststellen, ob es auf seiner Ober- oder Unterseite gelandet ist. Dann kann sich der Lander mit dem Schwungarm gegebenenfalls in



▲ Abb. 3: Der deutsch-französische Asteroidenlander MASCOT wird fertig montiert.



◀ Abb. 4: Die Ankunft von MASCOT auf Ryugu. Der Lander verfügt über vier Instrumente: eine Weitwinkelkamera (CAM), das MASCOT-Radiometer (MARA), ein Magnetometer (MAG) und ein Infrarotspektalmikroskop (MMEGA).

sen, hochgeschleudertes Material eingesammelt und in die spätere Rückkehrkapsel verfrachtet. Neu ist der Small Carry-on Impactor, der einen vielleicht zwei Meter großen Krater schlagen und frisches Asteroidenmaterial freilegen soll, das bei der dritten »Landung« eingesammelt werden kann. Die Separation Camera (DCAM) schaut beim Kratermachen zu. Und auf der Oberfläche abgesetzt werden schließlich die beiden »Rover« MINERVA II, was für MICRO-Nano Experimental Robot Vehicle for the Asteroid steht: Sie sind nur 10cm hoch, haben 12cm Durchmesser und je 590 Gramm Masse – und MINERVA-III soll sich nochmals in zwei Hälften spalten, so dass mit MASCOT zusammen bis zu vier Vehikel auf Ryugu operieren könnten.

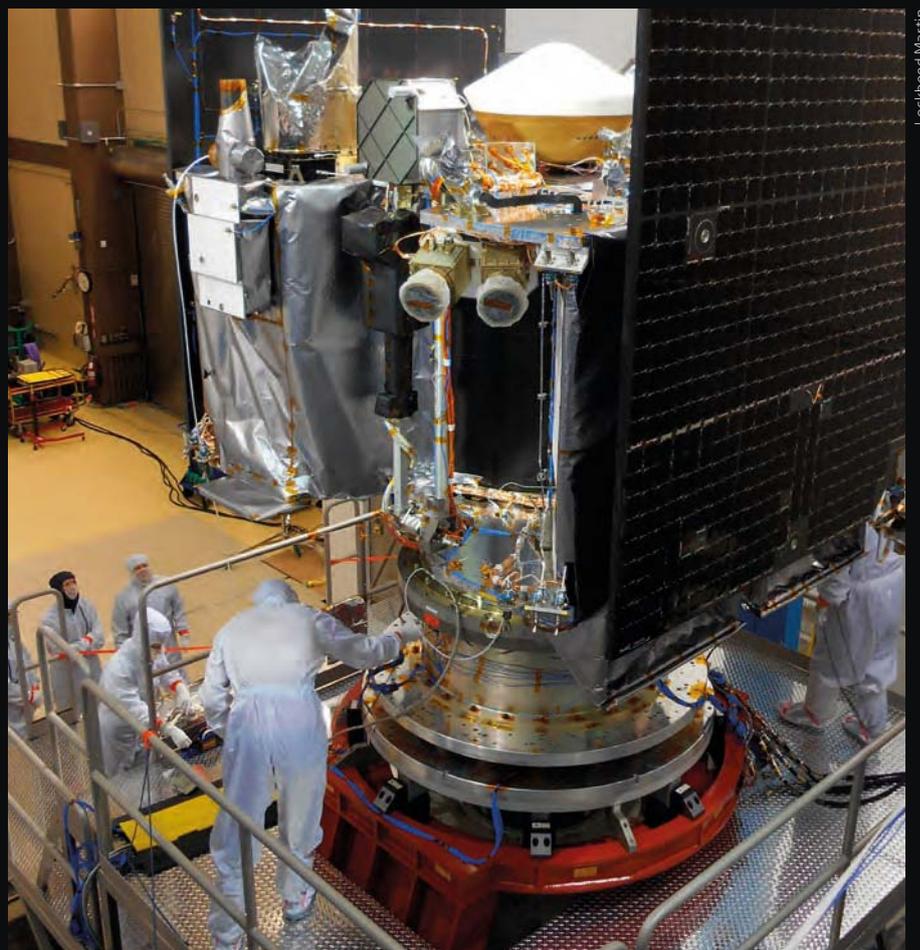
Ryugu gehört wie Benu zu den sogenannten Near-Earth Asteroids, deren Bahnen der Erde nahekommen: Das ist nicht stabil, so dass sie ständig aus dem Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter nachgeliefert werden müssen. Der wichtigste Mechanismus sind Kollisionen dort, bei denen ganze Wolken von Asteroiden mit verwandten Bahnen entstehen, Familien genannt, von denen acht als Quellen der Erdbesucher besonders wichtig sind: Dynamische Effekte können ihre Bahnen so weit verbiegen, dass sie ins innere Sonnensystem vordringen. Bei einer umfangreichen Durch-

die richtige Position drehen und mit Messungen beginnen. Mit einem Radiometer und einer Kamera sowie einem Magnetometer sollen die mineralogische und geologische Zusammensetzung der Asteroidenoberfläche untersucht und Oberflächentemperatur sowie Magnetfeld des Asteroiden ermittelt werden. Sind alle vier Instrumente zum Einsatz gekommen, aktiviert MASCOT erneut den Schwungarm und springt bis zu 70 Meter weit zu seinem nächsten Einsatzort. Mit an Bord hat er neben den Instrumenten ein Thermalsystem, um die Temperaturen auf dem Asteroiden auszugleichen, und einen Bordcomputer, der die gewonnenen Daten über die Muttersonde Hayabusa 2 ins DLR-Kontrollzentrum in Köln sendet.

### Japans kleine Zugaben

Die Probenentnahmen auf der Oberfläche soll Hayabusa 2 wie der Vorgänger mit einer Art Trichter durchführen: Er wird aufgesetzt, dann wird ein kleines Projektil auf den Boden geschos-

▶ Abb. 5: Tests am Flugmodell von OSIRIS-REx im November 2015.



Lockheed Martin



▲ Abb. 6: Start von OSIRIS-REx am 8. September 2016 auf einer Atlas V.

musterung wurde kürzlich festgestellt, dass Ryugu und Bennu trotz ihrer spektralen Unterschiede – sie gehören zu den Asteroidenklassen C bzw. B – doch zu derselben großen Familie Polana-Eulalia gehören, benannt nach zwei großen Asteroiden, die die Ursprungskörper dieses reichen Schwarms »primitiver« Kleinplaneten sein dürften.

### OSIRIS-REx: der große Bruder

Nach der bedächtigen Annäherung an Bennu soll OSIRIS-REx am 3. Dezember sein Ziel erreichen und dann mehrere Jahre in unmittelbarer Nähe bleiben, den Asteroiden in neun Phasen bei weiterer langsamer Annäherung umfassend kartieren und dann in einem einzigen fünf Sekunden langen Manöver die optimale Bodenprobe entnehmen. Dazu wird ein Sammelkopf auf die Oberfläche gepresst und kräftig Stickstoffgas hineingeblassen: Mindestens 60 Gramm und

im Idealfall bis zu 2kg Proben werden erhofft, erheblich mehr als bei Hayabusa 2. TAGSAM (Touch-and-Go-Sample-Acquisition-Mechanism) wird der Sammler am Ende eines wendigen Robotarms genannt, der danach zunächst ausgestreckt wird. Dann wird die ganze Raumsonde in Rotation versetzt, und aus der Änderung ihrer Trägheit lässt sich die eingesammelte Masse bestimmen. Notfalls kann der Sammelvorgang noch zweimal wiederholt werden, dann aber ist der Stickstoff verbraucht, und die Ausbeute – Staub wie kleine Steinchen – kommt in die Rückkehrkapsel.

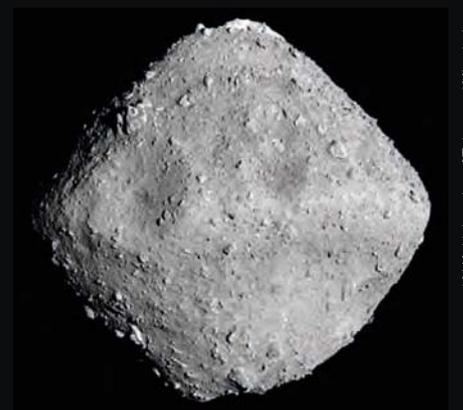
OSIRIS-REx – eine Abkürzung für Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security-Regolith Explorer – ist größer als Hayabusa 2: Der Sondenkörper misst 2,4×2,4×3,2 Meter, die Masse beträgt 2,1 Tonnen (davon allerdings 1,2 Tonnen Treibstoff), und es sind fünf wissenschaftliche Instrumente an Bord. Dabei



▲ Abb. 7: Die Proben-Kapsel von OSIRIS-REx, gesehen im März 2017 von einer der technischen Kameras an Bord. Der kleine dunkle Fleck, 2 mm groß, war vor dem Start nicht da: Hier ist unterwegs ein winziges Teilchen eingeschlagen.

besteht die OSIRIS-REx Camera Suite (OCAMS) selbst wieder aus den drei Kameras PolyCam, MapCam und SamCam für Bilder aus unterschiedlichem Abstand. Ferner gibt es den Laser-Höhenmesser OLA, die Spektrometer OTES und OVIRS für Bennus Mineralogie und das Regolith X-ray Imaging Spectrometer (REXIS), das auf andere Art seine chemische Zusammensetzung ergründet. Weitere Kameras an Bord kümmern sich um die Navigation und haben technische Systeme ebenso im Auge wie die eingesammelte Probe: Wie bei Hayabusa 2 ist also während der Manöver am Asteroiden mit reichlich ungewöhnlichem Bildmaterial zu rechnen. Aber die eigentliche Wissenschaft wird für beide Missionen erst in den Jahren nach der Rückkehr der Probenkapseln beginnen.

► Daniel Fischer

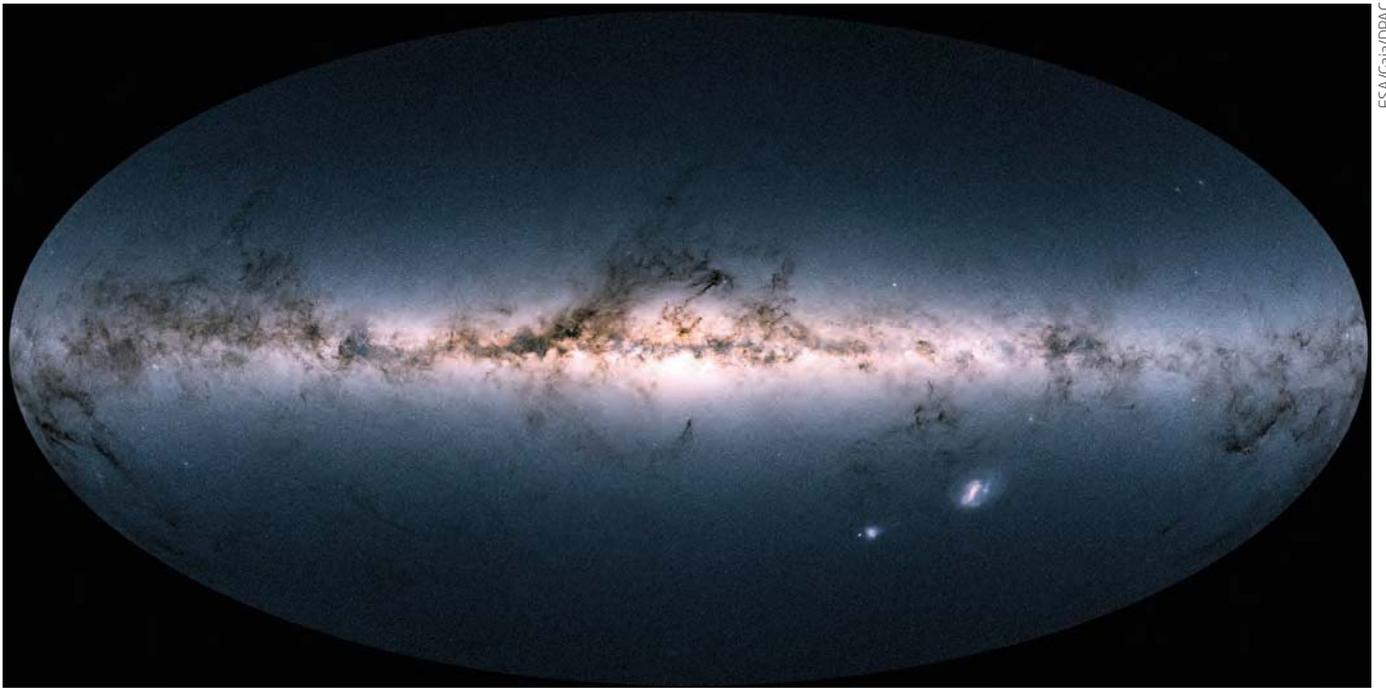


▲ Abb. 8: Ryugu aufgenommen am Tag vor der Ankunft aus 22km Entfernung. Überraschend ist die Form des Asteroiden.

### SURFTIPPS

- Hayabusa 2 (JAXA)
- MASCOT
- MASCOT (DLR)
- OSIRIS-REx
- OSIRIS-REx (NASA)

 **Kurzlink:** [oc1m.de/a16027](https://oc1m.de/a16027)



▲ Abb. 1: Sieht nur so aus wie ein Foto des gesamten Himmels: Hier sind die Helligkeiten und – wenn bekannt – auch Farben der 1,7 Milliarden Objekte des Gaia DR2 dargestellt.

# WIE GAIA DIE ASTRONOMIE REVOLUTIONIERT

Unzählige spektakuläre Ergebnisse nur wenige Wochen nach der zweiten Datenveröffentlichung

Es ist »nur« ein Himmelskatalog – aber der »Data Release 2« des ESA-Satelliten Gaia ist ein derartiger Sprung nach vorn in Quantität wie Qualität, dass allein im ersten Monat seit seiner Freigabe Ende April rund hundert Forschungsarbeiten auf seiner Basis erschienen sind. Scharen von Forschern aus allen Teilgebieten der Astronomie hatten nur auf die Datenflut gewartet und legten los mit einer Begeisterung, die in der Geschichte ihresgleichen sucht.

Herzstück des DR2 sind die superpräzisen Himmelspositionen und Eigenbewegungen und Parallaxen von 1,33 Milliarden Sternen bis zur 21. Größe. Im Prinzip lassen sich aus den Parallaxen – den winzigen jährlichen scheinbaren Ellipsenbewegungen der Sterne wegen der Erdbahn um die Sonne – Entfernungen ablesen, aber da der Effekt für die Mehrzahl der Sterne selbst für Gaia noch grenzwertig ist, sind sinnvolle Distanzen direkt »nur« für rund 100 Millionen Sterne abzuleiten. Insgesamt enthält der DR2 die Orte und Breitband-Helligkeiten von 1,69 Milliarden Sternen, für fast 1,4 Milliarden von ihnen gibt es auch Blau- und Rot-Helligkeiten, und für die 7,2 Millionen hellsten maß Gaia gleich noch die Radialgeschwindigkeit: Ihre Bewegung im Raum ist damit komplett beschrieben.

## Besucher der Sonne

Was sich damit nicht alles anfangen lässt: zum Beispiel berechnen, wie oft Sterne der Sonne nahekommen werden oder letztens da waren. In einer Million Jahren sind es demnach im Schnitt etwa 20 Sterne, die sich der Sonne bis auf ein Parsec (3,3 Lichtjahre) oder noch weniger nähern, mit dem schon länger verdächtigten Gliese 710 als Rekordhalter: Er wird wohl näher als 0,08 Parsec oder 2,5 Billionen Kilometer kommen – und die Oortsche Kometenwolke stärker stören als jeder andere erfasste Stern.

Die Bewegungen von Kugelsternhaufen und Zwerggalaxien um die Milchstraße haben gleich ein halbes Dutzend Arbeiten genutzt, um die Masse der letzteren zu 1,3 bis 1,8 Billionen Sonnenmassen zu bestimmen, was etwa in der Mitte des bisher geschätzten Bereichs (eine halbe bis drei Billionen) liegt. Mehrere kürzlich gefundene Galaxien-Winzlinge entpuppten sich als Begleiter der Magellanschen Wolken, den zwei größten Zwerggalaxien bei der Milchstraße: Dass Zwerggalaxien noch kleinere Begleiter haben sollten, sagt das Standardmodell der Kosmologie voraus, und auch ihre Zahl passt.

## Der leuchtkräftigste Quasar

Das am meisten Aufsehen erregende frühe Ergebnis aus Gaias Data Release 2 stammt aus dem fernen Kosmos: Die Zusammenführung mit anderen Himmelsdurchmusterungen hat den absolut leuchtkräftigsten Quasar des Universums dingfest gemacht – in dessen Zentrum nach heutigem Verständnis dieser hyperaktiven Galaxienkerne ein Schwarzes Loch mit 20 Milliarden Sonnenmassen stecken sollte, das jeden Tag eine weitere halbe Sonnenmasse verschlingt. Solche Quasare sehen am Himmel aus wie Sterne, aber Gaia kann sie unterscheiden: Gerade die nahen roten Zwergsterne, die scharenweise ferne Quasare vortäuschen, verraten sich durch ihre Parallaxen – während die Quasare völlig stillstehen. Binnen Wochen war der Quasar J2157-3602 als Besonderheit erkannt: Sein Licht war zwölf Milliarden Jahre zu uns unterwegs – und er hat eine Leuchtkraft von 700 Billionen Sonnen, wohl ein neuer Rekord.

► Daniel Fischer



### SURFTIPPS

- Gaia

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a16028](https://oc1m.de/a16028)

# FLOG GALILEO DURCH WASSERFONTÄNEN?

Ozean unter dem Eis des Jupitermondes Europa könnte für künftige Missionen leichter erreichbar sein

**W**issenschaftler aus dem Team um Xianzhe Jia von der University of Michigan haben in den über 20 Jahre alten Messdaten der Jupiter-Sonde Galileo Hinweise gefunden, welche die Existenz von Wasserfontänen auf dem Jupiter-Mond Europa zu beweisen scheinen. Bereits im Jahr 2016 verkündeten NASA-Astronomen die Entdeckung solcher Wasserdampf-Fontänen auf dem Jupitermond Europa. Dieser Nachweis war mit dem Hubble-Weltraumteleskop gelungen. Indirekt war deren Vorhandensein bereits 2012 und mittels spektrographischer Messungen nachgewiesen worden. Die neue Studie wird nicht nur in Fachkreisen als ein »Wendepunkt« in der Erforschung des Jupitermondes Europa gesehen: Denn sollten die Forscher nun tatsächlich die Existenz von Europas Wasserdampf-Fontänen bewiesen haben, dann erhält auch die Theorie von einem verborgenen Ozean unter Europas Eiskruste deutlichen Auftrieb. Könnte es auf dem Mond gar die Voraussetzungen und Zutaten für die Entstehung von erdähnlichem Leben geben?

## Alte Messdaten neu betrachtet

Manchmal lohnt eben auch ein zweiter und genauerer Blick auf alte Messdaten: Die Wissenschaftler um Xianzhe Jia warfen einen erneuten Blick auf Messdaten der Raumsonde Galileo, die am 16. Dezember 1997 innerhalb von nur drei Minuten gewonnen wurden. Während dieser Zeit flog Galileo näher als 400km am Mond Europa vorbei. Das Magnetometer und das Plasma Wave Spectrometer zeichneten dabei rasante Änderungen der Werte auf. Damals vermutete man als Ursache noch natürliche Schwankungen von Jupiters Magnetfeld. Xianzhe Jia und sein Team analysierten und modellierten die Messdaten nun aber neu und kamen zu einem anderen Ergebnis: Das Spektrometer maß eine erhöhte Plasmadichte, die man am besten durch eine isolierte Wasserdampfgaswolke in einem Raumareal von rund 1000km Größe erklären kann. Vor der Dampf Wolke, die sogar in der Nähe einer der Regionen auftauchte, wo schon das Hubble-Weltraumteleskop Wasserdampf-Ausgasungen sichtete – staut sich Jupiters Magnetfeld sozusagen auf. Nach der neuen Simulation der Forscher muss Galileo 1997 also unmittelbar durch



NASA/ESA/K. Retherford/SWRI

▲ Abb. 1: So könnten die Wasserdampf-Fontänen auf dem Jupitermond Europa aussehen, durch die die Sonde Galileo im Dezember 1997 geflogen ist.

eine Wasserdampf-Fontäne geflogen sein, die ihren Ursprung nur auf Europa haben kann.

## Zwei Missionen zu Europa

Europa, der zweite der berühmten vier Galileischen Monde Jupiters, ist etwas kleiner als unser Erdmond. Wissenschaftler vermuten schon länger flüssiges Wasser, ja sogar einen riesigen Ozean, unter den dicken Eisschichten seiner Oberfläche. Sollten die Wasserdampf Wolken tatsächlich aus diesem Ozean stammen, würde dies zukünftigen Raumsonden die Möglichkeit bieten, selbst durch diese Fontänen zu fliegen und so mehr über den verborgenen Ozean herauszufinden. Das ungleich schwierigere Unterfangen einer direkten Landung auf Eu-

ropa wäre dann vielleicht nicht unbedingt nötig. Der Mond Europa gilt, gerade auch bei der Suche nach außerirdischen Lebensformen, als einer der interessantesten Orte im Sonnensystem.

Mindestens zwei neue und aufwendige Missionen sind derzeit zur weiteren Erforschung der Jupitermonde geplant: Die ESA-Sonde JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) soll 2022 starten und den Mond Europa mindestens zweimal überfliegen. Voraussichtlich 2025 wird dann auch der Europa-Clipper der NASA Richtung Jupiter auf die Reise gehen. Er soll sich Europa sogar bis zu 40-mal auf weniger als 400km annähern und wird dabei sicherlich auch durch die Wasserdampf-Fontänen fliegen.

► Christian Preuß

▲ Abb. 1: Ein Sonnenuntergang im Gale-Krater, aufgenommen im April 2015 vom Marsrover Curiosity.

# EIN TAG AUF DEM MARS

Der Mars ist eine faszinierende, fremde Welt, aber auch eine karge, leblose und eiskalte Landschaft. Womit müssen wir rechnen, wenn Menschen die Marsoberfläche erkunden? Welches Wetter ist zu erwarten und wie sehen Sonnenuntergänge auf dem Roten Planeten aus?

**D**er Rote Planet ist unser Nachbar, aber mit durchschnittlich 1,6 astronomischen Einheiten (240 Millionen Kilometer) weiter von der Sonne entfernt als die Erde. Entsprechend ist auch seine Umlaufzeit um die Sonne größer und dauert 687 Tage. Erstaunlicherweise ähnelt die Rotationsperiode des Mars der der Erde: In 24 Stunden, 37 Minuten und 22 Sekunden dreht sich der Mars einmal um sich selbst. Dieser geringfügig längere Marstag wird auch ein »Sol« genannt.

## Von den Marskanälen bis zu Curiosity

Die bis heute ungebrochene Faszination für den Roten Planeten begann 1877, als der italienische Astronom Giovanni Schiaparelli die »Marskanäle« entdeckte. Weil man durch ein Missverständnis diese Strukturen als künstlich ansah, begann der Mars-Hype um vermutete Aliens. Schon seit den ersten Satellitenvorbeiflügen in den 1960er Jahren

weiß man jedoch: Die staubige, karge Landschaft des Planeten zeigt weder Pflanzen noch größere Wasservorkommen an der Oberfläche. Auch Lebensformen wurden bislang keine gefunden.

## Schwerkraft, Atmosphäre, Staub

Der Mars ist eine Kugel, die nur halb so groß ist wie die Erde (6772 Kilometer Durchmesser) und damit nur ein Viertel der Erdoberfläche aufweist. Durch die geringere Planetenmasse hat der Mars eine etwa dreifach schwächere Schwerkraft als die Erde. Somit kann er seine Gashülle nicht so gut festhalten und sehr leichte Gase entweichen ins Weltall.

Die dünne Marsatmosphäre besteht zu 95% aus Kohlendioxid, zu 3% aus Stickstoff und zu 2% aus Argon. Die Oberflächentemperaturen variieren zwischen eiskalten  $-133^{\circ}\text{C}$  und  $+27^{\circ}\text{C}$ ; im Mittel liegen sie bei  $-55^{\circ}\text{C}$ .

Was den Mars auszeichnet, ist seine staubige Atmosphäre. Die Partikel sind zwischen einem und anderthalb Millionstel Meter groß

und streuen besonders gut den roten Teil des Sonnenlichts. Bei tiefstehender Marssonne wird der Rotanteil herausgestreut und übrig bleibt deshalb blau. Es muss ein besonderes Gefühl sein, einen blauen Sonnenaufgang oder -untergang auf dem Mars zu erleben. Die Sonne erscheint am Marshimmel auch nur noch halb so groß wie von der Erde aus, weil sie ja weiter entfernt ist.

## Kartoffelförmige Marsmonde

Auch der Anblick des nächtlichen Marshimmels würde andersartig sein. Denn der Mars hat zwei Monde, Phobos und Deimos. Sie sind allerdings deutlich kleiner als der Erdmond (3500 Kilometer Durchmesser). Phobos hat ungefähre Abmessungen von 27 mal 22 mal 18 Kilometern und Deimos nur 15 mal 12 mal 11 Kilometer. Die Schwerkraft vermag einen Körper erst ab einigen hundert Kilometern Durchmesser kugelförmig zu formen. Deshalb sehen die kleinen Marsmonde eher aus wie Kartoffeln.

Der größere Mond Phobos umrundet den Mars in einem kleineren Abstand. Dabei kann es zu Bedeckungen des kleineren, fernerer Deimos kommen. Im August 2013 hatte dies der Marsrover Curiosity sogar gefilmt. Im Film »Total Recall« (1990) mit Arnold Schwarzenegger wurden die Monde übrigens falsch dargestellt, weil sie kugelförmig waren.

## Stürme und Jahreszeiten

Die Marsstürme sind legendär und schon lange bekannt. Unmengen an Staub werden



▲ Abb. 2: Keine Seltenheit auf dem Mars: Ein »Staubteufel« genannter Luftwirbel, der eine Höhe von rund 800 Metern erreicht.

herumgewirbelt, und die Stürme können wahrlich kontinentale oder gar planetare Ausmaße annehmen. Aufgrund der dünnen Atmosphäre beträgt der Atmosphärendruck am Boden nur rund ein Tausendstel der Erde. Ein Sturm wäre also nur ein »laues Lüftchen« und Sturmschäden wie in der Anfangssequenz von »Der Marsianer« (vgl. »Fakt oder Fiction in diesem Heft«) sind gar nicht möglich.

Die Drehachse des Mars ist um etwa 25 Grad gegenüber der Ebene des Sonnensystems geneigt, also durchaus vergleichbar der Erde. Deshalb gibt es auf dem Mars auch Jahreszeiten, die durch den unterschiedlichen Stand der Sonne bedingt sind. Sie unterscheiden sich deutlich in der Länge, weil die Marsbahn nicht so kreisrund wie die der Erde ist, sondern eher »oval« – eine hohe Exzentrizität hat, wie Planetenexperten sagen.

## Wasser auf dem Mars

Die NASA meldet immer wieder Wasserfunde auf dem Mars. 2015 wurde die bislang spektakulärste und überraschendste Meldung veröffentlicht: Der Mars Reconnaissance Orbiter fotografierte flüssiges Wasser auf der Marsoberfläche! Spuren hydrierter Mineralien im Hale-Krater zeigen, dass auch heute noch salziges Wasser auf dem Mars fließt. Wie beim Streuen von Salz im irdischen Winter senken die Salze den Gefrier-

⇐ INTERAKTIV

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

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

punkt von Wasser, so dass es besonders in den Warmzeiten auf dem Mars fließt.

## Auf zum Mars

Bei einem Aufenthalt auf dem Mars sind Raumanzug, Sauerstoffversorgung, Wasser- und Nahrungsvorräte unerlässlich. Will man längere Zeit bleiben, sollte man ein schützendes Habitat aufbauen. Das wäre ohnehin sehr zu empfehlen, weil der Mars im Gegensatz zur Erde kein Magnetfeld besitzt. Damit wird die Oberfläche von energiereichen, geladenen Teilchen mehr oder weniger ungebremst bombardiert. Wer mehrere Tage auf dem Mars verbringt, lebt also gefährlich.

► Andreas Müller

# Astro-ABC: O wie Opposition

Wer von Opposition spricht, meint, dass sich etwas gegenübersteht. Während der Begriff sich in der Politik eher geringer Beliebtheit erfreut, bekommen Sternfreunde leuchtende Augen, wenn sie hören, dass ein Planet in Opposition steht. Bezogen auf die Sonne leuchtet das betreffende Gestirn dann tatsächlich »gegenüber« am Himmel. Die inneren Planeten Merkur und Venus können von der Erde aus gesehen nie in Opposition stehen, die äußeren Nachbarn hingegen schon. Jedes Mal, wenn die Erde einen Planeten auf ihrer Innenbahn überholt, Sonne, Erde und jener Planet quasi in einer Reihe stehen, spricht man von Opposition. Das bedeutet optimale Sichtbarkeit: Der äußere Planet geht abends im Osten auf, wenn die Sonne im Westen untergeht, und verschwindet am Morgen seinerseits im Westen, wenn die Sonne aufgeht. Dazwischen ist er die ganze Nacht zu sehen. Gleichzei-

tig erreicht der Abstand zwischen Erde und dem »Oppositionellen« ein Minimum. So verhält es sich beispielsweise mit Mars, der am 27. Juli 2018 in Opposition steht. Die Erde kommt ihm in diesem Jahr bei ihrem Überholmanöver auf knapp 58 Millionen Kilometer nah. Nicht jede Mars-Opposition ist derart günstig. Die Umlaufbahn des Roten Planeten ist elliptisch. Diesmal steht er im sonnennahen Teil seiner Bahn, während ihn die Erde überholt. Der Minimalabstand zur Opposition fällt also besonders gering aus. Im Teleskop erscheint der Planet entsprechend vergleichsweise groß.

► Paul Hombach



▲ Abb.1: Mars bei seiner besonders nahen Opposition im August 2003.

Hubble Space Telescope NASA/ESO

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

◀ Abb. 1: Helle Perseiden-Feuerkugel am 14.8.2015 um 3:22 MESZ / Richtung WNW in Farnach, Österreich.  
Hermann Koberger

# STERNESCHNUPPENREGEN KURZ NACH NEUMOND

Das Maximum der Perseiden in der Nacht vom 12. auf den 13. August 2018

Das Jahr 2018 bietet für die Beobachtung des Maximums der Perseiden in der Nacht vom 12. auf den 13. August ideale Bedingungen. Störte im letzten Jahr noch der abnehmende Mond massiv die Sichtbarkeit der weniger hellen Sternschnuppen des Stromes, ist in diesem Jahr nur einen Tag nach Neumond das störende Mondlicht kein Thema. Die ersten Mitglieder der Perseiden sind bereits Mitte Juli am Himmel sichtbar. Sie scheinen aber nicht aus dem Perseus zu kommen, da zu diesem Zeitpunkt der Radiant noch weiter westlich zwischen dem Sternbild Cassiopeia und dem Andro-

medanebel steht. Im Laufe der Zeit wandert er dann weiter ostwärts und erreicht zum Maximum den nördlichen Teil des Sternbildes Perseus in unmittelbarer Nähe des Doppeltsternhaufen  $\eta$  &  $\chi$  Persei.

Die Aktivität der Perseiden steigt in ihrem Verlauf kontinuierlich an. Bis zum Beginn des Augusts wird eine stündliche Zenitrate (ZHR) von zehn Meteoren erreicht. Zu diesem Zeitpunkt stört der Mond allerdings massiv bei den Beobachtungen. Danach steigt die Zenitrate innerhalb weniger Tage rasch auf Werte von 20 Meteoren und auch der Mond wird zur Monatsmitte seinen störenden Einfluss verlie-

ren. Dieses Aktivitätsplateau erstreckt sich bis etwa zum 10. August, danach steigt die ZHR im breiten Maximum schnell auf bis zu 100. Der Aktivitätsabfall dagegen geschieht recht schnell, innerhalb weniger Stunden fällt sie auf ZHR-Werte von 20 und weniger.

In diesem Jahr wird die höchste Aktivität des Stromes zwischen dem 12.8. 22:00 MESZ und 13.8. 10:00 MESZ erwartet. Das ist ideal für Beobachter in Mitteleuropa, da der Radiant erst nach 22:00 MESZ eine Höhe über den Horizont erreicht, die eine sinnvolle Beobachtung ermöglicht.

► André Knöfel

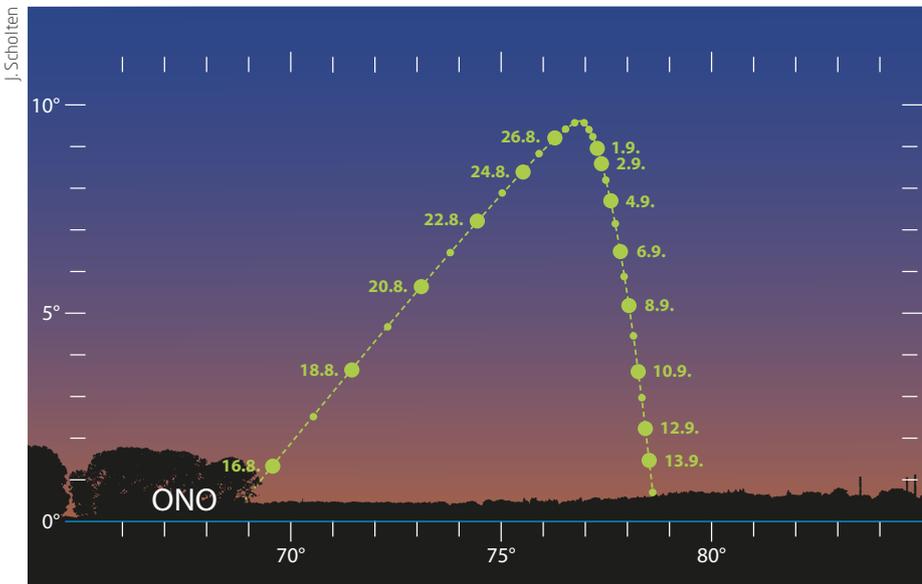
# Spätsommerliche Morgenvorstellung

## Merkur in westlicher Elongation am 26. August

**M**erkur am Morgenhimmel – das gab es in diesem Jahr schon einmal! Doch diese Morgensichtbarkeit ist die beste des Jahres. Leider geizt der Götterbote einmal mehr mit seinem maximalen Abstandswinkel zur Sonne. Lediglich 18,3° Elongation werden am 26. August erreicht, denn Merkur befindet sich im sonnennahen Teil seiner elliptischen Umlaufbahn. Dafür kann er zu dieser Jahreszeit das Beste aus der Sache machen und den kleinen Abstand gut in Höhe über dem Horizont umsetzen. Am Tag des größten Sonnenabstandes ist Merkur  $-0^m,2$  hell und geht rund eine Stunde und 40 Minuten vor der Sonne auf. Eine Stunde vor Sonnenaufgang ist er bei guten Sichtverhältnissen mit bloßem Auge 5° hoch im Ostnordosten zu sehen, in der heller werden-

den Morgendämmerung steigt er höher und verblasst langsam. Für 50° Nord und 10° Ost liegt die beste Beobachtungszeit zwischen 5:30 und 5:50 MESZ. Bei Morgensichtbarkeiten startet Merkur blass und legt dann an Helligkeit zu. Fernglasbeobachter sollten etwa ab dem 20. August auf der Lauer liegen. Dann ist der kleine Planet in 15° Sonnendistanz  $1^m,3$  hell. Die besten Chancen für freisichtiges Merkur-Gucken bieten die letzten Augusttage, danach nähert sich der eilige Geselle wieder der Sonne an. Die vorerst letzte Gelegenheit zur Beobachtung dürfte am 8. September bestehen, wenn Merkur zu Beginn der bürgerlichen Dämmerung  $-1^m,2$  hell 5° hoch steht, während oberhalb die sehr schmale abnehmende Mondsichel leuchtet.

► Paul Hombach



▲ Abb. 2: Merkur im August und September 2018 am Morgenhimmel, Sonne 6° unter dem Horizont.

## Mars strahlt hell am Abendhimmel

**M**ars ist im August und September außergewöhnlich hell. Er zieht tief über den Abendhimmel. Mars geht jeden Tag rund 4 Minuten früher auf und erscheint bei gleichzeitig früher einsetzender Dunkelheit daher abends immer ein Stückchen höher im Südosten. Mitte August steht er gegen Mitternacht im Süden, einen Monat später bereits um 22:00 MESZ. Am 27. Juli stand Mars in Opposition. Seine größte Erdnähe erreichte er mit 57,6 Millionen Kilometern am 31. Juli. Anfang August leuchtet Mars mit immer noch stolzen  $-2^m,7$  und zeigt im Teleskop ein 24" großes Scheibchen. Leider steht er für Beobachter auf der Nordhalbkugel sehr weit südlich und erreicht nur geringe Höhen über dem Horizont. Den »Tiefpunkt« auf seiner Wanderung durch

das Grenzgebiet der Sternbilder Schütze und Steinbock markiert der Rote Planet am 16. August bei einer Deklination (das ist der »himmlische Breitengrad«) von  $-26,5^\circ$  – das ist südlicher als die Position der Sonne zur Wintersonnenwende! Ende August kehrt sich seine Bewegung am Sternhimmel um, er läuft wieder ostwärts. Durch das Überholmanöver der Erde auf ihrer Innenbahn war Mars in den letzten Wochen rückläufig. Am 5. September ist Mars' Durchmesser auf 20" und seine Helligkeit auf  $-2^m,0$  gefallen. Mars durchläuft den sonnennahen Teil seiner Bahn. Am 16. September steht er im Perihel, dem sonnennächsten Punkt. Ende September ist Mars mit 16" Durchmesser und  $-1^m,3$  immer noch größer und heller als bei mancher seiner Oppositionen.

► Paul Hombach

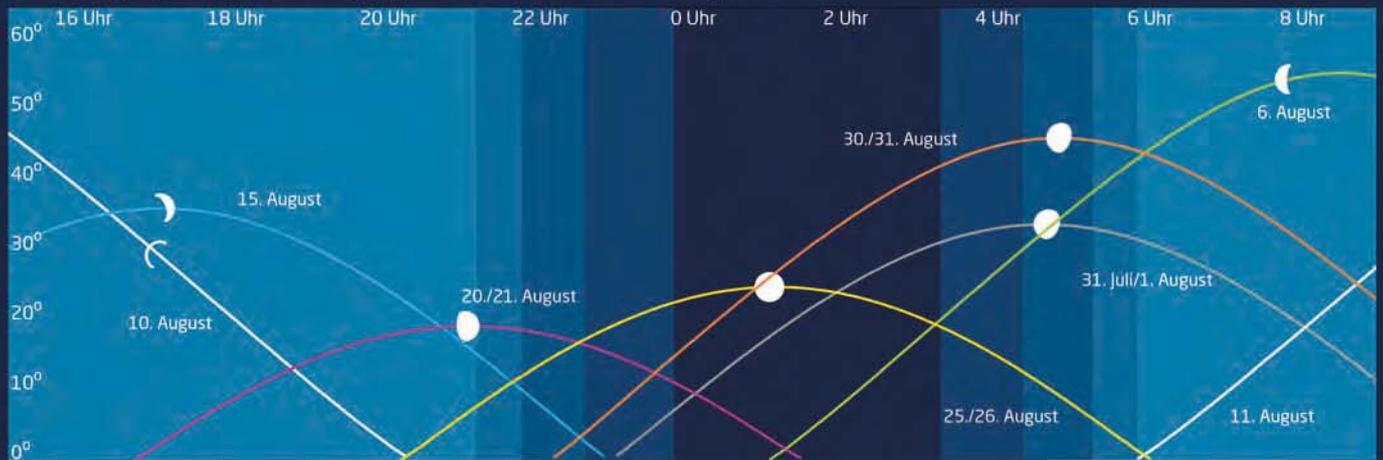
Astronomische Ereignisse im August/September 2018			
4.8.	7:17	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: $-7,230^\circ$ )
4.8.	20:18	MESZ	Mond: Letztes Viertel
9.8.	4:06	MESZ	Merkur: untere Konjunktion
11.8.	11:58	MESZ	Neumond
13.8.	8	MESZ	Maximum Perseiden, ZHR=100
15.8.	7:23	MESZ	Venus: Dichotomie/Halbphase
16.8.	20:52	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: $-6,816^\circ$ )
16.8.	23:41	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: $7,596^\circ$ )
17.8.	3:11	MESZ	Jupiter ( $-2^m,1$ ) nur 35' W Zuben Elgenubi, $\alpha^2$ Lib ( $2^m,8$ , sichtbar am Abend)
17.8.	19:32	MESZ	Venus ( $-4^m,5$ ) größte Elongation Ost ( $45,9^\circ$ ), Abendhimmel
18.8.	9:49	MESZ	Mond: Erstes Viertel
21.8.	17:36	MESZ	Mond: Goldener Henkel bei Mond sichtbar zwischen 17:36 und 1:12
25.8.	14	MESZ	Merkur: Helligkeit wächst auf $0^m$
26.8.	13:56	MESZ	Vollmond
26.8.	22:34	MESZ	Merkur ( $-0^m,2$ ) größte Elongation West ( $18,3^\circ$ ), Morgenhimmel
28.8.	13:10	MESZ	Merkur: Dichotomie/Halbphase
31.8.	12:55	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Nordpol sichtbar (Breite: $+6,747^\circ$ )
1.9.	1:13	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Westseite (Länge: $-6,161^\circ$ )
3.9.	0:08	MESZ	Mond bedeckt 75 Tau ( $5^m,0$ ), Austritt am dunklen Rand
3.9.	2:46	MESZ	Mond $0,2^\circ$ N Aldebaran
3.9.	4:37	MESZ	Mond: Letztes Viertel
5.9.	1	MESZ	Mars: Helligkeit schrumpft auf $-2^m$
5.9.	23	MESZ	Mars: Durchmesser schrumpft auf $20''$ ( $-2^m,0$ )
6.9.	4:56	MESZ	Merkur ( $-1^m,1$ ) nur 60' O Regulus, $\alpha$ Leo ( $1^m,4$ , sichtbar am Morgen)
7.9.	5:17	MESZ	Mond $0,1^\circ$ S Asellus Australis, Bedeckung südl. $44,2^\circ$ N/ $10^\circ$ O
7.9.		MESZ	Neptun Opposition ( $7^m,8$ )
9.9.	20:01	MESZ	Neumond
10.9.	9:56	MESZ	21P/Giacobini-Zinner im Perihel ( $1,01$ AE), ca. $7^m$ hell
13.9.	4:12	MESZ	Mond: Maximale Libration in Breite: Südpol sichtbar (Breite: $-6,692^\circ$ )
14.9.	2:58	MESZ	Mond: Maximale Libration in Länge: Ostseite (Länge: $7,015^\circ$ )
16.9.	14:52	MESZ	Mars: Perihel
17.9.	1:15	MESZ	Mond: Erstes Viertel
17.9.	19:43	MESZ	Mond $1,1^\circ$ NO Saturn
18.9.	20:33	MESZ	Mond bedeckt Manubrij ( $3^m,8$ ), Austritt am hellen Rand
20.9.	2:00	MESZ	Mond: Goldener Henkel bei Mond sichtbar zwischen 1:48 und 2:00
21.9.	3:52	MESZ	Merkur: obere Konjunktion
23.9.	3:54	MESZ	Herbstpunkt
25.9.	2:33	MESZ	Venus im größten Glanz ( $-4,78^m$ )
25.9.	4:52	MESZ	Vollmond
30.9.	6:46	MESZ	Mond $1,6^\circ$ E Aldebaran

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

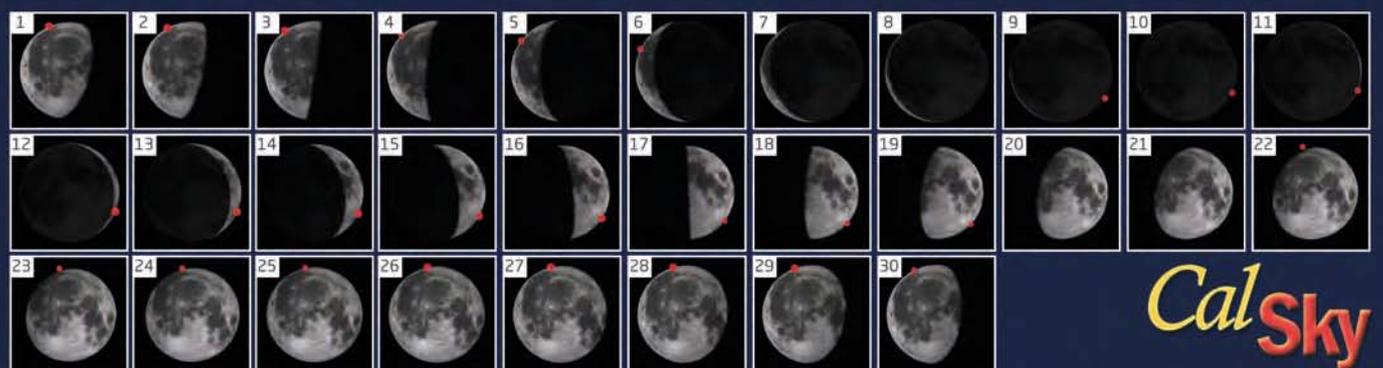
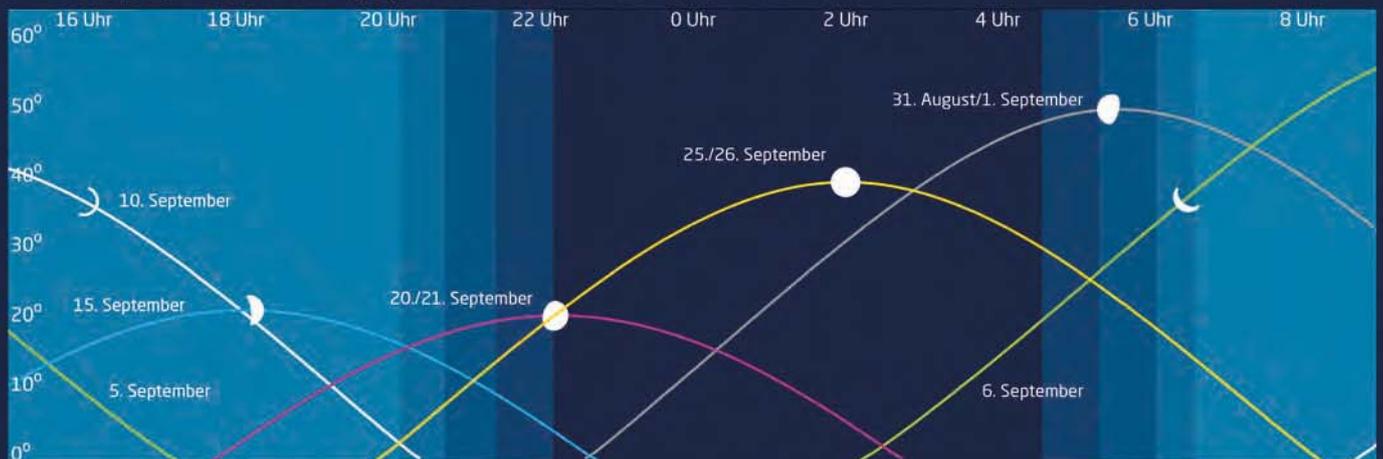
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

# Der Mond im August/September

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



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



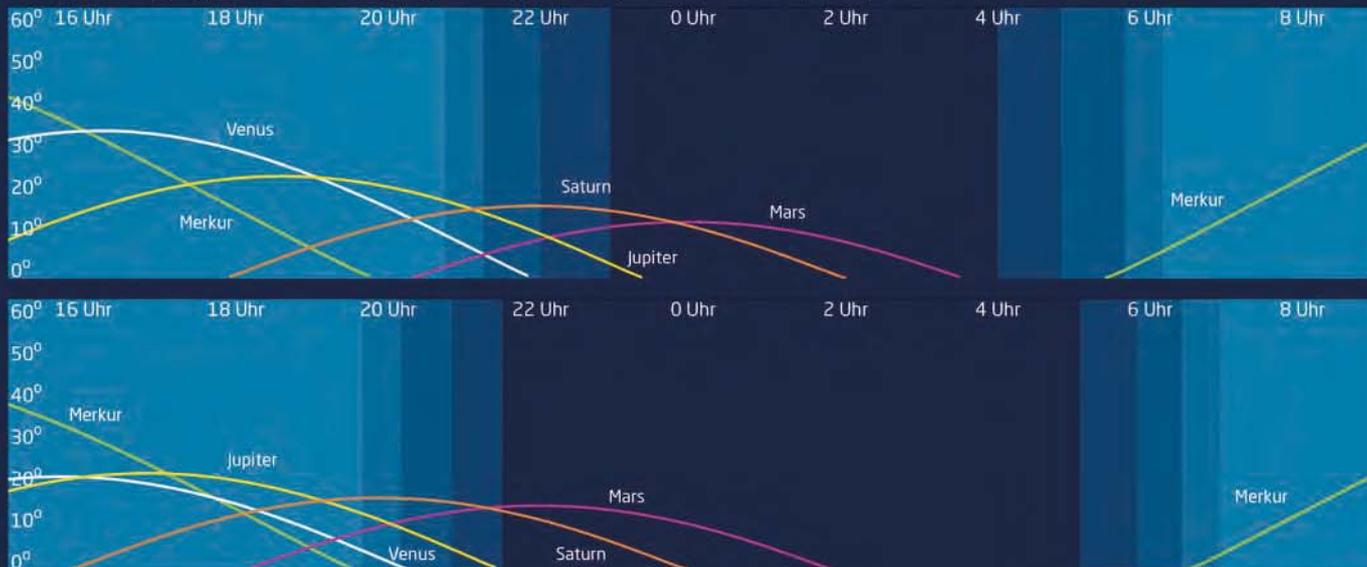
Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform [www.CalSky.com](http://www.CalSky.com) erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

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

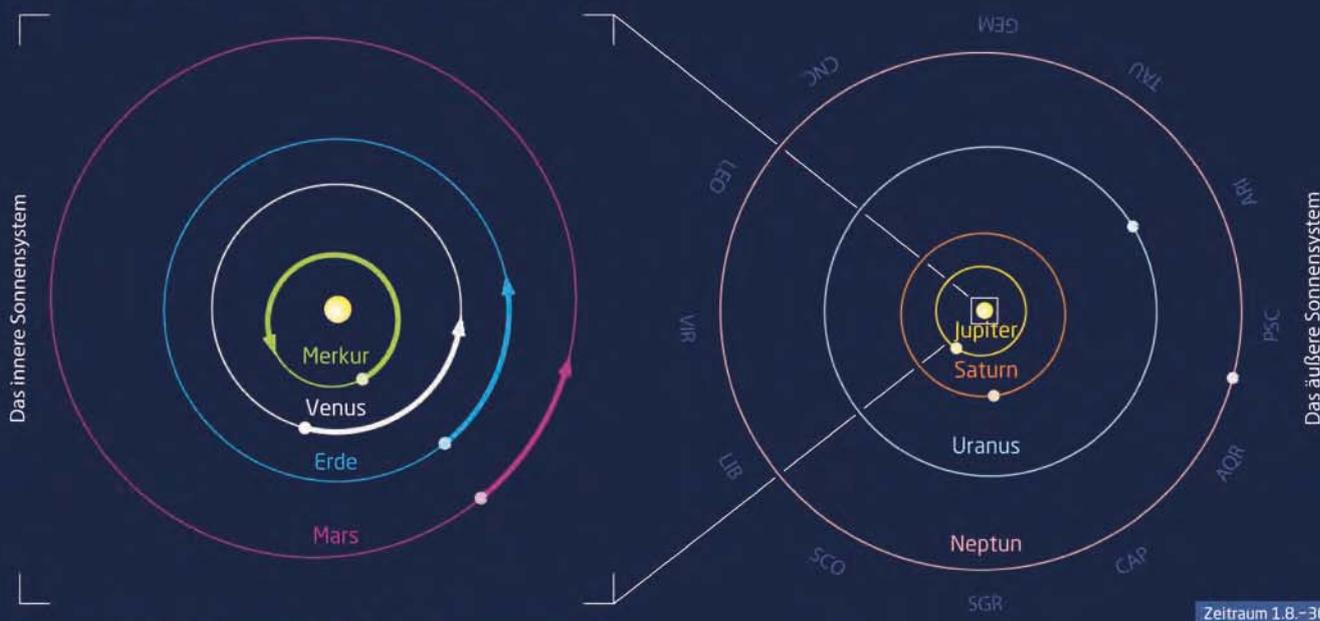
Himmel

# Die Planeten im August/September

Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im August (oben) und September (unten) 2018



Planeten: Bahnen im August und September 2018



Planeten: Anblick im Fernrohr im August und September 2018



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

## Sonne aktuell: Eine zerfallende Aktive Region

Die Sonnenaktivität war insbesondere im März 2018 sehr gering – es wurden nur drei neue Fleckengruppen gezählt und es gab 25 fleckenfreie Tage – und auch der April war mit ebenfalls drei neuen Flecken und 13 Tagen ohne Sonnenflecken wenig ergiebig für Sonnenbeobachter. Nie war mehr als nur eine Gruppe gleichzeitig auf der Sonne vorhanden.

Überdies wiesen kleine, einpolige Flecken der Waldmeierklasse A nur eine kurze Lebensdauer auf und erhielten von der NOAA keine Nummerierung – nach den offiziellen Statuten muss ein Fleck mindestens einen, besser noch zwei Tage lang sichtbar sein. In einem Fall jedoch wurde zu früh eine Nummer vergeben: die AR (1)2702, die am 15. März nur für ein paar Stunden sichtbar war. Die NOAA zog sie zurück und vergab sie am 18. März erneut an eine andere Gruppe. Das sorgte für einige Verwirrung, macht aber deutlich, dass selbst professionelle Sonnenbeobachter in diesen Tagen so ihre Schwierigkeiten mit kleinen, kurzlebigen Sonnenflecken haben. Amateursonnenbeobachtern passiert es jetzt leider oft, dass sie die kleinen Gruppen übersehen, und nur eine leichte Verschlechterung beim Seeing bedeutet, dass kleine Flecken scheinbar »verschwinden«.

Leichter zu erkennen war die Aktive Region mit der Nummer (1)2706, die vom 20. bis zum 27. April eine Woche lang beobachtet werden konnte. Sie war nicht nur die aktivste der letzten beiden Monate, sie zerlegte sich auch vor den Augen der Beobachter: Erst gehörte sie noch der

Waldmeierklasse D mit zwei Penumbren in beiden Fleckenteilen an. Binnen weniger Tage zerfiel sie dann in eine C-, dann eine B- und eine A-Gruppe, bis sie schließlich ganz verschwunden war und einer abermals fleckenfreien Sonne Platz machte.

Zur niedrigen Aktivität passt auch, dass es weder im März noch im April nennenswerte Flares gab – die H $\alpha$ -Relativzahl lag im Mittel bei 79,20 und 85,10 – und ein vor dem Auftauchen der AR (1)2706 vom SDO-Satelliten erfasst, noch hinter dem Ostrand erfolgte, Ausbruch war der letzte, den diese Gruppe hervorbrachte. Für den Rest ihrer Zeit blieb sie völlig inaktiv.

Lediglich einige koronale Löcher sorgten für ein wenig Abwechslung. Diese können zwar nur von Satelliten aus beobachtet werden, allerdings

machen sich die aus den Tiefen der Sonne ausströmenden Teilchen durch schwach visuelle oder fotografische Polarlichter bemerkbar. So konnte man in den Nächten vom 18. auf den 19. März und vom 20. auf den 21. April jeweils von Bremerhaven und der Ostseeküste aus ein schwach fotografisches Polarlicht erfassen.

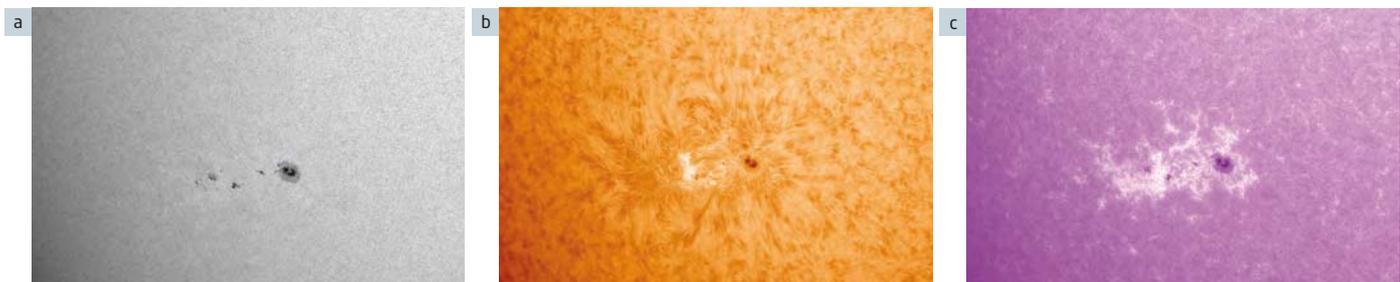
► Manfred Holl

▲ Abb. 1: Eruption knapp hinter dem Ost-rand am 18.4.2018, 11:40 UT, aufgenommen vom Solar Dynamics Observatory »SDO« in der Chromosphäre bei einer Wellenlänge von 171 Angström im Licht des Eisens (Fe IX)

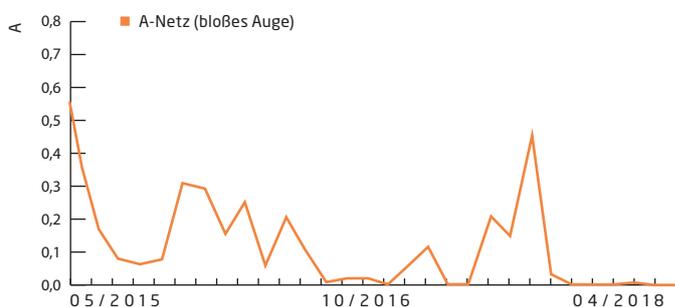
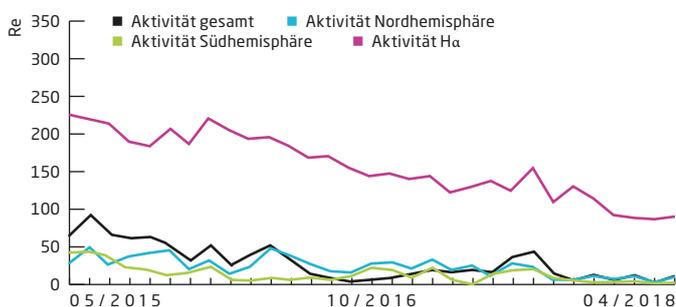
**SURFTIPPS**

- Sonnenbilder (NASA)
- Solarer Radiofluss:
- Helioseismic and Magnetic Imager (HMI)x

🔗 **Kurzlink:** [oc1m.de/a16036](https://oc1m.de/a16036)



▲ Abb. 2a-c: Sonnenfleckengruppe AR (1)2706 am 22. April 2018 im Weißlicht (a) mit Baader Safety Herschel-Prisma und Solar-Continuum-Filter, im H $\alpha$ -Licht (b) mit Coronado Solarmax 90 und im Kalzium-Licht (c) mit Lunt CaK-Modul; jeweils am Takahashi TOA-130. Ullrich Dittler



# Kometen aktuell: 21P/ Giacobini-Zinner - der Komet des Sommers

Seit Juli ist der periodische Komet 21P/Giacobini-Zinner an unserem Himmel sichtbar. Giacobini-Zinner wurde am 20. Dezember 1900 von Michel Giacobini am Observatorium in Nizza entdeckt und am 23. Oktober 1913 von Ernst Zinner in Bamberg wiederentdeckt. Der Komet, der eine Umlaufzeit von 6,6 Jahren besitzt, erreicht am 10. September sein Perihel (Abstand 1,01AE = 151 Millionen km) sowie nur einen Tag später die Erdnähe (Abstand 58 Millionen km). Im September 1946 kam Giacobini-Zinner der Erde mit 39 Millionen Kilometer sogar noch etwas näher und erreichte ebenfalls, so wie in diesem Jahr, eine scheinbare Helligkeit von 7<sup>m</sup>. Anfang Oktober 1946 erfolgte ein Helligkeitsausbruch, der den Kometen bis zu sechs Magnituden hell werden ließ. Das diesjährige Perigäum ist übrigens das dritt nächste seit seiner Entdeckung im Jahr 1900. Gleichzeitig ist der Komet der Ursprungskörper des in seiner Intensität variablen Draconiden-Meteorstroms im Oktober, die deshalb manchmal auch als Giacobiniden bezeichnet werden.

Während seiner Erdnähe wird sich Giacobini-Zinner sehr schnell über den Himmel be-

▲ Abb. 1: Der Komet 21P/Giacobini-Zinner am 21. Juni 2018 in der Nähe des Nordamerikanebels. Norbert Mrozek

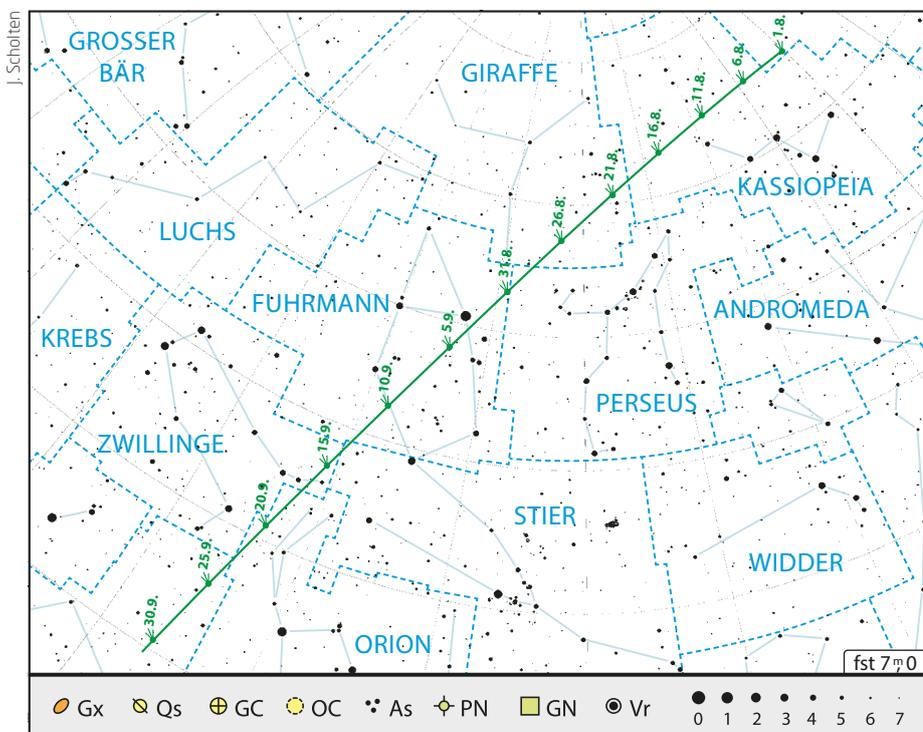
wegen. Dabei wandert er innerhalb weniger Wochen vom Sternbild Kepheus kommend weiter in die Kassiopeia und anschließend in die Sternbilder Giraffe, Fuhrmann, Zwillinge und Einhorn. Vor allem für Beobachter auf der Nordhalbkugel der Erde gestaltet sich die Beobachtung des Kometen in den Spätsommermonaten nahezu optimal. Denn Anfang August steht der 8,5<sup>m</sup> helle Schweifstern schon bei Einbruch der Nacht rund 45 Grad hoch über dem nordöstlichen Horizont und bleibt dann bis in die erste Septemberwoche hinein von unseren Breiten aus zirkumpolar.

Die beste Zeit, den Kometen zu beobachten, sind aber die Stunden nach Mitternacht. Die Elongation zur Sonne bleibt im August und September nahezu konstant und wird rund 80

Grad betragen. Im Laufe dieser beiden Monate wird 21P schnell heller werden und ein Objekt für Ferngläser und kleine Teleskope sein. Mitte September, um seinen Perihelstermin herum, ist der Komet mit 7<sup>m</sup> auch am hellsten und könnte eventuell, wie in der Vergangenheit, auch etwas heller werden. Die Grenze für das bloße Auge wird der Komet wahrscheinlich aber nicht überschreiten. Im letzten Septembert Drittel wechselt Giacobini-Zinner schließlich endgültig in die zweite Nachthälfte, weil er dann erst gegen Mitternacht aufgehen wird.

Aufgrund seiner Erdnähe erscheint die Koma des Kometen relativ diffus und ausgedehnt, so dass sie, ähnlich wie bei anderen Kometen in letzter Zeit, die nahe an der Erde vorbeizogen, recht flächenschwach erscheint. So sollte man dunkle Standorte auf dem Land bzw. in den Mittelgebirgen bevorzugen, um den Kometen visuell beobachten zu können. Lichtstarke Ferngläser und Teleskope bei geringer Vergrößerung sind dafür optimal. Auch lohnt es sich, 21P/Giacobini-Zinner auf den Chip einer DSLR zu bannen. Denn der Komet wandert im Sommer entlang der Milchstraße und begegnet somit auch zahlreichen Deep-Sky-Objekten.

► Andreas Schnabel



▲ Abb. 2: Aufsuchkarte für den Kometen 21P/Giacobini-Zinner im August und September.

**SURFTIPPS**

- 21P bei Cometography
- VdS Fachgruppe Kometen
- Wöchentliche Kometen bei Seiichi Yoshida
- Aktuelle Kometen auf Winnies Kometenseite
- Kometarium.com
- The Sky Live

Kurzlink: [oc1m.de/a16037](https://oc1m.de/a16037)

Kometen im April/Mai 2018					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	Helligkeit
21P/Giacobini-Zinner	20.12.1900	10.9.2018 (1,01 AE)	11.09.2018 (0,39 AE)	Juli bis November 2018	8,5 <sup>m</sup> – 7,0 <sup>m</sup>

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

## Planeten aktuell: Stürmischer Mars

**K**urz nach Beginn des Frühlings auf seiner Südhemisphäre brach Ende Mai ein Staubsturm auf Mars aus, der sogar den Kontakt zum Marsrover Opportunity unterbrochen hat und Mitte Juni über ein Viertel der Marsoberfläche bedeckte (Abb.1). Durch seine südliche Position war Mars hingegen von Mitteleuropa aus ungünstig zu sehen.

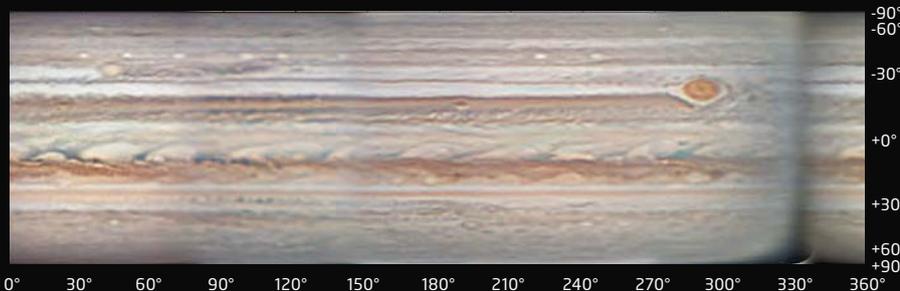


◀ Abb. 1: Staub verhüllt weite Teile der Marsoberfläche. Die Aufnahme vom 16.6.2018, 19:00 UT bei einem Zentralmeridian von 357° entstand mit einem 40cm Newton in Rubyvale, Australien. Anthony Wesley

## Jupiter im Blick

Jupiter stand am 9. Mai in Opposition im Sternbild Waage. Trotz seiner vergleichsweise südlichen Stellung gelangen vom deutschen Sprachraum

aus einige schöne Beobachtungsergebnisse. Bernd Gährken nutzte die Schönwetterperiode im April, um eine Gesamtkarte des Riesenplaneten zu erstellen, die die aktuelle Situation von Jupiters Wol-



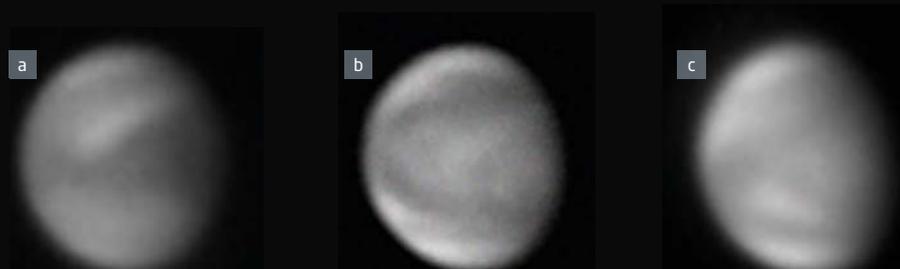
▲ Abb. 2: Jupiter-Gesamtkarte aus den Bildern des 21. und 22.4.2018, aufgenommen am 25cm Refraktor der Volkssternwarte München. Bernd Gährken



▲ Abb. 3: Jupiter am 19.5.2018, 0:22 MESZ. Aufgenommen in Ludwigsburg mit einem 15cm Maksutov und 2-fach Barlow. Summenbild aus 7 Videos à 2 Minuten, mit Winjupos derotiert. Silvia Kowollik



▲ Abb. 4: Jupiter am 19.5.2018, 1:50 MESZ. Komposit aus je 500 Frames (Baader LRGB Filter) an einem 18cm Refraktor. Ort: Schongau, Schweiz. Thomas Erzinger



▲ Abb. 5: Venus im UV-Bereich am 18.4. (a), 19.4. (b) und 19.5.2018 (c), aufgenommen mit einem 28cm Schmidt-Cassegrain. Ralf Kreuels

kenwirbeln zeigt (Abb. 2). Während das südliche Äquatorialband (SEB) klar begrenzt erscheint, fällt im nördlichen (NEB) eine Kette von Girlanden auf. Silvia Kowollik zeigt einmal mehr, wie viele Details Jupiter bereits mit einem Sechszöller zu entlocken sind (Abb. 3.) Im Vergleich mit Bernd Gährkens Gesamtkarte zeigen sich besonders im NEB nach einem Monat deutliche Unterschiede. Thomas Erzinger erwischte den Großen Roten Fleck (GRF) wenig später während des Meridiandurchgangs am 19. Mai (Abb. 4). Zuletzt aufgekommene Vermutungen, wonach der berühmte Wirbelsturm in Jupiters Atmosphäre schrumpft, scheinen sich nicht zu bestätigen.

## Venus noch mit rundlicher Phase

Ende April zeigte sich Venus noch zu rund 90% beleuchtet. Die Strukturen in den Wolken treten erst im Ultravioletten zutage. Dann sind sogar innerhalb weniger Tage deutliche Strukturänderungen nachzuweisen, wie die Bilder von Ralf Kreuels zeigen (Abb. 5 a-c).



▲ Abb. 6: Saturn am 5.4.2018, 18:27 UT, aufgenommen mit einem 40cm Newton in Rubyvale, Australien. Anthony Wesley

## Weit geöffneter Saturnring

Saturn im Sternbild Schütze steht für Beobachter in nördlichen Breiten im »Tal der Tränen«. Da er im Frühjahr erst weit in der zweiten Nachthälfte leidlich zu beobachten war, liegen aus dem Leserkreis noch keine Aufnahmen vor. In Australien hingegen ist der Ringplanet wenige Wochen vor seiner Opposition bereits sehr günstig zu sehen. Anthony Wesley konnte am 5. April sogar den neu entstandenen hellen Sturmleck an der Nordpolarregion Saturns nachweisen (Abb. 6).

► Paul Hombach



# Jetzt am Abendhimmel

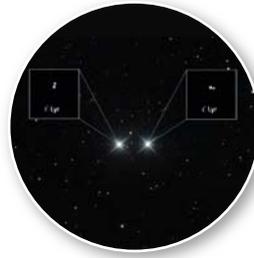
## Beobachtungsempfehlungen für August/September 2018

**Sternbild-Streifzüge:**  
Leier

**Fernglas-Wanderung:**  
Durch das Himmels-  
Parallelogramm

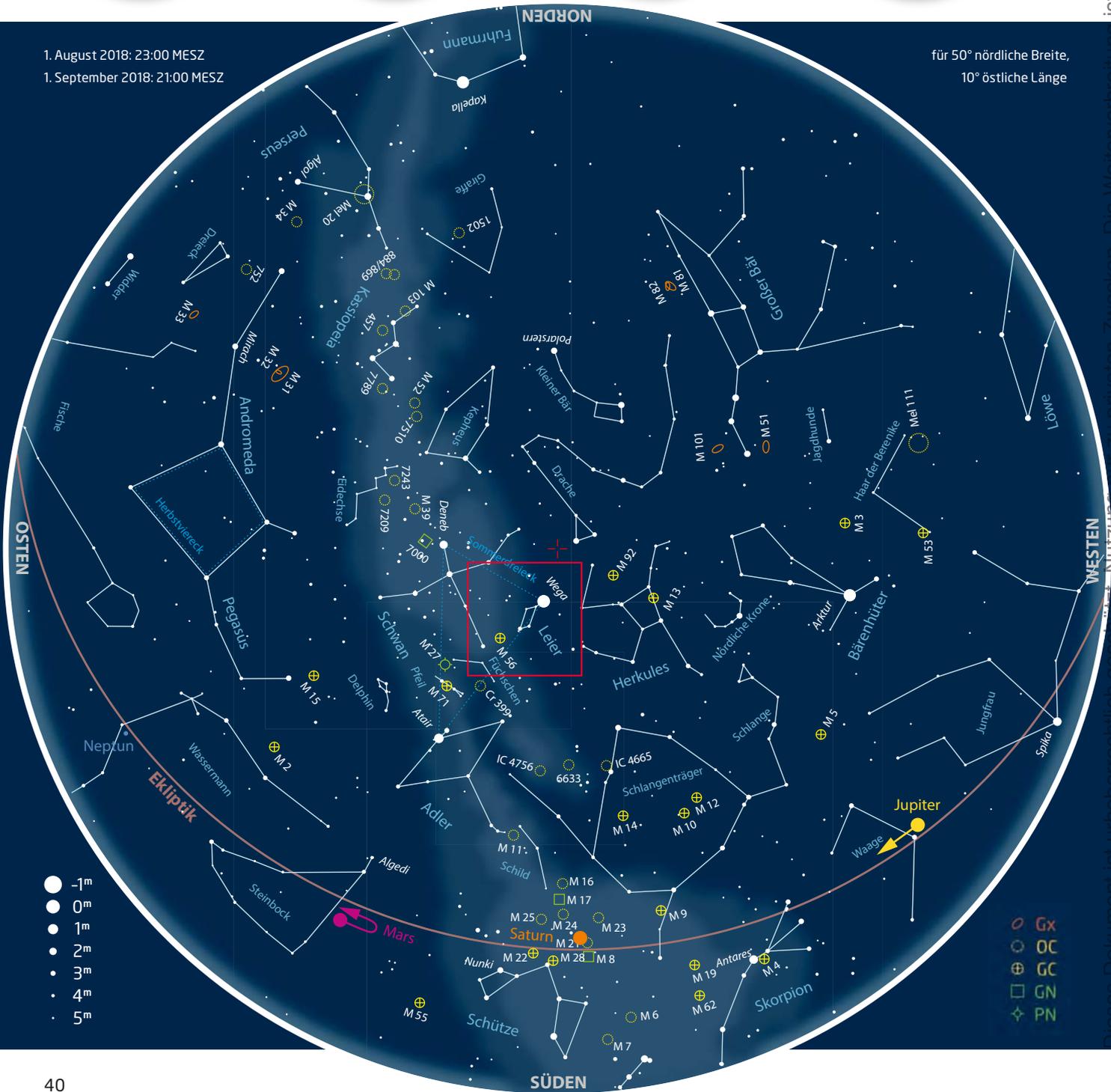
**Deep-Sky-Schätze für  
Stadtbeobachter:**  
Epsilon Lyrae - das berühmte  
»Doppel-Doppel«

**Deep-Sky-Schätze für  
Landbeobachter:**  
Der Ringnebel M 57



1. August 2018: 23:00 MESZ  
1. September 2018: 21:00 MESZ

für 50° nördliche Breite,  
10° östliche Länge



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

- Gx
- OC
- ⊕ GC
- GN
- ✧ PN

## Sternbild-Streifzüge:

### Leier

**O**bwohl die Leier zu den kleinsten der 88 Sternbilder des Himmels gehört, zählt sie dennoch mit ihrer auffälligen Parallelogramm-Form und dem hellsten Stern des Sommers zu den markantesten Konstellationen. Deshalb bildet die Wega der Leier auch einen der Ecksterne des großen Sommerdreiecks; zusammen mit Deneb im Schwan und Altair im Adler. Wie der Sternbildname andeutet, sah man schon in der Antike in der Sternen-Raute ein Saiteninstrument, das je nach Quelle als Leier (des Hermes und Orpheus), Harfe oder Zither bezeichnet wird. Für die mythische Erfindung des Musikinstruments benutzte Götterbote Hermes u.a. einen Schildkrötenpanzer, wie es etwa in einer um 270 v. Chr. entstandenen Beschreibung des Sternbilds heißt.

Der Name Wega verweist allerdings auf ein anderes in der Antike weit verbreitetes Sternbild-Motiv, denn er leitet sich vom arabischen Wort »al Waki« (»der Fallende«) ab, was sich auf einen Geier oder Adler bezieht. Auf alten Sternkarten ist das Musikinstrument sogar manchmal mit einem Greifvogel abgebildet.

### Jung, wild und heilend

Ebenfalls im antiken babylonischen/assyrischen Reich sah man in der heutigen Konstellation mit der hell strahlenden Wega die Figur einer Ziege (»Enzu« im Akkadischen), die der Heilgöttin Gula zugeordnet wurde. Denn wie alten Ton-



▲ Abb. 1: Eine alte Darstellung des Sternbilds Leier mit seinem Hauptstern Wega, einem der Eckpunkte des Sommerdreiecks.

tafeln erzählen, war das Licht heller Gestirne eine wichtige (göttliche) Zutat in medizinischen Ritualen der Assyrer. So ist beispielsweise ein Rezept für eine Pferde-Arznei erhalten, nach dem eine Mischung aus 23 Kräutern und Aromen in Bier eingeweicht, »nachts im Angesicht des Ziegensterns gestellt« und morgens gekocht und mit Honig weiterverarbeitet werden soll.

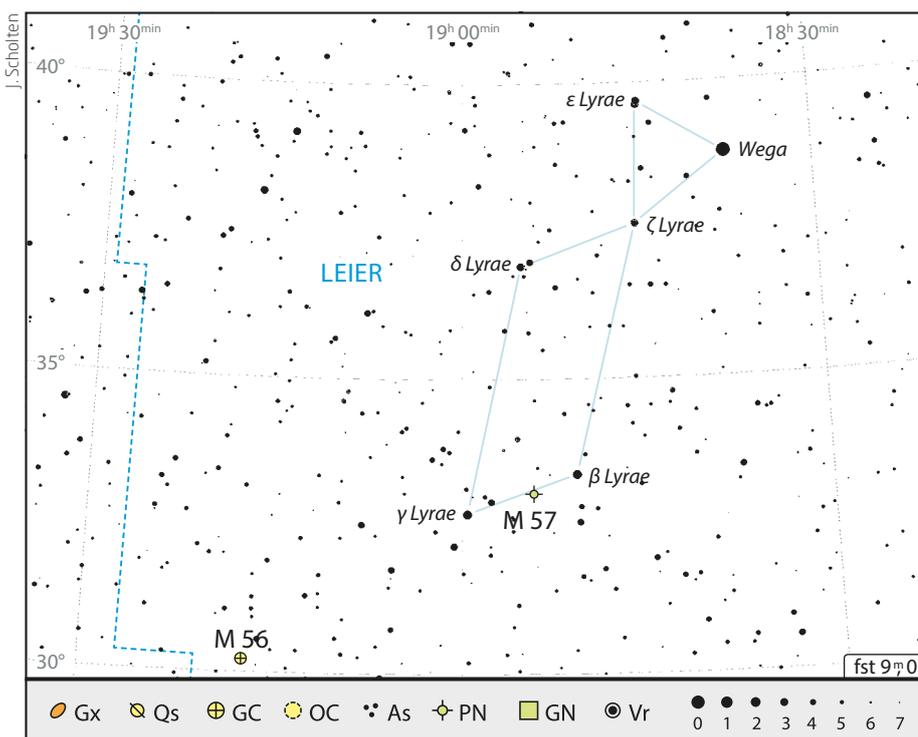
Heute dagegen findet man das nur 25 Lichtjahre entfernte Sternsystem u.a. in dem großartigen Science-Fiction-Film »Contact« (basierend auf Carl Sagans Roman), in dem ein künstliches

Funksignal von der Wega empfangen wird. Allerdings ist der Stern wissenschaftlich gesehen mit einem Alter von ungefähr 400 Millionen Jahren noch viel zu jung für Planeten mit intelligenten Aliens. Denn das ferne Sonnensystem befindet sich in einer Sturm-und-Drang-Zeit: Es ist von staubreichen Zonen umgeben, die durch verdampfende Kometen und kollidierende Asteroiden sowie Zwergplaneten entstehen.

### Zwei Messiers und ein Doppel-Doppel

Das Deep-Sky-Highlight der Leier und ein Paradeobjekt der Planetarischen Nebel ist M 57. Als Sternchen der 9. Größenklasse ist es schon mit einem Fernglas erreichbar, während ein kleines 100mm-Teleskop einen zarten Nebelring zeigt. Deshalb wird der vor fast 240 Jahren entdeckte M 57 oft nur als »Ringnebel in der Leier« bezeichnet. Selbst als bekannt war, dass der Nebelring aus Gas besteht, gab es noch Anfang des 20. Jahrhunderts Vermutungen, dass man hier ein entstehendes Planetensystem vor Augen hat. Doch eigentlich markiert der Nebel das Lebensende eines sonnenähnlichen Sterns. Es ist die äußere Hülle eines erloschenen Sterns, die von dem einstigen Sternkern – als Weißer Zwerg bezeichnet – mit energiereicher UV-Strahlung zum Leuchten angeregt wird.

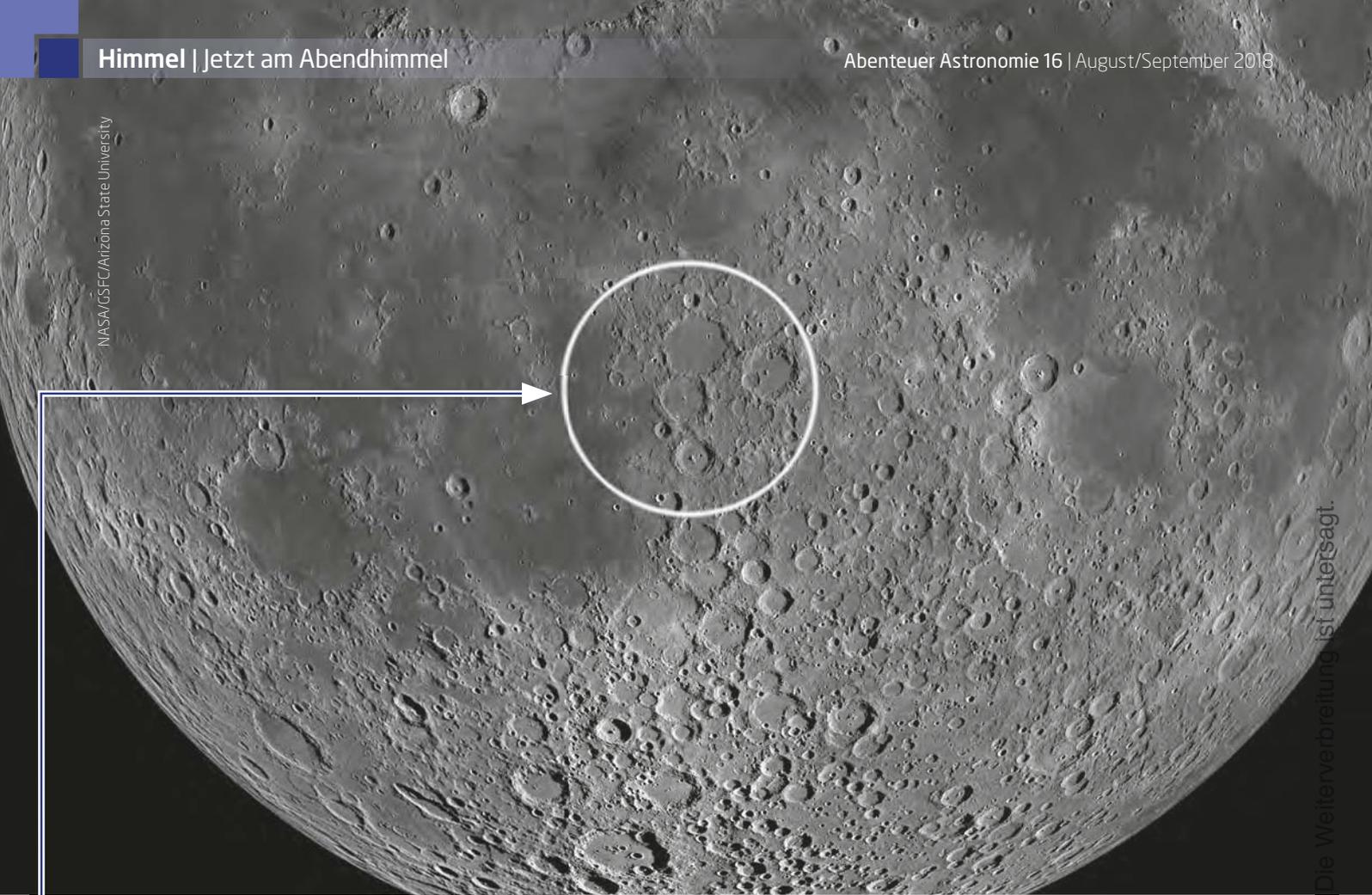
Mit dem 12,6 Milliarden Jahre alten Kugelsternhaufen M 56 lockt noch ein weiteres Messier-Objekt. Und auch der doppelte Doppelstern ε Lyr ist immer einen Abstecher wert. Für das Sternpaar reicht bereits ein Fernglas, doch erst mit Teleskop und hoher Vergrößerung zeigt sich, dass beide Sterne nochmals doppelt sind. ▶ Nico Schmidt



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

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

NASA/GSFC/Arizona State University



Die Weiterverbreitung ist untersagt.

▲ Abb.1: Das Kratertrio befindet sich fast in der Mondmitte.

## Mond-Spaziergang: Imposantes Trio

Zur besten Beobachtungszeit eines Mondumlaufs steht bei Halbmond ein imposantes Kratertrio am Terminator: Ptolemaeus, Alphonsus und Arzachel. Hier liegen drei große Krater in unterschiedlichen Erhaltungsstadien auf engem Raum und buhlen um die Gunst des Beobachters.

Der Kratergrund ist durch Auswurfmaterial des 1300km entfernten Imbrium-Einschlags überschüttet und ein Zentralgebirge so nicht mehr sichtbar. Bei höherem Sonnenstand präsentiert sich die Ebene im Teleskop mit kleiner Öffnung weitgehend glatt. Lediglich der kleine Binnenkrater Ptolemaeus A, auch Ammonius (8km) genannt, unterbricht das einheitliche Erscheinungsbild. In größeren Teleskopen werden weitere Kleinkrater sichtbar. Es lohnt auch ein Blick bei sehr flachem Lichteinfall. Dann ist der gesamte Kratergrund von einer Vielzahl begrabener und nur noch schemenhaft erkennbarer Einschläge bedeckt.

mittig die Ebene. Nordöstlich davon schlug am 24. März 1965 wie geplant die amerikanische Mondsonde Ranger 9 ein. Interessant sind auch drei dunkle Flecken auf dem Kratergrund, die sich als drei relativ große und dunkelgraue Areale an den Wallrändern darstellen. Diese pyroklastischen Ablagerungen aus Vulkanasche sind ein sichtbares Zeugnis der vulkanischen Aktivität in der Geschichte des Mondes.

### Verschüttete Wallebene

Als älteste Formation des Trios erscheint der 158km große Ptolemaeus stark eingeebnet.

### Ringgebirge mit Rille

Mit 96 Kilometer Durchmesser ist Arzachel der kleinste und auch jüngste Einschlag des Trios. Sein Wall erscheint gut erhalten und ist klar gegen die Umgebung abgegrenzt. Die inneren Wallhänge zeigen noch die gut erhalten terrassenartigen Stufen eines jüngeren Ringgebirges. Auch das 1500m hohe Zentralgebirge erscheint deutlich massiver als bei Alphonsus. Ein geeignetes Ziel für kleinere Teleskope ist der Binnenkrater Arzachel A (4km), östlich des Kraterzentrums. Bei guten Bedingungen sollte auch Rima Arzachel (Arzachelrille) mit einem Teleskop mittlerer Größe erfolgreich zu sichten sein.

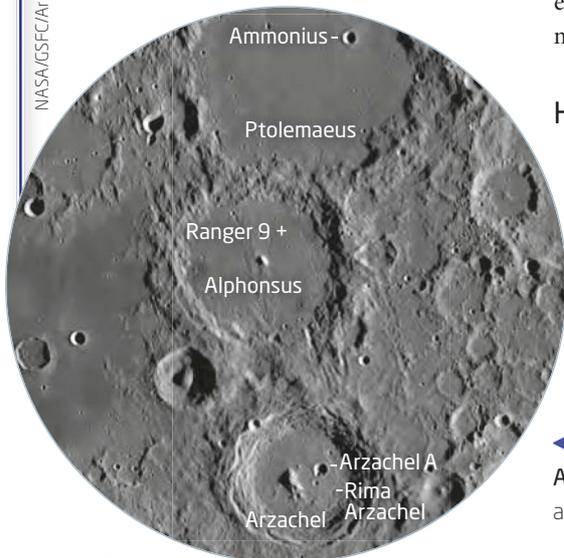
### Harter Landeplatz

Der kleinere Alphonsus (110km) liegt dicht an Ptolemaeus, so dass sich die Wälle beider Krater berühren. Dabei erscheint an dieser Stelle der Wall von Ptolemaeus leicht eingedrückt, was auf ein jüngeres Alter von Alphonsus hindeutet. Lediglich ein kleiner Zentralberg überragt

◀ Abb. 2: Ptolemaeus, Alphonsus und Arzachel: hier liegen viele Beobachtungsziele auf engem Raum.

► Lambert Spix

NASA/GSFC/Arizona State University



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

## Fernglas-Wanderung: Durch das Himmels- Parallelogramm

Das Sternbild Leier nimmt nicht allzu viel Fläche am Himmel ein, ist jedoch durch seinen Hauptstern Wega und die charakteristische Parallelogrammform sehr prominent am Himmel.

### Schwierige Schönheiten

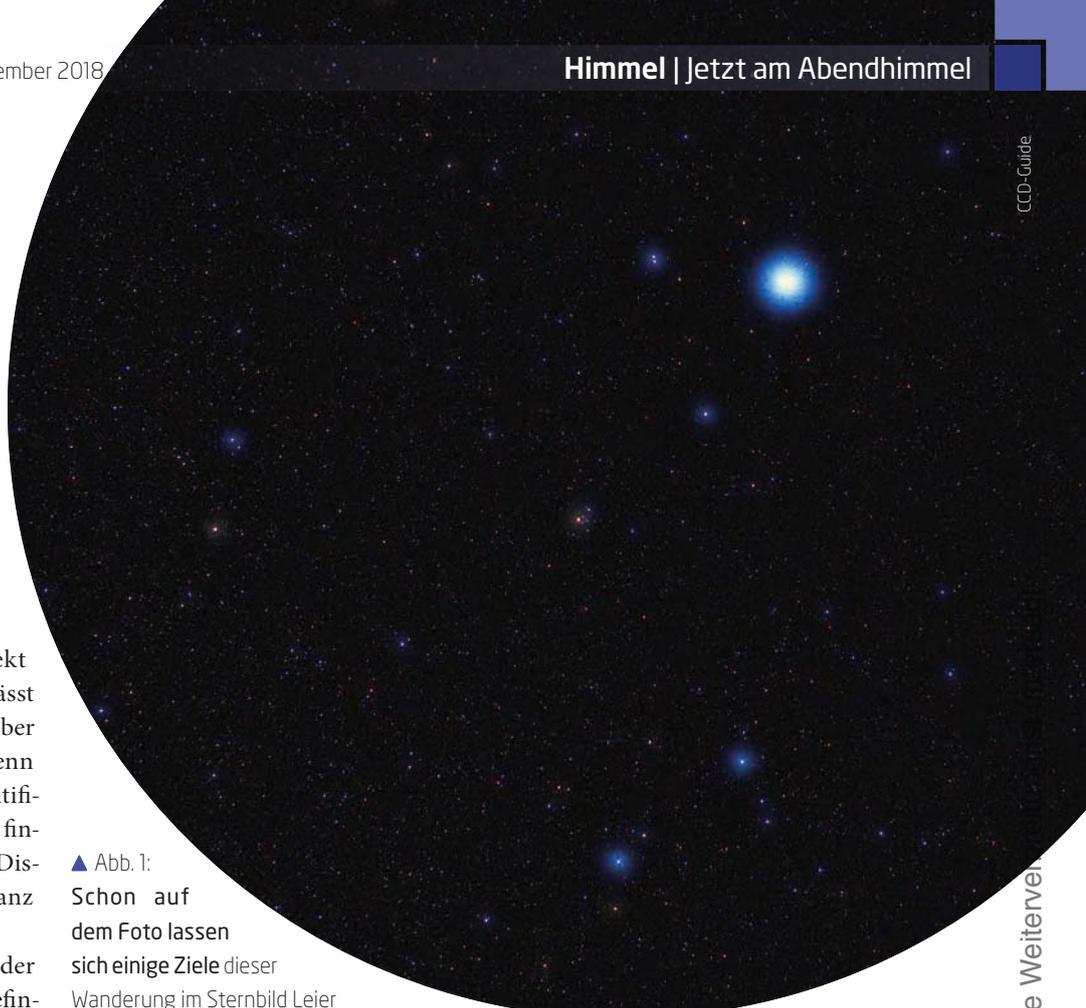
Das bekannteste Deep-Sky-Objekt der Leier, der Ringnebel Messier 57, lässt schon mit dem Fernglas auffinden. Aber dazu braucht es eine ruhige Hand. Denn nur so kann man ihn zweifelsfrei identifizieren: Auf dem Wege von  $\beta$  zu  $\gamma$  Lyrae findet sich nach etwa zwei Dritteln der Distanz ein leicht nebeliges, nicht mehr ganz punktförmiges Objekt.

Viel leichter aufsuchen lässt sich der Sternhaufen Stephenson 1, denn er befindet sich rund um  $\delta$  Lyrae, einem weiten Doppelstern, dessen Komponenten manchem farbempfindlicheren Sternfreund schon im Fernglas gelb bzw. blau erscheinen. Auf den ersten Blick macht sich bei vielen aber Enttäuschung breit: Nur eine Handvoll Sterne tummeln sich fast zufällig um die beiden. Erst beim genaueren Hinsehen tauchen weitere, schwächere Mitglieder des Haufens auf, insgesamt etwa ein gutes Dutzend im 10x50, natürlich abhängig von der Himmelsgüte.

### Alles doppelt?

In der Leier finden sich einige auch für den Feldstecher erreichbare Doppelsterne. Allen voran der »Double-Double«  $\epsilon$  Lyrae 1,5° nordöstlich der Wega. Die Hauptkomponenten lassen sich von scharfäugigen Beobachtern bereits ohne optische Hilfsmittel trennen, mit dem Fernglas gelingt das auch allen anderen. Leider ist die jeweilige Trennung dieser beiden erst ab einer Vergrößerung von 100x möglich, also weit jenseits der Möglichkeiten von Ferngläsern.

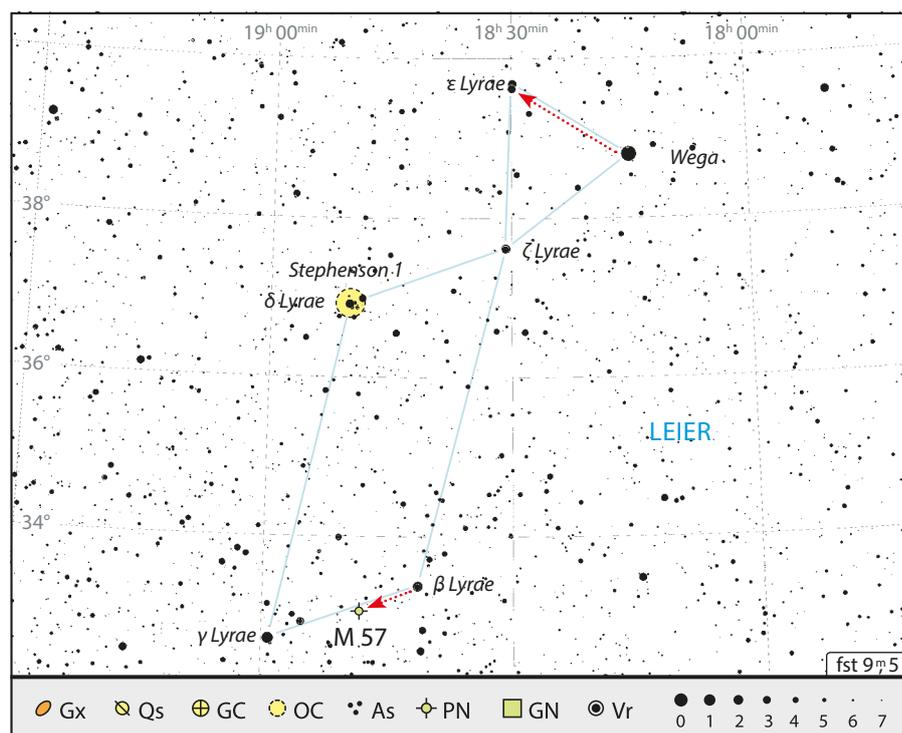
Doch dafür findet sich unweit ein dankbares Objekt in  $\zeta$  Lyr, dem nordwestlichen Parallelogrammstern. Der nur unwesentliche schwächere Begleitstern befindet sich 44" südlich der Hauptkomponente. Mit ruhigen Händen reicht zur Trennung bereits ein 7x vergrößerndes Fernglas aus.



▲ Abb. 1: Schon auf dem Foto lassen sich einige Ziele dieser Wanderung im Sternbild Leier erspähen. *Marcus Degenkolbe*

Bequemer ist es, ein Stativ zu benutzen. Damit verliert man zwar ein wenig Unabhängigkeit, kann aber die Möglichkeiten der Optik weit besser ausnutzen. Denn ansonsten entgeht einem z.B. die Trennung auch des südwestlichen Parallelogrammsterns  $\beta$  Lyr, da

der Hauptstern zwar mit 3<sup>m</sup>3 auch freikäugig nicht zu übersehen ist – der 46" entfernte 8<sup>m</sup>9 schwache Begleiter ließe sich so aber kaum detektieren, da er im nicht ganz vermeidbaren Händezittern bei der freikäugigen Beobachtung verschwinden würde. ▶ *Kay Hempel*



▲ Abb. 2: Die Objekte der Fernglas-Wanderung lassen sich dank der Parallelogramm-Form des Sternbilds leicht aufsuchen.

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



▲ Abb. 1: Epsilon Lyrae ist nicht nur ein Doppelstern, sondern ein doppeltes Doppel. Julian Zoller



▲ Abb. 2: Zeichnung von Epsilon Lyrae mit einem 12-Zoll-Newton bei einer Vergrößerung von 250×. Ferenc Lovró

## Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Epsilon Lyrae - das berühmte »Doppel-Doppel«

**E**rinnern Sie sich noch an das erste Himmelsobjekt, auf das Sie Ihr erstes Fernrohr gerichtet haben? Der Verfasser hatte sein »First-Light-Erlebnis« im ersten Sommer nach der Jahrtausendwende mit Wega oder α Lyrae, dem hellsten Objekt am Abendhimmel, das sich bequem mit geringster Vergrößerung einfangen ließ. Faszinierend war dabei allerdings weniger Wegas Helligkeit als vielmehr ein kleines östlich gelegenes Sternenpaar mit absolut gleich hellen Sonnen. Das Paar war, wie sich später herausstellte, Epsilon 1 und Epsilon 2 Lyrae und hätte den Betrachter bei Verwendung einer höheren Vergrößerung vermutlich noch sehr viel mehr fasziniert: Jeder Stern des Paares bildet nämlich seinerseits ein Paar, jeder Stern des Doppelsterns ist ebenfalls ein Doppelstern.

### Doppelter Beobachtungsgenuss

ε Lyr gilt in der astronomischen Beobachtungsliteratur als der Doppelstern schlechthin: Beide Komponenten sind annähernd gleich hell (5<sup>m</sup> und 5<sup>m</sup>3) und lassen sich bei entsprechend hoher Vergrößerung – genannt werden häufig Vergrößerungen ab ca. 100× – in wiederum vier Komponenten auflösen. Diese sind ihrerseits fast gleich hell (Epsilon 1: 5<sup>m</sup> und 6<sup>m</sup>1, Epsilon 2: 5<sup>m</sup>3 und 5<sup>m</sup>4) und in nahezu gleichen Abständen voneinander entfernt (2,1" und 2,4"). Alles zusammen ergibt ein faszinierendes Bild, das jeden Beobachter in den Bann zieht, unabhängig davon, wie groß das Instrument ist und wie lichtverschmutzt der Standort. Als Stadtbeobachter hat man es – zugegeben – bei der Trennung etwas schwerer. Erst bei Vergrößerungen ab 166× zeigte sich zwischen den Komponenten ein haarbreiter Spalt, beim südlich gelegenen Epsilon 2

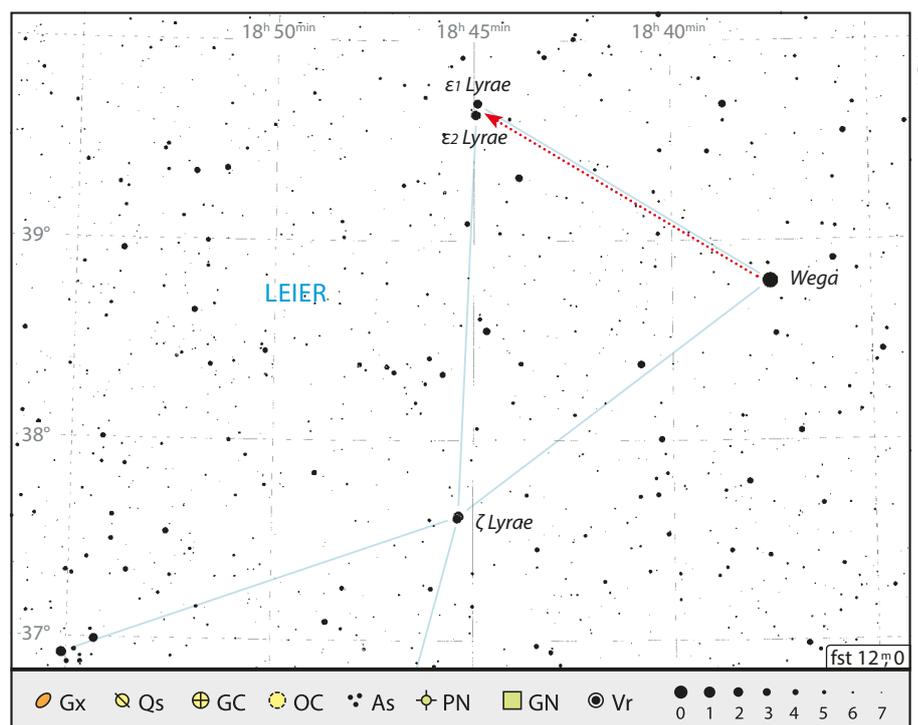
ein wenig früher als bei Epsilon 1. Während sich hier noch die kurz vor einer Trennung typische »8« zeigte, trennte die Komponenten von Epsilon 1 bereits ein dunkler Zwischenraum, ein Unterschied, der wohl an der etwas größeren Differenz der Magnituden liegt. Wenn man sie aber erst einmal getrennt hat, ist der Anblick berauschend.

### Das »Doppel-Doppel« und noch mehr Komponenten

Das Licht von Epsilon 1 und 2 ist rund 160 Jahre zu uns unterwegs, eine vergleichsweise kurze Zeit. Interessant ist aber vor allem, dass beide Doppelsterne nicht wie viele Artgenossen

nur optisch, sondern physikalisch miteinander verbunden sind, wobei allerdings die Umlaufperioden mit 1170 bzw. 585 Jahren extrem lang erscheinen. Ambitionierte Stadtbeobachter können sich übrigens auf die Suche nach weiteren Komponenten des »Doppel-Doppel« machen. Fünf sollen in Reichweite der amateurastronomischen Beobachtungsmöglichkeiten liegen. Die hellste von ihnen dürfte aber mit rund 10 Magnituden wohl nur bei exzellenten Bedingungen wahrnehmbar sein. Sie liegt etwa in der Mitte zwischen Epsilon 1 und 2 und beschreibt mit diesen Sonnen ein rechtwinkliges Dreieck. Für Stadtastronomen eine echte Herausforderung!

► Karl-Peter Julius



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte für das »Doppel-Doppel« ε Lyr.

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



▲ Abb. 2: Zeichnung des Ringnebels mit einem 18-Zoll-Dobson bei einer Vergrößerung von 300–450×. Rainer Mannoff



▲ Abb. 1: Der Ringnebel im Sternbild Leier. Sebastian Voltmer

## Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Der Ringnebel M 57

Ein **E**ines der meistbeobachteten Himmelsobjekte im Sommer und Frühherbst ist der Ringnebel Messier 57 im Sternbild Leier. Zum Aufsuchen peilt man einfach die Mitte der beiden unteren Ecksterne  $\gamma$  und  $\beta$  Lyra des Sternbildparallelogramms der Leier an.

### Uranus als Vorbild

Bei geringer Vergrößerung fällt M 57 als sehr kleiner leuchtend blau-grünlicher 9<sup>m</sup> Stern auf, der nicht perfekt scharfzustellen ist. Bei etwas höherer Vergrößerung wirkt er rund wie ein Planet. Das ist auch der Grund für die irreführende Namensgebung der Objektklasse. Der Astronom Antoine Darquier entdeckte

den Nebel Mitte Februar 1779 und verglich das Aussehen mit einem Planeten. Dies inspirierte den Astronomen Friedrich Wilhelm Herschel, diesen Nebeltyp in Anlehnung an seinem damals neu entdeckten Planeten Uranus als »Planetarischen Nebel« zu bezeichnen. Charles Messier hat den Ringnebel mit der Nummer M 57 in seinem Katalog aufgenommen.

### Rauchring

Viele Planetarische Nebel sind nicht kreisrund, sondern oval, schmetterlingsförmig oder rechteckig. Bei Messier 57 handelt es sich um einen leicht elliptischen Gasring, der etwa 2300 Lichtjahre von uns entfernt ist. Ein nicht sehr massereicher Stern hat im Laufe seines Le-

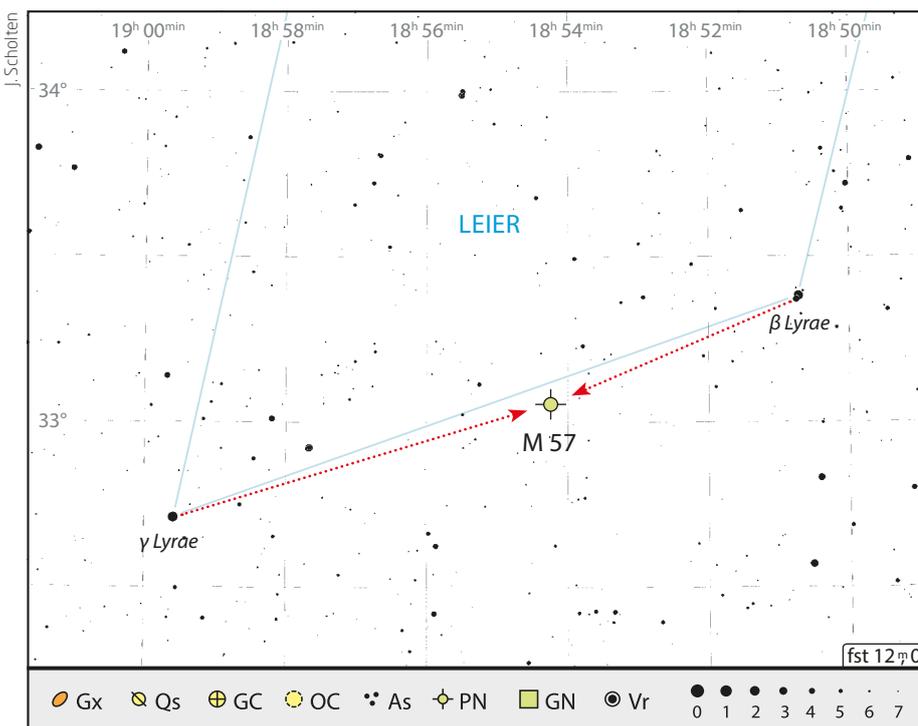
bens Wasserstoff aufgebraucht und seine äußere Hülle verloren. Sein Durchmesser beträgt 0,9 Lichtjahre, wobei die lichtschwachen Bereiche sich auf bis zu 2,4 Lichtjahre ausdehnen. Er hat einen scheinbaren Durchmesser von etwa 118 Bogensekunden und ist vor rund 15.000 Jahren entstanden. Die tatsächliche Form der Gashülle ähnelt einem Torus und sieht eher wie ein Rettungsring oder Reifen aus. Der Ring dehnt sich mit etwa 19 km/s immer noch langsam aus.

Messier 57 ist unter einem dunklen Landhimmel bereits ab 50mm Öffnung zu sehen. Der Rauchring kommt aber erst ab 100mm Öffnung bei 100–150× Vergrößerung zum Vorschein. Teleskope von 150–200mm Öffnung zeigen zwar nicht mehr Struktur, jedoch erscheint der Nebel heller. Bei genauere Betrachtung fällt die ovale Form auf und unterschiedliche Helligkeitsabstufungen sind wahrnehmbar. Nebelfilter sind nicht notwendig, jedoch sollte man versuchen hoch zu vergrößern.

### Zentralstern

Auf Fotos erscheint der Ringnebel schön bunt, da das Gas von einem Zentralstern zum Leuchten angeregt wird. Visuell sind die unterschiedlichen Farben jedoch nicht auszumachen. Der Zentralstern ist ein weißer Zwerg mit einer Oberflächentemperatur von 70.000° Celsius. Er ist mit einer scheinbaren Helligkeit von 15<sup>m</sup>,8 allerdings äußerst lichtschwach. Der neblige Hintergrund innerhalb des Rings kommt erschwerend hinzu. Um den Zentralstern visuell zu sehen, benötigt man ein Teleskop von mindestens 25cm Öffnung. Auf Fotografien ist er jedoch gut zu erkennen.

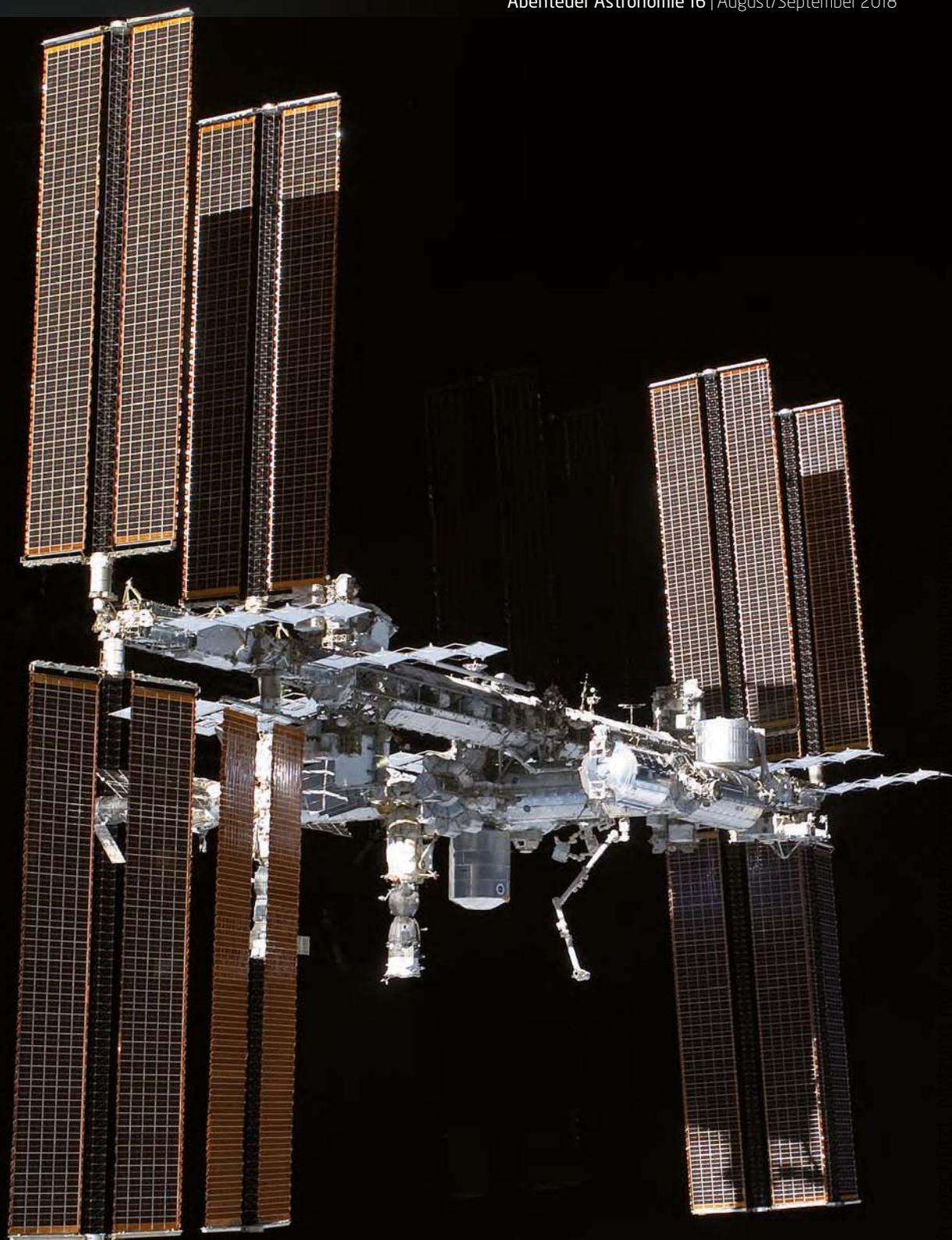
► Michael Feiler



▲ Abb. 3: Aufsuchkarte des Ringnebels im Sternbild Leier.

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

a



# RAUMSTATION IM FOKUS

## Wie schon mit einfacher Ausstattung Bilder der Internationalen Raumstation ISS gelingen

Den deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst wird man von der Erde aus zwar nicht auf der Internationalen Raumstation ISS sehen können, doch lassen sich mit vergleichsweise einfacher Ausrüstung schon interessante Details von diesem Außenposten der Menschheit im Erdorbit erkennen. Mit Übung und dem richtigen Know-how gelingen spektakuläre Bilder der ISS. Dieser Artikel verrät, was man beachten muss.

**A**ls Schwergewicht von 420 Tonnen, mit einer Spannweite von 100 Metern und fast viermal so groß wie die russische Raumstation Mir umrundet die Internationale Raumstation ISS in einem niedrigen Erdorbit von etwa 400km Höhe und mit einer Geschwindigkeit von 28.000km/h alle 90 Minuten die Erde. Der schier Größe dieses seit dem Jahr 2000 dauerhaft bewohnten Forschungshabitats am Rande zum All ist es auch zu verdanken, dass wir der ISS fast täglich in der frühen Morgen- oder späten Abenddämmerung schon mit bloßem Auge dabei zusehen können, wie sie langsam von Westen kommend ihre Bahn über den Himmel zieht. Auch ohne Hilfsmittel ein eindrucksvolles Schauspiel, erreicht sie dabei doch eine Helligkeit von bis zu  $-5^m$  und erstrahlt damit in etwa genauso hell wie die Venus.

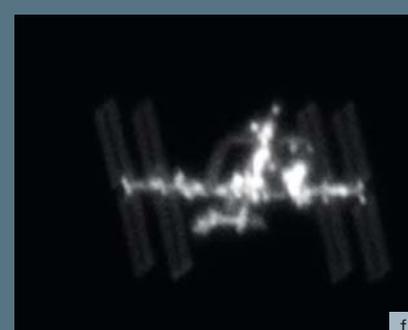
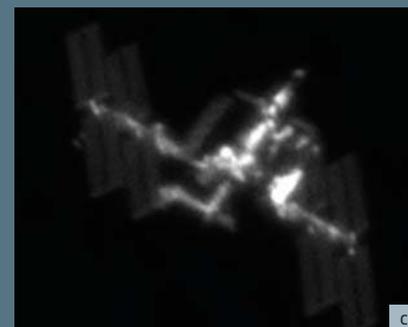
### Durch Zufall zum Fotomotiv

Einer Zufallsbegegnung im August 2013 war es zu verdanken, dass ich die ISS als potentielles Fotomotiv für mich entdeckt habe. Beim First Light eines selbstgebauten 8-Zoll-Dobson war

an ernsthafte Beobachtung zu dieser Jahreszeit naturgemäß nicht zu denken. Für einen ersten Test boten sich nur der Mond und später ein paar wenige helle Objekte am abendlichen Kleinstadthimmel an. Nach einer viertel Stunde Sightseeing auf dem zunehmenden Mond, der das Bildfeld des 18mm Okulars fast komplett ausfüllte, war plötzlich ein sehr heller, relativ schneller Lichtpunkt in der noch frühen Dämmerung wahrzunehmen. Das Telrad ca. fünf Grad vorgehalten, brauchte es einige Versuche, bevor der strahlend helle Punkt durchs Bildfeld huschte: die Internationale Raumstation und andeutungsweise auch ihre Solarpanele waren da für einen kurzen Augenblick zu sehen. Und obwohl das Ganze sehr schnell ging und ein weiterer visueller Sichtungsversuch durch die Dachgiebel im Osten vereitelt wurde, war diese erste Begegnung so eindrucksvoll, dass der Wunsch geboren war, das eben Erlebte fotografisch festzuhalten.

### Keine besondere Ausrüstung nötig

Die sich anschließende Suche nach Informationen zur richtigen Ausrüstung und Aufnah-



▲ Abb. 1: Die Internationale Raumstation ISS im Jahr 2011 von der US-Raumfähre Atlantis aus fotografiert (a) und die Raumstation fotografiert von der Erde aus während eines Überflugs am 8. Juni 2016 (b-f).

metetechnik von vorbeifliegenden Raumstationen förderte zwar eindrucksvolle Aufnahmen von Profis und Amateuren gleichermaßen zutage, wie diese Aufnahmen im Detail entstanden sind, blieb aber weitestgehend unklar. Konkrete Informationen zu Aufnahmeparametern waren kaum oder gar nicht vorhanden. Um es gleich vorwegzunehmen: Abgesehen von wenigen Profis, die sehr teure und eigens für den Zweck aufwendig modifizierte Montierungen verwenden, ist die ISS-Fotografie, ganz anders als z.B. die Deep Sky-Fotografie, schon mit vergleichsweise einfachen Mitteln zu bewerkstelligen. Wie man schon mit einer Standardausrüstung aus dem Einsteigersegment zu fotografisch guten Ergebnissen kommen kann (vgl. Kasten), soll hier Schritt für Schritt erläutert werden.

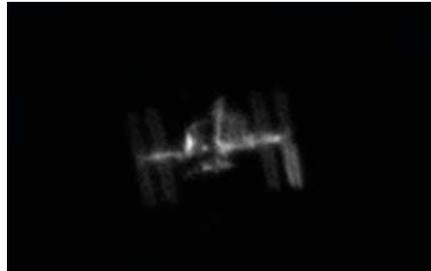
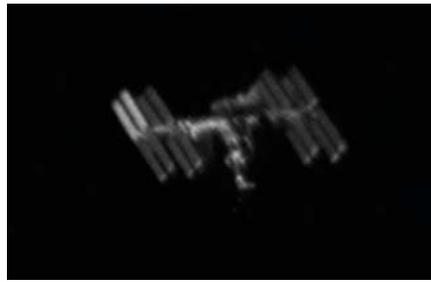
Aber zunächst zum grundsätzlichen Ablauf: Mit einem Auge permanent am Sucher, führt man ein Teleskop manuell auf die ISS nach und versucht, sie dabei so genau und so lange wie möglich im Zentrum des Sucher-Fadenkreuzes zu halten, während gleichzeitig eine Kamera im Okularauszug des Teleskops ein Video des Überflugs aufzeichnet. Die Aufnahmetechnik entspricht prinzipiell also dem Lucky Imaging, das man aus der Planetenfotografie kennt. Das so gewonnene Video wird anschließend mittels Software in seine Einzelbilder zerlegt und diese wiederum werden automatisch nach der Raumstation durchsucht.

### Der geeignete Beobachtungsort

Im ersten Schritt müssen die für den eigenen Beobachtungsstandort geeigneten Überflüge ermittelt werden. Bestens bewährt hat sich dabei der frei nutzbare Himmelskalender Calsky.com. Für die regelmäßige Nutzung empfiehlt sich eine kostenlose Registrierung, da der zunächst einzustellende Beobachtungsort bei zukünftigen Anmeldungen automatisch als Basis für Berechnungen auf der Seite verwendet wird.

Nach Anmeldung auf der Seite oder der manuellen Wahl des Beobachtungsortes kommt man auf der Calsky-Homepage über den Link »Satelliten« zum Kalender für die Internationale Raumstation ISS. Anders als bei Transits vor anderen Himmelskörpern reicht es hier aus, ein Startdatum und einen Zeitraum auszuwählen, für den Überflüge angezeigt werden sollen.

Die Beobachtung lohnt sich aber erst gegen Ende der bürgerlichen Dämmerung, ab einer Sonnenhöhe von  $-6^\circ$ . Visuell lässt sich die Station auch schon deutlich früher beobachten; sie vor dem noch hellen Himmelshintergrund zu finden, kann aber zur Herausforderung werden. Einmal gesichtet verliert man das Ziel in der Regel nicht mehr aus den Augen. Viel problematischer in der noch frühen Dämmerung ist aber,



T. Mellenthin

▲ Abb. 2: Zwei ISS-Fotos entstanden mit Minimalausrüstung – einer monochromen Planetenkamera (QHY5LII-m ohne UV-/IR-Sperrfilter) im Primärfokus eines 8-Zoll-Dobsonoteleskops mit 1500mm Brennweite.

dass in Abwesenheit des Mondes oder heller Planeten geeignete Himmelskörper zur Fokussierung fehlen.

### Optik rechtzeitig aufbauen

Hat man einen passenden Überflug gewählt, sollte der Aufbau, je nach verwendeter Optik, zur Temperaturanpassung ein bis zwei Stunden vorher erfolgen. Es empfiehlt sich zudem, direkt nach dem Aufbau des Teleskops einen Probelauf mit am Rechner angeschlossener Kamera zu machen, bei dem man das Teleskop mit dem Auge am Sucher und der zu erwartenden Flugbahn fol-

gend von Westen über den Zenit bis zum Osthorizont durchschwenkt. Hierbei lässt sich schnell feststellen, ob man sich frei um das Teleskop herum bewegen kann, ob USB-Kabellänge, der Aufstellort des Rechners und andere Ausrüstungsgegenstände den erforderlichen Bewegungsablauf zulassen oder ob ggf. Änderungen am Aufbau vorgenommen werden müssen.

Den zu erwartenden Bahnverlauf des entsprechenden Überflugs, also ob die Station den Beobachtungsort nahe des Zenits oder z.B. in Ekliptiknähe passiert, zeigt das kleine Piktogramm auf der rechten Seite der Calsky-Ergebnisliste.

### Ein perfekt justierter Sucher

Sobald die Choreografie für den Überflug steht, geht es an die Sucherjustage. Das vielleicht wichtigste Kriterium für eine hohe Bildausbeute bei der ISS-Fotografie ist ein perfekt justierter Sucher. Verwendet man eine (Planet-)Kamera mit kleinem Chip, ist das Bildfeld bei hohen Vergrößerungen so klein, dass die ISS nur dann sicher von der Kamera eingefangen werden kann, wenn das Sucherfadenkreuz nahezu perfekt auf die Bildmitte der im Okularauszug steckenden Kamera justiert ist. Die Justage ist am einfachsten am Stern möglich. Zu diesem Zweck lässt sich in der Aufnahmesoftware (FireCapture oder SharpCap) ein Fadenkreuz ins Livebild der Kamera einblenden.

### Fokussieren am Stern oder Mond

Ist es bereits dunkel genug, folgt das Fokussieren am Stern – in der frühen Dämmerung ggf. an Mond oder Planeten. Da Seeing-Bedin-

→ Nachtsicht-Modus → E-Mail und Alert Manager

**Wähle die Startzeit für Berechnung:** Datum: 6. Februar 2018. Zeit: 00:32:19. **Wähle Zeitdauer:** 2 Monate.

19h00m51s	ISS	Erscheint 18h55m29s 2,5mag az:281,7° NW Horizont
	Sternkarte	im Meridian 19h00m50s -4,2mag az: 0,0° N h:86,8°
		Kulmination 19h00m51s -4,2mag az: 12,2° NNE h:86,8°
		Distanz: 409,3km Höhe über der Erde: 408,9km Sonnenhöhe: -14°
		Winkelgeschwindigkeit: 1,03°/s
		Verschwimmt 19h02m23s -3,3mag az:100,6° E h:28,9°

▲ Abb. 3: Mit Calsky lassen sich Überflüge für den eigenen Standort berechnen (a). Die Auswahl geeigneter Überflüge aus der so erzeugten Ergebnisliste (b) erfolgt anhand zweier Parameter: der »Distanz« und der »Sonnenhöhe«. Die Distanz gibt die Entfernung zwischen Beobachter und ISS zum Zeitpunkt der Kulmination an, sie sollte nicht größer als 520km sein. Ideal sind Distanzen zwischen 410km und 520km – in diesem Bereich hat die ISS einen Winkeldurchmesser von 53" bis 66" und zeigt im Zenit bei mittleren Öffnungen schon erstaunlich viele Details.

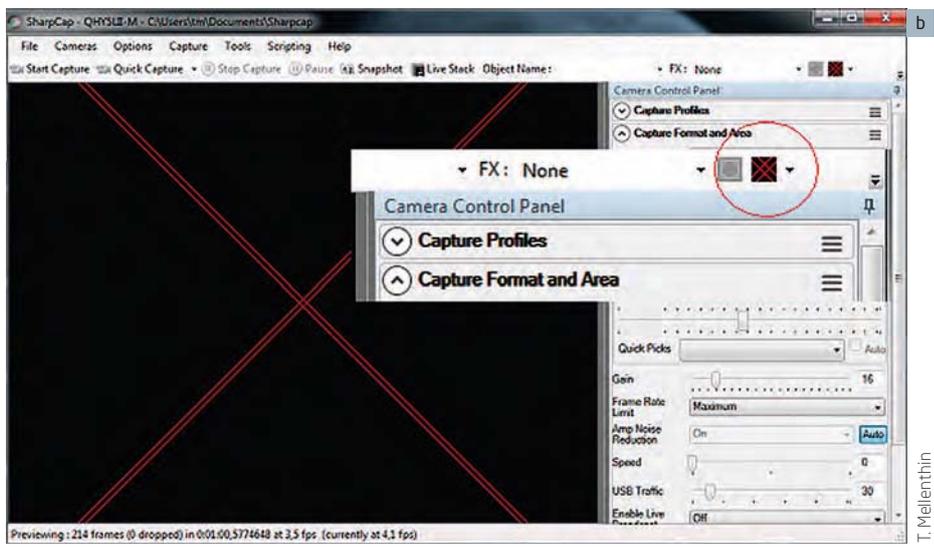
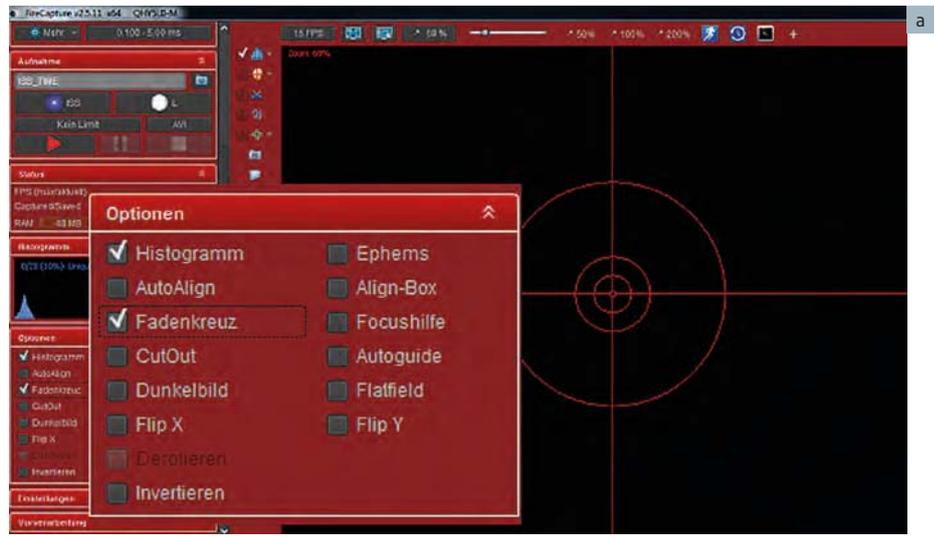
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

gungen sich mitunter sehr schnell ändern, sollte möglichst kurz vor dem Überflug der Fokus noch einmal überprüft werden, bevorzugt an einem zenitnahen Stern – im Zenit ist uns die Station nicht nur am nächsten, auch das Seeing ist hier deutlich besser, da das Licht einen kürzeren Weg durch die störende Erdatmosphäre hat. Weil sich die Kameraeinstellungen beim Fokussieren an Mond oder Sternen deutlich von den Aufnahmeparametern unterscheiden, die später für den ISS-Überflug verwendet werden, darf man keinesfalls vergessen, die Einstellungen nach dem Fokussieren wieder zu ändern und eine ggf. verwendete Fokussierhilfe von der Optik zu entfernen.

### Belichtungszeit und Gain

Als nächstes legen wir in der Aufnahme software Belichtungszeit und Gain für den kommenden Überflug fest.

Mehr noch als bei der Planetenfotografie kommt es bei der ISS auf die von vornherein richtigen Einstellungen für Belichtungszeit und die elektronische Bildverstärkung der Kamera (Gain) an. Was man sich am Planeten durch mehr Gain und damit verbundenem höheren Rauschen, an kürzerer Belichtungszeit und höherer Bildaufzeichnungsrate »erkaufen« kann, um es hinterher durch Stacking wieder wettzumachen, funktioniert bei der ISS nicht. Die Helligkeit der Station erlaubt indes so kurze Belichtungszeiten, dass man trotz Unschärfe durch Eigenbewegung der Station, Nachführen des Teleskops und Seeingeffekte immer wieder



▲ Abb. 4: Zur Sucherjustage bietet es sich an, ein Fadenkreuz in das Livebild einzublenden – hier gezeigt mit Firecapture (a) und SharpCap (b).

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

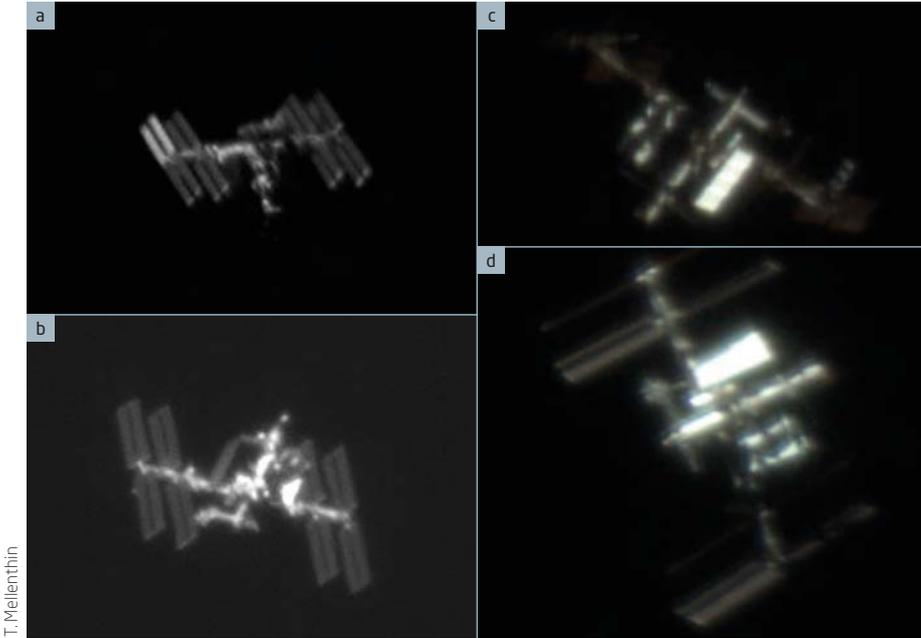
## IM DETAIL

### Mindestausstattung zur ISS-Fotografie

- ein gut kollimiertes **Teleskop** ab 8 Zoll Öffnung
- eine manuell frei nachführbare Montierung. Alt-azimutale **Montierungen**, im Speziellen die Dobson-Montierungen sind für diesen Zweck wegen ihrer intuitiven Bedienbarkeit ausnahmsweise der deutschen Montierung überlegen
- eine motorisierte **Nachführung** bzw. eine EQ-Plattform beim Dobson ist nicht zwingend erforderlich, erleichtert aber das vor dem Überflug notwendige Fokussieren. Ohne Nachführung bietet sich zum Fokussieren ansonsten Polaris an.
- ein guter **Winkelsucher**, idealerweise mit beleuchtetem Fadenkreuz, ist eines der wichtigsten Hilfsmittel. Von einem acht-

- minütigen Überflug führt man ca. vier Minuten lang ununterbrochen, sehr konzentriert durch den Sucher nach, er sollte also möglichst so montiert sein, dass zu jeder Zeit ein bequemer Einblick möglich ist. Ein beleuchtetes Fadenkreuz ist kein Muss, aber es kann zuweilen für die Augen sehr anstrengend sein, neben der ISS auch noch den in der späten Dämmerung nur schwer zu erkennenden Mittelpunkt des Fadenkreuzes »suchen« zu müssen. Eine Augenklappe für das »freie« Auge kann hilfreich sein.
- ggf. eine **Barlowlinse**: Um die ISS nicht nur als kleine Silhouette auf dem Kamerachip abzubilden, ist eine hohe Brennweite ab mindestens 2000mm nötig.

- eine **Videokamera**, die direkt im Primärfokus oder hinter einer Barlowlinse im Okularauszug den Überflug filmt. Wird eine monochrome Kamera verwendet, sollte ein UV-/IR-Sperrfilter nicht fehlen. (Kameras mit USB3.0 Schnittstelle sind von Vorteil, da sie bei sehr kurzen Belichtungszeiten im Millisekundenbereich deutlich mehr Bilder pro Sekunde liefern als vergleichbare USB2.0 Kameras)
- mit der **Bahtinov-Maske** wird vor dem Überflug am möglichst zenitnahen Stern fokussiert. Für Überflüge in der frühen Dämmerung wird ohne Hilfsmittel am Mond oder Planeten fokussiert.
- **Notebook** oder Rechner mit Videoaufnahme software (z.B. FireCapture oder SharpCap)



T. Meilenthin

▲ Abb. 5: Der Wechsel bzw. die Änderung einzelner Komponenten hat, bei einem ansonsten identischen Setup (8 Zoll f/7,3 Dobson), deutliche Auswirkungen auf die Belichtungszeit: monochrome Kamera ohne Barlow, Belichtung 0,2ms / Gain 5% (a), monochrome Kamera mit 2× Televue-Barlow, Belichtung 1,5ms / Gain 17% (b), Farbkamera, 2× Televue-Barlow, Belichtung 4ms / Gain 25% (c,d).

## Warten auf die Station

Sind alle nötigen Vorbereitungen getroffen, heißt es abwarten, bis die Station am Westhorizont erscheint. Sobald die Station zu sehen ist, wird die Aufnahme gestartet und die Jagd kann beginnen. Wir schwenken das Teleskop Richtung ISS und verfolgen sie die kommenden Minuten durch den Sucher, bis zu ihrem Verschwinden im Osten. Bei Überflügen am Abendhimmel kriecht die ISS förmlich als noch schwacher Lichtpunkt aufwärts, bevor sie mit zunehmender Höhe immer heller und für den Beobachter scheinbar schneller werdend den höchsten Punkt ihrer Bahn erreicht. Dabei ist die Phase kurz vor und kurz nach der Kulmination am interessantesten, weil wir zu diesem Zeitpunkt auf die voll beleuchtete Unterseite der Station schauen und sie uns zugleich am größten erscheint. Gleichzeitig sind diese beiden kurzen Phasen auch am schwierigsten nachzuführen, da das Teleskop fast senkrecht in den Himmel zeigt und von West nach Ost umgeschwenkt werden muss, während zur selben Zeit die Station ihre höchste relative Geschwindigkeit erreicht hat.

Auch wenn die Überflugphase nahe des Zenits für die fotografischen Ergebnisse am vielversprechendsten ist, lohnt es sich dennoch, sofort nach Erscheinen der Station die Aufnahme zu starten und diese erst mit ihrem Verschwinden zu beenden. Denn tatsächlich kommt es vor, wenn auch sehr selten, dass sehr gute Seeingbedingungen scharfe Bilder aus jeder Phase des Überflugs zulassen, die nicht nur verschiedene Ansichten der Station zeigen, sondern die auch für die Weiterverarbeitung zu einer Animation geeignet sind.

## Videodaten auswerten

Um sich anschließend einen ersten Überblick über seine Trefferquote zu verschaffen, ist das Tool VirtualDub sehr gut geeignet (vgl. Surftipp). Ein Frame-Slider erlaubt es, beliebige Stellen im Video anzufahren oder sich Bild für Bild durch das Video zu klicken. Mit VirtualDub lassen sich außerdem sehr leicht Einzelbilder und Bildsequenzen exportieren.

Für die eigentliche Auswertung der Videodaten kommt der frei erhältliche Planetary Imaging PreProcessor (PIPP) zum Einsatz, der einen speziellen Modus für die Auswertung von ISS-Videos bietet. Wird die ISS-Checkbox im Hauptfenster aktiviert, wird automatisch eine optimale Vorauswahl an Einstellungen getroffen, die für die Suche nach Bildern mit der ISS notwendig sind. Wurde für die Videoaufnahme eine monochrome Kamera verwendet, sollte trotzdem sichergestellt werden, dass in den »Input-Options« die Funktion »Debayer Raw



T. Meilenthin

▲ Abb. 6: Mit dem Programm VirtualDub lässt sich leicht ein erster Überblick über die Trefferquote während des Überflugs gewinnen.

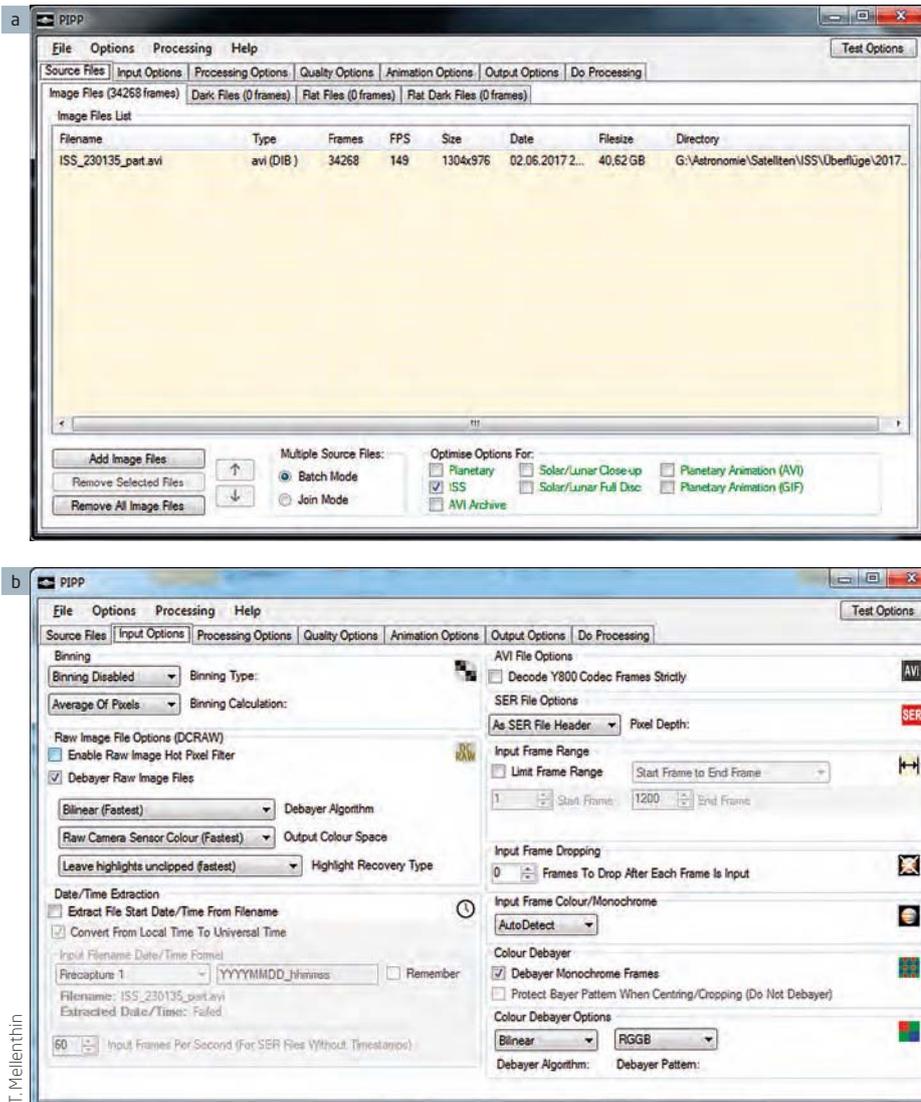
kurze Sequenzen scharfer Aufnahmen erwarten darf. Die richtige Belichtungszeit wird dabei von verschiedenen Faktoren (Teleskopöffnung, Brennweite, Art der Kamera, Barlowlinse, UV-/IR-Sperrfilter etc.) unterschiedlich stark beeinflusst und ist damit direkt vom verwendeten Setup abhängig, muss also individuell ermittelt werden.

Um schnell die passenden Kameraeinstellungen für das eigene Equipment zu finden, sollte man sich zum Einstieg auf einen niedrigen Gain von vielleicht 10% und eine kurze Belichtungszeit von z.B. 1–5ms festlegen und die Belichtungszeit von Überflug zu Überflug sukzessive nach oben oder unten anpassen. Durch die

kurze Erdumlaufzeit von etwa 90 Minuten sind je nach Jahreszeit nicht selten zwei oder gar mehr Überflüge eines Abends für die Beobachtung geeignet, sodass man sich die passenden Aufnahmeparameter innerhalb kurzer Zeit erarbeiten kann.

Bitte unbedingt darauf achten, dass in der Aufnahmesoftware kein Frame- oder Zeitlimit für die Videoaufnahme voreingestellt ist, damit die Aufnahme nicht unbeabsichtigt vorzeitig endet. Bei einem mehrminütigen Video bei hoher Bildauflösung und Bildrate entstehen außerdem Videodateien, die bis zu 30Gb groß werden können, es sollte also ausreichend Speicherplatz vorhanden sein.

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



▲ Abb. 7: Das Programm Planetary Imaging PreProcessor dient zur finalen Auswertung der Daten und verfügt über einen speziellen ISS-Modus mit einer optimalen Vorauswahl an Einstellungen (a). Wurde eine monochrome Kamera verwendet, muss in den »Input-Options« (b) die Funktion »Debayer Raw Image Files« abgeschaltet sein.

Image Files« abgeschaltet ist. Eine ausführliche Anleitung zur Auswertung von ISS-Videos gibt der Softwareautor von PIPP auf seiner Homepage. PIPP sucht dabei nicht nur nach Einzelbildern und exportiert diese unter Beibehaltung der ursprünglichen Framenummern im Video, es zentriert auf Wunsch auch den relevanten Bildteil mit ISS und reduziert das Bild

auf eine frei wählbare Größe von z.B. 300×300 Pixel. Die so erzeugten Einzelbilder lassen sich mit PIPP sogar zu kleinen Animationen weiterverarbeiten. Hat man das Glück, eine Bildsequenz mit mehreren scharfen Einzelbildern in dichter Abfolge gefilmt zu haben, kann man diese in AutoStakkert oder Registax stacken. Durch die sehr kleine Bildanzahl ist die Ver-

besserung der Bildqualität erfahrungsgemäß aber gering.

### Fotomotiv für planetenarme Zeiten

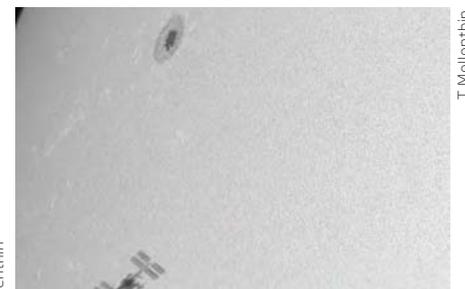
Ist die einzige echte Einstiegshürde genommen und sind die richtigen Aufnahmeparameter für die eigene Ausrüstung ermittelt, wird die ISS – mit ein wenig Übung beim manuellen Nachführen des Teleskops – zu einem sehr interessanten Fotomotiv – besonders in planetenarmen Zeiten. Denn abhängig davon, ob die Station in der Morgendämmerung dem Zentralgestirn entgegenfliegt oder den Abendhimmel mit der Sonne im Rücken betritt, ob sie den Beobachter im Zenit überfliegt oder im Norden oder in Ekliptiknähe im Süden vorbeizieht, abhängig vom Sonnenstand, der Ausrichtung der Solarpanele oder welche Module gerade angedockt, aufgeblasen oder abgeworfen wurden, bietet das mit gut 100 Metern Spannweite größte künstliche Objekt im Orbit immer wieder neue Ansichten, Details, Beleuchtungsunterschiede und Schattenwürfe. Transits vor Sonne, Mond oder Planeten wiederum haben mit Granulation, Sonnenflecken oder Mondkratern im Hintergrund ihren eigenen Reiz. Denn obwohl sich Bilddokumente zur ISS in allen Facetten zur Genüge finden lassen, so ist doch kein Überflug und kein Transit wie der andere. ▶ Torsten Mellenthin

#### | DER AUTOR |

Torsten Mellenthin ist IT-Systemtechniker, interessiert sich schon seit früher Jugend für die Astronomie und widmet sich seit etwa zehn Jahren begeistert der Planetenbeobachtung und -photographie.



▲ Abb. 8: Auch Veränderungen auf der ISS lassen sich vom Boden dokumentieren, wie etwa das im April 2016 zur ISS gebrachte und montierte aufblasbare Bigelow Expandable Activity Module (BEAM). Das Modul (a, eine Aufnahme von der ISS aus) ist auch von der Erde aus zu sehen (b).



▲ Abb. 9: Spektakulär sind auch Vorüberflüge der ISS vor der Sonne wie am 21. April 2016.

**SURFTIPPS**

- Calsky
- Virtualdub
- Planetary Imaging PreProcessor

[Kurzlink: oc1m.de/a16051](https://oc1m.de/a16051)

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



# MARS VON GANZ OBEN

## Der Rote Planet im Fernrohr

Der Rote Planet steht diesen Sommer wieder im Fokus der Amateurrastromen. Das Mars-Scheibchen erreicht eine Größe von 24,24 Bogensekunden – fast so groß, wie es überhaupt geht. Damit bieten sich beste Gelegenheiten, besonders feine Details der Planetenoberfläche zu sehen.

Eine vergleichbar günstige Erdnähe fand zum letzten Mal 2003 statt. Bei der »Jahrhundert- Opposition« erreichte der scheinbare Durchmesser sogar 25,11 Bogensekunden. Wie viele Beobachter hatte ich mich lange auf diese Sichtbarkeit vorbereitet, denn ich wollte diese einmalige Gelegenheit, Mars so nahe im Okular studieren zu können, nicht verpassen.

### Öffnung ist nicht zu ersetzen

Mein Vorhaben war, mit möglichst großer Öffnung zu Werke zu gehen. Während damals die meisten Planetenbeobachter – darunter auch ich – mit Teleskopen zwischen 100mm und 200mm beobachteten, wollte ich den Mars mit meinem 360mm-Newton »abschießen«, der sonst für die Deep-Sky-Beobachtung gedacht war. Von gelegentlichen Planetenbeobachtungen mit dem großen Dobson wusste ich, dass das Teleskop prinzipiell in der Lage war, extrem detailreiche Bilder zu liefern. Ebenso war mir aber auch bewusst, dass dazu eine wichtige Zutat unabdinglich war: gutes Seeing. Wenn die Luft unruhig ist, wird jede detailierte Beobachtung zunichte gemacht. Das gilt umso mehr, je größer die verwendete Öffnung ist. Große Teleskope wie mein 14-Zöller zeigen nur selten, was wirklich in ihnen steckt.

► Abb. 1: Mars im Sommer 2003, gezeichnet am 360/1780mm-Newton bei 356 $\times$ . Als Grundlage verwendet wurde eine Mars-Schablone mit 40mm Durchmesser.

### Hoch hinaus

Meine Überlegung war einfach: Das Seeing ist besser, wenn weniger Luft über mir ist. Deshalb fuhr ich im August 2003 auf den Tiefenbachferner bei Sölden, mit 2800m der höchste mit dem Auto zu erreichende Platz in den Alpen. Dort hatte ich schon einmal eine atemberaubende Jupiter-Beobachtung machen können, mit Detailstrukturen im Großen Roten Fleck und auf den Monden.

Auf solch gutes Seeing hoffte ich auch diesmal. In der ersten Nacht hatte ich jedoch meinen Okularkoffer im Tal vergessen, nur das Nagler-Zoomokular war in der Jackentasche. Das war aber auch komplett ausreichend: 356 $\times$  war die beste Vergrößerung. Denn der Plan



ging auf: Die Luftruhe war in einigen Augenblicken phänomenal gut. Das Marsscheibchen erschien dann in einem zwischen dunkelorange und hellrosa changierenden Ton mit deutlich davon abgesetzter eisweißer Polkappe und stahl- bis graublauen Albedostrukturen. Nie wieder habe ich den Roten Planeten farblich so differenziert wahrnehmen können.

Noch mehr aber faszinierten mich die feinen Details: Die vertrauten Konturen der Albedostrukturen schienen aufzuplatzen in ein verängstigt strukturreiches Gewirr von dunklen Flecken. Das i-Tüpfelchen war dann die Sichtung der beiden Marsmonde – ich war dem Nachbarplaneten mit eigenen Augen wirklich sehr nahegekommen.

► Ronald Stoyan



R. Stoyan

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

# ALLES KLAR?

## Ein wolkenloser Himmel ist nicht alles

Für den Hobby-Astronomen gibt es nichts Schöneres als klares Wetter. Das bedeutet in erster Linie einen wolkenlosen Himmel. Aber was heißt eigentlich klar – und gibt es noch andere Faktoren, die die Himmelsqualität beeinflussen?

Der wolkenlose Himmel ist natürlich die Voraussetzung dafür, dass der Himmel den Blick auf die ersehnten Sterne freigibt. Doch auch unsichtbarer Staub und Feuchtigkeit in der Luft streuen das Licht und lassen den Himmel trübe und dunstig erscheinen, der Himmelshintergrund wird heller. Es ist also nicht immer wirklich klar. Diese Himmelsqualität wird als Durchsicht oder Transparenz bezeichnet. Und diese ist nur bei bestimmten Wetterlagen gut.

### Guter Durchblick

Mit klarer Luft ist in der Regel nach dem Durchzug eines Regengebietes zu rechnen. Wind, Regen und die trockenere Luft hinter einer Kaltfront beseitigen in der Regel Staub, Dunst und Luftfeuchtigkeit in der Atmosphäre. Dann ist eine günstige Zeit für die Beobach-

tung lichtschwacher Objekte wie Nebel oder Galaxien, die bei guter Transparenz kontraststärker erscheinen und nicht in der erhöhten Helligkeit des Himmelshintergrundes »ertrinken«. Bei einer Schönwetterperiode im Sommer sind die ersten Nächte meistens noch sehr klar. Danach sammelt sich oft von Tag zu Tag wieder Staub in der trockenen Atmosphäre an.

### Anzeichen für eine gute Transparenz:

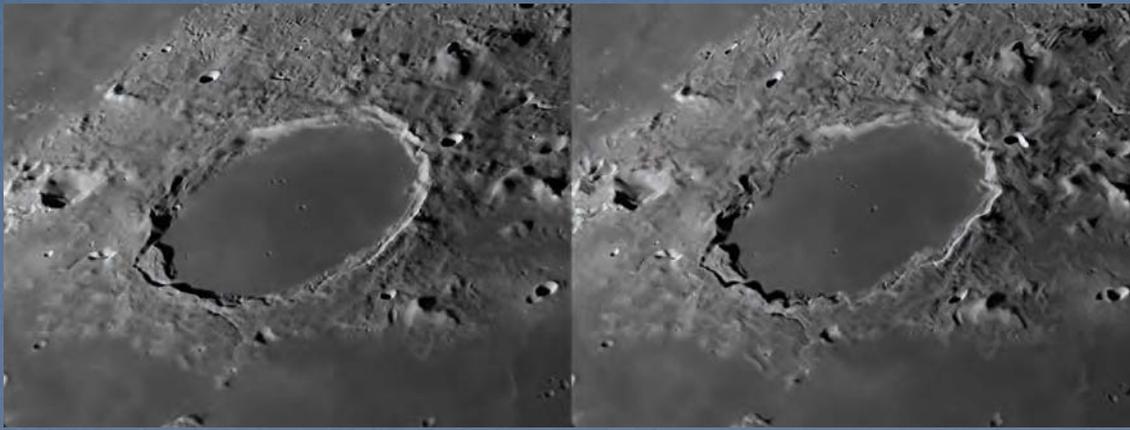
- der Himmel erscheint tagsüber bis in Horizontnähe blau und nicht weißlich aufgehell
- der Sonnenuntergang ist eher unscheinbar, mit gelblich-weißer Sonne
- Kondensstreifen von Flugzeugen lösen sich innerhalb von Minuten auf

### Unruhe bei Nacht

Ein weiterer großer Faktor für die Qualität einer Beobachtungsnacht sind Turbulenzen in der Atmosphäre. Unter dem Begriff Seeing wird das Maß der Bildunschärfe durch atmosphärische Störungen bei der Beobachtung von Himmelsobjekten bezeichnet. Verantwortlich sind großräumige Luftschichten, aber auch kleinräumige Luftblasen verschiedener Temperatur, die zu unterschiedlicher Brechung der aus dem Weltall eintretenden Lichtstrahlen führen. Bei sehr unruhiger Luft wabert dann das Abbild eines Sterns oder Plane-

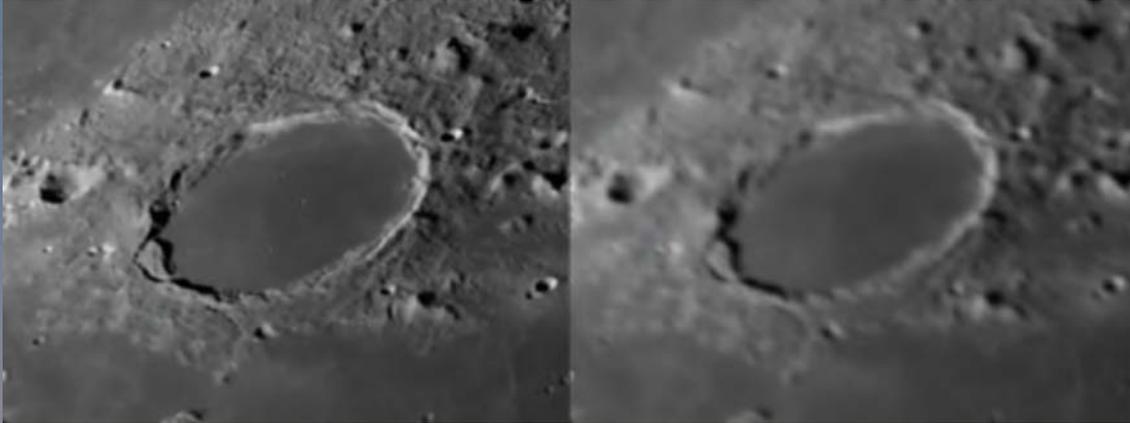
▲ Abb. 1: Auch wenn der wolkenlose Himmel eine gute Nacht verspricht, können atmosphärische Faktoren die Beobachtungsqualität stören. Nico Schmidt

NASA/GSFC/Arizona State University/L. Spix



◀ Abb. 2: Bei gutem Seeing ist die Detaillierung bei der Mond- und Planetenbeobachtung hoch (links). Langsame Luftbewegungen führen zu lokaler Bildverzerrung, während die anderen Bildbereiche scharf erhalten bleiben (rechts).

NASA/GSFC/Arizona State University/L. Spix



◀ Abb. 3: Starkes Bildflimmern reduziert die Detaillierung deutlich (links), bei sehr starker Luftbewegung geht jegliche Detaillierung verloren (rechts).

ten im Teleskop hin und her und ist kaum mehr scharf zu erkennen.

### Das Wetter macht's

Wie bei der Transparenz kann das Wettergeschehen das Seeing beeinflussen. Besonders in Rückfrontenlage nach Durchzug eines Regengebietes ist die Luft häufig auch stark turbulent. Auch lässt kräftiger Wind generell ein schlechteres Seeing erwarten. Am Himmel macht sich dies durch ein starkes Funkeln der Sterne bemerkbar. Diese sogenannte Szintillation kann ein Anzeiger für große Luftunruhe sein. Wenn auch Sterne flackern, die mehr als 45° über dem Horizont stehen, ist meist mit sehr schlechtem

Seeing zu rechnen. Generell ist nahe dem Horizont das Seeing schlechter als im Zenit. Bei leichtem Nebel oder Hochnebel ist dagegen mit gutem Seeing zu rechnen, da die Luftschichtung dann oft sehr stabil ist. Jetzt ist eine gute Nacht für die Beobachtung von Mond und Planeten und es ist möglich, hohe Vergrößerungen einzusetzen.

### Anzeichen für eine gutes Seeing:

- wenig Wind oder Windstille
- keine Szintillation der Sterne in größerer Höhe über dem Horizont
- stabile Wetterlagen mit Hochdruck während des Sommers und im Winter, besonders in etwas nebligen Nächten

▶ Lambert Spix

⇌
**INTERAKTIV**

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

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

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

# DIE PINWHEEL-GALAXIE MIT EINEM 10-ZOLL-NEWTON

Das Weltraumteleskop Hubble begeistert seit Jahren mit seinen spektakulären Bildern. Doch auch Amateurastronomen gelangen vielfach beeindruckende Aufnahmen – mit deutlich günstigerer Technik, dafür aber mit sehr viel Leidenschaft. In dieser Rubrik wollen wir zeigen, was Amateurastronomen heute leisten können und lassen Hubble gegen Amateure antreten. Diesmal: die Galaxie Messier 101.

**HUBBLE**  
  
**AMATEURE**

 **Hubble**



NASA, ESA, K. Kuntz (JHU), F. Bresolin (University of Hawaii), J. Trauger (JPL), J. Mould (NOAO), Y.-H. Chu (University of Illinois, Urbana) und STScI

D A T E N

Beteiligte Wissenschaftler: K. Kuntz (JHU), F. Bresolin (University of Hawaii), J. Trauger (Jet Propulsion Laboratory), J. Mould (NOAO), Y.-H. Chu (University of Illinois, Urbana). Die Aufnahme wurde im Februar 2009 veröffentlicht und entstand aus Hubble-Daten, die mit der Advanced Camera for Surveys und der Wide Field and Planetary Camera 2 gewonnen wurden. Für die Randbereiche wurden Daten des Canada-France-Hawaii Telescope auf Hawaii und des 0,9-Meter-Teleskops des Kitt Peak National Observatory verwendet.

▲ Abb. 1: Die Pinwheel-Galaxie in einer Ansicht des Hubble-Weltraumteleskops aus dem Jahr 2009.

**M**essier 101, auch Pinwheel- oder Feuerradgalaxie genannt, ist ein wunderbares Objekt für die Deep-Sky-Fotographie. Sie liegt in der Nähe der Deichsel des Großen Wagens. Bereits im April 2018 machte ich eine Übersichtsaufnahme der Region mit dem 50mm-Objektiv an der Vollformat-Nikon-DSLR, montiert auf dem kleinen Skywatcher Star-Adventurer-Tracker. Hier war M 101 bereits ob seiner Größe zu erkennen. Einen Monat später dann die Nahaufnahme mit dem 10-Zoll-Lacerta-Newton bei 1200mm Brennweite und einer astromodifizierten APS-C Nikon DSLR. Da sich die Galaxie Anfang Mai recht nahe am Zenit aufhielt – bei rund 80°, stellte dies

große Anforderungen an die Balance der Montierung; ein kleines Säckchen, als Zusatzgewicht an die Schellen des Newton-Teleskops gehängt, half bei der Stabilisierung in dieser Extremlage.

Die Bearbeitung der Daten erfolgte vollständig im Programm PixInsight. Nach dem Stacken wurde zunächst der Hintergrund geebnet und dann, noch im linearen Zustand, das Bild etwas »entrauscht«. Im Anschluss erfolgte die Farbkalibrierung mit dem Zusatzprogramm FluXX von Hartmut Bornemann. Dieses orientiert sich an den Sternfarben im Bild unter Verwendung des SDSS-DR9-Sternenkatalogs. Dank des zugehörigen Plug-Ins in PixInsight können die gewonnenen Daten

einfach übernommen werden. Mithilfe von Arcsinh-Stretch wurde das Bild nicht-linear und die weiteren Arbeitsschritte dienten der optischen Verbesserung der Aufnahme in Hinsicht auf Dynamikumfang und Sättigung (»Local Histogram Equalization« sowie »Colour Saturation«) unter Verwendung entsprechender Masken für die Galaxie selbst. Um der Ansicht vom Hubble-Teleskop zu entsprechen, musste das Bildfeld mit Hilfe des Tools »Dynamic Crop« leicht rotiert und beschnitten werden. Der letzte Arbeitsschritt war dann die Schärfung der Galaxie unter Maskierung durch Verwendung von »Deconvolution«.

► Michael Schmidt

## Amateur



M. Schmidt

D A T E N

Fotograf: Michael Schmidt  
Aufnahmedatum: 9. und 11. Mai 2018  
Teleskop/Montierung: 10-Zoll-Lacerta-Newton auf Skywatcher EQ8

Kamera: APS-C Nikon DSLR (astromodifiziert)  
Nachführkontrolle: Sucherguiding mit MGEN-II Autoguides  
Belichtungszeit: 245min - 9×300s, 20×600s  
Nachbearbeitung: PixInsight

▲ Abb. 2: Die Galaxie Messier 101 in einer Aufnahme des Amateurastronomen Michael Schmidt, aufgenommen mit einem 10-Zoll-Newton-Teleskop.

# PLANETENFOTOGRAFIE

## Vorbereitung und Equipment

Die Planeten unseres Sonnensystems sind faszinierend und fotogen zugleich: die inneren Planeten Merkur und Venus präsentieren sich mit unterschiedlichen Phasen, Mars zeigt seine Eiskappen und Sandstürme, die Gasriesen Jupiter und Saturn präsentieren ihre wechselnden Wolkenbänder und die äußeren Planeten Uranus und Neptun sind fotografische Herausforderungen am Rand des Sonnensystems.

U. Dittler



▲ Abb. 1: Der Mond und die Planeten präsentieren sich dem Astrofotografen ganz verschieden: Sonne und Mond nehmen am Himmel den Durchmesser von rund  $0,5^\circ$  ein, die Planeten sind deutlich kleiner – selbst der größte Planet unseres Sonnensystems, Jupiter, zeigt sich nur mit einer Größe von rund  $30''$  bis  $45''$ .

Gemeinsam ist der Fotografie aller Objekte unseres Sonnensystems, dass seit einigen Jahren nicht mehr die Anfertigung von Einzelbildern dominiert, sondern beeindruckende Fotos dadurch gewonnen werden können, dass viele hundert oder tausend Bilder mit einer CCD-Kamera aufgezeichnet und später bei der digitalen Bildverarbeitung die schärfsten Bilder hiervon zu einem Summenbild verarbeitet werden. Auf diese Weise kann nicht nur die Luftunruhe aus den Bildern herausgerechnet, sondern auch das Rauschen der Aufnahmekamera vermindert werden. Durch diese Aufnahmetechnik und die digitale Bildverarbeitung sind heute in der Amateurastronomie Planetenfotos möglich, die in dieser Qualität vor 20 Jahren noch nicht einmal professionellen Astronomen gelungen wären.

## Planetenvielfalt

Die einzelnen Planeten sind – bedingt durch ihre Größe und die jeweilige Lage ihrer Umlaufbahn (innerhalb oder außerhalb der Erdumlaufbahn) – unterschiedlich gut zu fotografieren und haben alle ihren ganz eigenen Reiz:

**Jupiter** bietet mit seinen vier Galileischen Monden Io, Europa, Ganymed und Kallisto auch in einem kleinen Teleskop einen schönen Anblick, bei dem die Wanderung der hellen Monde um den Planeten problemlos fotografisch dokumentiert werden kann. Darüber hinaus kann auch der Schattenwurf der Jupitermonde auf der Oberfläche des Gasplaneten fotografiert werden.

**Saturn** mit seinem Mond Titan ist ebenfalls ein geeignetes Objekt für Astrofoto-Einsteiger. Auf Fotos die nur 1" breite Cassinische Teilung sichtbar zu machen, ist meist die erste Herausforderung für angehende Planetenfotografen. Nicht weniger spannend ist es, den Ringplaneten über die Jahre hinweg immer wieder zu fotografieren und so zu sehen, wie sich der Winkel, unter dem wir auf die Ringe blicken, in diesem Zeitraum ändert.

**Mars**, der sich uns je nach Bahnposition in einer Größe zwischen 4" und 25" präsentiert, ermöglicht die fotografische Dokumentation von Jahreszeiten: Das Abschmelzen der Eiskappen leitet dabei regelmäßig eine Phase von Staubstürmen auf dem Roten Planeten ein.

Da **Venus** wie auch **Merkur** ihre Bahnen innerhalb der Umlaufbahn der Erde ziehen, wird ihre Beobachtung durch den geringen Winkelabstand zur Sonne erschwert. Während Venus sich abends oder morgens bis zu



▲ Abb. 2: Kompakte, langbrennweitige Teleskope wie das hier abgebildete Schmidt-Cassegrain-Teleskop eignen sich hervorragend für die Planetenfotografie. Die motorgetriebene deutsche Montierung ermöglicht eine exakte Nachführung der optischen Einheit und so auch längere Belichtungssequenzen mit der angeschlossenen CCD-Kamera.

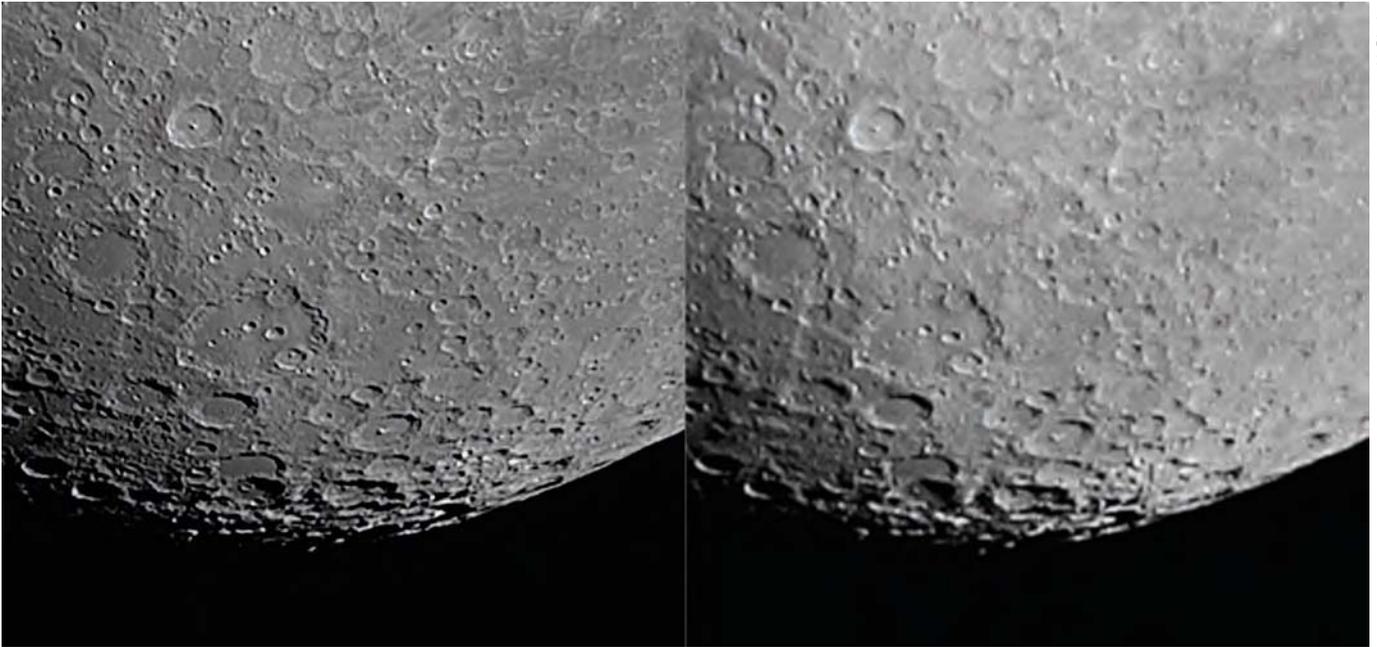
47° von der Sonne entfernt zeigen kann, wird der Abstand von Sonne und Merkur von der Erde aus gesehen nie größer als 27,5°. Diese Nähe der beiden Planeten zum Zentralgestirn und der damit verbundene Stand dicht über dem Horizontdunst erschwert die Fotografie erheblich und verkürzt die Phasen der Sicht- und Fotografierbarkeit auf die wenigen Stunden vor oder nach Sonnenaufgang.

**Uranus** und **Neptun** schließlich stellen eine fotografische Herausforderung: Die Planeten erscheinen relativ klein (Uranus erscheint uns maximal 4" groß, Neptun gar nur 2,5"), wenig hell und daher unauffällig. Das Auffinden dieser äußeren Planeten ist daher auch vergleichsweise schwierig. Hilfreich sind hierbei genaue Aufsuchkarten oder eine GoTo-Steuerung. Dennoch ist es eine fotografische Herausforderung Ura-

nus und Neptun zusammen mit ihren Monden zu fotografieren.

## Equipment zur Planetenfotografie

Langbrennweitige Teleskope mit einer großen Öffnung (beispielsweise Newton- oder Schmidt-Cassegrain-Teleskope) bieten sich für die Fotografie der Planeten an, da die große Öffnung zum einen zu kürzeren Belichtungszeiten führt und zum anderen eine höhere Auflösung hat und damit mehr Details auf den Planeten sichtbar werden lässt. Grundsätzlich aber sind Refraktoren und Reflektoren gleichermaßen gut geeignet. Oft werden Schmidt-Cassegrain-Teleskope für die Planetenfotografie eingesetzt, da diese nicht nur eine große Öffnung und eine lange Brennweite bieten, sondern zudem über eine kompakte und handliche Bauweise verfügen.



▲ Abb.3: Die Aufzeichnung mehrerer hundert Bilder mit einer CCD-Kamera ermöglicht in der digitalen Bildverarbeitung die Erstellung eines Summenbildes, das deutlich detaillierter ist als ein Einzelbild. Rechts ist ein Einzelbild zu sehen, das an einem Refraktor (130mm Öffnung bei 1000mm Brennweite) gewonnen wurde, links ein Summenbild, das aus 250 von 1000 Bildern errechnet wurde.

Bei der Verwendung der bei Planetenfotos üblichen langen Brennweiten von 2000 bis 10.000 Millimeter Brennweite ist die Verwendung einer leistungsfähigen und mechanisch hochwertigen Montierung unumgänglich, da die Montierung selbst während der Nachführung keine Schwingungen verursachen darf. Gleichzeitig muss die Montierung sicherstellen, dass das Abbild des fotografierten Planeten während der gesamten

Belichtungssequenz zuverlässig auf dem Aufnahmechip positioniert bleibt. Im Gegensatz zu Deep-Sky-Objekten sind in der Fotografie der Planeten durch die relativ große Helligkeit der Objekte noch sehr kurze Belichtungszeiten im Bereich von Sekundenbruchteilen bis zu wenigen Sekunden möglich – und daher die Anforderungen an eine exakte Nachführung auch noch nicht ganz so groß wie bei der Deep-Sky-Fotografie.

Bei der Planetenfotografie wird auf schnelle, ungekühlte CCD-Kameras zurückgegriffen, um aus den besten der aufgezeichneten hundert oder tausend Bildern in der digitalen Bildverarbeitung ein optimiertes Summenbild errechnen zu können. Entscheidend ist daher eine schnelle Bildfolge der Kamera (mindestens zehn Bilder pro Sekunde, einige bewährte Kameras liefern 30 Bilder pro Sekunde), so dass auch eine

## Astro-Hacks: Laserbrille für Balkonauten

Bevor es mit dem Beobachten losgehen kann, muss man sich an die Dunkelheit gewöhnen. Bis zur vollständigen Anpassung dauert es 30 oder gar 40 Minuten. Das Teleskop ist aufgestellt auf dem Balkon oder im Garten, aber... man kann nur so ge-

rade den Polaris ausmachen. Also, Augen zu und eine halbe Stunde meditieren?

Blöder Zeitverlust – bis ich mich an meine aktive Zeit bei der Marine erinnert habe. Dort setzten wir, bevor es auf Nachtwache an Deck ging, eine Art Motorradbrille mit rotem

Glas auf. Denn Rotlicht ist bekanntlich nicht schädlich für die Nachtsicht. Die Idee mit der Brille wollte ich wieder aufgreifen, fand aber nichts, bis ich darauf stieß, dass es Laserschutzbrillen für rotes Laserlicht gibt – im Versandhandel zu haben ab etwa 8€. Je dunkler die Farbe, desto besser. Die meisten Modelle eignen sich übrigens auch für Brillenträger.

Seitdem setze ich rechtzeitig die Brille auf und kann in Ruhe den

Abendkrimi zu Ende sehen – monochrom zwar, aber immerhin. Auch nützlich, wenn man eine Pause einlegen will oder mal wieder eine Okularkappe ins Gras gefallen ist und eine kräftige Taschenlampe benötigt wird. Und letztlich, wie oft ist man herausgefahren, brauchte was aus dem Auto und das Licht ließ sich nicht abschalten? Die Rettung ist nah, eine Laserbrille.

► Jan Willem E. Roberts



▲ Abb. 1: Eine Laserschutzbrille kann auch bei astronomischen Beobachtungen gute Dienste leisten und passt sogar meist für Brillenträger.

**ASTRO-HACKS  
GESUCHT!**

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



▲ Abb. 4: Aufnahme des Planeten Jupiter. Aufgenommen in den französischen Alpen, deutlich sind die Wolkenbänder des Planeten zu sehen. *Mario Weigand*

Aufnahmesequenz von 2500 Bildern nach rund 1,5 Minuten »im Kasten« ist. Da die Abbildungen der Planeten auch bei der Verwendung langer Brennweiten meist recht klein sind, ist die Chipgröße der verwendeten Kamera meist nicht der limitierende Faktor. Bei der Auswahl der CCD-Kamera zur Planetenfotografie sollte jedoch auch überlegt werden, ob diese später für die Aufnahme von Sonnen- oder Mond-



▲ Abb. 5: Bild des Planeten Mars. Die Aufnahme zeigt deutlich Wolken im Bereich des großen Schildvulkans Elysium Mons. Sehr auffällig ist auch die stark abgeschmolzene nördliche Polkappe. *Mario Weigand*

tails Verwendung finden soll (dann wird die Chipgröße entscheidender). Moderne, schnelle CCD-Kameras verfügen über einen USB3-Anschluss. Um davon profitieren zu können, muss für die Aufnahmen auch ein Notebook mit entsprechender Schnittstelle zur Verfügung stehen, das auch über ausreichend Plattenplatz verfügt, da 3000 Bilder einer CCD-Kamera mit etwas größerem Chip leicht 7–8 Gigabyte Daten umfassen.

⇐ 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)

Und in der Regel macht man ja mehr als nur eine Aufnahmesequenz...

Im kommenden Heft geht es dann um die nächtliche Durchführung und die anschließende Bildverarbeitung der Planetenfotografie. ▶ Ullrich Dittler

## Teleskop-Tuning: Überhaupt nicht verklemmt

Manche Dinge sind ganz plötzlich Standard, ohne dass sie jemand dazu ausgerufen hat. Das gilt auf jeden Fall für die Prismenschiene im Vixen-Format mit 45mm Basisbreite. Das Maß der Dinge für Teleskope bis 8 Zoll Öffnung – oder manchmal auch etwas mehr. Meist sind die Schienen aus Aluguss und ausgehöhlt bis auf Stabilität gebende Verstrebungen. Was aber tun, wenn man das Gefühl hat, dass die meist 18cm lange Schiene den Tubus nicht optimal hält?

Ein Irrglaube ist, dass eine längere Schiene durch den größeren Schellenabstand den Tubus besser stabilisiert. Das ändert lediglich die Frequenz der auftretenden Schwingungen, die nämlich auch der Länge nach an einer zu schwachen Schiene entstehen können. Und gerade lange Schienen sind gern aus dem eindeutig schwächsten Werkstoff gefertigt: Pressstrang-Aluminium.

Wirklich sinnvoll ist dagegen die Stabilisierung des Rohrschellenkäfigs, indem man gegenüber der Schiene eine zweite oder praktische einen Griff verschraubt. Viele Griffe passen in der Länge gleich zur Vixen-Schiene mit M6- bzw. Fotogewinde-Schraublöchern in 160mm-Abstand. Aber auch den



▲ Abb. 1: Prismenschiene im Vixen-Format sind heute Standard. Doch was tun, wenn die Schiene den Tubus nicht optimal hält?

Übergang zwischen Schiene und Schelle sollte man betrachten: Einige Schellen bieten kleine Konterschrauben, die anstelle der unebenen Oberfläche des typischen Hamerschlag-Lacks die Kräfte übertragen.

Oft ist die Schiene auch direkt am Tubus befestigt – keine gute Idee, wenn der Tubus zu weich ist. Da helfen auch Verstärkungsbleche kaum, wenn der Tubus einfach neben dem Blech federt. Rohrschellen geben solchen Tuben mehr Stabilität, können sie aber auch deformieren, wenn die Schellenform nicht genau passt oder die Verschlüsse übertrieben festgezogen werden.

▶ Sven Wienstein

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



► Abb. 1: Je tiefer Planeten am Horizont sichtbar sind, desto stärker werden Regenbogeneffekte im Bild sichtbar.

# FARBRÄNDER AN TIEFSTEHENDEN PLANETEN

Endlich ist die Flaute für Planetenbeobachter zu Ende. Doch leider stehen in diesem Sommer Jupiter, Saturn und Mars vergleichsweise niedrig am Himmel. Da passiert es immer wieder, dass die Planeten selbst in teuren Teleskopen Farbränder zeigen. Den Grund dafür und das geeignete Gegenmittel erfahren Sie in der ersten Folge von »Peters Problemlöser«.

In diesem Sommer stehen die Planeten vergleichsweise niedrig am Himmel: In Bonn haben sich Jupiter zur Opposition lediglich  $23^\circ$ , Mars knapp  $14^\circ$  und Saturn ebenfalls nur knapp  $17^\circ$  über den Horizont erhoben. Und dies wird auch in den kommenden Jahren nicht besser. Hierdurch entstehen nun drei Probleme: Sie benötigen freie Sicht zum Südhorizont, denn die Planeten stehen dabei alle nur mehr oder weniger zwei Fäuste (am ausgestreckten Arm) hoch über dem Horizont. Außerdem benötigt man für höhere Vergrößerungen eine ausgesprochen ruhige Luft, da durch die tie-

fe Stellung das Licht einen viel längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen muss. Im Falle von Saturn ist es etwa die 2,5-fache Strecke und für Mars sogar die etwa 4-fache Strecke im Vergleich zu einer Beobachtung im Zenit. Mit etwas Glück findet man hier aber dennoch gute Beobachtungsmöglichkeiten, hat es dann aber trotzdem noch mit einem dritten Problem zu tun.

## Die verflixten Farbränder

Selbst wenn Sie die Planeten mit dem allertuersten apochromatischen Teleskop be-



### Peter M. Oden

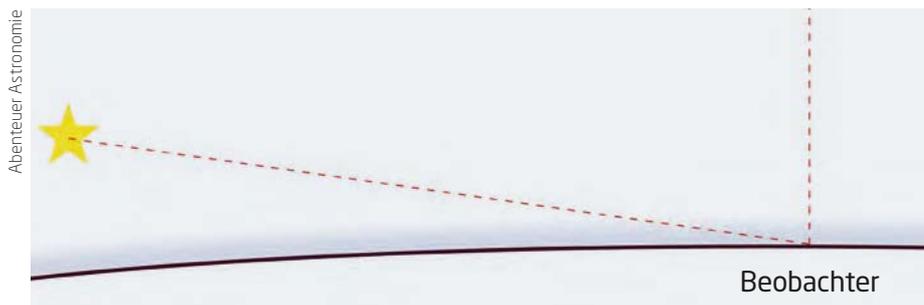


ist Physiker und seit seiner Jugend Hobbyastronom. Als Vorstand der Bonner Volkssternwarte, Autor und Blogger ist er mit allen Problemen und Problemchen des Hobbys Astronomie bestens vertraut.

obachten, sehen Sie ganz deutliche Farbränder an den Planeten, bläulich auf der einen Seite und rötlich auf der gegenüberliegenden. Wie kommt das? Das Licht trifft immer schräger auf die Atmosphärenschicht der Erde auf, je tiefer die beobachteten Sterne oder Planeten stehen. Dabei verlängert sich nicht nur die Wegstrecke, die das Licht bis zum Beobachter zurücklegen muss, sondern die Atmosphäre wirkt wie ein Prisma auf das Licht.

Beim Übergang von einem optischen Medium in ein anderes Medium kommt es zur sogenannten Dispersion. Hierbei werden Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge in unterschiedlichen Winkeln gebrochen. Beim Übergang in ein optisch dichteres Medium (in unserem konkreten Fall vom Vakuum in die Luftschicht) wird das blaue Licht stärker abgelenkt.

So schön Lichtspiele mit einem Prisma im hellen Sonnenlicht sein mögen, so sehr stören sie in unserem Fall. Aber es gibt eine einfache Abhilfe! Bringt man ein Prisma in den optischen Strahlengang im Teleskop, so kann man diesen Effekt regelrecht wieder



► Abb. 2: Je tiefer ein Stern oder Planet für einen Beobachter steht, desto schräger treffen die Lichtstrahlen auf die Luftschicht und desto länger wird der Weg durch die Atmosphäre.

umkehren und die unterschiedlichen Lichtstrahlen korrekt überlagern.

### Ein Prisma hilft

Natürlich benötigte man für die drei oben genannten Planeten drei verschiedene Prismen. Und selbst diese arbeiten nur zu einem bestimmten Zeitpunkt (also Höhe über dem Horizont) exakt. Letztendlich bräuchte man eine ganze Sammlung von Prismen für unterschiedliche Stellungen der Sterne und Planeten über dem Horizont, die an der korrekten Stelle in den Strahlengang eingeführt werden müssten...

Glücklicherweise gibt es hier eine Abhilfe, die dem Hobbyastronomen das Leben stark vereinfacht: ein variables Prisma, das individuell auf die Beobachtungsgegebenheiten eingestellt werden kann. Nun ist Glas aber nicht ohne weiteres verformbar, um den Winkel des Prismas anzupassen. Die Lösung liegt ganz einfach darin, zwei Prismen drehbar zueinander anzuordnen.

Sind die Prismen entgegengesetzt zueinander angeordnet, so wirken sie wie eine planparallele Glasscheibe und der prismatische Effekt ist vernachlässigbar (bzw.

hebt sich beim Ein- und Austritt gegenseitig wieder auf). In umgekehrter Stellung dagegen wird die Wirkung eines einzelnen Prismas verdoppelt und es kommt zu einer starken Dispersion.

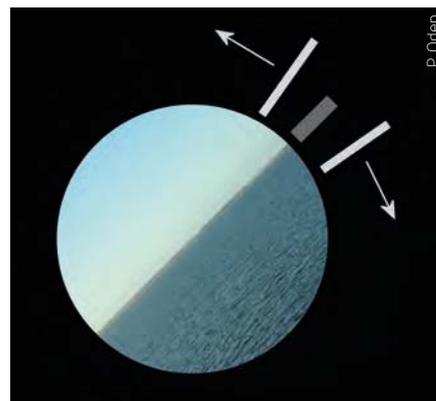
### Der Atmospheric Dispersion Corrector

Und genau diese Möglichkeiten bieten die kommerziellen sogenannten ADCs (Atmospheric Dispersion Corrector, also die Korrektur der Dispersion in der Atmosphäre). Natürlich müssen solche ADCs korrekt eingestellt werden, um die gewünschte Reduzierung der störenden Farben zu erreichen und sie nicht sogar noch zu verstärken. Eine generelle Anleitung für jeden verfügbaren ADC und für jedes Teleskop in Verbindung mit Fangspiegeln, Zenitspiegeln usw. kann hier deshalb nicht gegeben werden. Auch kommt es bei einer äquatorialen Montierung während der kontinuierlichen Bewegung zu einer effektiven Drehung des Teleskops im Verhältnis zum Horizont.

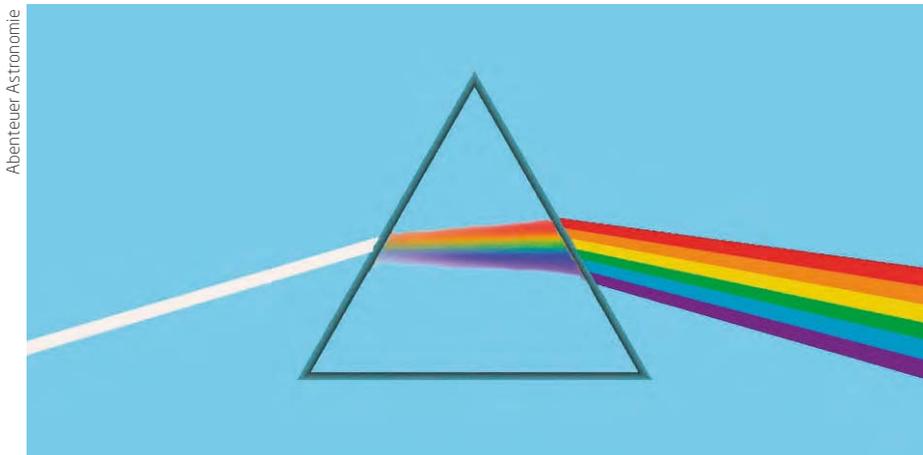
Die störende Dispersion während der Beobachtung ist immer senkrecht zum Horizont ausgerichtet. Bei einem Teleskop mit



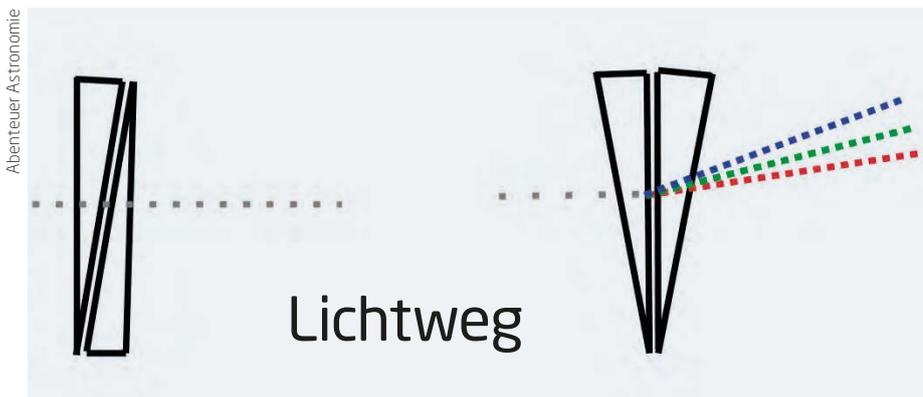
▲ Abb. 5: Ein ADC (Atmospheric Dispersion Corrector) mit seinen diversen Einstellmöglichkeiten.



▲ Abb. 6: Ist beim Blick durchs Okular der Horizont zu erkennen, so kann die Nullpunktsschraube direkt daran ausgerichtet werden. Die beiden Einstellschrauben werden symmetrisch dazu verstellt.



▲ Abb. 3: Trifft Licht schräg auf ein anderes optisches Medium auf, so wird das Licht – in den einzelnen Farbanteilen unterschiedlich stark – abgelenkt.



▲ Abb. 4: Zwei gleiche Prismen können sich in entgegengesetzter Stellung in ihrer Wirkung aufheben oder bei gleicher Stellung verdoppeln.

Alt-/Az-Montierung (z.B. ein Dobson) ist es einfach. Das Teleskop wird Richtung Horizont bewegt und der Adapter so ausgerichtet.

Allgemein kann man sich aber daran orientieren, dass die Nulleinstellung des ADC, die bei dem abgebildeten ADC durch die kleine Kunststoffschraube markiert wird, genau durch die Horizontlinie verlaufen muss. Die beiden anderen größeren Einstellschrauben, die die beiden Prismen bewegen, müssen symmetrisch und entgegengesetzt zu dieser Nullstellung bewegt werden. Man beginnt in der Nullstellung, wo alle drei Schrauben in einer Linie liegen, und bewegt anschließend langsam die beiden größeren Stellschrauben in entgegengesetzte Richtungen nach außen. Beim Blick durch das Okular merkt man besonders bei höheren Vergrößerungen schnell sehr deutlich, wo der störende Regenbogeneffekt minimal ist.

Aber ganz wichtig ist die Ausrichtung der Markierungsschraube für den Nullpunkt. Ist die Position des ADCs nicht korrekt, so kann der Farbfehler nicht auf Null gebracht werden und verschlechtert sich unter Umständen sogar.

► Peter Oden

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

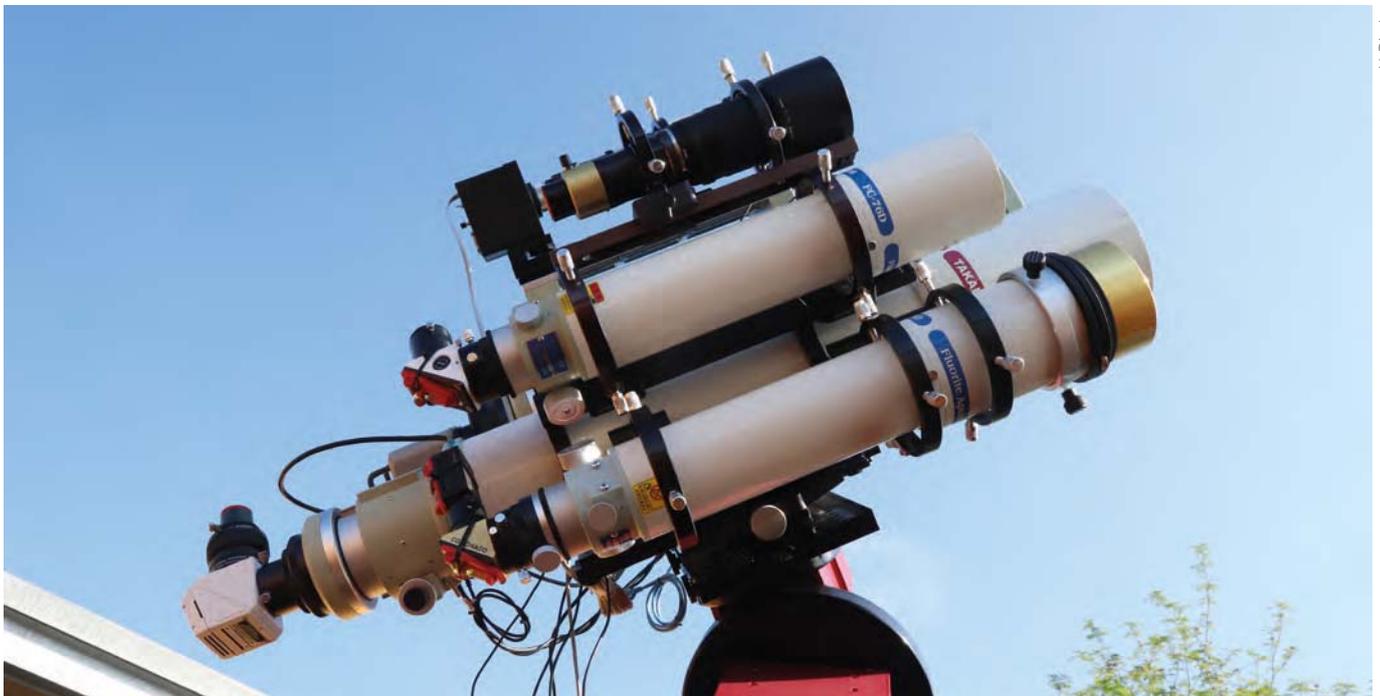


In der Astrofotografie dauert es oft Jahre, bis eine optimal funktionierende Zusammenstellung der Hardware gefunden ist. In »Working Setup« stellen Astrofotografen ihr »Setup« für einen bestimmten Anwendungsbereich, das für sie optimal funktioniert, im Detail vor.

# DIE SONNE IM FOKUS

## Equipment für Sonnenfotografie

Nach zahlreichen Versuchen das richtige Equipment für die Sonnenfotografie zu finden, bin ich seit zwei Jahren bei einem Equipment angekommen, das meine (derzeitigen?) Wünsche bestens erfüllt. Es erlaubt Sonnenbeobachtung im Weißlicht, in H $\alpha$  und im Kalziumlicht.



U. Dittler

▲ Abb. 1: Zur Fotografie der gesamten Sonnenscheibe werden zwei parallel montierte Refraktoren von Takahashi verwendet, wobei der eine für die H $\alpha$ -Beobachtung mit einem Solarmax90 von Coronado ausgestattet ist und der andere hier gerade ein Kalzium-Modul von Lunt im Okularauszug trägt. Montiert ist auf dem Bild ein Herschelprisma von Baader, sowie zu Testzwecken oben auf dem System noch ein Quark-Filter an einem Fotoobjektiv.

Seit meinen ersten einfachen Sonnenbeobachtung als Jugendlicher sind bereits einige Jahrzehnte vergangen und wir haben inzwischen eine Sternwarte im Garten stehen, die so geplant wurde, dass die Sonnenfotografie (neben der Deep-Sky-Fotografie) eine feste Rolle spielt. Ich wollte daher ein Teleskopsetup schaffen, das es ermöglicht, mit wenig Aufwand die gesamte Sonnenscheibe sowohl im Weißlicht, als auch im H $\alpha$ -Licht und bestenfalls auch im Kalzium-Licht zu fotografieren. Zudem sollte es möglich sein, Flecken und Protuberanzen mit längerer Brennweite detailliert zu fotografieren. Zunächst habe ich Erfahrungen mit zwei parallel montierten kleinen Refraktoren vom Typ Takahas-

hi FS-60 gesammelt, von denen der eine einen Baader-Folien-Filter für Aufnahmen im Weißlicht erhielt und der zweite mit einem H $\alpha$ -Modul vom Typ Solarmax 60 ausgestattet wurde. Die Teleskope lieferten mit 355mm Brennweite ein Bild der Sonnenscheibe, das mit einer übliche TIS-Kamera noch ganz aufgenommen werden konnte.

### Zwei Teleskope parallel

Um etwas mehr Auflösung zu erhalten – und um auch Aufnahmen der Sonne im Kalzium-Licht zu ermöglichen –, kommen inzwischen zwei parallel-montierte Teleskope vom Typ Takahashi FC-76DS mit einer Brennwei-

te von 570mm bei einer Öffnung von 76mm zum Einsatz: Für die Aufnahmen im Weisslicht wird wieder ein Baader-Folienfilter (OD=3,8) verwendet, zudem ein Baader Solar-Continuum-Filter (mit der Bandbreite von 10 Ångström um 540nm). Um die Sonnenscheibe ganz aufnehmen zu können reicht der 2/3" CCD-Sensor einer Pointgrey Grasshopper3-U3-28S5M mit einer Auflösung von 1900×1440 Bildpunkten prima aus und liefert rund 30 Bilder pro Sekunde über den USB3-Anschluss an den Rechner.

Um die Sonne im Kalzium-Licht aufzunehmen, werden Folienfilter und Solar-Continuum-Filter entfernt und durch ein CaK-Modul (Bandbreite von 0,24nm bei 393nm) von Lunt

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



U. Dittler

▲ Abb. 2: Die Solarmax-Filter der ersten Generation können mit individuell angefertigten Adaptern an jedem Teleskop befestigt werden. Hier ist der Solarmax90 zu sehen, der mit der Tauschutzkappe des Refraktors über einen solchen individuell angefertigten Aluminium-Adapter verbunden ist.



U. Dittler

▲ Abb. 3: Um sicherstellen zu können, dass die Kamera bei allen Aufnahmen stets gleich ausgerichtet ist, sind die an die CCD-Kamera und die zwischengeschalteten Prismen kleine Wasserwagen mit Kabelbindern befestigt, so dass die optischen Elemente im und hinter dem Okularauszug einfach in die jeweils exakte Position gebracht werden können – ein einfacher Trick, der die exakte Ausrichtung der Kamera jedoch erheblich vereinfacht.



U. Dittler

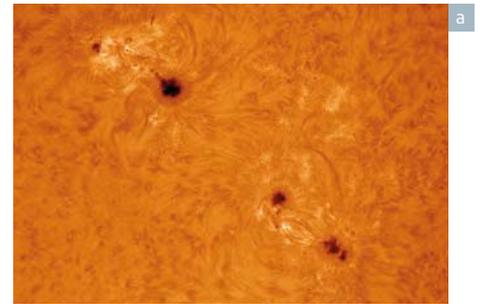
▲ Abb. 4: Die beeindruckenden Fleckengruppen AR 2104/07, AR 2108/09/10 sowie die drei einzelnen Flecken AR 2102, AR 2106 und AR 2111 prägen den Anblick der Sonnenscheibe im Weißlicht (hier gefiltert auf 540nm), im H $\alpha$ -Licht (565nm) und im Kalzium-Licht (393nm) am 6.7.2014. Die Aufnahmen entstanden an einem Refraktor mit Brennweite 600mm und Öffnung 60mm und entsprechenden Schmalbandfiltern; ungekühlte CCD-Kamera; jeweils 500 von 2500 Einzelbilder in AviStack2 und Photoshop bearbeitet.

ersetzt, dies ist mit wenigen Handgriffen getan. Die Aufnahmekamera bleibt die gleiche, lediglich die Belichtungszeit muss angepasst werden, da das CaK-Modul ein dunkleres Bild liefert, als das Weisslicht-Setup.

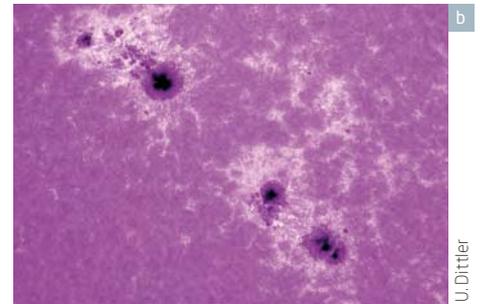
Für die H $\alpha$ -Aufnahmen kommt das zweite Takahashi FC-76DS zum Einsatz: Um die volle Öffnung nutzen zu können, verwende ich die 90mm-Version des Solarmax I (Bandbreite:  $<0,7\text{\AA}$ ), die mittels eines von Intercon Spacetec individuell hergestellten Adapters genau auf das Teleskop passt. Okularseitig kommt das 15mm H $\alpha$ -Modul im Umlenkprisma zum Einsatz und zur Aufnahme dient wiederum die Pointgrey-Kamera, die lediglich vom CaK-Modul umgesteckt werden muss.

### Extra-Teleskop für Detailaufnahmen

Um auch Detailaufnahme von Sonnenflecken und Protuberanzen aufnehmen zu können, ist parallel zu den beiden kleinen Refraktoren noch ein Takahashi TOA-130 montiert: Die Detailaufnahmen im Weisslicht entstehen hier mit einem 2-Zoll Cool-Ceramic Safety Herschelprisma von Baader Planetarium in der fotografischen Version zusammen mit einem Baader Fluorit Flatfield Converter (FFC), der prima in den 2-Zoll-Anschluss der Herschelprismas passt. Der Converter lässt sich auch problemlos auf das CaK-Modul schrauben, so dass für Kalzium-Aufnahmen nur das Herschelprisma durch das CaK-Modul ausgetauscht werden muss, um beide Male Detailaufnahmen mit rund 2200mm Brennweite erstellen zu können. Da InterconSpacetec auch einen passenden Adapter zur Adaption des Solarmax an das TOA-130 gedreht hat, kann dieser auch hier verwendet werden (wodurch die nutzbare Öffnung leider auf 90mm sinkt). Die Adaption des FFC an das SolarMax-Prisma gelingt über eine einschraubbare 1/4-Zoll-Hül-



a



b

U. Dittler

▲ Abb. 5: Aufnahme einer eindrucksvollen Fleckengruppe am 6.4.2016. Entstanden mit einem Solarmax90 am 130mm-Refraktor unter Verwendung eines FFC, so dass sich eine Brennweite von 2000mm ergab. Das Bild ist ein Summenbild von 500 (aus 2500) Einzelbildern, die mit einer Pointgrey-CCD-Kamera aufgezeichnet wurden. Die Bildverarbeitung erfolgte in Avistack und Photoshop (a). Für die Aufnahme im Kalzium-Licht (b) wurde der Solarmax-Filter durch ein CaK-Modul von Lunt ersetzt.

se. Für die Detailaufnahmen reduziere ich die Auflösung der verwendeten Pointgrey-Kamera meist auf 1440x1080 Pixel, so dass die Bildrate erfreulicherweise steigt.

Getragen werden die Teleskope von einer Montierung vom Typ Paramount ME (in der alten, ersten Version) und gesteuert wird die Montierung mit der Software The SkyX. Bei den Aufnahmen kommt die Software FireCapture zum Einsatz und bei der Bildverarbeitung setze ich Avistack und Photoshop ein. Dieses Setup ermöglicht mit wenig Aufwand Sonnenaufnahmen in den drei Linien des Weisslicht, H $\alpha$ -Licht und des Kalzium-Lichts und hat sich zwischenzeitlich oft bewährt.

► Ullrich Dittler

### | DER AUTOR |

Prof. Dr. Ullrich Dittler ist regelmäßiger Autor von Abenteuer Astronomie, unter anderem mit seinem Fotoworkshop.

### ☞ SURFTIPPS

- Homepage des Autors

🔗 **Kurzlink:** [oc1m.de/a16065](https://oc1m.de/a16065)

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

# STROMLOS NACHGEFÜHRT AUF REISEN

## Die Omegon Mini Track LX2 im Praxis-Check

In den letzten Jahren gab es eine Schwemme an Kleinstmontierungen für reisefreudige Astrofotografen, die gerne mit DSLR und Objektiven den Himmel nach schönen Motiven absuchen. Für praktisch jeden Anwendungsfall findet sich ein passender Unterbau. Im Praxis-Check muss die neue Mini Track LX2 von Omegon beweisen, was sie kann.

Mit 129€ positioniert sich die Mini Track LX2 am unteren Ende der Preisspanne für kompakte Nachführeinheiten. Eine Besonderheit ist ihre rein mechanische Nachführung. Was mit ihr möglich sein soll, ist direkt als Formel auf die Montierung gedruckt: Sie wird mit 100 dividiert

durch die Brennweite des Objektivs in Millimetern angegeben.

Für ein Normalobjektiv mit 50mm Brennweite ergeben sich also zwei Minuten, bei 200mm immerhin noch 30 Sekunden Belichtungszeit, wobei die maximale Zuladung bei 2kg liegt. Ob die Genauigkeit der Nachführung für diese Zeiten ausreicht, sollte die Montierung im Praxis-Check zeigen.

Um die Montierung nutzen zu können, ist noch etwas Zubehör nötig, das sich aber wahrscheinlich ohnehin im Fundus eines Astrofotografen befindet. Neben dem Stativ braucht es einen Stativkopf, auf dem die Montierung befestigt und mit dem die Polhöhe eingestellt werden kann. Um die Kamera montieren und schwenken zu können, wird auf die Montierung zudem noch ein Kugelkopf gesetzt. Mit dem Aufstecken der Peilhilfe ist das Setup auch schon komplett – eine Stromversorgung ist ja nicht nötig.

### Ausgepackt und aufgebaut

Die Mini Track LX2 wird samt Zubehör in einer einfachen Pappschachtel geliefert.

Zum Lieferumfang gehört neben dem Montierungskörper eine Peilhilfe für die Einnordung und ein zwischen 1/4 Zoll und 3/8 Zoll wechselbares Fotogewinde für die Kugelkopfaufnahme samt Werkzeug. Eine gedruckte Bedienungsanleitung findet sich umweltfreundlich nicht in der Schachtel, stattdessen nur ein kleiner Hinweiszettel mit Download-Link.

Der Montierungskörper besteht hauptsächlich aus Aluminiumguss und hat die Form eines Tangentialarms von 21cm Länge. Mit 430g ist die Montierung sehr leicht. Einen richtigen Polsucher gibt es nicht, sondern nur eine aufsteckbare Peilhilfe in Form eines ca. 8cm langen Plastikrohres.

Für die Nachführung werden zwei an einer Drehachse vereinte Arme gegeneinander verschoben. Dieses Prinzip ist auch bei anderen Montierungen zu finden. Der Antrieb erfolgt über einen Zahntrieb am der Kamera gegenüberliegenden Ende des Arms. Dort versteckt sich ein weckerartiger, rein mechanischer Antrieb unter einem großen Rad zum Aufziehen. Die Mini Track LX2 kommt ohne Strom aus!

### In der Praxis

Das Einnorden ist im Grunde simpel: mit dem aufgesteckten Plastikröhrchen wird auf Polaris gepeilt – fertig. Allerdings ist die Peilhilfe etwas verbesserungswürdig, da ein schwarzes Rohr vor dunklem Himmel kaum zu sehen ist. Einer Rotlichtlampe schafft teilweise Abhilfe, dennoch wären ein paar helle Markie-

◀ Abb. 1: Die Mini Track LX2 aufgebaut auf Fotostativ und mit DSLR.



▲ Abb. 2: Die Polsucher-Peilhilfe und die mehrstufige Federkonstruktion zum Ausgleich von Ungleichgewichten.



M. Weigand



▲ Abb. 3: Sternhaufen M44 mit zwei zufälligen Satellitenspuren bei 200mm Brennweite und 30 Sekunden Belichtungszeit (zentraler Ausschnitt).

rungen nützlich. Es ist schwer zu erkennen, ob man wirklich zentrisch und parallel zur Achse hindurchschaut.

Nach der Einnordung gilt es, die richtige Einstellung der Feder zu finden. Das Drehmoment auf die Achse ändert sich je nach Ausrichtung

der Kamera. Dabei geht es nicht um ein präzises Ausbalancieren, sondern nur um eine Entlastung des Antriebs. Eine zu große Last kann sich am Tick-Geräusch bemerkbar machen, wenn die Kamera auf der Ostseite der Montierung hängt. Dann muss die Montierung besonders stark gegen die Gewichtskraft der Kamera arbeiten. Richtwerte zur Federeinstellung gibt der Hersteller in der Bedienungsanleitung an. Anschließend wird die Montierung aufgezogen und die Belichtung kann beginnen. Die Nachführung läuft nun rund 60 Minuten, bis das Ende des Zahntriebs erreicht ist. Dann klingelt der Wecker und nach erneutem Aufziehen und Neueinstellung des Bildfeldes kann es weiter gehen.

Getestet wurde die Montierung mit zwei Kombinationen: Zum einen mit einem 35mm Objektiv von Sigma und zum anderen mit einem 200mm Teleobjektiv von Canon, jeweils an einer Canon EOS 5D Mark IV. Die beiden Kombinationen bringen 1,4kg und 1,9kg auf die Waage. In beiden Fällen konnten die maximalen Belichtungszeiten von drei Minuten bzw. 30 Sekunden erreicht werden. Im Fall des Te-

le-Objektivs gab es hin und wieder einen kleinen Nachführfehler, der Ausschuss betrug etwa 20%. Bei 35mm Brennweite waren hingegen alle Bilder gut nachgeführt – hier ließe sich wahrscheinlich sogar mehr Belichtungszeit herausholen. Aus langjährigen Erfahrungen mit solchen Aufbauten kann die Ursache des Problems jedoch auch oft beim Kugelkopf liegen. Dieser kann insbesondere bei schweren Teleobjektiven etwas nachgeben und erzeugt einen Nachführfehler.

Fazit

Auch wenn die Einstellung der Polachse noch Verbesserungspotential birgt, sind die beworbenen Belichtungszeiten problemlos realisierbar. Die Mini Track LX2 hält also, was sie verspricht, und ermöglicht schnelle und spontane Weitwinkel-Astrofotografie auf Reisen ganz ohne lästige Stromversorgung.

Abschließend bleibt jedoch noch anzumerken, dass die Montierung nur auf der Nordhalbkugel genutzt werden kann, da sich ihr Drehsinn nicht umkehren lässt. ▶ Mario Weigand

M. Weigand



▲ Abb. 4: Sternbild Löwe bei 35mm Brennweite und drei Minuten Belichtungszeit mit der Omegon Mini Track

STELLUNGNAHME DES HERSTELLERS

Wir bedanken uns bei Herrn Weigand für den Testbericht und freuen uns, dass die MiniTrack LX2 einen guten Eindruck hinterließ. Im Bericht wird ganz richtig erwähnt, dass die Montierung nicht für Astrofotos auf der Südhalbkugel geeignet ist. Deshalb ein Ausblick: Ab September 2018 bieten wir unter der Marke Omegon eine weitere

MiniTrack-Montierung für die Nord- und Südhalbkugel an, die zwischen beiden Halbkugeln umschaltbar ist. Der Preis dieses Modells wird aufgrund der größeren Funktion etwas höher sein. Zukünftig kann sich der/die KäuferIn zwischen beiden Versionen entscheiden.

*Pedro Pereira, Produktentwickler bei Omegon*

★ BEWERTUNG

- + gute Nachführung
- + einfache Bedienung
- + leicht
- + keine Stromversorgung nötig
- Peilhilfe für Poleinstellung verbesserungswürdig
- nicht für die Südhalbkugel geeignet

⚙️ DATEN

Modell	Mini Track LX2
Typ	Tangentialarm-Montierung
Tragkraft	2kg
Gewichte	430g Montierung zzgl. Stativ
Steuerung	Keine
Lieferumfang	Montierung, Peilhilfe zur Einnordung, Gewintheadapter für 1/4-Zoll und 3/8 Zoll
Listenpreis	Montierung 129€

👉 SURFTIPPS

- Herstellerwebsite

🔗 Kurzlink: [oc1m.de/a16067](https://oc1m.de/a16067)

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

# ULTRAWEIT TROTZ BRILLE

## Das neue Okular HI-FW 12,5mm 84° von APM

Mit dem neuen Okular HI-FW 12,5mm 84° richtet sich APM konkret an Brillenträger: 23mm Augenabstand sollen das 84° große Feld auch mit Brille voll überblickbar machen. In der ursprünglichen Ankündigung hatte man sogar von 90° scheinbarem Gesichtsfeld gesprochen. Das hat sich aber in Serie wohl nicht realisieren lassen, so dass dieser Wert nur noch an einigen vergessenen Stellen auftaucht. Auch wenn der ursprünglich angepeilte Wert nicht erreicht wurde, kann man Okulartypen mit mehr als 20mm Augenabstand und über 80° scheinbarem Gesichtsfeld an einer Hand abzählen. Das nicht mehr produzierte 12mm Nagler Typ 4 erreichte mit 17mm Augenabstand nur einen deutlich geringeren Wert. Ganz neu am Markt sind auch einige 100° Okulare mit 20mm Augenabstand von Omegon.

Ursprünglich wird man bei APM allerdings wohl das 12mm LER 92° von Explore Scientific im Visier gehabt haben – es erreicht immerhin 19,9mm Augenabstand. Letzterem gegenüber kann das neue APM Okular seine Leistung aber auch im 1¼-Zoll-Okularauszug entfalten und wiegt mit 550g nur grob halb so viel. Das Okular ist also eine willkommene Bereicherung des Marktes. Die übrige Verarbeitung entspricht dem von APM bzw. Lunt gewohnten Standard: Es wird weiter Wert auf



eine umklappbare Augenmuschel gelegt, geschwärzte Linsenränder minimieren Streulicht und eine konisch angelegte Sicherungsnut verhindert das Herausrutschen aus der Klemmung, ohne sich in den beliebten Ringklemmungen zu verhaken. Darüber hinaus verspricht APM eine gute Randabbildung, explizit auch an schnellen Teleskopen mit großem Öffnungsverhältnis und weiter eine gute Farbtreue. Eine Schema-Zeichnung lässt auf einen Aufbau aus zehn Linsen in sieben Gruppen schließen. Das neue Okular soll in einigen Wochen zum Preis von 349€ erhältlich sein.

► Sven Wienstein

# AUSZUG MIT HOHER LAGERVORSpannung

## Neuer OctoPlus-Okularauszug für Newtons von Lacerta

Lacerta hat seinen hauseigenen Okularauszug deutlich überarbeitet und bietet nun einen 8-fach kugelgelagerten Fokussierer mit 1:10 Untersetzung an. Das Besondere am OctoPlus ist die hohe Lagervorspannung, die den Auszug selbst unter großer Last nicht durchrutschen oder kippeln lässt. Lacerta nennt mindestens 2,5kg, die senkrecht gehalten werden. Auch das Fokussieren mit einer derartigen Zuladung ist kein Problem, denn obwohl es sich nicht so anfühlt, wird der Auszug über eine Schräg-Zahnstange angetrieben. Die Laufeigenschaften werden erreicht, indem die Lagerblöcke justierbar ausgelegt wurden. Wo es auf Präzision ankommt, werden die Bauteile in Österreich gefertigt oder bearbeitet, während der bewährte Untersetzungstrieb als asiatisches Produkt bekannt ist.

Mit 20mm ist der Hub des Auszugs recht gering, er bleibt aber wiederum flach: Mit der selbstzentrierenden 2-Zoll-Klemmung liegt die Auflagekante nur 65mm über dem

Tubus, so dass der Lichtweg im Okularauszug etwa 67mm beträgt. Der eigentliche Auszug endet auf einem M59-Gewinde und kann durch das Hinzufügen von Zwischenringen um jeweils 12mm in der Höhe angepasst werden. Gekrümmte Basisplatten sind für die Tubusdurchmesser von 8- und 10-Zoll-Newton erhältlich. Lacertas MFOC Motorfokussierer kann ausgerüstet werden und auch die Verwendung des GPU-Komakorrektors ist möglich. In der Standardkonfiguration wiegt der Auszug knapp unter 1kg. Für die genaue Planung stellt Teleskop-Austria technische Zeichnungen der verschiedenen Konfigurationen zur Verfügung. Zu haben ist der Auszug für 340€.

► Sven Wienstein



# NOCHMAL 100° PANORAMA

## Omegon mit neuen 100°-Okularen

Mit der Panorama II-Reihe stellt Omegon neue 100° Okulare vor. Gegenüber dem ersten Anlauf des Herstellers auf 100° wurde nochmal deutlich nachgelegt. So kamen bei den früheren Panorama Ultra Okularen nur sechs Linsen zum Einsatz. Bei der Neuauflage handelt es sich nun um Konstruktionen aus neun Linsen im Falle des 5mm, acht Linsen beim 10mm und 15mm sowie noch sieben Linsen beim 21mm. Bemerkenswert sind auch die Augenabstände der drei längeren Brennweiten, die nämlich mit rund 20mm brillentauglich ausgelegt sind. Das ist deutlich über den sonst von 100° Okularen gewohnten 13mm bis 15mm. Dem 5mm fehlt dieses Highlight, es hat die üblichen 13mm Augenabstand. Da wundert es, dass Omegon nicht wenigstens versucht hat, die bislang von anderen Herstellern nicht mit 100° angebotene Brennweite 6mm zu besetzen.

Konsequent für die Verwendung mit Brille und bei vielen Beobachtern beliebt ist die umklappbare Augenmuschel. Ansonsten orientiert man sich an den Mitbewerbern: Die Okulare sind wasserdicht und zeitgemäß auf allen Glas-Luft-Flächen multivergütet. 15mm und 21mm passen nur in 2-Zoll-Okularauszüge, 10mm und 5mm sind als 1¼-Zoll-Okulare ausgeführt. Mit einem Gewicht von 705g ist das 21mm erwartungsgemäß das schwerste, das 5mm mit nur 320g das leichteste. Der Anbieter betont nicht nur einen hohen Kontrast, sondern auch eine gute Randabbildung selbst beim Einsatz in lichtstarken Teleskopen.

Die Preise sind vergleichsweise günstig: 199€ für die 1¼ Zoll-Okulare, während die größeren Brüder mit zwei Zoll Einsteckdurchmesser für 229€ zu haben sind.

► Sven Wienstein



Omegon

# MEHR HOCHAUFLÖSUNG

## Vixen ergänzt die HR Okularreihe mit 3,4mm

Die HR Okularreihe fiel vor allem durch den extrem kurzen Brennweitenbereich von 1,6mm bis 2,4mm auf, wodurch die Okulare selbst bei schnellen Öffnungsverhältnissen eher für Übervergrößerung sorgten. Waren die unteren Brennweiten mit 2,4mm und 2,0mm gerade noch für f/4-Geräte nutzbar, so passt das jetzt erschienene 3,4mm sehr gut zu Teleskopen mit f/5 bis sogar f/6 und auch über die Verwendung mit f/7 lässt sich zumindest nachdenken.

Ein besonderes Detail der HR Okulare ist die eingebaute Komakorrektur für schnelle Newton-Teleskope. Durchaus sinnvoll, da schnelle Öffnungsverhältnisse am ehesten von Newtons zu erwarten sind.

42° scheinbares Gesichtsfeld dürften eher den Planetenbeobachter ansprechen. Alle HR Okulare haben einen ohne Brille brauchbaren Augenabstand von 10mm, was nicht zu unterschätzen ist, da Okulartypen wie Plössl oder Ortho einen Augenabstand

von nur grob drei Viertel ihrer Brennweite erlauben.

Das Okulardesign der HR-Reihe basiert auf fünf Linsen in drei Gruppen, also sechs Glas-Luftflächen, die durch die Vixen AS Vergütung laut Hersteller 99,9% Transmission pro Fläche erreichen. Vixen legt auch besonderen Wert auf eine perfekte Streulicht-Kontrolle. Sie beginnt schon auf Höhe des Filtergewindes der 1¼-Zoll-Steckhülse mit einer Zusatzblende, die dort eingeschraubt bleiben kann, solange kein Filter benötigt wird. Hinter der teleskopseitigen Linsengruppe, ein aus zwei Linsen bestehendes Negativ-Element, findet sich eine Streulicht-Falle, gefolgt von zwei weiteren Blenden im Inneren des Okulartubus. Eine flache Gummiaugenmuschel sorgt auch in kalten Nächten für eine angenehme Auflage. Geliefert wird das Okular nicht nur mit Kappen, sondern im Drehpack und für einen Listenpreis von 289€.

► Sven Wienstein



Vixen

### ► SURFTIPPS

- APM Okular HI-FW 12,5mm 84°
- Lacerta OctoPlus Okularauszug
- Omegon Panorama II Okulare
- Vixen HR Okulare

🔗 Kurzlink: [oc1m.de/a16069](https://oc1m.de/a16069)

▲ Abb. 1: Die Perseiden – hier eine Aufnahme aus dem Jahr 2016 – bieten sich in diesem Jahr für Fotoversuche an. Aufnahmedaten: Leica D-Lux (Typ 109) bei ISO 1600, 24mm Brennweite. Michael Schmidt

# STERNESCHNUPPEN EINFANGEN

## Aufnahmetechnik für Meteore

Über das Jahr hinweg gibt es viele verschiedene Meteorströme, die für ein vermehrtes Auftreten von Sternschnuppen sorgen. Zu den prominenten gehören die Geminiden im Dezember, die Quadrantiden im Januar und die Perseiden im August, die die höchsten Fallraten aufweisen. Die Perseiden stehen also demnächst auf dem Terminplan und dieses Jahr stört erfreulicherweise kein Mondlicht die Beobachtung. Doch wie lassen sich die kurzlebigen Leuchterscheinungen am besten bildlich festhalten?

Die Ursache der Meteore sind feine Partikel, die z.B. von Kometen im interplanetaren Raum hinterlassen werden. Sie treffen mit Relativgeschwindigkeiten von rund 20km/s bis 70km/s auf die Erdatmosphäre. Reibung bremst sie ab, wobei Luftmoleküle zum Leuchten angeregt werden. Die resultierenden Leuchtspuren sind nur Sekundenbruchteile zu sehen. Damit stehen sie in starkem Kontrast zu praktisch jedem anderen Motiv in der Astrofotografie. Zudem ist nur die grobe Vorhersage der zu erwartenden Fallrate möglich, nicht jedoch, wo einzelne Meteore am Himmel erscheinen werden. Eine gezielte Fotografie ist also nicht möglich – »Lucky Imaging« einmal anders. Dennoch sind einige Parameter optimierbar, um einen Glückstreffer wahrscheinlicher zu machen und besser abzubilden.

### Dunkler Ort und stabiles Stativ

Der erste wichtige Faktor hat noch gar nichts mit Technik zu tun: Wie so oft in der Astronomie sollte ein möglichst dunkler Ort gefunden werden. Insbesondere in der Himmelsrichtung, in die man aufgrund einer schönen Kulisse oder eines markanten Sternbildes fotografieren möchte, sind Streulichtglocken naher Städte zu vermeiden. Dafür ist ein Blick auf eine Lichtverschmutzungskarte hilfreich (vgl. Surftipp). Die Meteorfotografie ist eigentlich simpel: ein großes Himmelsareal wird über einen längeren Zeitraum aufgenommen. Sie bedarf also nur eines geringen technischen Aufwands – im Grunde reicht wie bei der Strichspurfotografie eine ruhende Kamera auf einem Fotostativ. Zusätzlich zu den Sternstrichspuren findet

man dann hoffentlich auch den ein oder anderen Meteor auf dem Bild. Solche Bilder können auch mit einer schönen Horizont-Kulisse verziert werden. Wenn ein schönes Sternbild oder die Milchstraße als Hintergrund dienen sollen, machen nachgeführte Aufnahmen jedoch auch Sinn.

### Geringe Brennweite, hohe Lichtstärken

Da Meteore eine so kurzlebige Erscheinung sind, muss so viel Licht wie möglich in kurzer Zeit auf dem Kamerasensor gesammelt werden. Daher ist ein lichtstarkes Objektiv der wahrscheinlich wichtigste Punkt, der zu beachten ist. Blendenwerte besser als f/2.8 sind optimal. Normalerweise ist es notwendig, selbst die teuersten



▲ Abb. 2: Ein sehr heller Meteor im Sternbild Orion. Er hinterließ sogar eine kleine »Rauchspur«, die in den folgenden Bildern der Aufnahme-Serie noch sichtbar war. Aufnahmedaten: Canon EOS 5D Mk II bei ISO 800, 24mm Brennweite und Blende f/2,2.

Objektive abzublenden, um Abbildungsfehler in den Bildecken zu vermeiden. Als Ausgleich wird einfach länger belichtet. Diesen Luxus hat man hier nicht, sodass die Blende komplett offen sein sollte.

Für eine möglichst hohe Trefferwahrscheinlichkeit wird ein möglichst großes Himmelsgebiet ausgewählt, weswegen Weitwinkelobjektive mit Brennweiten von 24mm oder kürzer ratsam sind. Fischaugenobjektive sind eine interessante Option, da sie den gesamten Himmel zeigen können. Hier müssen jedoch meistens Abstriche bei der Blende in Kauf genommen werden – besser als f/2.8 gibt es hier nicht.

### Bilderserien programmieren

Die Kamera ist je nach Modell im manuellen Modus »M« oder direkt im Bulb-Modus »B« zu betreiben, für eine volle Kontrolle über alle wichtigen Parameter. Bei der Empfindlichkeit ist ein ISO-Wert zwischen 800 und 3200 optimal. Für eine bestmögliche Bildqualität ist das Bildformat auf »RAW« umzustellen. Weiterhin sollten interne Rauschfilter deaktiviert sein. Auch das Objektiv wird auf manuelle Bedienung umgeschaltet und ggfs.



▲ Abb. 3: Hilfreich für das Finden der richtigen Belichtungszeit ist ein Blick auf das Histogramm. Dort fällt der Himmel typischerweise als markantes Maximum auf, das sich bei etwa 10% bis 20% des Wertebereichs befinden sollte.

ein vorhandener Bildstabilisator abgeschaltet. Zum Schluss muss noch sorgfältig fokussiert werden, da ein leicht verfehelter Schärfepunkt bereits schwächere Meteore unsichtbar werden lässt. Das Scharfstellen gelingt am einfachsten, indem zunächst per Entfernungsskala am Objektiv auf unendlich gestellt wird. Im zweiten Schritt dienen helle Sterne oder ferne Objekte am Horizont per Live-Bild am

## 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)

Kameradisplay bei maximalem Zoom für die genaue Fokussierung.

Aufgrund der Unvorhersehbarkeit der Meteore ist eine möglichst lang andauernde Erfassung eines Himmelsgebiets erforderlich. Dazu wird am besten mithilfe eines programmierbaren Auslösers eine Bildserie mit einigen Minuten Belichtungszeit pro Bild angefertigt. Je dunkler der Himmel, desto länger kann belichtet werden, die optimale Belichtungszeit muss durch Probieren gefunden werden.

### Glück und Geduld gehören dazu

In der Regel sind eine Menge Bilder erforderlich, bis ein schöner Meteor ins Netz geht. Daher braucht die Meteorfotografie vor allem auch Geduld. Es macht keinen Sinn, den Meteoren »hinterherzulaufen«, denn nur weil mehrere helle Meteore knapp am Bildfeld vorbei gerauscht sind, muss das nicht so weitergehen!

Bei der Verarbeitung der Bilder ist die Überlagerung der Aufnahmen sinnvoll, um alle fotografierten Meteore gemeinsam im Bild zu zeigen. Sie erfolgt analog zu Strichspuraufnahmen im »Maximum-Modus«, d.h. immer die hellsten Werte werden für jeden Pixel übernommen. Für diese Aufgabe ist das Programm »Startrails« empfehlenswert (vgl. Surftipp), dessen Bedienung selbsterklärend ist. Zum Schluss bleibt nur: Viel Glück!

► Mario Weigand

## SURFTIPPS

- Lichtverschmutzungskarte
- Meteor-Kalender auf Wikipedia
- Startrails

Kurzlink: [oc1m.de/a16071](https://oc1m.de/a16071)

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





# DER HIMMEL ÜBER CHILE

Das schmale Land in Südamerika hat auch für Amateurastronomen einiges zu bieten

Chile kennen viele nur als Standort der großen europäischen Teleskope wie etwa dem Very Large Telescope. Doch auch Amateurastronomen können von dem spektakulären Himmel, der Wissenschaftler in eine der trockensten Wüsten der Welt gelockt hat, profitieren. Eine Reise zu den astronomischen Highlights des Landes.



... nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

▲ Abb. 1: Selbstportrait auf einer Beobachtungsplattform der Hacienda los Andes im November 2015. Links der untergehende Orion, rechts oben die Große Magellansche Wolke.

**SURFTIPPS**

- Astrotourismus in Chile

[Kurzlink: oc1m.de/a16075](https://oc1m.de/a16075)



▲ Abb. 2: Auf der Zufahrtstraße zum Cerro La Silla.

Im letzten Sonnenlicht blitzen die silbrigen Kuppeln auf La Silla noch einmal auf. Auf einmal wirken der Berg und sein Observatorium zum Greifen nah. Die Stille wird nur durch den Schrei eines Vogels unterbrochen, die Luft bleibt auch in der Abenddämmerung angenehm warm. Ich laufe ein paar Schritte von einem Hügel hinab zu dem ausgetrockneten Flussbett gleich neben der Hauptpforte der Sternwarte. Dort wartet neben einigen Pfefferbäumen – dem einzigen Grün weit und breit – mein 12-Zoll-Reisedobson Marke Eigenbau auf seinen Einsatz. Ein Schild am Rand der ausgestorbenen Straße warnt: »Geschütztes Gebiet von wissenschaftlichem Interesse! Keine illegalen Bergbauaktivitäten!« Hier haben die Astronomen Vorrang. Willkommen in der Atacamawüste, willkommen in Chile!

## Mehr als die Heimat der Großteleskope

Vielen ist das lange Land in Südamerika als Heimat großer Observatorien wie dem Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte oder dem Submillimeter-Antennennetzwerk ALMA bekannt. Die geografische Lage und das extrem trockene Klima machen den Norden Chiles zu dem Hotspot für astronomische Forschung schlechthin. Aber auch wer nicht an einem der internationalen Observatorien arbeitet, kann in Chile astronomisch auf seine Kosten kommen: Das Land verfügt über eine ausgezeichnete Infrastruktur und einen stark wachsenden Tourismussektor. Wer südeuropäische Länder zu bereisen weiß, wird auch in Chi-

le zurechtkommen. Einziger Nachteil: Bei Flugdauern von 14 Stunden brauchen Europäer Sitzfleisch.

Schon die Hauptstadt Santiago hat trotz ihrer gigantischen Ausmaße und der damit verbundenen Luft- und Lichtverschmutzung astronomische Programmpunkte zu bieten. Das Planetarium in der Nähe der zentralen Busbahnhöfe ist einen Besuch wert, ebenso wie das von der Universidad de Chile betriebene Nationalobservatorium auf dem Cerro Calán im Nobelviertel Las Condes. Wer an den angebotenen Führungen nebst Himmelsbeobachtung teilnehmen will, muss sich allerdings frühzeitig anmelden. Historisch bedeutsam ist das heute leider fast unzugängliche Observatorium Manuel Foster, das im Jahre 1903 vom US-amerikanischen Lick-Observatorium auf dem Berg San Cristóbal, der grünen Lunge Santiagos, errichtet wurde. In den vergangenen Jahren war dieses astronomiegeschichtliche Kleinod nur an wenigen Tagen im Jahr geöffnet.

## Auf in die Atacama

Die meisten Touristen verlassen Santiago nach kurzer Zeit wieder. Für Astronomiebegeisterte heißt das: Auf in den Norden, in die Atacama. Eingekeilt zwischen dem pazifischen Ozean und den Anden hat sich hier eine der trockensten Wüsten der Welt gebildet. Dafür ist vor allem der Humboldtstrom verantwortlich, der kaltes Meerwasser aus der Antarktis an der Küste entlang nach Norden führt. Über diesem kalten Wasser kühlt sich die Luft ab, wodurch sich im Küstenbereich ein äußerst niederschlagsarmes Klima ausbildet.

La Silla liegt in der IV. Region Chiles, wobei die Regionen von Nord nach Süd gezählt werden. Die IV. Region heißt offiziell »Región de Coquimbo«. Der nationale Tourismusverband taufte sie zusätzlich »La Región Estrella« – Sternenregion. Hier konzentriert sich ein Teil der professionellen Sternwarten: La Silla und Las Campanas (der Heimat des zukünftigen Giant Magellan Telescope) sowie der Cerro Pachón mit dem Gemini-Süd-Teleskop und bald auch dem Large Synoptic Telescope sowie dem Cerro Tololo. Dazu kommen dutzende touristische Sternwarten. Für umgerechnet drei bis fünf Euro kann man sich hier den Nachthimmel mit mehr oder minder gut gewarteten Teleskopen und von mehr oder minder gut geschultem Personal zeigen lassen. Dieser »Astrotourismus« richtet sich hauptsächlich an gewöhnliche Reisende, dementsprechend oberflächlich sind auch manche Angebote. Amateurastronomen müssen nach einem geeigneten Angebot suchen.

## Mit dem eigenen Teleskop unterwegs

Eine Möglichkeit: mit eigenem Teleskop und auf eigene Faust. Die bekannten internationalen Autovermieter sind vor Ort, die Hauptstraßen sind gut ausgebaut. So habe auch ich meinen Beobachtungsplatz selbst und mit Bedacht gewählt: Von der Küstenstadt La Serena geht es etwa anderthalb Stunden auf der »Ruta 5«, der vor einigen Jahren zur Autobahn ausgebauten Nord-Süd-Achse Richtung Norden, bis ein Schild rechts den Weg zu den Observatorien La Silla und Las Campanas weist. Dann noch etwa zehn Kilo-



▲ Abb. 3: Am Portal von La Silla, auf dem Schild rechts steht: »Geschütztes Gebiet von wissenschaftlichem Interesse! Keine illegalen Bergbauaktivitäten!«

meter durch die neuerdings mit Solarpaneelen gepflasterte Wüste, teils über Teerstraße, teils über Schotterpiste, bis sich der Weg in ein Tal herabsenkt. Dort ist Endstation – das Tor zum Berg La Silla ist für Besucher normalerweise nicht passierbar. Für mich kein Problem: Direkt neben dem Tor neben einem ausgetrockneten Flussbett ist Platz für Auto und Teleskop. Der Pförtner kennt mich schon und verspricht sogar, die einzige Lampe im Außenbereich abzuschalten und kündigt sich schon mal für ein Schwätzchen an. Es hätte auch eine der vielen anderen Pisten

abseits der Ruta 5 getan, doch es ist schon beruhigend, nicht völlig alleine in der Wüste zu stehen. Der Handyempfang am Portal für den Notfall ist auch nicht zu verachten.

Auf der Südhalbkugel sind die Jahreszeiten »vertauscht«: Es ist der 21. Dezember, der Sommer hat begonnen. Auf knapp 30 Grad südlicher Breite ist die Nacht dennoch rund acht Stunden lang. Dramatische Änderungen der Tageslänge wie in Deutschland gibt es hier nicht. Im Nordosten leuchten Orion, Sirius und Kanopus oder Alpha Carinae, der zweithellste Stern des Himmels. Nach Ende

der Dämmerung prangen die Magellanschen Wolken über 30 Grad hoch über dem Südhorizont. Obwohl ich auf rund 1000 Meter Meereshöhe bin, brauche ich erst mal nur eine dünne Fleecejacke. Im Winter kann es hier jedoch empfindlich kalt werden!

### Allein mit dem Kreuz des Südens

Wer seinen Aufenthalt gut plant, kann auch das Observatorium besichtigen. Wie die meisten anderen, steht auch La Silla seit einigen Jahren regelmäßig für Besucher of-



▲ Abb. 4: Mit dem 12-Zoll-Dobson am Beobachtungplatz am Portal des La Silla Observatoriums.

fen. Das gilt auch für den Cerro Tololo, den man von La Serena aus in kurzer Zeit nach einer Fahrt durch das Valle de Elqui, einer der schönsten und touristisch besterschlossenen Gegenden des Landes, erreicht. Leider konzentrieren sich die Besuchszeiten für alle Observatorien auf den Samstag. Wer nur ein Wochenende zur Verfügung hat, muss sich zwischen Tololo und La Silla entscheiden.

Gegen Mitternacht hat sich der Pförtner verabschiedet und ich bin nun völlig alleine. Das Kreuz des Südens prangt nun über dem Südosthorizont, darunter stehen Alpha und Beta Centauri. Während ich im Teleskop 47 Tucanae in seine Einzelsterne zerlege, raschelt es im umliegenden Gebüsch immer wieder. Selbst mit perfekt adaptierten Augen hat man Mühe, in der stockfinsternen Umgebung irgendetwas zu erkennen. Zuge-

geben: Abenteuerlust und manchmal auch starke Nerven gehören bei dieser Form des Individual-Astrotourismus dazu. Wer beides nur in begrenztem Maße besitzt, ist auf der »Hacienda Los Andes« besser aufgehoben. Im beschaulicheren, weil von den meisten Touristen links liegen gelassenen Valle Hurtado hat der Ende 2016 leider verstorbene belgische Astrofotograf Daniel Verschate eine »Astrofarm« eingerichtet. Sie besteht aus mehreren vollausgestatteten Observatorien, Beobachtungsplattformen und Teleskopverleih. Eine echte Alternative, falls man auf schweres Astrogepäck verzichten will. Wer sich dort zu Neumond einquartieren möchte, sollte jedoch rechtzeitig buchen, denn es könnte voll werden. Dafür trifft man dann Astrofotografen aus aller Welt und zudem Amateure aus Santiago, die sich auf dem

Gelände der Hacienda ihre festen Beobachtungsplätze eingerichtet haben.

## Die zweite Sternenregion

Strenggenommen gehört die IV. Region Chiles noch nicht zur Atacamawüste. Die beginnt weiter nördlich und konzentriert sich auf die Regionen III (Atacama) und II (Antofagasta). Letztere ist die zweite »Sternenregion«: Ausgangspunkt ist Antofagasta, eine touristisch wenig ansprechende Hafenstadt. In etwa 1,5 Stunden gelangt man von hier über gut ausgebaute Landstraßen zum Cerro Paranal, der Heimat des Very Large Telescope der ESO. Auch hier werden jeden Samstag Führungen angeboten, bei denen man einen Blick in eines der vier 8-Meter-Teleskopgebäude, den Kontrollraum und die architektonisch einzigartige Residencia werfen



J. Hattenbach

▲ Abb. 5: Selbstportrait der Beobachtungsnacht am La-Silla-Portal.

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

 PRAXISTIPP

### Tipps für die Reise nach Chile

**Wann reisen?** Der Norden Chiles bietet das gesamte Jahr über gute Reise- und Beobachtungsbedingungen. Von Weihnachten bis Ende Februar sind in Chile Sommerferien – die Preise steigen und die Übernachtungsmöglichkeiten können knapp werden. Im Winter (Juni-August) sind die Flugpreise am günstigsten, dafür wird es insbesondere in den Höhenlagen und Richtung Andenkette winterlich kalt.

**Wie reisen?** Verschiedene Fluglinien, etwa die chilenische LATAM, bieten Flüge von Deutschland/Europa nach Santiago de Chile, meist mit Umstieg über Madrid, São Paulo (Brasilien) oder Lima (Peru). Die Variante über Nordamerika sollte man sich wegen der Einreisebedingungen der USA (auch für Transitreisende!) gut überlegen. LATAM bot in der Vergangenheit manchmal auch für Economy-Reisende zwei freie Gepäckstücke zu je 23 kg an – gut für schwer bepackte Amateurastronomen!

Für die Einreise bis 90 Tage genügt ein Reisepass, der bei Einreise noch mindestens sechs Monate gültig sein muss. Ein Visum ist nicht nötig. Im Land bewegt man sich entweder per günstigem Binnenflug (z.B. LATAM, Sky oder Jetsmart) von Santiago in den Norden, z.B. nach La Serena, Copiapó oder Antofagasta. Alternativ kann man auch das gut ausgebaute Fernbusnetz nutzen. Eine Fahrt von Santiago nach Antofagasta dauert aber rund 18 Stunden!

Autovermieter gibt es in jeder größeren Stadt. Der deutsche Führerschein wird meist von Vermietern und Polizei akzeptiert. Wer auf Nummer sicher gehen will, bringt einen internationalen Führerschein mit. Mietautos sind etwas teurer als in Deutschland. Unterwegs unbedingt Kleingeld für die immer zahlreicher werdenden Mautstationen dabei haben!

**Sprache:** Spanisch ist Landessprache, in größeren Städten und Touristengebieten kommt man auch mit Englisch weiter.



◀ Abb. 6: Beobachtungskuppeln auf der Hacienda Los Andes, darüber das Kreuz des Südens und der Kohlen sack-Dunkelnebel, Aufnahme aus dem Jahr 2015.

ung ist untersagt.

! Hattenbach

ment ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung ist zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 9: Mit dem 12-Zoll-Dobson auf dem Cerro La Silla, mit Airglow und Lichtverschmutzung am Horizont. Es handelt sich um die Lichtglocke von La Serena.

kann. Die Führungen sind wie auch auf Tololo und La Silla kostenlos, eine Anmeldung ist aber erforderlich. Vom Cerro Paranal hat man auch einen Blick auf den in Sichtweite liegenden Berg Armazones, wo derzeit das neue europäische Riesenteleskop ELT entsteht. Wer sich von Antofagasta auf den Weg in das Oasenstädtchen San Pedro de Atacama macht, kann dort die »Operations Support Facility« des Submillimeternetzwerks ALMA besichtigen. Die auf etwa 2900 Meter gelegene »Bodenstation« ist samstags für Besucher zugänglich, auf die 5000 Meter hohe »High Site« wird der Normalsterbliche nicht gelassen. Wer dennoch Höhenluft schnuppern möchte, kann stattdessen auf die Passstraße Richtung Argentinien steuern und kommt so immerhin auf bis zu 4500 Meter.

Auch in San Pedro boomt der Astrotourismus – wie auch der Tourismus überhaupt. Das ehemals urige Dörfchen ist heute so etwas wie ein Freilichtmuseum, in dem sich Touranbieter an Restaurant an Souvenirladen reiht. Sternführungen bietet nahezu jede »agencia« an, mit schwankender Qualität. Wiederum findet der motorisierte Amateurastronom in der Umgebung San Pedros zahlreiche dunkle und dennoch einfach zu erreichende Plätze. Beliebte Orte, vor allem für »Nightscape-Fotografen«, sind das »Valle de la Luna« und das »Valle de la Muerte«, bizarre Wüstenlandschaften nur zehn Autominuten außerhalb des Ortskerns. Auch in San Pedro gibt es eine Astrofarm für versierte Amateurastronomen: Die »Space



▲ Abb. 7: Sonnenuntergang über der Plattform des Very Large Telescope auf dem Cerro Paranal.

## IM DETAIL

### Chile – ein langes, schmales Land

Von Nord nach Süd erstreckt sich Chile zwischen den Breitengraden  $17^{\circ} 30'S$  und  $56^{\circ} 0'S$ . Seine Nord-Süd-Ausdehnung beträgt damit rund 4200 Kilometer. In west-östlicher Richtung ist das Land hingegen durchschnittlich weniger als 200 Kilometer breit. Astronomisch konzentriert sich in Chile alles auf den Norden des Landes. Eingekeilt zwischen dem pazifischen Ozean und Anden hat sich hier eine der trockensten Wüsten der Welt gebildet. Hier befinden sich die Standorte der weltbekanntesten Observatorien. Chile wirbt mit seinem dunklen Nachthimmel um Touristen – mit

Erfolg. Doch der Nachteil des wachsenden Tourismus zeigt sich bei Nacht besonders drastisch: Die Lichtverschmutzung im Valle de Elqui hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen.

Auch La Serena, Coquimbo und Antofagasta produzieren Lichtglocken, die selbst an den Sternwarten sichtbar sind. Die neu ausgebaute Ruta 5 wurde teilweise hell beleuchtet. Wer wirklich dunklen Himmel sucht, muss auch in Chile danach suchen. Glücklicherweise verfügt der Norden über große unbewohnte Gebiete, so dass diese Suche noch relativ leicht zum Ziel führt.

Atacama Lodge« wird von dem Astronomen Alain Maury betrieben und war seinerzeit meines Wissens die erste Einrichtung dieser Art in Chile. Maury bietet auf seiner Lodge Teleskope für visuelle und fotografische Beobachtungen und Beobachtungsmöglichkeiten an.

### Das Herz des Carinanebels

Auf meinem Beobachtungsplatz bei La Silla geht die Nacht bereits in den Morgen über. Die Milchstraße steht hoch am Himmel. Lei-

der sieht man auch in Chile im Dezember nicht das Milchstraßenzentrum – dafür sind die kalten Winternächte da. Doch der in Europa unsichtbare Teil um die Sternbilder Carina und das Kreuz des Südens ist nicht minder interessant: Im Carinanebel ist ab etwa 120facher Vergrößerung und ruhiger Luft der berühmte hantelförmige »Homunkulus« zu sehen. Er

umgibt den extrem massereichen Doppelstern Eta Carinae und ist so etwas wie das »Herz« des viel größeren und schon mit dem bloßen Auge auffälligen Eta-Carinae-Nebel. Im Fernrohr wirkt der Homunkulus auf mich wie ein von innen beleuchteter, orangefarbener Ballon. Alleine für diesen Anblick hat sich die Reise in den Süden gelohnt. ▶ Jan Hattenbach

#### | DER AUTOR |

Jan Hattenbach ist freier Wissenschaftsjournalist, seit Jahren begeisterter Amateurastronom und lebte für einige Zeit in Chile. Auf seinem Blog [himmelslichter.net](http://himmelslichter.net) schreibt er über alles, was am Himmel passiert.



J. Hattenbach

▲ Abb. 8: Auf dem Cerro Tololo im Rahmen einer öffentlichen Führung. Im Hintergrund die silbrige Kuppel des 4,0-Meter-Victor-Blanco-Teleskops.

Observatorien mit Publikumsbetrieb					
Name	Betreiber	Region	Besuchszeiten	Webseite/Anmeldung	Besonderheiten
La Silla	ESO	IV/Coquimbo	Samstags, 13:30	<a href="http://eso.org/public/about-eso/visitors/lasilla/">http://eso.org/public/about-eso/visitors/lasilla/</a>	Die Tour umfasst das ESO 3,6m-Teleskop und das New Technology Telescope (NTT)
Cerro Tololo CTIO	NOAO	IV/Coquimbo	Samstags 9:00 und 13:00	<a href="http://www.ctio.noao.edu/noao/node/22">http://www.ctio.noao.edu/noao/node/22</a>	Treffpunkt am Eingang, 40 Personen maximal
Paranal	ESO	II/Antofagasta	Samstags 9:45 und 13:45	<a href="http://eso.org/public/about-eso/visitors/paranal/">http://eso.org/public/about-eso/visitors/paranal/</a>	Vom Cerro Paranal sieht man die Baustelle des 39-Meter ELT
ALMA/OSF	ESO/ALMA	II/Antofagasta	Samstags, 9:00 und 13:00, Sonntags 9:00 und 13:00	<a href="http://eso.org/public/about-eso/visitors/alma/">http://eso.org/public/about-eso/visitors/alma/</a>	Treffpunkt in San Pedro de Atacama. Der Besuch umfasst die Operations Support Facility auf 2900m, ein Besuch der ALMA-Antennen auf 5000m wird nicht angeboten

Diese Observatorien bieten regelmäßige Führungen an. Der Eintritt ist frei, jedoch wird um Anmeldung gebeten. Die Anmeldungen sollten mehrere Wochen vor dem Wunschtermin erfolgen.

Touristische Sternwarten und Astrofarmen				
Name	Art des Angebots	Region	Website	
Hacienda Los Andes	Vermietung voll ausgestatteter Observatorien, Teleskopverleih, Übernachtungen, Sternführungen	IV/Coquimbo	<a href="http://haciendalosandes.com/">http://haciendalosandes.com/</a>	
Space / Atacama Lodge	Teleskopverleih, Teleskophosting, Übernachtungen, Sternführungen	II/Antofagasta	<a href="http://www.spaceobs.com/en">http://www.spaceobs.com/en</a>	
Observatorio Mamalluca	Touristische Sternwarte, Sternführungen mit Teleskop	IV/Coquimbo	<a href="https://observatoriomamalluca.cl/">https://observatoriomamalluca.cl/</a>	
Observatorio Collowara	Touristische Sternwarte, Sternführungen mit Teleskop	IV/Coquimbo	<a href="https://www.collowara.cl">https://www.collowara.cl</a>	
Pangue Observatory	Touristische Sternwarte, Sternführungen mit Teleskop	IV/Coquimbo	<a href="https://observatoriodelpangue.blogspot.com.es/">https://observatoriodelpangue.blogspot.com.es/</a>	
Observatorio Cruz del Sur	Touristische Sternwarte, Sternführungen mit Teleskop	IV/Coquimbo	<a href="http://observatoriocruzdelsur.cl/">http://observatoriocruzdelsur.cl/</a>	

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

# MAGELLANSISCHE WOLKE IM HORIZONTDUNST

Meinen ersten Besuch auf der Astrotfarm Kiripotib in Namibia werde ich sicher nie mehr vergessen: beeindruckende Landschaften, wunderbar dunkler Sternhimmel und viele exotische Südhimmelobjekte, die es zu fotografieren galt. Als Student mit kleinem Geldbeutel hatte ich nur meine bereits ziemlich in die Jahre gekommene Canon EOS 350Da und einige Objektive dabei. Für die Nachführkontrolle sollte der Lacerta MGEN Autoguider in Kombination mit einem mitgebrachten 70/500mm Leitrohr sorgen. Diese Ausrüstung musste mit der angemieteten und daher nie zuvor genutzten Montierung harmonieren, um gute Astrofotos zu erlauben, was in den allermeisten Nächten auch der Fall war. Für eine der letzten Nächte des Urlaubs hatte ich mir vorgenommen, unbedingt noch die Große Magellansche Wolke mit meinem 200mm Objektiv formatfüllend aufzunehmen.

## Wenn die Technik streikt

Da die Große Magellansche Wolke zur Reisezeit Ende Mai nach Ende der astronomischen Dämmerung bereits recht tief stand, durfte keine Zeit verloren werden. So verzichtete ich sogar auf die stets vorzügliche Nachspeise des Abendessens, um keine wertvolle Belichtungszeit zu verschenken. Das Objekt der Begierde war schnell eingestellt und die Serienaufnahmen liefen standardmäßig – alles sollte also klappen. Nach ein paar Aufnahmen kam der liebe Astrobetreuer Rolf

Scheffer vorbei und brachte mir die verpasste Nachspeise in die Sternwarte, die ich so noch mehr genießen konnte.

Doch plötzlich begann der Autoguider zu spinnen, korrigierte den Leitstern immer wieder in die falsche Richtung und Aufnahme um Aufnahme ging verloren. Ich wusste nicht, was los war, hatte doch die Nächte zuvor immer alles reibungslos funktioniert. Die Magellansche Wolke bewegte sich aber unaufhaltsam dem Horizont entgegen, so blieb keine Zeit für Fehlersuche. Kurzerhand beschloss ich daher zu versuchen, mit dem MGEN-Autoguider manuell nachzuführen, was ich vorher noch niemals getan hatte. Da der Autoguider dafür eigentlich nicht ausgelegt ist, fehlte natürlich ein Fadenkreuz auf dem kleinen Bildschirm des Guiders und so war es ziemlich anstrengend, den Leitstern bei jeder kleinen Bewegung sofort wieder in die gedankliche Mitte des Fensters zu verschieben. Die nächste Stunde starrte ich so konzentriert auf meinen MGEN, dass ich für meine mitgereisten Freunde praktisch nicht ansprechbar war, die von Zeit zu Zeit bei mir vorbeischaute. Ohne zu wissen, ob sich die Mühe überhaupt lohnt, führte ich manuell weiter nach, bis die Magellansche Wolke langsam im Horizontdunst verblasste.

## Ende gut, alles gut

Zum Glück stellte sich bei der späteren Inspektion der Einzelaufnahmen heraus, dass nahezu alle manuell nachgeführten Bilder

verwendbar waren. Ansonsten hätte die Magellansche Wolke bis zur nächsten Namibia-Reise auf Vollendung warten müssen. Zu den einzelnen 7-minütigen Aufnahmen hatte ich entsprechende Darkframes für die Dunkelstromsubtraktion aufgenommen. Das kalibrierte Summenbild wurde dann in PixInsight einer Farbkalibrierung unterzogen, mithilfe von »MultiscaleLinearTransform« unter Verwendung einer passenden Objektmaske rauschreduziert und dann mit »HistogrammTransformation« manuell aufgehellt. Als letzter Schliff wurde das Bild wiederum mit »MultiscaleLinearTransform« geschärft und die Farbsättigung etwas angehoben. Auch wenn ich das entstandene Bild nicht als mein definitiv bestes Astrofoto bezeichnen würde und ich die Magellansche Wolke irgendwann hoffentlich noch bei höherem Himmelstand ablichten werde, bin ich mit dem Ergebnis doch recht zufrieden, vor allem weil mich diese Aufnahme doch gehörig ins Schwitzen brachte.

► Torben Simm

## IM DETAIL

### Technik und Bearbeitung

**Optik:** EF 200mm f/2.8L II USM (Canon)

**Montierung:** Knopf Mk100

**Kamera:** Canon EOS 350Da

**Belichtungszeit:** 13×7min bei ISO 400  
+ Darkframes

**Bildbearbeitung:** PixInsight 1.8

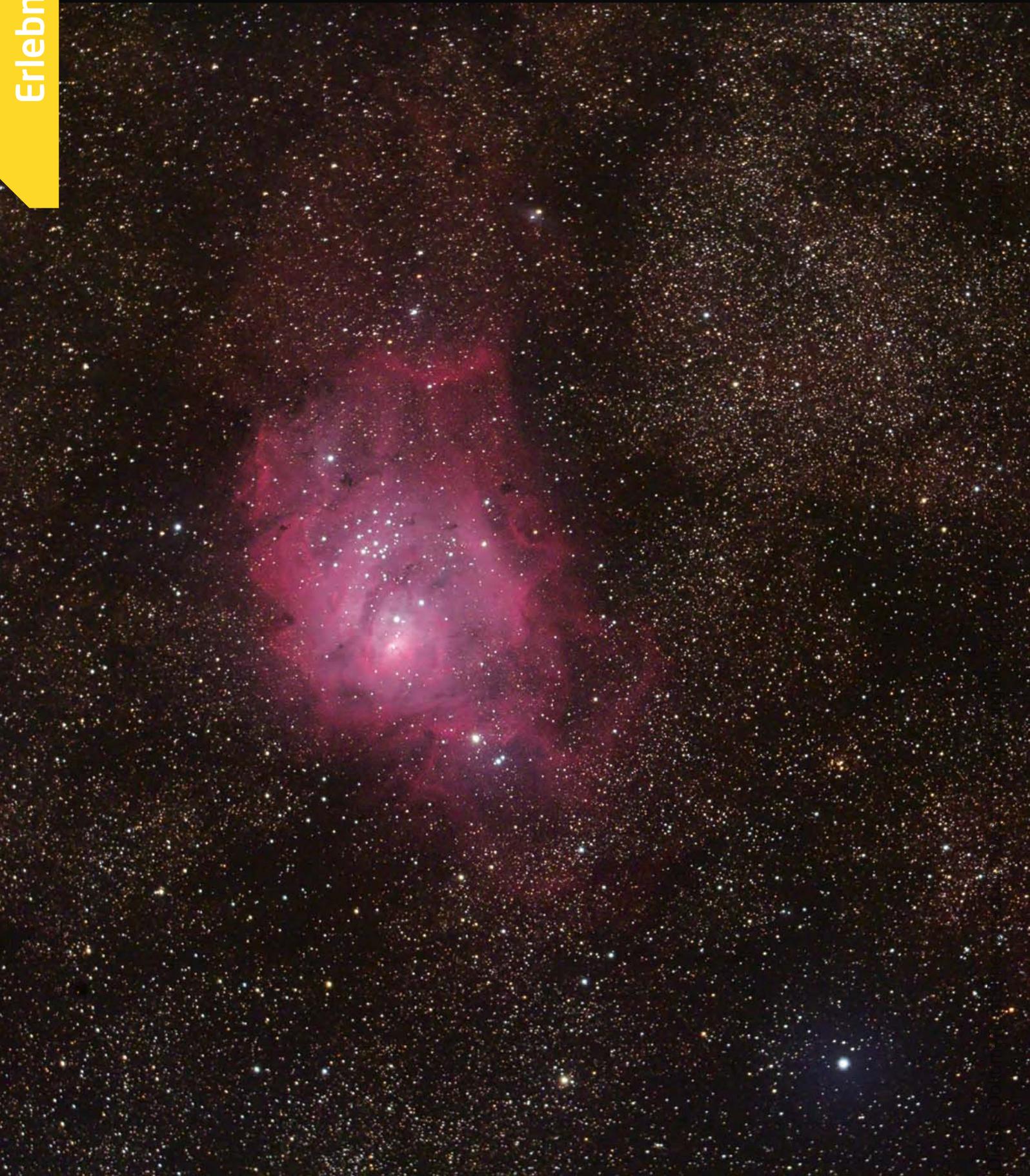


▲ Abb. 1: Die Magellansche Wolke, aufgenommen von Namibia aus.

T. Simm: www.astrofotografie.de | alle Rechte vorbehalten | Nutzung nur zu privaten Zwecken | Bildrechte vorbehalten | Bildrechte vorbehalten

# MESSIER, IC UND NGC

Erlebnis



▼ Abb. 1: Der Lagunennebel M 8 und der Trifidnebel M 20 im Sternbild Schütze, aufgenommen am 19. Mai 2018 mit einem 80mm-Refraktor bei 410mm Brennweite und einer Canon ESO 600Da mit einer Belichtungszeit von 15×360s von Sardinien aus. *Jörg Möllmann*



▲ Abb. 2: Die Galaxie NGC 7814 im Sternbild Perseus, aufgenommen am 17. Oktober 2017 mit einem 254mm-Lacerta-Newtonteleskop bei 1000mm Brennweite und einer SBIG ST8300M und Baader-RGB-Filter bei 44×6min (L) und je 10×6min (RGB) Belichtungszeit von Erdweg in Bayern aus. *Michael Deger*



▲ Abb. 3: Die Galaxie IC 342 im Sternbild Giraffe, aufgenommen am 22. September 2017 mit einem 254mm-Lacerta-Newtonteleskop bei 1000mm Brennweite und einer SBIG ST8300M und Baader-RGB-Filter bei 95×5min (L), 14×5 (R) und je 12×5min (GB) Belichtungszeit von Erdweg in Bayern aus. *Michael Deger*



# MONDMOSAIK



▲ Abb. 2: Mondmosaik aus 30 Einzelbildern mit den Kratern Kopernikus, Tycho und Clavius. Die Aufnahmen entstanden am 25. April 2018 mit einem 254mm-Newton-Teleskop und einer Brennweite von 1200mm mit einer Kamera vom Typ ASI ZWO 174MM bei einer Belichtungszeit von 12ms.  
*Michael Schmidt*

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

# »DIE ASTRONAUTIN«

## ZU BESUCH AUF DER STERNWARTE REGENSBURG

Eine private Initiative versucht, die erste deutsche Frau ins All zu bringen. Zwei Kandidatinnen trainieren derzeit für eine mögliche Mission zur Internationalen Raumstation ISS. Eine davon war nun bei der Volkssternwarte Regensburg zu Gast.



► Abb. 1: »Die Astronautin« Dr. Suzanna Randall (Mitte) war zu Besuch bei der Volkssternwarte Regensburg und berichtete den anwesenden Frauen und Mädchen über ihre Tätigkeit in einem noch immer männerdominierten MINT-Beruf. *Friedrich Ginglseder*

**D**r. Suzanna Randall war auf Einladung der Volkssternwarte Regensburg, der Stadt Regensburg und des MINT-Girl Projekts der Universität Regensburg und der Ostbayerischen Hochschule zu einem Gespräch mit Mädchen und Frauen aus der Umgebung der Stadt Regensburg in die Räumlichkeiten der ältesten bayerischen Volkssternwarte gekommen. Hier wurde im Rahmen der Reihe »Regensburger Mädels talk – Frauen können das auch« eine Gesprächsplattform geboten, die es den Frauen ermöglichte, direkt mit einem weiblichen Vorbild eines klassischen »Männerberufes« in Kontakt zu treten.

### Astrophysikerin als Hauptberuf

Um überhaupt einen Einblick in ihre Arbeit zu bekommen, sprach die designierte Astronautin zunächst über ihren Werdegang und ihr Alltagsleben. Neben ihrer Ausbildung zur Astronautin arbeitet Randall nämlich eigentlich als Astrophysikerin an einem der größten zusammenhängenden Teleskopkomplexe der

Welt, dem Radioteleskop ALMA in Chile, wo sie vor allem an Kugelsternhaufen und blauen Zwergsternen forscht. Dies ist auch weiterhin ihr Hauptberuf, während die Astronautinnenausbildung vor allem ihre Freizeit in Anspruch nimmt.

Die Ausbildung wird hierbei vor allem von der privaten Initiative »Die Astronautin« geleitet, die in Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Airbus das Ziel verfolgt, mithilfe einer Crowdfunding-Kampagne den ersten weiblichen Astronauten aus Deutschland zur Internationalen Raumstation (ISS) zu schicken. Dabei ist Suzanna Randall eine der beiden letzten Kandidatinnen, die von einem zunächst 400 Frauen umfassenden Bewerberfeld übriggeblieben sind. Somit darf sie nun das vollständige Trainingsprogramm eines Astronauten durchlaufen. Randall berichtete, dass hierfür nicht nur die zu erwartenden Eigenschaften wie wissenschaftliches Know-how oder körperliche wie psychische Fitness nötig seien, sondern auch Kuriositäten: So muss ein angehender Astronaut etwa einen Tauchschein haben und sich Russischkenntnis-

se aneignen. Außerdem sollte man mit Menschen umgehen können, man lebt schließlich einige Zeit gemeinsam in einem Raum, der in etwa das Volumen eines Flugzeuges umfasst.

### Direkte Information über MINT-Beruf

Der wichtigste Teil der Veranstaltung fand allerdings nach Suzanna Randalls Vortrag statt. Neben der Möglichkeit, auf der Plattform der Sternwarte die Dächer der mittelalterlichen Altstadt Regensburgs mit dem Dom im Zentrum auf sich wirken zu lassen und einen Blick durch das Teleskop in der denkmalgeschützten Kuppel zu werfen, gab es nämlich die einzigartige Gelegenheit, direkt mit der Astronautin ins Gespräch zu kommen. So konnten die interessierten Mädchen und Frauen aus erster Hand erfahren, wie es ist, in einem der leider immer noch viel zu männerdominierten MINT-Berufe zu arbeiten. Vor allem bei den anwesenden Schülerinnen wurde deutlich, dass sich das Interesse für derartige Berufe durchaus steigerte.

► Torsten Bendl, Dr. Christine Thoms

## Termine für Sternfreunde August/September 2018

**WAA Sommerworkshop:  
Kreative Lösungen rund ums Fernrohr**  
3.8.–5.8.2018  
A-2724 Hohe Wand

**16. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB)**  
7.8.–12.8.2018  
D-35288 Wohratal OT-Hertingshausen

**9. Mecklenburger Teleskoptreffen (MTT)**  
9.8.–12.8.2018  
D-18276 Lohmen

**Bayerisches Teleskopmeeting (BTM)**  
9.8.–12.8.2018  
D-85137 Pfünz

**9. Sankt Andreasberger Teleskoptreffen (STATT)**  
9.8.–12.8.2018  
D-37444 Sankt Andreasberg

**H $\alpha$ -Treff (HaTR)**  
18.8.2018  
D-65428 Rüsselsheim



**19. Herzberger Teleskoptreffen (HTT)**  
6.9.–9.9.2018  
D-04916 Jeßnigk-Schönewalde

**6. Schleswig-Holsteiner Teleskoptreffen (SHT)**  
7.9.–9.9.2018  
D-24619 Rendswühren

**17. Astronomietage Mirasteilas**  
7.9.–9.9.2018  
CH-7153 Falera

**Internationale Astronomie-Messe AME**  
8.9.2018  
D-78054 Villingen-Schwenningen

**Internationales Heide-Teleskoptreffen Hohenwoos (IHT)**  
13.9.–16.9.2018  
D-19303 Tewswos

**8. Westhavelländer Astrotreff (WHAT)**  
14.9.–16.9.2018  
D-14715 Gülpe

**12. Ravensburger Teleskoptreffen (RATT)**  
14.9.–16.9.2018  
D-88263 Horgenzell

**Tagung der VdS Fachgruppe Planeten**  
21.–23.9.2018  
D-53115 Bonn

# LAUTSTARK IM WELTALL

Sie wissen sicher, woran man einen Astronomen im Kino erkennt? Am lauten Lachen, wenn während des SciFi-Blockbusters mal wieder epische Raumschlachten unter großem Getöse stattfinden – und das im Vakuum des Weltalls. Aber auch in anderen Dingen nehmen es die Filmschaffenden mit der Himmelskunde nicht so genau.

**B**ääng! Da haut's ihn wech, den Todesstern! Nur ist der Welt- raum mit seinen unendlichen, weitgehend leeren Weiten nicht gerade der ideale Überträger von Schallwellen. Wäre es anders, würde das Gedröhne unserer eigenen Sonne ein akustisches Dauerfeuer entfachen. Natürlich hilft es der Action, wenn es knallt, wummert und zischt. Einige Space-Sounds sind ja sogar ihrerseits zu Klassikern geworden und haben die niederen Weihen des Klingeltondaseins empfangen. Also, Astro-Fans! Findet eure Lieblingsfehler! Neben akustischen Ungereimtheiten warten Mengen optischer Klopse auf ihre Entdeckung.

## Sonne, verkehrt rum

Neulich läuft ein apokalyptischer Mehrteiler mit dem Titel »Hard Sun« im ZDF. Och, denke ich, das klingt doch astronomisch. Ich schaue rein, hat erst mal nix mit SciFi zu tun. Rein von der Erzähltechnik ist es sicher interessant, vor dem Hintergrund eines nahenden Weltendes das Verhalten der Gesellschaft in Form eines (in diesem Fall recht überladenen) Thrillers zu skizzieren. Zunächst bleibt unklar, welches Schicksal die Sonne ereilen wird. »Die da oben« wissen schon Bescheid und trachten mit allen Mitteln, das Wissen um die dräuende Katastrophe geheim zu halten. Die Sonne selbst spielt jedoch nur eine vage bis gar keine Rolle. Lediglich kurz aufflackernde Filmschnipsel des Solar Dynamics Observatorys – eigentlich wunderschöne Beispiele für die solare Aktivität - müssen mal wieder als Beleg für ihre »Gefährlichkeit« herhalten. Der dicke Schnitzer ist aber gleich in der ersten Folge ein Fake-Sonnenaufgang über London. Da geht in einer Einstellung die Sonne über der Stadt auf – und tchüss, »nach links«! Nehmen wir halt einen Sonnenuntergang und lassen ihn rückwärts ablaufen. Scheint keinem aufgefallen zu sein. Oder liegt London in naher Zukunft auf der Südhalbkugel?



▲ Abb. 1: So sah die Apollo-11-Crew 1969 bei ihrem Rückflug den Mond. Das Mare Crisium steht von der Erde aus gesehen nie in der Mondmitte!

## Romantik trotz Lichtverschmutzung?

In allen Filmgenres sind Himmelsobjekte gerne eingesetzter Zierrat. Hier gilt: Viel hilft viel. Immer wieder sind übertrieben große Monde zu sehen. Und wenn schon zu groß, dann bitte auch falsch. Ein legendäres Mondbild aus der Apollo-Ära, das den Vollmond aus erdunmöglicher Perspektive zeigt, hat gleich Eingang in mehrere Streifen gefunden. Beliebt sind zunehmende Mondsicheln, die spät in der Nacht erst auf- statt abends untergehen. Oder Mondphasen, die aussehen wie eine partiell bedeckte Sonne. Wenn es ganz romantisch wird, darf

ein prachtvoll funkelnder Sternhimmel nicht fehlen – und sei es über der Großstadt. Da hat sich das Protagonisten-Pärchen endlich gefunden, schon leuchten die Sterne über den Straßenschluchten von Ga-Ga-Land bei ansonsten voller Festbeleuchtung.

All das fällt natürlich nur den Astro-Nerds auf. Ja, darf denn ein Film nicht aus dramaturgischen Gründen machen, was er will? Doch natürlich, er darf! Geräusche, Effekte, merkwürdig rumhängende Monde – geschenkt. Es geht um Unterhaltung und nicht um wissenschaftliche Lehrfilme. Aber je nach Vorwissen des Publikums sind solche Stilmittel eben für unfreiwillige Lacher gut. ▶ Paul Hombach

NASA

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

# MONDFINSTERNIS UND MARSOPPOSITION IN EINER NACHT

## Der 27. Juli 2018 im Internet

Mondfinsternisse und Marsoppositionen beobachtet man am besten mit einem Fernrohr, weil das Internet das Erlebnis einer astronomischen Beobachtung unter einem natürlichen Sternenhimmel niemals ersetzen kann. Es gibt jedoch jede Menge Hilfen zur Vorbereitung der Beobachtung und Weiterbeschäftigung mit dem Thema. Die Besonderheit in diesem Jahr: am 27. Juli 2018 gibt es eine totale Mondfinsternis, gleichzeitig steht der Mars in Opposition zur Sonne und ist die ganze Nacht hindurch zu sehen. Beide Ereignisse sind von Deutschland aus aber nur unter sehr ungünstigen Bedingungen zu sehen. Die Finsternis ist nur teilweise sichtbar und der Mars kommt hier nur wenige Grad über den Horizont.

## Alles über Mondfinsternisse

Eine gute Übersicht zu vergangenen, aktuellen und künftigen Mondfinsternissen, die von Mitteleuropa aus bis zum Jahr 2050 sichtbar sind, bietet die Seite »Mondfinsternis.info«, während man bei »timeanddate.com« die weltweit bis 2028 stattfindenden Mondfinsternisse abrufen kann. Wie Mondfinsternisse entstehen und welche Typen es gibt, wird außerdem auf verschiedenen Seiten bei »Astronomie.info« und »Astronomie.de« erläutert. Eine zusammenfassende Darstellung beider Ereignisse kann bei der Vereinigung der Sternfreunde e.V. unter dem Stichwort »Ein astronomischer Sommernachtsstraum« abgerufen werden.

## Roter Planet tief am Himmel

Während der Marsopposition wird der Rote Planet der Erde bis auf rund 58 Millionen Kilometer nahekommen und damit den größtmöglichen scheinbaren visuellen Durchmesser von 24,3 Bogensekunden aufweisen. Der erdnächste Punkt wird allerdings erst am 31. Juli erreicht. In dieser Zeit wird er zwar  $-2,8^m$  hell sein, bei uns aber weniger als  $16^\circ$  hoch über den Horizont aufsteigen und dennoch zum hellsten Objekt der Nacht werden.

Eine umfangreiche Seite zur »Marsopposition 2018« hat die Kuffner-Sternwarte in Wien zusammengestellt, ein Steckbrief zum Planeten findet sich in der »Astrokramkiste« und auf der Website der TV-Dokumentationsreihe »Planet Wissen« kann man neben allgemeinen Informationen ein etwa 7-minütiges Video abrufen. Die auf Youtube nach wie vor abrufbare »interstellarum-Sternstunde« enthält in verschiedenen Ausgaben Hinweise zur Marsbeobachtung. Aktuelle Informationen zur am 5. Mai 2018 gestarteten Marssonde »InSight« findet sich an verschiedenen Stellen im Web und auch bei Youtube. Marszeichner können Schablonen bei der »ALPO (Association of Lunar & Planetary Observers), Section Mars« abrufen und sich dort weitere Informationen holen.

Zu guter Letzt sollte man auch einen Blick auf den Internetauftritt der »Mars Society« werfen, wie auch auf das inzwischen abgeschlossene Projekt »Mars 500« und natürlich ins umfangreiche NASA-Bildarchiv mit unzähligen Marsbildern.

► Manfred Holl



M. Holl

▲ Abb. 1: Totale Mondfinsternis am 28.9.2015. So wird man den Mond in Deutschland leider nur bis zum Beginn der Dämmerung sehen können.

## INTERAKTIV

### Netznews

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

## SURFTIPPS

Alle Links zu den im Text erwähnten Angeboten im Internet.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a16091](https://oc1m.de/a16091)



NASA/JPL-Caltech/MSSS

▲ Abb. 2: Ein Blick, wie ihn nur eine Planetensonde bieten kann: Diese Aufnahme des Marslander Curiosity zeigt Aeolis Mons, den Zentralberg des Gale-Kraters..



# SPACE CHECKER

## STERNE funkeln für jeden

Um auch benachteiligten Kindern einen Blick an den Himmel zu ermöglichen, verschicken belgische Amateurastronomen Teleskope in alle Welt

Manche Kinder und Jugendliche haben es schwerer als andere, die Schönheiten des nächtlichen Sternhimmels mit einem Teleskop einmal selbst zu erleben – behinderte Kinder etwa oder auch Mädchen in Ländern, in denen Frauen alles andere als gleichberechtigt sind. Das Projekt »Sterne leuchten für jeden« und »Space4Girls« will genau diesen Kindern helfen.

SSVI



► Abb. 1: Guy Wauters (von links), Jean Pierre Grootaerd und Frank De Winne mit einem Teleskop der Aktion »Sterne leuchten für jeden«

Die Idee zu »Sterren Schitteren Voor Iedereen«, so der Originalname des Projekts, kam Jean Pierre Grootaerd während einer Zugfahrt nach Gent Anfang 2015. »Ich bin freiwilliger Mitarbeiter am Institut für Physik und Astronomie der Universität Gent und an der mit der Universität verbundenen Volkssternwarte Armand Pien«, erzählt er. Doch während viele Kinder und Jugendliche recht einfach eine Sternwarte besuchen können, haben es andere deutlich schwerer: »Ich habe selbst einen Sohn mit einer geistigen Behinderung, der auch eine entsprechende Einrichtung besucht. Ich biete den Menschen dort regelmäßig die Möglichkeit, mit einem Teleskop den Mond zu

beobachten. Für sie ist es oft nämlich nicht so ohne weiteres möglich, eine Sternwarte zu besuchen.« So entstand ein Projekt, mit dem genau solchen Menschen geholfen werden soll.

### Teleskope mit Betreuung

Grootaerd erzählte Harrie Rutten, einen der beiden Autoren des amateurastronomischen Standardwerks »Telescope Optics«, von sei-



▲ Abb. 2: Das Plakat der Aktion »Sterren Schitteren Voor Iedereen«.

ner Idee. Dieser war begeistert und kontaktierte Helmut Ebbert von der Firma Bresser, der dem Projekt spontan 30 Teleskope zur Verfügung stellte. Diese wurden von freiwilligen Helfern mit einfachen Holzmontierungen ausgestattet, die alle von Hand gebaut wurden. »Mein Kollege Guy Wauters hat diese Montierung basierend auf einem Vorschlag von Harrie Rutten entworfen«, erzählt Grootaerd.



▲ Abb. 3: Alexander Gerst beim Signieren eines der Teleskope der Aktion.

taerd. Einige der Montierungen wurden auch von Künstlern bemalt.

Wichtig ist Grootaerd und seinen Kollegen, dass sie den Kindern und ihren Betreuern nicht nur ein Teleskop zur Verfügung stellen, sondern dass gleichzeitig auch eine Betreuung durch einen Amateurastronomen oder eine Sternwarte sichergestellt ist, die bei allen Fragen rund um das Teleskop helfen kann. Schließlich sollen die Teleskope auch genutzt werden und nicht nur in der Ecke eines Klassenzimmers stehen.

### Autogramme auf dem Tubus

Um das Projekt bekannter zu machen, bemühte sich Grootaerd um Unterstützung auch von Prominenten und konnte den ersten bel-

gischen Astronauten Dirk Frimout als Paten von »Sterren Schitteren Voor Iedereen« gewinnen. Mit dem Spin-Off »Science4Girls« sollten zudem Mädchen in Ländern angesprochen werden, in denen Frauen oft Probleme haben, überhaupt eine vernünftige Schulbildung zu bekommen. Der zweite belgische Astronaut Frank De Winne wurde Pate dieser Aktion. Als Direktor des Europäischen Astronautenzentrums der ESA in Köln hatte er zudem Kontakt zu vielen anderen Astronauten, so dass die Teleskope heute nicht mehr verschickt werden, ohne sie von mindestens einem Astronauten signieren zu lassen. Zu den Unterstützern der Aktion zählen inzwischen zahlreiche NASA- und ESA-Astronauten, darunter Apollo-16-Astronaut Charlie Duke, Anna Lee Fischer, Scott

Kelly, Andreas Mogensen, Thomas Pesquet und auch der deutsche Astronaut Alexander Gerst.

Mittlerweile ist das Projekt – auch dank der Zusammenarbeit mit dem Bildungsprogramm Universe Awareness – in 32 Ländern tätig, darunter in Mosambik, Senegal, Nigeria, Pakistan, Sao Tome, Indonesien und Nepal. Jede Gruppe, die sich um ein Teleskop bewirbt, wird dabei gründlich unter die Lupe genommen, damit sichergestellt ist, dass die Teleskope auch tatsächlich den Zweck erfüllen, für den sie gedacht sind.

Grundsätzlich sind die Teleskope und die Montierungen für die Empfänger kostenlos, was nach Willen von Grootaerd und seinem Team auch so bleiben soll. Da aber das Material für die Montierungen, der Versand und die ganze Organisation Geld kosten, ist das Projekt auf Spenden angewiesen, um auch diese Kosten zu decken. Pro verschicktem Teleskop entstehen – trotz gespendeter Teleskope und der Hilfe zahlreicher Freiwilliger der Universität Gent und der Volkssternwarte – Kosten von durchschnittlich rund 130 Euro.

### Große Nachfrage

Schulen und Vereine, die sich für ein Teleskop interessieren, sollten sich am besten direkt an Grootaerd wenden: »Mir ist wichtig, dass die Antragsteller eine gute Motivation haben; sie müssen einen Grund nennen, warum sie das Teleskop haben wollen und beschreiben, was sie damit vorhaben«. Die Nachfrage nach den Teleskopen ist groß: Mehrere hundert Anfragen gehen in jedem Jahr beim Projekt ein. Verschickt werden pro Jahr etwa 30 Teleskope, damit das Team auch die Betreuung gewährleisten kann, die den Initiatoren von Anfang an wichtig war.

► Stefan Deiters



▲ Abb. 4: Schülerinnen in Lahore in Pakistan lernen spielerisch etwas über Raumfahrt. Dank »Science4Girls« werden sie bald auch über ein Teleskop verfügen.

### IM DETAIL

#### Unterstützer gesucht

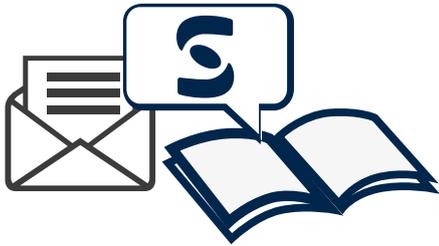
Das Projekt »Sterne leuchten für jeden« kann jeder durch eine Spende auf das Konto der Volkssternwacht Armand Pien, Rozier 44, 9000 Ghent, IBAN BE857360 1280 7906, BIC KREDBEBB unterstützen. Weitere Informationen auch auf der Website des Projekts.

### SURFTIPPS

- [Sterren Schitteren Voor Iedereen](#)

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a16093](https://www.kurzlink.de/a16093)

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



# LESERBRIEFE

## Abenteuer Astronomie 15

### Spix' Spechteltipps: Die Navis des Nachthimmels

*Ich habe eine Frage zur Namensgebung von Sternen. In meinem Reiseatlas sind die Sterne von Sternbildern und manchmal auch benachbarte mit griechischen Buchstaben benannt, z.B.  $\alpha$  UMa, der Dubhe im großen Bären bezeichnet. Woher kommt diese Namensgebung und was hat sie zu bedeuten? Tobias Wöhrmann*

Die Bezeichnung der Sterne mit griechischen Buchstaben stammt aus dem Jahr 1603. Der deutsche Astronom und Jurist Johann Bay-

er veröffentlichte zu dieser Zeit einen Himmelsatlas - die Uranometria -, der die erste genaue Sternkarte des nördlichen und südlichen Sternhimmels darstellte. Bayer führte dazu ein neues System zur Benennung der Sterne ein, die sogenannte Bayer-Bezeichnung. Sie setzt sich aus einem griechischen Buchstaben und dem lateinischen Namen des Sternbilds zusammen. In der Regel wird der hellste Stern eines Sternbilds dabei mit »Alpha« bezeichnet, z. B.  $\alpha$  UMa (Alpha Ursae Majoris) für den Stern Dubhe, danach folgen »Beta«, »Gamma« etc. Später wurden diese Bezeichnungen noch mit lateinischen Klein- und Großbuchstaben ergänzt.

Lambert Spix



## NEUHEITEN, WORKSHOPS UND VORTRÄGE AUF DER AME

Astromesse in Villingen-Schwenningen findet am 8. September 2018 bereits zum 13. Mal statt.

Am Samstag, 8. September 2018, wird die Stadt Villingen-Schwenningen im Südwesten Baden-Württembergs wieder zu dem Treffpunkt für Amateurastronomen: Von 10 bis 17 Uhr findet auf dem Messegelände in Schwenningen die 13. Internationale Astronomie-Messe AME statt, auf der zahlreiche bekannte Aussteller wieder ihre Neuheiten rund um die Astronomie aus den Bereichen Sternwarten, Teleskope, Bücher und Zeitschriften, Ferngläser, Fotos und Outdoor-Ausrüstungen präsentieren. Auch viele amateurastronomische Vereine und Sternwarten werden wieder vertreten sein.

Zur Messe gibt es ein umfangreiches Rahmenprogramm mit Vorträgen und Workshops, das teilweise schon am Donnerstag davor auf der Sternwarte Zollern-Alp beginnt. Angeboten werden etwa ein Workshop zum Einstieg in die Deep-Sky-Fotografie und zur Mond- und Planetenphotografie. Scheint die Sonne am Messetag, werden vor der Halle Sonnenbeobachtungen angeboten.

► Stefan Deiters



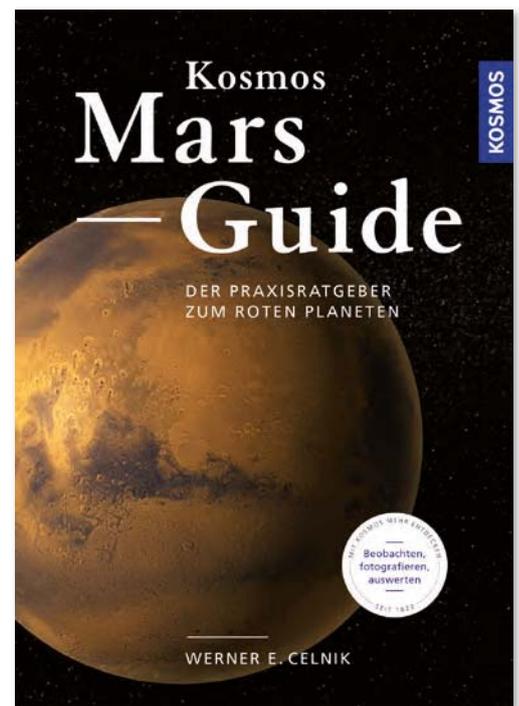
► Abb. 1: Der Stand des Oculum-Verlags und von »Abenteuer Astronomie« war 2017 einer der Anziehungspunkte auf der AME.

## Buch: Mars Guide

Da ist er wieder: Mars, wie er sich kaum schöner zeigen könnte. Nicht mehr ganz jugendliche Sternenfrende erinnern sich an die Oppositionen Anfang des Jahrtausends. Das Webcam-Fieber grassierte. In Kombination mit Teleskopen, Notebooks und komfortabler Software war es möglich, Bilder des Roten Planeten anzufertigen, die Jahre zuvor undenkbar gewesen waren. Aber noch während die Beobachter Ausrüstung und Bildbearbeitung optimierten, schrumpfte das Marsscheibchen am Himmel. Es blieb das lange Warten auf 2018. Gefühlt eine Generation später sind wir im All ähnlich nah zusammengerückt. Der Kosmos-Verlag hat mit dem »Mars Guide« zur 2018er Opposition einen Leitfaden für

Mars-Beobachtungen aufgelegt. Werner E. Celnik erinnert in seinem ersten Satz an die großen Entdeckungsmissionen der Mars-Rover. Auch wenn diese brillante Nahaufnahmen liefern, hält er den Mythos Mars für keineswegs entzaubert. Wer sich dem hingibt, für den hat das Buch das nötige Rüstzeug parat.

Die 175 Seiten sind logisch in fünf Kapitel gegliedert. Die Einführung in die Geschichte der Marsentdeckungen sowie die Besonderheiten der Marsbahn ist knapp, aber für einen Praxistratgeber ausreichend und für Einsteiger nachvollziehbar. Weitere Abschnitte behandeln die Beobachtung mit bloßem Auge und Großfeldfotografie, Beobachtung durchs Teleskop und speziell die Video-/Fotografie durchs Teleskop. An Fortgeschrittene wendet sich ein Kapitel mit Spezialthemen wie Bedeckungen oder Marsmonde. Viele Anregungen für eine subjektiv wieder zu kurze



Super-Opposition. Doch manche Tipps sind auf andere Planeten anwendbar. Und Mars bleibt ja – etwas kleiner – am Himmel erhalten, bis er 2035 wieder so nahekommt. «

► Stefan Zaruba

### IM DETAIL

**Werner E. Celnik: Mars Guide,**  
**Franck-Kosmos-Verlag,** 2018,  
 ISBN: 978-3-440-15913-2, 24,99€

## iOS-App: Theodolite

Wie hoch steht der Mond gerade am Himmel? Werde ich von meinem Standort aus heute Nacht den Planeten sehen können oder bleibt er durch das Nachbarhaus verdeckt? Wenn ein Komet 40 Grad über dem SSW-Horizont steht, in welcher Höhe muss ich ihn dann suchen? Oft müssen Amateurastronomen die Höhe eines Objektes über dem Horizont einschätzen oder bestimmen und die gängige Faustformel (»Die Faust am ausgestreckten Arm umfasst rund 10 Grad.«) ist oft recht ungenau. Die für iOS-Smartphones unter dem Namen »Theodolite« erhältliche App (die als »Theodolite HD« auch fürs iPad erhältlich ist) bietet für derartige Fragestellungen eine sehr genaue und differenzierte Antwort. Die App nutzt nicht nur die Standort- und GPS-Informationen des Nutzers, sondern sie liest auch die Lagesensoren des



iPhone/iPad

aus, um unter anderem die aktuelle Höhe des Beobachtungsortes, die derzeitige Blickrichtung/Himmelsrichtung und eben auch die Höhe eines mit der Kamera angepeilten (Himmels-)Objektes zu bestimmen: Hierzu werden die genannten Informationen direkt mit dem Live-Kamerabild zusammengeführt, so dass in dieser Augmented-Reality-Darstellung alle Informationen live aktualisiert und auf einen Blick verfügbar gemacht werden. Für Amateurastronomen besonders hilfreich ist dabei die Funktion, mit der Objekte achtfach

herangezoomt werden können, wodurch sich Himmelsobjekte exakter anpeilen und vermessen lassen.

Die nicht ganz preiswerte App bietet umfangreiche Einstellungsmöglichkeiten und zudem die Möglichkeit, die abgerufenen Informationen als Foto abzuspeichern, so dass auch nächtlich gesammelte Informationen nicht umständlich in der Dunkelheit abgeschrieben werden müssen.

► Ullrich Dittler

### IM DETAIL

**iOS-App: Theodolite,** Version 6.0.,  
 iOS 10 oder höher, 6,99€



# VIER VERFLIXTE FEHLER

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



▲ Abb. 1: Der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst bei einem Außenbordeinsatz während seines ersten ISS-Aufenthalts im Jahr 2014.

## AstroAlex und Kollegen

Seit 1991 ist er wieder im All: der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst. Es ist die zweite Mission des gebürtigen Berliners zur Internationalen Raumstation ISS und diesmal wird er für einige Wochen auch das Kommando über

die ISS übernehmen – als erster Deutscher und zweiter ESA-Astronaut. Der erste ISS-Kommandant aus den Reihen der ESA war der italienische Astronaut Luca Parmitano, der 2013 die ISS besuchte. Während eines Außenbordeinsatzes wäre dieser fast »ertrunken«, da sich sein Helm mit Wasser gefüllt hatte. Alexander Gerst ist der zwölfte deutsche Astronaut. Der erste war

Sigmund Jähn, der 1978 die sowjetische Raumstation Mir besuchte – damals noch als Bürger der DDR. Der erste bundesdeutsche Astronaut war Ulf Merbold. Er flog rund fünf Jahre später erstmals mit einer US-amerikanischen Raumfähre ins All. Zwei weitere Raumflüge folgten – darunter auch einer zur Raumstation Mir.

► Stefan Deiters

### Auflösung: Das waren die vier Fehler aus Heft 15

Nicht die UNO-Vollversammlung, sondern die Internationale Astronomische Union hat 2006 in ihrer Generalversammlung entschieden, dass Pluto künftig kein Planet, sondern ein Zwergplanet sein soll. Vesta zählt bislang nicht zu den Zwergplaneten und die Helligkeit eines Objekts zur Opposition spielt in der Planetendefinition keine Rolle. Pluto hat zudem nicht vier bekannte Monde, sondern fünf.

### Die Gewinner des Rätsels aus Abenteuer Astronomie 15 sind:

Astrid Lange, Helpsen  
Bernd Klodner, Uslar  
Klaus Schimm, Bautzen

Alle Gewinner erhalten je ein Exemplar des »Atlas der großen Kometen«.

Mitmachen & gewinnen!

Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir unter den richtigen Einsendungen diesmal den einzigartigen Bildband »Sternwarten«. 95 Sternwarten auf fünf Kontinenten werden hier in Wort und Bild vorgestellt.

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

280 Seiten, Hardcover, durchgehend farbig, 24,90€



# Abenteuer Astronomie 17, im Handel ab 21. September 2018

E. Kraaikamp/D. Peachy/F. Colas/M. Delcroix/R. Hueso/C. Spillanu/G. Therin/OMP/IMCEE/S2P



▲ Nicht nur schöne Bilder – wie Amateurastronomen der Wissenschaft helfen



NASA/Chris Gunn

▲ JWST: Wann startet der Hubble-Nachfolger?



P. Oden

▲ Pico del Veleta: Durch den Schnee bis zum Ereignishorizont

## 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, Leserbrief  
[redaktion@abenteuer-astronomie.de](mailto:redaktion@abenteuer-astronomie.de)  
 (0049) 9131-9774664

### Anzeigen

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

### Korrektur

Verena Tießen, Manfred Holl, Paul Hombach, André Knöfel

### Anzeigenleitung

Ronald Stoyan

### Abo-Service

Melanie Jessen

### Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

### Grafik

Arnold Barmettler, Karina Horn, Dieter Reimann

### Vertrieb

IPS Pressevertrieb GmbH, Meckenheim

## Hinweise für Leser

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

**Datenquelle:** Himmels-Almanach 2018

**Koordinaten:** äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

**Helligkeiten:** sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

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

## 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

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