

Titelbild: Die Sonnenfinsternis vom 29. März 2006, aufgenommen am Strand von Side in der Türkei. *Sebastian Voltmer*

REDAKTION IM EINSATZ

Leuchtende Wolken

Erst war da nur ein Glühen ganz tief am Nordhorizont, zu erspähen nur aus dem obersten Dachfenster: Da waren sie ja wieder, die Leuchtenden Nachtwolken, von denen am Vorabend schon einige Beobachter in einschlägigen Web-Foren geschwärmt hatten. Zu dieser Zeit war ich allerdings unterwegs und hatte davon nichts mitbekommen.



Eines der wenigen leidlich gültigen Gesetze für diese nur im Sommer auftretenden Eiswolken in über 80km Höhe lautet aber: Abends guten folgen oft am Morgen noch viel bessere. Dazwischen gibt es eine Pause, wenn selbst die Sommersonne zu tief unter den Horizont sinkt, um die Wolken noch zu beleuchten – aber die war am 6. Juli um kurz vor 3 Uhr Sommerzeit, eindeutig zu Ende.

Die folgenden anderthalb Stunden sollten alles in den Schatten stellen, was ich in Sachen Nachtwolken in Jahren erlebt hatte: Die hinter dem Horizont höher steigende Sonne ließ mehr und mehr des Leuchtenden Nachtwolken-Felds über Deutschland aufleuchten – und es reichte an meinem Standort bei Bonn bis praktisch in den Zenit!

In der Morgendämmerung war der halbe Himmel von dem filigranen Netz der NLCs überzogen (siehe auch Seite 76), bis es der helle Himmel allmählich verschluckte. Alles hatte gepasst, von der Dichte, Ausdehnung und ungewohnt südlichen Lage des Wolkenfeldes bis zur superklaren Troposphäre darunter, die mir perfekte Sicht erlaubte: Das kommt – in Nordrhein-Westfalen jedenfalls – so schnell nicht wieder.

► Daniel Fischer



Stefan Deiters

Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

kaum ein astronomisches Ereignis findet in der Öffentlichkeit so viel Aufmerksamkeit wie eine totale Sonnenfinsternis. Vom deutschen Sprachraum aus wird ein solches Schauspiel in den kommenden Jahrzehnten nicht zu beobachten sein. Wer eine totale »SoFi« also selbst erleben möchte, muss in ein anderes Land oder sogar auf einen anderen Kontinent reisen – oft in sehr abgelegene und touristisch wenig erschlossene Regionen.

Die Sonnenfinsternis im August 2017 allerdings wird von einem schmalen Streifen aus zu beobachten sein, der mitten durch die Vereinigten Staaten von Amerika verläuft. Für dieses Heft hat unser Autor Stefan Krause umfangreiche Informationen zur Planung der eigenen Reise zur »Great American Eclipse« zusammengestellt. In dem Artikel finden Sie nicht nur Daten zum Verlauf der Totalitätszone, sondern auch über das zu erwartende Wetter und die Verkehrsanbindung in den jeweiligen Regionen (Seite 52).

Eine der wohl wichtigsten wissenschaftlichen Nachrichten des Jahres war die Meldung über den ersten direkten Nachweis von Gravitationswellen. Für die Wissenschaftler beginnt nun das Zeitalter der Gravitationswellen-Astronomie. Doch was bedeutet das eigentlich? In unserem Hintergrundbericht erläutert Benjamin Knispel, was wir von diesem neuartigen Blick ins Universum in den nächsten Jahren erwarten können (Seite 20).

Neben Berichten zu Beobachtung, Technik und aus der Amateurastronomie-Szene, die Sie von »Abenteuer Astronomie« gewohnt sind, darf in diesem Heft auch ein besonderer Blick zu unserem Nachbarplaneten Mars nicht fehlen: Im Oktober erreicht nämlich die europäisch-russische Sonde »ExoMars Trace Gas Orbiter« den Roten Planeten. Mit dem Landemodul Schiaparelli wird es erstmals einen europäischen Landeversuch auf dem Mars geben. Unser Redakteur Daniel Fischer beschreibt in seinem Artikel detailliert, was sich die Forscher von der Mission versprechen und wie die entscheidenden sechs Minuten der Landung aussehen werden (Seite 14).

Ich wünsche Ihnen eine interessante und unterhaltsame Lektüre.

Ihr

Wissen

First Light

- 8 Durch die kosmische Linse
- 9 Volkszählung im Orionnebel
- 10 Eine Rakete – 21 Satelliten
- 11 Pendelverkehr zur ISS

Fischers fantastische Zahlen
12 700.000 Lichtjahre Durchmesser

Deiters' erstaunliche Fakten
13 Hat die Erde noch einen weiteren Mond?

Hauptartikel

14 ExoMars vor dem Ziel
Trace Gas Orbiter und Landemodul Schiaparelli erreichen den Roten Planeten

Hintergrund

20 Die dunkle Seite des Kosmos

Update

- 24 Kleiner Schritt zum Mars
- 25 Mission von New Horizons verlängert

Müllers Universum

26 Was ist kosmische Inflation?

Astro-Abc

27 D wie Doppelstern

Reise zur SCHWARZEN SONNE

52

Die »Great American Eclipse« im August 2017 selbst erleben

Einsteiger?

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



Himmel

Wichtige Ereignisse

- 28 »Riesenmond« am Herbsthimmel
- 29 Gasplanet auf dem Weg nach Norden
- 29 Prominenter Zwergplanet

Aktuell im Sonnensystem

- 30 Der Mond im Oktober/November
- 31 Die Planeten im Oktober/November
- 32 Sonne aktuell
- 33 Kometen aktuell
- 34 Planeten aktuell

Jetzt am Abendhimmel

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

6

Praxis

Spix' Spechteltipps

42 Großartige Einöde
Die vielfältigen Formationen des Mondes

Stoyans Sky

44 Rund um die Dreiecksgalaxie
Deep-Sky-Ziele um M 33

Astrophysik live

48 Ceres im Visier

Artikel

52 Reise zur schwarzen Sonne
Die »Great American Eclipse« im August 2017 selbst erleben

Großartige Einöde

Die vielfältigen Formationen des Mondes

42



Mein Weg zurück zur Astronomie

Den Astro-Virus am Leben erhalten

Space Checker

Unsere Rubrik für Kids von Kids Aquarium als Atmosphäre, Seite 80

60

Striche am Nachthimmel

Technik

Dittlers Fotoworkshop
60 **Striche am Nachthimmel**

Dittiés Idee
62 Moderne Akkus fürs Teleskop

Teleskop-Tuning
63 Entspannungskurs

Praxis-Check
64 **Wie hoch darf es sein?**
*Vixen High Resolution
Okularserie im Test*

Weigands Techniktipps
66 Bilddaten für
Stacking optimieren

Erlebnis

Artikel
68 **Mein Weg zurück zur Astronomie**
*Wie ich erneut vom
»Astro-Virus« gepackt wurde*

Mein bestes Astrofoto
72 Das Auge des Herkules

Leser-Galerie
74 Lesergalerie

Rückblick
76 Leuchtende Wolken

Szene

Interview
78 **Christopher Kyba**

Space Checker
80 Das Aquarium als Atmosphäre

Netznews
82 Gebrauchtes Teleskop runderneuert

Diskurs & Diskussion
84 Ich lasse beobachten

Vor 100 Ausgaben
85 interstellarum 5

Astronomie vor Ort
88 Neuigkeiten und Veranstaltungen
unserer Partner-Sternwarten
89 Eine Sternwarte wird zur Steinwarte

Astro-Puzzle
91 Raten und gewinnen!

Rezensionen
92 Sky Watcher
92 Cosmic Watch

Marktplatz
93 Novitäten und Nachrichten von
Herstellern und Händlern

Leserbriefe
96 Leserbriefe

Rubriken

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

78

Lichtverschmutzungsforscher
Christopher Kyba
im Interview

DURCH DIE KOSMISCHE LINSE

Ein Galaxienhaufen als Teleskop

NASA, ESA und I. Lotz (STScI)

▲ Abb. 1: Im Rahmen des Programms »Frontier Fields« macht das Weltraumteleskop Hubble besonders tiefe Aufnahmen von großen Galaxienhaufen, die für Galaxien weit dahinter Gravitationslinse spielen: Die Schwerkraft der Haufengalaxien verbiegt die Lichtstrahlen der entfernten Systeme und

lässt sie als bläuliche Bögen erscheinen. Hier sind viele davon rund um den vier Milliarden Lichtjahre entfernten Haufen Abell S1063 zu sehen. Die noch viel weiter entfernten Galaxien werden durch diese Linsenwirkung heller, auffälliger und mitunter überhaupt erst sichtbar.

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

Volkszählung im Orionnebel



▲ **Abb. 2: Wie sieht die Massenverteilung der Sterne in einem Sternentstehungsgebiet aus?** Dieses spektakuläre Falschfarbenbild entstand bei dem Versuch, diese Frage zu beantworten. Die bisher tiefste Aufnahme des Orionnebels im nahen infraroten Licht wurde mit dem In-

strument HAWK-I des Very Large Telescope erstellt, um massearme Sterne und Objekte zu zählen, bei denen es nicht zur Zündung der Wasserstofffusion gereicht hat. Die Astronomen fanden hier deutlich mehr dieser Objekte, als sie erwartet hatten.

EINE RAKETE – 21 SATELLITEN

Massensendung



▲ Abb. 3: Ein indisches Polar Satellite Launch Vehicle hat am 22. Juni mindestens 20 Satelliten in den Erdorbit gebracht. An Bord waren ein großer nationaler Kartografie-Satellit und 19

kleine und kleinste Satelliten aus mehreren Ländern, darunter der deutsche Satellit BIROS. In diesem steckte zudem der winzige Satellit BEESAT-4 der TU Berlin, der nach einigen Monaten ausge-

stoßen werden soll. Chronisten der Raumfahrt zählen daher 21 Satelliten auf der Rakete, während die indische Weltraumbehörde ISRO nur 20 nennt.



Einmal Asteroid und zurück

◀ Abb. 4: OSIRIS-REx heißt die NASA-Sonde, die hier am Kennedy Space Center in Florida auf den Start auf einer Atlas V vorbereitet wird. Die Abkürzung steht für »Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security – Regolith Explorer«. Ziel der Mission ist der Asteroid (101955) Bennu, den die Sonde 2018 erreichen soll, um hier mindestens 60 Gramm Proben zu nehmen. Diese werden dann 2023 auf der Erde zurückerwartet. Der Start war für September geplant.

PENDELVERKEHR ZUR ISS

NASA/Bill Ingalls



NASA/Bill Ingalls

a

► Abb. 5: Am 7. Juli 2016 starteten drei neue Besatzungsmitglieder an Bord einer Sojus MS-01 zur Internationalen Raumstation ISS – hier verfolgt von einer Reihe Fotografen in Baikonur (a). Bereits am 18. Juni waren drei ISS-Crewmitglieder zur Erde zurückgekehrt – darunter der britische ESA-Astronaut Tim Peake (b).

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



INTERAKTIV



Daniel Fischer ist Redakteur bei Abenteuer Astronomie und unser Mann für die wahrhaft astronomischen Zahlen. Sie können ihn befragen über redaktion@abenteuer-astronomie.de oder unsere Facebook-Seite.

Kurzlink: oc1m.de/fb

86.467 Sterne

enthält ein neuer Katalog, den ein kleines Teleskop erstellt hat – auf dem Mond! Das Lunar-based Ultraviolet Telescope (LUT) befindet sich auf Chinas Chang'e-3, der Ende 2013 sanft gelandet war und – im Gegensatz zum inzwischen verstummten Rover Yutu – auch heute noch funktioniert. Unter Ausnutzung der Mondrotation und eines cleveren Spiegelsystems hat das 15-cm-Teleskop mit einem speziellen CCD-Chip 2400 Quadratgrad in einem Ring um den Mondnordpol durchmustern können: Alle klar im Spektralbereich 245 bis 345nm detektierten Punktquellen, die auch im Tycho-Katalog des Satelliten Hipparcos auftauchen, wurden in den LUT-Katalog aufgenommen.



SURFTIPPS

- GALEX (NASA)
- GALEX (Caltech)
- Very Large Array (VLA)
- Chang'e-3

Kurzlink: oc1m.de/a5012

Fischers fantastische Zahlen

700.000 Lichtjahre Durchmesser

hat die Galaxie UGC 1382 – wenn man nur intensiv genug hinschaut! Auf kurz belichteten Aufnahmen ist nur ein 40.000 Lichtjahre großes linsenförmiges Sternsystem zu erkennen, aber der NASA-Satellit GALEX sichtete im ultravioletten Licht eine extrem lichtschwache Scheibe mit schwachen Spiralarmen von 500.000 Lichtjahren Ausdehnung. Diese wiederum umgibt eine noch größere Scheibe aus Wasserstoffgas, die nur Radioteleskope sehen: UGC 1382 ist damit eine Galaxie des seltenen »Giant Low Surface Brightness«-Typs. Der Vergleich von Spektren zeigt, dass die finstere große Scheibe aus Sternen besteht, die vier Milliarden Jahre älter sind als die Sterne im hellen Zentrum: Vielleicht hat die zentrale helle Galaxie eine oder mehrere ältere gasreiche Zwerggalaxien verschluckt, aus deren wenigen mitgebrachten Sternen und Gas sich dann die schwachen Außenscheibe bildete.



NASA/PLU/Caltech/SDSS/NRAO

▲ Abb. 1: Das ganz Bild der Galaxie UGC 1382: Typische Aufnahmen im sichtbaren Licht zeigen nur den kompakten Kernbereich, der UV-Satellit GALEX fügte die zarten und großen Spiralarme dazu (in Blau dargestellt) und das Radioteleskop VLA eine gewaltige Scheibe aus Wasserstoff (grün gezeigt).

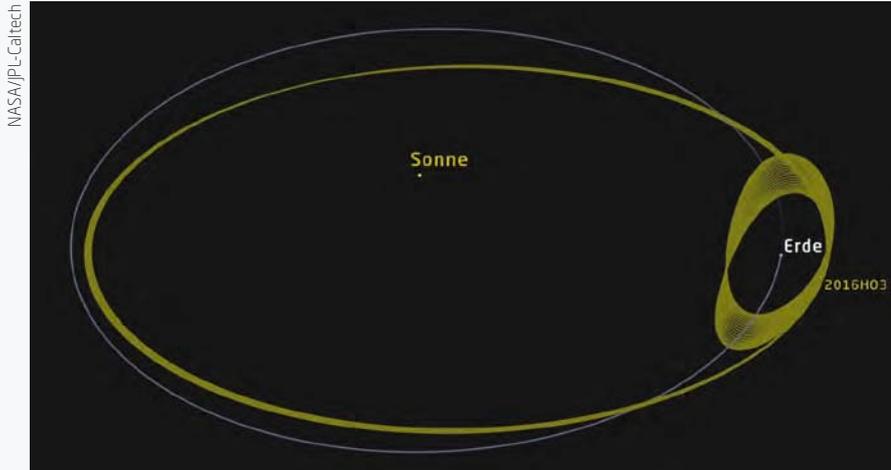
1,7 bis 3,2 Millionen Jahre

ist es her, dass zum letzten Mal in relativer Nähe zum Sonnensystem ein Stern explodierte: Von dieser Supernova in 300 bis 1000 Lichtjahren Entfernung zeugen chemische Spuren auf der Erde und dem Mond und zudem mehrere astrophysikalische Effekte. Aber hat die Explosion auch das Leben auf der Erde beeinflusst? Das ist gerade Gegenstand emsiger Forschung: Die in-

teressanteste Auswirkung sollte eine zeitweise Verdreifachung der Strahlenbelastung auf der Erdoberfläche sein, die bevorzugt große Organismen betraf und ihre Krebs- und Mutationsraten erhöhen sollte. Katastrophal ist das nicht, aber ein kleineres Artensterben beim Übergang vom Pliozän zum Pleistozän vor 2,5 Millionen Jahren hat möglicherweise damit zu tun.

Deiters' erstaunliche Fakten

Hat die Erde noch einen **weiteren Mond**?



▲ Abb. 1: Die besondere Bahn des Asteroiden 2016 HO3 macht ihn zu einem »Quasi-Satelliten« der Erde. Ein wirklicher Mond ist er allerdings nicht.

Nein. Unser Mond ist der einzige bekannte natürliche Trabant unseres Heimatplaneten. Allerdings entdeckten Astronomen am 27. April 2016 mit 2016 HO3 einen Asteroiden, dessen Orbit einige verblüffende Eigenschaften aufweist: Der zwischen 40 und 100 Metern durchmessende Brocken bewegt sich schleifenförmig um die Erde. Dabei kreist er allerdings nicht wirklich um die Erde wie ein richtiger Mond, sondern bewegt sich um die Sonne. Auf diesem

zur Bahnebene der Erde geneigten Orbit ist er für die Hälfte der Zeit der Sonne etwas näher und überholt somit die Erde. Die andere Hälfte der Umlaufbahn ist er weiter von der Sonne entfernt, so dass er wieder zurückfällt. Dabei kommt es im Laufe der Zeit zu leichten Bahnverschiebungen, doch nähert sich 2016 HO3 der Erde nie mehr als die 38-fache Mondentfernung an und entfernt sich auch nie weiter als die 100-fache Mondstanz von uns. Der Brocken dürfte die Erde schon fast

INTERAKTIV



Stefan Deiters ist Astrophysiker und arbeitet als Wissenschaftsjournalist. Er gründete 1999 den Onlinedienst astro-news.com. Seit Juni ist er Chefredakteur von Abenteuer Astronomie. Wenn Sie Fragen haben, die wir hier aufgreifen könnten, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder kontaktieren Sie uns über unsere Facebook-Seite.

Kurzlink: oc1m.de/fb

100 Jahre auf diese Weise begleitet haben und wird das, so die Berechnung der Astronomen, auch noch einige weitere Jahrhunderte tun. Sie bezeichnen 2016 HO3 daher als »Quasi-Satelliten«.

Könnte man auf der Oberfläche Plutos ohne Lampe ein Buch lesen?

Ja, zur Mittagszeit auf jeden Fall. Die Helligkeit ist dann in etwa vergleichbar mit der Helligkeit auf der Erde unmittelbar vor Sonnenaufgang oder kurz nach Sonnenuntergang. Wegen der großen Entfernung ist die Sonne aber natürlich mehr als tausend Mal lichtschwächer als von der Erde aus gesehen. Trotzdem ist sie noch immer

ein markantes und helles Objekt am Plutohimmel, das deutlich auffälliger ist als alle anderen Sterne.

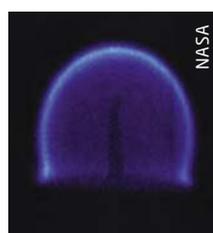
► Abb. 2: Künstlerische Darstellung der Oberfläche von Pluto mit der Sonne und der Sichel des Mondes Charon am Himmel.



Wie brennen Kerzen in Schwerelosigkeit?

Die Kerzenflamme sieht anders aus, als es uns von der Erde her vertraut ist – sie ist nicht länglich, sondern kugelförmig und hat eine blaue Farbe. Die bekannte längliche Form der Kerzenflamme entsteht, weil auf der Erde beim Brennen leichtere heiße Luft nach oben steigt und kühlere Luft nachströmen kann. Doch in der Schwerelosigkeit gibt es kein »oben«, so dass dies nicht funktio-

niert und die Flamme kugelförmig wird. Die uns von der Erde bekannte gelbliche Farbe erklärt sich durch Rußpartikel, die in der Flamme verbrennen. Im All strömt Sauerstoff deutlich weniger effektiv nach und die Flamme wird deshalb nicht so heiß. Wegen der niedrigeren Temperatur kann sich kein Ruß bilden, die Flamme erscheint daher blau.



◀ Abb. 3: Eine Flamme hat in Schwerelosigkeit nicht die uns vertraute Form.

SURFTIPPS

- Asteroid 2016 HO3

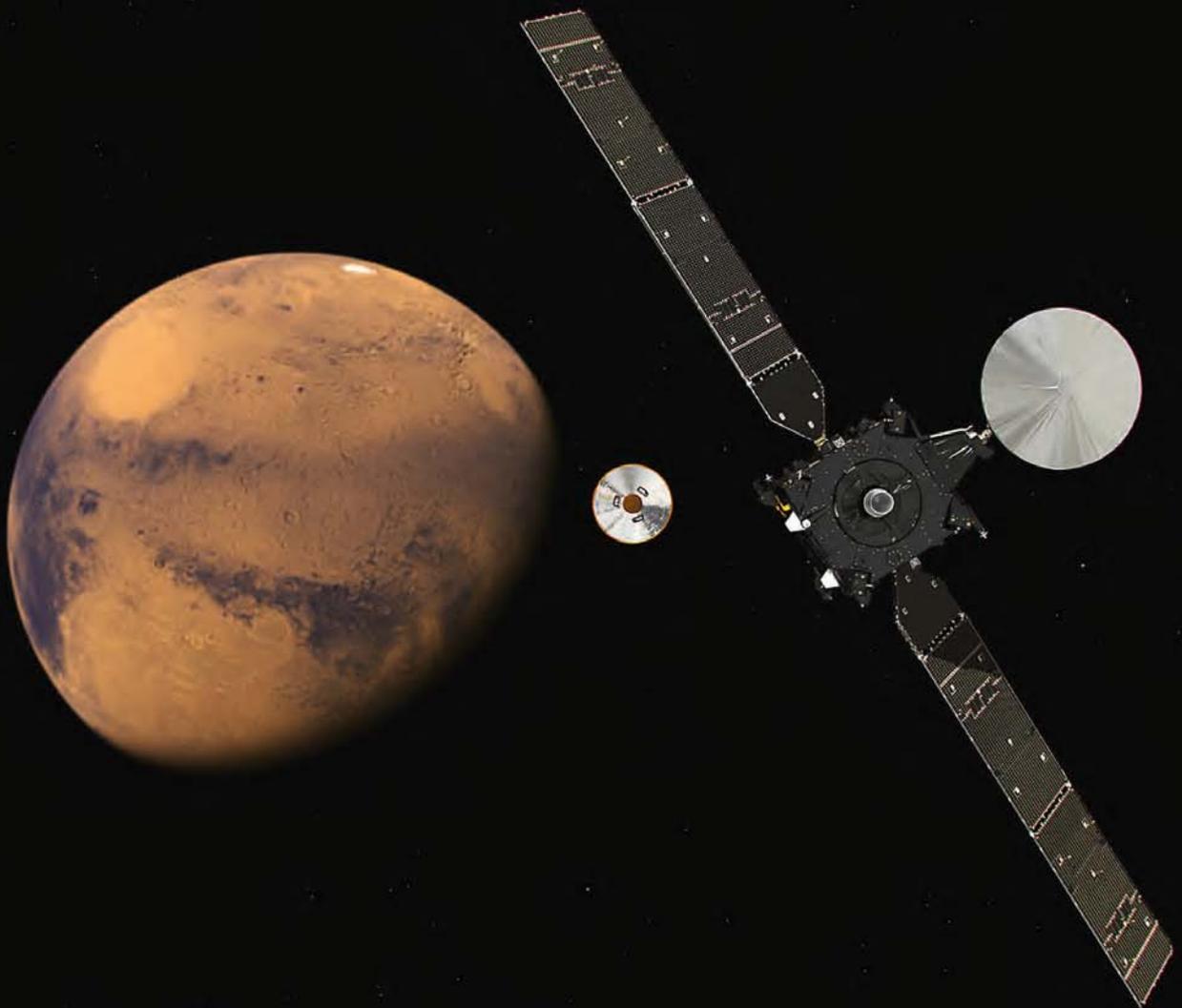
Kurzlink: oc1m.de/a5013

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

EXOMARS

VOR DEM ZIEL

ESA/ATG medialab



▲ Abb. 1: **Der 16. Oktober:** Der Landedemonstrator Schiaparelli hat sich – eingepackt in einen Hitzeschild – vom Trace Gas Orbiter gelöst, bevor beide drei Tage später den Mars erreichen.

Läuft alles nach Plan, wird ab Oktober eine weitere Sonde um den Mars kreisen und zudem für kurze Zeit ein neuer Lander auf der Oberfläche des Planeten seinen Dienst verrichten. Der europäisch-russische Exo-Mars Trace Gas Orbiter und das Landemodul Schiaparelli bilden aber nur die Vorhut für eine noch deutlich ambitioniertere Marsmission.

Trace Gas Orbiter und Landemodul Schiaparelli erreichen den Roten Planeten

Es kann gut sein, dass die frohe Botschaft zuerst aus Indien kommt: Schiaparelli ist auf dem Mars gelandet – und sendet. Denn wenn die europäische Weltraumbehörde ESA am 19. Oktober zum ersten Mal eine Landung auf dem Roten Planeten wagt, dann wird das kleine Modul keine direkte Funkverbindung mit der Bodenkontrolle in Darmstadt halten können: Nur über zwei Sonden im Marsorbit ist eine Kommunikation möglich. Diese zeichnen den Datenstrom während Abstieg und Landung erst ganz auf, bevor sie ihn Stunden später zur Erde weiterleiten.

Das »Giant Metrewave Radio Telescope« im indischen Bundesstaat Maharashtra jedoch wird auf den schwachen Funkträger Schiaparellis lauschen, seine Relativgeschwindigkeit zur Erde messen und die plötzliche Veränderung registrieren, wenn der Marsboden erreicht ist. Die Welt wüsste dann, dass nach den USA endlich auch Europa auf dem Mars angekommen ist – wenn auch nur mit einem technologischen Testgerät mit wenigen Tagen Lebensdauer.

Probelauf für Marslandung

Das »Entry, Descent and Landing Demonstrator Module« (EDM), das nach dem italienischen Pionier der Marsforschung, Giovanni Schiaparelli (1835–1910), benannt wurde, ist nämlich nur eine Zugabe zum Trace Gas Orbiter (TGO), der am selben Tag in den Marsorbit eintreten soll, an dem das EDM den Boden erreicht: Beide gehören zum Exo-Mars-Programm der ESA und Russlands, das zwei Missionen zum Mars umfasst. Der TGO und das EDM sind seit ihrem Start auf einer Proton-Rakete in Baikonur am 14. März unterwegs. Die zweite Mission, ursprünglich für 2018 geplant, ist dieses Jahr in das Mars-Startfenster im Sommer 2020 gerutscht. Auch sie



ESA - B. Bethge

▲ Abb. 2: Bereit für den Start im kasachischen Baikonur: Der dunkle Trace Gas Orbiter mit seiner großen Hauptantenne (links) und dem Landedemonstrator Schiaparelli (oben aufsitzend), bereits auf dem hellen Startadapter der Proton-Rakete montiert.

besteht wieder aus zwei Teilen: einer großen Landeeinheit und einem Marsrover.

Die ESA hat bislang noch nie eine Marslandung probiert. Der 2003 mit der Sonde Mars Express zum Roten Planeten gereiste Lander Beagle 2, der sich nie von der Oberfläche gemeldet hat, war eine rein britische Mission. Russland hingegen hat seit den 1970er Jahren eine schlechte Erfahrung nach der anderen mit Marsmissionen gemacht. Das EDM soll nun endlich Erfahrungswerte zum kontrollierten Sturzflug durch die Marsatmosphäre und zum weichen Aufsetzen liefern.

Getrennte Wege

Der Star der ersten ExoMars-Mission aber ist der Trace Gas Orbiter: Am 16. Oktober um 16:42 Uhr MESZ – alle Zeitenangaben beziehen sich auf Ereignisse am Mars; davon kündende

Funksignale erreichen die Erde genau zehn Minuten später – trennen sich die Wege der beiden Raumflugkörper. Der Orbiter führt exakt zwölf Stunden später eine kleine Bahnkorrektur durch, um nicht ebenfalls in die Marsatmosphäre einzutreten: Seine Flugbahn führt nun mehrere 100km über den Planeten hinweg.

Spannend wird es dann am 19. Oktober, wenn um 15:09 Uhr MESZ das große Triebwerk des TGO eingeschaltet wird: Bereits auf dem Weg zum Mars war es für Kurskorrekturen kurzzeitig gezündet worden, jetzt muss es zwei Stunden und 14 Minuten brennen, um die »Mars Orbit Insertion« zu schaffen und den Orbiter auch wirklich zu einem solchen zu machen. Mehrere große Antennenschüsseln von ESA und NASA werden die Frequenz des Funkträgers die ganze Zeit genau verfolgen: Die Abbremsung des TGO um 1,5km/s wird über den Doppler-Effekt messbar sein.

In den Marsorbit

Um 17:23 Uhr MESZ plus 10 Minuten sollte dann feststehen: Der TGO ist in einer Umlaufbahn angekommen. Es wird eine ausgedehnte Ellipse sein, auf der sich die Sonde in einer Höhe zwischen 298km und 95.856km alle vier Tage um den Mars bewegt. Das ist aber noch lange nicht das Ziel: Am 11. Januar 2017 wird zunächst die Bahnneigung auf 74° gedreht, was für den späteren Betrieb ideal sein wird, gefolgt von der Absenkung des marsfernsten Bahnpunkts am 17. Januar – die Umlaufzeit beträgt danach nur noch einen Marstag.

Aber das reicht immer noch nicht: Von Januar bis November 2017 wird der TGO immer wieder vorsichtig in die obere Marsatmosphäre eintauchen, um Bahnenergie zu verlieren. Dieses »Aerobraking« – eine Standardtechnik der interplanetaren Raumfahrt – hatte die ESA bislang nur bei der Sonde Venus Express ausprobiert. Die NASA praktizierte das Verfahren bei Marsmissionen schon öfter. Am Ende soll dann eine Kreisbahn in 400km Höhe erreicht sein und die eigentliche wissenschaftliche Mission des Trace Gas Orbiter im Dezember 2017 beginnen. Sie wird bis Dezember 2019 dauern. Von April 2021 bis Dezember 2022 soll der TGO abermals aktiv werden, dann als Datenrelais für den ExoMars-Rover und seine Plattform.

Dies ist dann die dritte und letzte Aufgabe des TGO, der 3,2×2×3 Meter misst. Seine Solarzellen haben eine Spannweite von 17,4m und liefern 2kW elektrische Leistung. Zur Kommunikation dient eine 2,2m große Hauptantenne. Die Startmasse betrug 4,3 Tonnen – inklusive 113kg wissenschaftlichen Instrumenten und den 600kg von Schiaparelli, dessen Transport zum Mars nebst Datenempfang die zweite Aufgabe des Trace Gas Orbiters ist.

Die primäre Aufgabe aber ist – wie der Name verrät – die systematische Erforschung der Spurengase in der Atmosphäre des Mars. Diese Daten können viel über die frühere und heutige geologische und womöglich auch biologische Aktivität des Planeten verraten. Messungen durch frühere Missionen und auch von der Erde aus hatten hier vor allem Verwirrung gestiftet. Sogar die Kamera des TGO ordnet sich – jedenfalls bei Bedarf – dem Spurengasproblem unter, wenn sie gezielt mutmaßliche Quellen und Senken auf Korn nimmt.

Rätselhaftes Methan

Vor allem Methan hat es in sich: Dieses Spurengas wird auf dem Mars durch die Ultraviolettstrahlung der Sonne binnen 300 bis 600 Jahren zerstört – und doch haben teleskopische Mes-

ESA – Stephane Corvaja

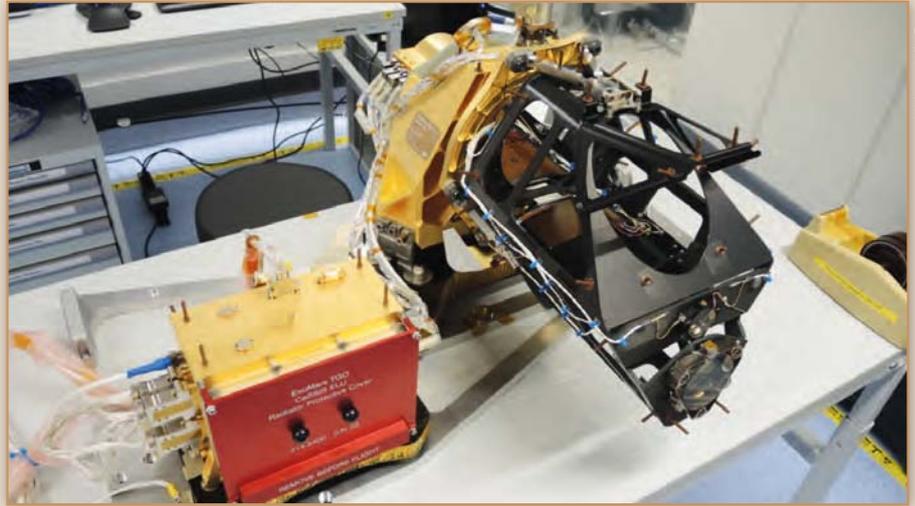


◀ Abb. 3: Start der Proton-M mit dem Trace Gas Orbiter und Schiaparelli am 14. März.

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

sungen von der Erde wie aus dem Marsorbit und auch vom Marsrover Curiosity starke Hinweise auf immer wieder auftretende und bald wieder verschwindende Methanschwaden in der Marsatmosphäre geliefert. Auch wenn eine Handvoll Wissenschaftler sämtliche Detektionen anzweifelt: Für die meisten Marsforscher sind sie so real, aufregend und rätselhaft, dass sie letztlich zur Mission des TGO geführt haben. Denn wenn dieses Gas tatsächlich zeitweise aus dem Marsboden austritt, dann versprechen die Quellen wie die Senken, also die Abbauprozesse, fundamentale Erkenntnisse über die Chemie und Geologie des Planeten – und vielleicht auch über vergangenes oder sogar in exotischen Nischen noch heute vorkommendes Leben.

Methan-produzierende Bakterien, wie sie auf der Erde in mehreren Kilometern Tiefe in Südafrika gefunden wurden, sind eine ernsthaft diskutierte Möglichkeit: Es könnte sie einmal gegeben haben und sie hinterließen gefrorene Methan-Depots, die sich zuweilen in die Atmosphäre entleeren. Es könnte sie sogar heute noch geben – oder aber sie haben nie existiert und allein geologische Prozesse setzen das Marsmethan frei. Dafür gäbe es ebenfalls eine ganze Reihe Szenarien, von Chemie in heißen Quellen – was ebenfalls höchst spannend wäre – über Speicherung in Clathraten (Molekül-Käfigen) bis zu katalytischen Prozessen mit Mineralien bei niedriger Temperatur. Die zeitlichen Schwankungen des Methangehalts der Atmosphäre zu beobachten und die Quellen viel besser als bisher einzugrenzen, wird eine der Hauptaufgaben des TGO sein – mit bis zu 1000 – mal besserer Empfindlichkeit, als es bisher möglich war. Um die wissenschaftlichen Ziele der Mission zu erreichen, befinden sich vier Instrumente an Bord



▲ Abb. 4: Die Kamera CaSSIS des Trace Gas Orbiters mit der Elektronik in der Box und rechts der Teleskopoptik – der Hauptspiegel ist in der Mitte sichtbar.

des Trace Gas Orbiters, darunter das Kamerasystem CaSSIS (vgl. Kasten).

Kaum Bilder für ein Jahr

Wie Abenteuer Astronomie vom Principal Investigator erfuhr, sind bereits in der ersten Orbitphase nach der Ankunft erste Tests von CaSSIS möglich. So sollen um einen der marsnächsten Bahnpunkte herum Stereo-Bilder mit besser als drei Meter pro Pixel entstehen, um die Kamera und die Auswertungssoftware zu erproben. CaSSIS wird dabei einfach irgendwohin schauen, vermutlich in die Meridiani-Region: Eine gezielte Ausrichtung ist noch nicht möglich. Auch für einen marsfernen Punkt auf dem Orbit hat CaSSIS von der ESA Zeit bekommen – da steht die Sonne aber fast hinter dem Mars, so dass wohl eher Sternfelder zu Eichzwecken aufgenommen werden dürften. Während der langen Aerobra-

king-Phase bleibt die Kamera dann vermutlich abgeschaltet, bis auf eventuell einen kurzen Test Mitte 2017: Der TGO macht sich fast ein Jahr lang quasi unsichtbar.

Endlich im Wissenschaftsorbit in 400km Höhe angekommen, wird CaSSIS ähnlich wie HiRISE betrieben werden: Es gibt bereits einen Katalog interessanter Ziele, der nach und nach abgearbeitet wird. Natürlich wird reagiert, wenn NOMAD und ACS etwas Interessantes in der Atmosphäre entdeckt haben, aber das CaSSIS-Team hat auch sonst schon Ideen genug und ist gerade in die Detailplanung eingestiegen. Typischerweise sechs Mal am Tag sollten 9,5×40km große Streifen in Farbe und Stereo zustande kommen, dazu sechs bis acht Bilder pro Tag in Farbe ohne 3D-Informationen von weniger spannenden Zielen – und am Ende der Mission dürfte CaSSIS etwa zwei Prozent der Marsoberfläche abgebildet haben.

IM DETAIL

Maßgeschneiderte Nutzlast

Auf dem Trace Gas Orbiter sind vier wissenschaftliche Instrumente untergebracht, die aus Westeuropa und Russland stammen: zwei zur atmosphärischen Gasanalyse aus der Ferne, eine Farbkamera und ein Detektor für den Nachweis von Wasser unter der Marsoberfläche. Um die Atmosphärenchemie kümmern sich NOMAD (Nadir and Occultation for Mars Discovery) und ACS (Atmospheric Chemistry Suite), deren leitende Wissenschaftler – die »Principal Investigators« – aus Belgien bzw. Russland stammen.

Beide Instrumente schauen im ultravioletten und infraroten Licht schräg durch

die Marsatmosphäre in die Sonne, um so die Spurengase in Absorption nachzuweisen. Sie können aber auch nach unten auf den Mars blicken, um im reflektierten Licht ebenfalls nach Gas-Signaturen zu suchen. Das russische Instrument FRENDD – Fine Resolution Epithermal Neutron Detector – misst derweil den Wasserstoff- und damit den Wassergehalt des Marsbodens mit besserer Ortsauflösung als frühere Instrumente.

Die Kamera des TGO schließlich heißt CaSSIS, für »Color and Stereo Surface Imaging System«, und der Principal Investigator Nicolas Thomas kommt aus der Schweiz: Die Hauptaufgaben der Kamera sind die Untersuchung der von NOMAD und ACS lo-

kalisierter Gasquellen und die Kartierung der umgebenden Landschaft sowie die Suche nach sicheren Landstellen auf dem Mars. Die Farbkamera schaut meist senkrecht nach unten und erreicht dann eine Auflösung von fünf Metern pro Pixel. Sie kann aber auch entlang der Flugrichtung geschwenkt werden, um so Stereo-Bilder zu erhalten, aus denen sich dann auf sechs Meter genaue Höheninformationen ableiten lassen. Von den technischen Parametern liegt CaSSIS zwischen den beiden äußerst erfolgreichen Orbiterkameras HRSC auf der Sonde Mars Express der ESA und HiRISE auf dem Mars Reconnaissance Orbiter der NASA.

Schiaparellis Augen

Dazu kommen aber noch – direkt am Ankunftstag – 15 kleine Bilder des Mars, die eine Kamera auf dem Lande-Demonstrator schießen wird, während er auf den Planeten zustürzt: Die Descent Camera DECA macht alle 1,5 Sekunden ein Schwarzweißbild, das gespeichert und im Falle einer geglückten Landung danach zur Erde übertragen wird. Wie der Teamleiter Detlef Koschny gegenüber Abenteuer Astronomie erklärte, wird bei typischer Atmosphärendichte das erste Bild in 2,6km Höhe entstehen und ein 3×3km großes Feld mit sechs Metern pro Pixel zeigen, das letzte aus 900m Höhe ein 1×1km großes Bild mit zwei Metern pro Pixel.

Doch die Marsatmosphäre ist recht variabel, insbesondere in der Staubsturm-Saison, in der Schiaparelli eintrifft: Die Höhe beim ersten Bild kann zwischen 4km und 900m betra-

gen und beim letzten Bild zwischen 1,4km und 5m. Nach der Landung sind keine Aufnahmen mehr geplant und eine danach seitwärts schauende Kamera ist nicht an Bord, was zu gewisser Kritik geführt hat. DECA sieht auch nicht senkrecht nach unten, sondern blickt während des Abstiegs in alle möglichen Richtungen.

Die keine zehn Zentimeter große und 600 Gramm schwere Kamera ist nur eine Art Zugabe – ein Ersatz-Flugmodell kleiner Ingenieur-Kameras, die schon auf ESA-Satelliten nach dem Rechten sahen. Ihre Bilder werden nur sieben Bit Dynamik haben. Da Schiaparelli aus Sicherheitsgründen auch noch nach Meridiani Planum, also in eine Marsregion mit besonders wenig Strukturen, geschickt wird, ist es reine Glückssache, ob es etwas Interessantes zu sehen geben wird. Sobald die Bilder zur Erde übertragen sind, dann über den Mars Reconnaissance Orbiter der NASA, sollen sie auch

gleich präsentiert werden. Das wäre dann irgendwann am 20. Oktober.

Bis dahin ist es aber noch ein weiter Weg: Erst müssen Atmosphäreintritt, Abbremsung und Landung glücken. Nur 15 Minuten nach der Abtrennung Schiaparellis vom TGO am 16. Oktober wird der Landester bereits Schlafen geschickt. Er hat nämlich nur eine Batterieladung zur Verfügung. Das Aufwecken ist erst 75 Minuten vor der Berührung mit der Atmosphäre programmiert.

Sechs entscheidende Minuten

Um 16:42 Uhr MESZ in 122km Höhe ist es soweit: Noch ist der 1,7m breite und 1,8m hohe Schiaparelli 21.000 km/h schnell. Dann tut die Atmosphäre ihr Werk und bremst den Lander ab, der durch einen 2,4m breiten Hitzeschild geschützt wird. In elf Kilometern Höhe und noch 1650 km/h schnell öffnet sich ein Fallschirm, in

Schiaparelli tritt in die Atmosphäre ein

Zeit: 0 Sekunden
Höhe: 121km,
Geschwindigkeit: 21.000km/h



Hitzeschild während der Atmosphären-Bremsung

Zeit der maximalen Erhitzung: 1 Minute 12 Sekunden
Höhe: 45km,
Geschwindigkeit: 19.000km/h



Fallschirm entfaltet sich

Zeit: 3 Minuten 21 Sekunden
Höhe: 11km
Geschwindigkeit: 1700km/h



Hitzeschild wird abgeworfen, Radar eingeschaltet

Zeit: 4 Minuten 1 Sekunde
Höhe: 7km,
Geschwindigkeit: 320km/h



Abtrennung des Fallschirms und der hinteren Verkleidung

Zeit: 5 Minuten 22 Sekunden
Höhe: 1,2km,
Geschwindigkeit: 240km/h



Zündung der Triebwerke

Zeit: 5 Minuten 23 Sekunden
Höhe: 1,1km,
Geschwindigkeit: 250km/h



Abschaltung der Triebwerke und freier Fall

Zeit: 5 Minuten 52 Sekunden
Höhe: 2m
Geschwindigkeit: 4km/h



sieben Kilometern wird der Hitzeschild abgeworfen und ein Höhenradar aktiviert und in 1,3km Höhe übernimmt ein Landetriebwerk die weitere Abbremsung. In zwei Metern Höhe schaltet es sich ab, und die Geschwindigkeit nimmt im freien Fall wieder von 7 auf 11 km/h zu: Den Landeschock federt dann eine Knautschzone ab. Für Schiaparelli ist der Weg praktisch schon das Ziel: Während des gesamten Abstiegs werden pausenlos Daten über die Befindlichkeit des Landers gefunkt, die gleich zwei Orbiter auffangen sollen: der zeitgleich eintreffende TGO und Mars Express.

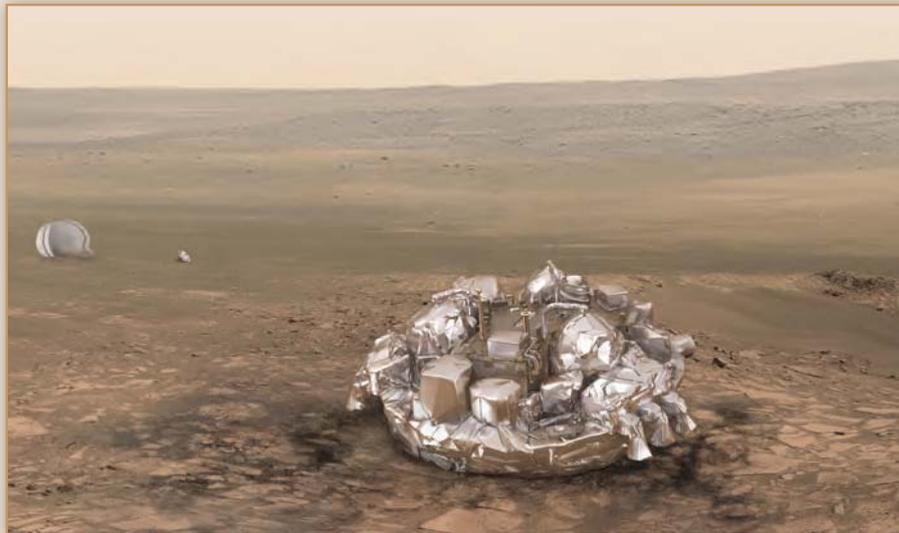
Beide Orbiter schicken die unter Umständen stark gestörten Daten unbearbeitet und erst ganz am Schluss zur Erde weiter, so dass Kunde von einer gelungenen Landung eventuell zuerst von dem eingangs erwähnten indischen Radioteleskop aus 30 Antennenschüsseln von je 45 Metern Durchmesser in Echtzeit kommt.

◀ Abb. 5: Die komplette Landesequenz von Schiaparelli, fünf Minuten und 53 Sekunden vom Atmosphären-Eintritt bis zum Aufsetzen.



Landung

Zeit: 5 Minuten 53 Sekunden
Höhe: 0m
Geschwindigkeit: 10km/h



▲ Abb. 6: Nach einer gelungenen Landung Schiaparellis – im Hintergrund noch der Fallschirm und die hintere Verkleidung, die den Landedemonstrator während des Atmosphäreneintritts umgab.

Das wäre dann nach sechs Minuten Flug durch die Atmosphäre und zehn Minuten Signallaufzeit um 16:58 Uhr MESZ. Eventuell wird man aber auch erst Stunden später über einen der Orbiter von der Landung erfahren.

Die Messungen der Sensoren während des Abstiegs werden auch für zwei wissenschaftliche Experimente verwendet. AMELIA – Atmospheric Mars Entry and Landing Investigation and Analysis – will die genaue Flugbahn und den Zustand der Atmosphäre rekonstruieren, etwa Dichte und Wind, zwecks Verbesserung künftiger Modelle. Und COMARS+ auf dem rückseitigen »Deckel« der Landeeinheit, an der auch der Fallschirm hängt, sammelt Daten über die physikalischen Prozesse während der heißen Phase des Atmosphärenfluges.

Wetterstation für wenige Tage

Ist die Landung tatsächlich geglückt, reicht die Batterieladung noch für zwei bis vier, höchstens jedoch für acht Marstage: Eine Möglichkeit zum Wiederaufladen der Batterie gibt es nicht. In dieser Zeit soll Schiaparelli eine kleine Wetterstation betreiben, die DREAMS (Dust Characterisation, Risk Assessment, and Environment Analyser of the Martian Surface) heißt und wegen des knappen Stroms immer nur in kurzen Intervallen eingeschaltet wird. Gemessen werden die Geschwindigkeit und Richtung des Windes, Luftfeuchte, Druck und Temperatur, die Transparenz der Atmosphäre (durch Messung der Helligkeit der Sonne) und der elektrische Zustand der Atmosphäre und des Bodens. Letzteres wurde noch nie vor Ort bestimmt, spielt aber eine wichtige Rolle etwa für die Beweglichkeit von Staubteilchen. An Bord Schiaparellis befindet sich auch noch IN-

RRI, der erste Laser-Reflektor, der je auf dem Mars abgesetzt wurde. Künftige Orbiter mit Laseroptiken an Bord können ihn für diverse Experimente nutzen – auch dann, wenn der Lander schon viele Jahre »tot« ist.

Zweiter Missionsteil 2020

Die wenigen Tage, die Schiaparelli auf der Marsoberfläche aktiv sein könnte, sind ein Vorgeschmack auf den großen Lander und Rover, der 2020 starten soll – wenn es denn dazu kommt. Ständige Kostensteigerungen und technische Probleme haben nicht nur zu der jüngsten Startverschiebung geführt, sondern das ganze Projekt immer wieder in Gefahr gebracht. Im Juni hat die ESA beschlossen, zunächst noch bis Ende dieses Jahres weiterzumachen – aber im Dezember muss der Ministerrat der Weltraumbehörde einen endgültigen Beschluss fassen und die letzten Finanzierungslücken schließen. Eine gelungene Ankunft des TGO im Orbit und die Landung von Schiaparelli wären sicher keine schlechte Werbung für die zweite und noch um ein Vielfaches anspruchsvollere Hälfte des ExoMars-Programms.

► Daniel Fischer

| DER AUTOR |

Daniel Fischer ist Redakteur von Abenteuer Astronomie



SURFTIPPS

- ESA-Marserkundung
- CaSSIS-Homepage

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5019

DIE DUNKLE SEITE DES KOSMOS

Wie Gravitationswellen unser Bild vom Universum verändern

Mit den ersten Beobachtungen von Gravitationswellen durch die US-amerikanischen LIGO-Detektoren haben Astronomen erstmals direkte Beobachtungen von Schwarzen Löchern gemacht und einen ersten Blick auf die »dunkle Seite« des Kosmos geworfen. Doch das war nur ein Vorgeschmack: Mit der Gravitationswellen-Astronomie wird sich unser Bild vom Universum bedeutend erweitern.

► Abb. 1: Visualisierung einer Simulation der Gravitationswellen, die bei der Verschmelzung von zwei Schwarzen Löchern entstehen. Dieses Bild zeigt das Ereignis, das am 14. September 2015 nachgewiesen wurde. Diese Messung stellt den Beginn eines neuen Zeitalters der Astronomie dar.

Bislang beruhen unsere Kenntnisse über die Vorgänge im All im Wesentlichen auf der Beobachtung mit elektromagnetischen Wellen. Astronomen haben sich dabei – Spektralbereich für Spektralbereich – den gesamten elektromagnetischen Wellenlängenbereich von der kurzwelligsten Gammastrahlung bis zur langwelligen Radiostrahlung zunutze gemacht. Jeder weitere Spektrumsabschnitt brachte dabei neue Erkenntnisse und neue Überraschungen, die unser Weltbild veränderten, erweiterten und bestehende Annahmen über den Haufen warfen.

Neben dem elektromagnetischen Fenster ins All nutzen Wissenschaftler zunehmend Beobachtungen mittels Neutrinos. Diese schwach wechselwirkenden Elementarteilchen durchdringen auch Materiewolken, die elektromagnetische Wellen absorbieren. Als komplementäre Botenteilchen ergänzen sie Botschaften, die die Photonen uns überbringen. Eine weitere Möglichkeit ist die Untersuchung hoch-energetischer kosmischer Strahlung, im Wesentlichen extrem schnelle Protonen und andere Atomkerne. Wie die Neutrinos entstehen sie vor allem durch die energiereichsten Prozessen im All.

Eine neue Astronomie

Mit der erfolgreichen direkten Beobachtung der Gravitationswellen hat nun ein weiterer Himmelsbote die Bühne der Astronomie betreten. Die ersten zwei Nachweise im ersten Beobachtungslauf der LIGO-Detektoren von Mitte September 2015 bis Mitte Januar 2016 waren nur das Vorspiel zu einer Vielzahl weiterer Beobachtungen.

Gravitationswellen entstehen in der Regel dann, wenn sich Massen beschleunigt bewegen. Dabei wird die Raumzeit in Schwingungen versetzt, die als Gravitationswellen mit Lichtgeschwindigkeit in alle Richtungen von der Quelle fortlaufen. Die typische Zeitskala der Bewegungen bestimmt die Frequenz der abgestrahlten Gravitationswellen.

So gibt es ein breites Spektrum möglicher Gravitationswellen, deren Nachweis verschiedene Arten von Detektoren erfordern wird. Mit irdischen interferometrischen Detektoren wie den LIGO-Instrumenten in den USA, dem französisch-italienischen Virgo-Instrument oder dem deutsch-britischen GEO600 lassen sich Gravitationswellen im Frequenzbereich von etwa zehn Hertz bis zu einigen Kilohertz detektieren. Damit kann man folglich vor allem Quellen nachweisen, bei denen schnelle Bewegungen auf Zeitskalen von hundertstel bis tausendstel Sekunden ablaufen.

Tanz der Schwerkraftgiganten

Dies sind zum einen die bekannten Doppelsysteme Schwarzer Löcher. Die ersten zwei von LIGO beobachteten Signale GW150914 und GW151226 stammen von solchen Systemen. Aus den empfangenen Wellenformen lassen sich die Massen der beteiligten Schwarzen Löcher, ihre Entfernung und unter günstigen Umständen auch ihre Eigendrehungen bestimmen. Aus diesen Informationen wiederum können Wissenschaftler auf die mögliche Entstehungsgeschichte dieser Doppelsysteme schließen. In der Regel sind diese Erkenntnisse nur durch Gravitationswellen zu gewinnen, denn Schwarze Löcher sind per Definition

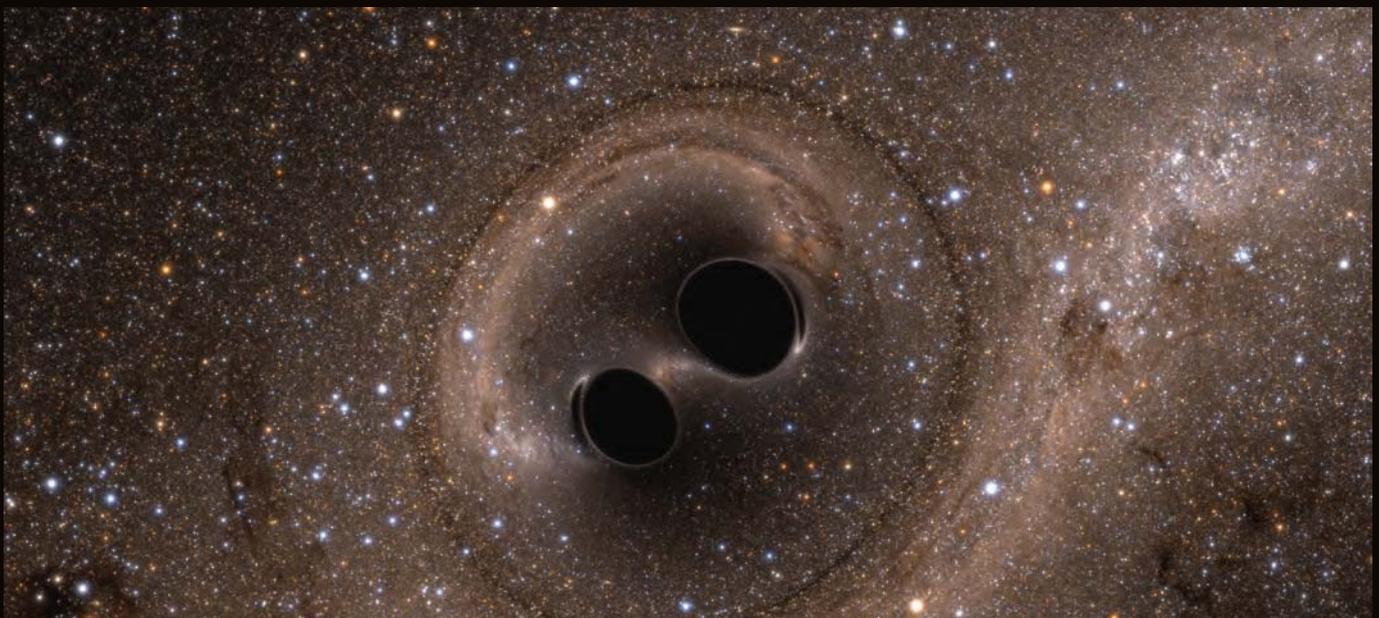
nicht mit mittels elektromagnetischer Wellen oder Neutrinos beobachtbar.

Mit Gravitationswellen werden die Astronomen in Zukunft die Population verschmelzender Schwarzer Löcher im Universum untersuchen und so erstmals einen Zensus dieser extremen Objekte durchführen. Wie häufig finden diese Ereignisse im Universum statt? Welcher Massenverteilung folgen die Schwarzen Löcher? Wie schnell drehen sie sich üblicherweise um die eigene Achse? All diese Fragen sind derzeit unbeantwortet und es gibt eine Vielzahl verschiedener Modelle mit unterschiedlichen Voraussagen. Die Gravitationswellen-Astronomie wird innerhalb der nächsten Jahre Antworten auf diese Fragen liefern können. Man wird verschmelzende Schwarze Löcher bis in Entfernungen von einigen Milliarden Lichtjahren untersuchen und so die Spreu vom Weizen der theoretischen Modelle trennen.

Verschmelzende Sternenleichen

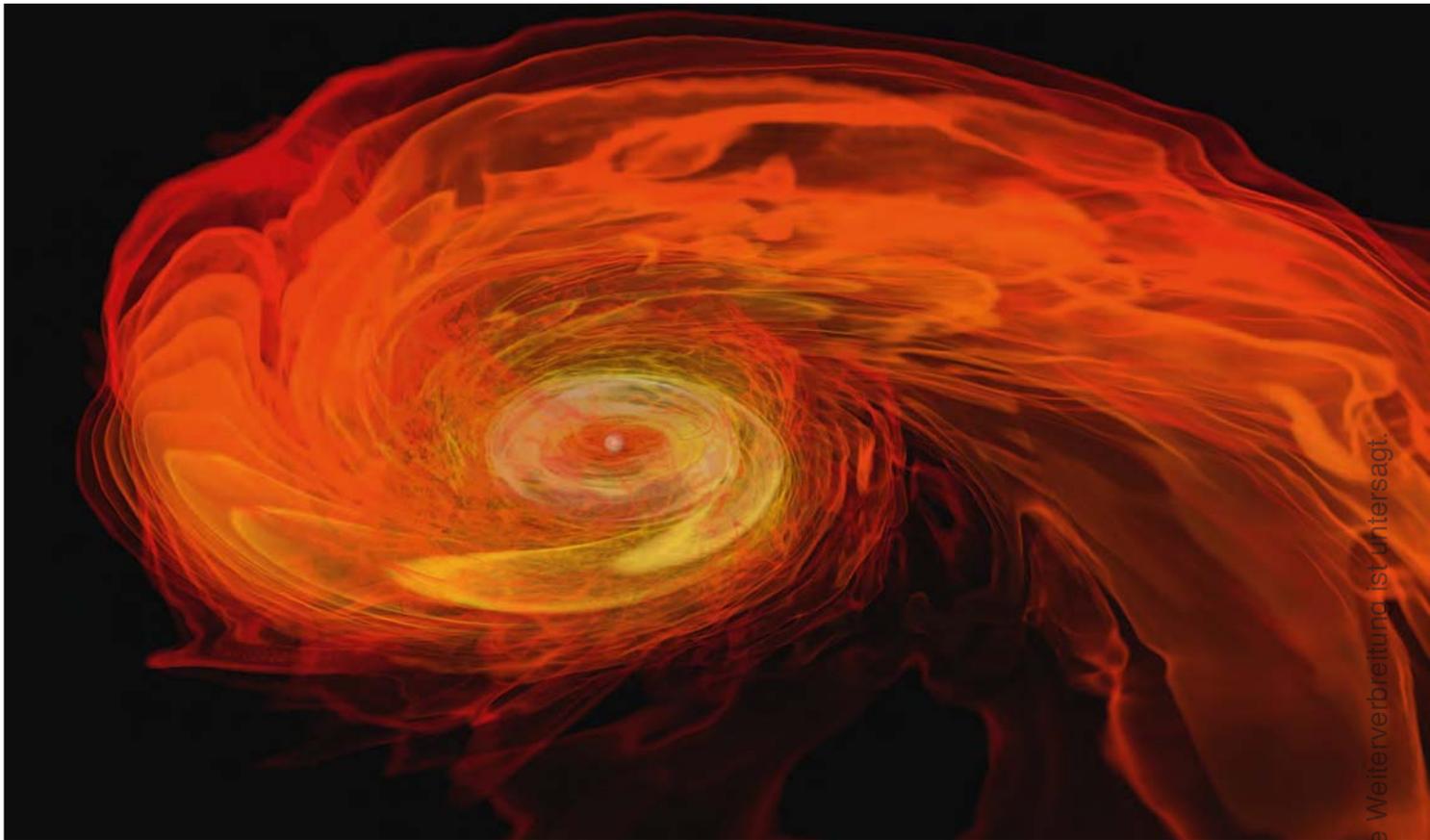
Sehr wahrscheinlich ist die zweite beobachtete Art von Signal die Verschmelzung von zwei Neutronensternen. Diese kompakten Überreste von Supernova-Explosionen bestehen aus neutronenreicher Materie im Extremzustand: Sie haben einen Durchmesser von nur rund 20 Kilometern bei der rund 1,5-fachen Masse unserer Sonne. Auch sie existieren in engen Doppelsystemen, wie Beobachtungen aus dem Radiobereich beweisen. Und auch sie müssen Gravitationswellen abstrahlen und schließlich miteinander verschmelzen.

Dieser Vorgang wird aller Wahrscheinlichkeit nach von einem kurzen Gammastrahl-



Das SXS (Simulating eXtreme Spacetimes) Projekt

▲ Abb. 2: Die Gravitationswellen-Astronomie wird erstmals einen Zensus verschmelzender Paare Schwarzer Löcher ermöglichen, der bislang vollkommen unmöglich war, da Schwarze Löcher per Definition im elektromagnetischen Spektrum unsichtbar sind.



▲ Abb. 3: Kollidierende und verschmelzende Neutronensterne sind eine sichere Quelle beobachtbarer Gravitationswellen für irdische Detektoren, die auch ein Gegenstück im elektromagnetischen Spektrum hat. Diese Visualisierung einer Computersimulation zeigt die Materieverteilung einige Dutzend Millisekunden nach der Verschmelzung und der Bildung eines Schwarzen Lochs im Zentrum.

lenblitz begleitet – ist also elektromagnetisch beobachtbar, wenn die gebündelte Gammastrahlung in Richtung der Erde zeigt. Mit den rundum abgestrahlten Gravitationswellen lassen sich anderweitig unsichtbare Neutronensternverschmelzungen entdecken und so die noch weitgehend unbekannte Häufigkeit dieser Ereignisse bestimmen.

Die gleichzeitige Beobachtung von Gammastrahlenblitz und Gravitationswellen-Ereignis mit der gemeinsamen Auswertung der Daten bietet ein viel detailreicheres Bild als je zuvor. Die Gravitationswellenform enthält Informationen über die Massen der Objekte, ihre Umlaufbahnen vor der Verschmelzung und über ihre Eigendrehung – alles vollkommen neue Informationen, die bislang nicht verfügbar sind. Diese Signale sollen die LIGO-Instrumente zukünftig in Entfernungen von bis zu mehr als 700 Millionen Lichtjahren nachweisen.

Doch auch Mischformen, also verschmelzende Doppelsysteme aus einem Schwarzen Loch und einem Neutronenstern sind denkbar. Gravitationswellensignale solcher Objekte werden von aktuellen Populationsmodellen allerdings seltener als die bereits besprochenen Systeme vorhergesagt. Allerdings wäre auch ihre Entdeckung ein sehr

spannendes Ereignis, denn der Neutronenstern würde von den Gezeitenkräften vor der Verschmelzung zerrissen und die im Folgenden ins Schwarze Loch einströmende Materie könnte ein elektromagnetisches Signal erzeugen. Im Gravitationswellensignal wiederum stecken dann Informationen über das Zerreißen des Neutronensterns, das von der noch unbekanntenen Materiestruktur des Neutronensterns abhängt.

Knall im All

Der »Geburtsprozess« von Schwarzen Löchern und Neutronensternen – die Explosion eines massereichen Sterns als Supernova ist, wenn sie nicht kugelsymmetrisch erfolgt, ebenfalls von einem kurzen Gravitationswellenausbruch begleitet. Dieser entsteht beim Zusammenbruch des Sternkerns und bietet einen direkten Einblick ins ansonsten unsichtbare Sterninnere.

Obgleich Computersimulationen grundsätzliche Prozesse der Supernova-Explosionen immer genauer nachbilden, sind viele Detailfragen noch ungeklärt. Da das Gravitationswellensignal vom genauen Ablauf des Kernzusammenbruchs abhängt, bringen entsprechende Messungen neue Einsichten in die

einzelnen Schritte der Supernova-Explosion. Bestehende Computermodelle lassen sich so evaluieren und verbessern. Nur ungenau bekannt ist, wie weit die Supernovae maximal entfernt sein dürfen, damit ihre Gravitationswellen nachweisbar sind. Man geht davon aus, dass sie sich in unserer Milchstraße ereignen müssen.

Supernovae sind ein gutes Beispiel für die Zusammenarbeit der verschiedenen Zweige der Astronomie, denn hier ist eine Neutrino- und Gravitationswellenabstrahlung beim Kernkollaps zu erwarten, wenig später gefolgt vom Aufleuchten der Sternexplosion. Eine Supernova so dreifach zu beobachten bringt eine Vielzahl neuer Informationen. Zudem lassen sich, da die Gravitationswellenmessungen nahezu in Echtzeit ausgewertet werden, Vorwarnungen über eine bevorstehende Supernova erstellen.

Brummende Sternenreste

Doch auch einzelne Neutronensterne können eine Quelle sehr schwacher, aber lang andauernder Gravitationswellen sein. Vermutlich haben Neutronensterne eine kristalline Oberflächenkruste, in der sich Spannungen aufbauen. Diese verbeulen den Neutronen-

stern ein wenig und erzeugen »Hügel« von weniger als einem Meter Höhe. Dreht sich der nun nicht mehr kugelsymmetrische Sternrest schnell um seine eigene Achse, so muss er aufgrund der beschleunigten Massenbewegung schwache kontinuierliche Gravitationswellen, ähnlich eines Brummtons, abstrahlen.

Praktisch all unsere Kenntnisse über rotierende Neutronensterne kommen von Beobachtungen der Objekte als Pulsare im Radio-, Röntgen- und Gammabereich. Allerdings ist diese Abstrahlung gebündelt, so dass der Pulsar bei ungünstiger Ausrichtung zur Erde komplett unsichtbar bleibt. Beobachtungen der kontinuierlichen Gravitationswellen könnten – falls Neutronensterne tatsächlich hinreichend stark verformt sind – so die versteckte Neutronensternpopulation in unserer Galaxie enthüllen.

Das Echo des Urknalls

Unter den etwas spekulativeren Quellen von Gravitationswellen findet sich ein stochastischer Hintergrund, gewisserma-

ßen ein mehr oder weniger gleichmäßig über den Himmel verteiltes Rauschen. Die wahrscheinlichste Ursache dafür ist das Echo des Urknalls – Gravitationswellen, die Sekundenbruchteile nach dem Urknall in der inflationären Phase des Universums entstanden. Nur mit Gravitationswellen können Forschende so weit zurück in die Frühzeit des Universums blicken, denn transparent für elektromagnetische Strahlung wurde es erst 380.000 Jahre später.

Ob es diesen stochastischen Hintergrund gibt, hängt von derzeit noch unbekanntem Bedingungen im frühen Universum und den Details der ebenfalls nicht genau verstandenen Inflation ab. Der erfolgreiche oder ausbleibende Nachweis eines Urknallechos sowie sein Spektrum brächten neuartige Informationen über diese kosmologisch entscheidende Zeit.

Wöchentlich ein Signal

Aktuell werden beide LIGO-Detektoren für den nächsten Beobachtungslauf, abgekürzt

»O2«, vorbereitet. Dieser soll ein 1,5- bis 2-mal so großes Volumen des Alls erfassen und daher deutlich mehr Signale als der erste Lauf detektieren. O2 soll von September 2016 bis April 2017 andauern; in dieser Zeit werden die LIGO-Detektoren wahrscheinlich mehr als ein halbes Dutzend Verschmelzungen Schwarzer Löcher entdecken. Ab Anfang 2017 wird außerdem der Virgo-Detektor in Italien mitbeobachten und so die Empfindlichkeit und Genauigkeit des Netzwerks erhöhen.

Ob O2 bereits die erhofften Signale anderer Quellen entdecken wird, lässt sich derzeit noch nicht sicher sagen. Es ist möglich – aber aufgrund unserer Unkenntnis über die Häufigkeit dieser Signale nicht sicher – dass erstmals eine Neutronensternverschmelzung beobachtet wird.

Zwischen 2017 und 2018 soll schließlich der dritte Beobachtungslauf »O3« der LIGO- und Virgo-Detektoren stattfinden, dann mit einer Dauer von neun Monaten. Ab 2019 soll das Netzwerk aus drei Detektoren seine Design-Empfindlichkeit erreicht haben. Diese könnte ausreichen, um wöchentlich verschmelzende Schwarze Löcher und Neutronensterne zu beobachten.

Zudem wird das irdische Detektornetzwerk in den nächsten Jahren um zwei weitere Instrumente anwachsen. Der japanische KAGRA-Detektor soll voraussichtlich ab 2019 in den regulären Messbetrieb gehen und ab Mitte der 2020er Jahren soll LIGO-India ebenfalls beitragen.

► Benjamin Knispel

| DER AUTOR |

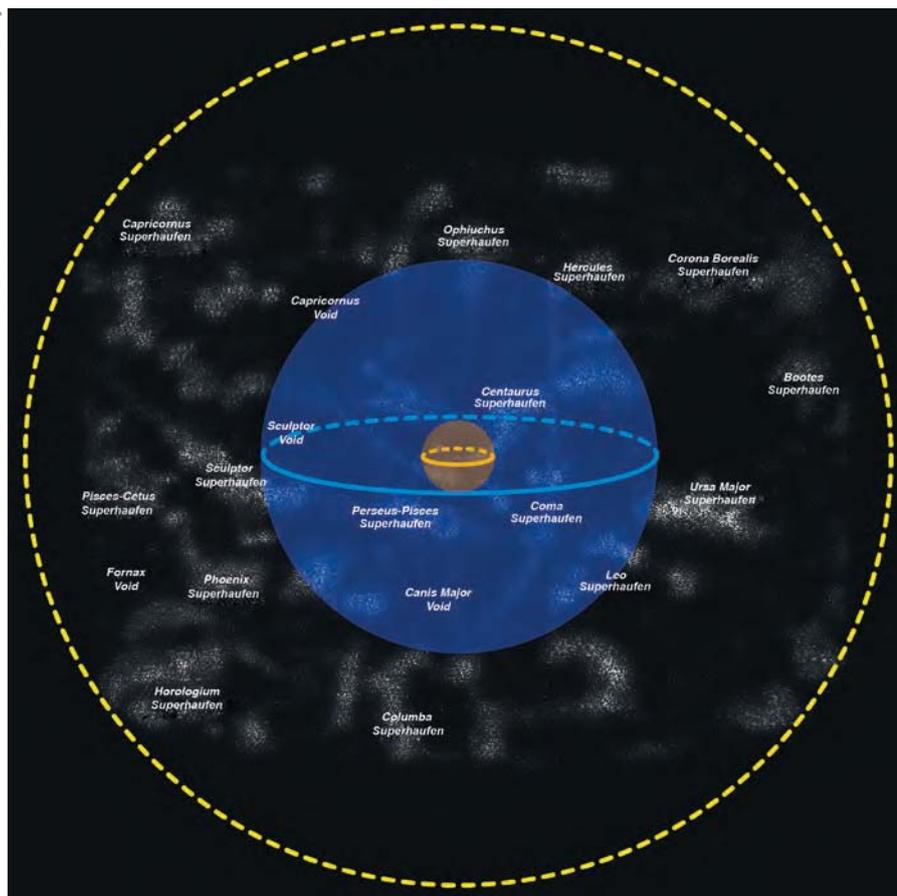
Dr. Benjamin Knispel promovierte an der Leibniz Universität Hannover und am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik unter anderem mit der Suche nach Radiopulsaren mit Einstein@Home. Inzwischen ist er für die Öffentlichkeitsarbeit des Albert-Einstein-Instituts verantwortlich.



SURFTIPPS

- LIGO Scientific Collaboration
- Gravitationswellen-Detektor Virgo
- Gravitationswellen-Detektor GEO600
- Gravitationswellensuche mit PC und Smartphone
- Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a5023](https://oc1m.de/a5023)



▲ Abb. 4: Die Verteilung der Galaxienhaufen in unserer Umgebung. Wenn die LIGO-Instrumente voraussichtlich im Jahr 2018 ihre Design-Empfindlichkeit erreichen, werden sie verschmelzende Neutronensterne in einer Entfernung von bis zu mehr als 720 Millionen Lichtjahren aufspüren können. Die orange Kugel zeigt die Reichweite der LIGO-Detektoren für diese Signale vor ihrem fünfjährigen Umbau in den Jahren 2010 bis 2015, die blaue Kugel die Reichweite im ersten Messlauf O1 und die gelbe Linie die erwartete Reichweite im Jahr 2018.

KLEINER SCHRITT ZUM MARS

NASA testet Booster für neue Trägerrakete

Mit dem Space Launch System sollen ab dem nächsten Jahrzehnt Astronauten auch zu Zielen jenseits des niedrigen Erdborbits starten. Die Tests der Komponenten laufen auf Hochtouren.

NASA/Bill Ingalls



◀ Abb. 1: Der zweite Qualifikations-Motor-Test eines Boosters für das SLS, in der Testanlage von Orbital ATK Propulsion Systems bei Pro-montory, Utah.

Das Spektakel am 28. Juni dauerte nur zwei Minuten, aber die hatten es in sich: In einem abgelegenen Testgelände im US-Bundesstaat Utah erwachte ein gewaltiger Feststoff-Raketenmotor zum Leben und verbrannte seinen Treibstoff in einer riesigen Qualmwolke. Es war der zweite und auch schon letzte Qualifikationstest für diese Zusatzrakete des neuen Space Launch System (SLS) der NASA. Im Herbst 2018 ist der erste echte Einsatz der neuen Riesenrakete und ihrer Raumkapsel Orion geplant – allerdings noch ohne Passagiere. Der Flug soll die Kapsel um den Mond herum und wieder zurück zur Erde führen.

Ausbruch aus niedrigem Erdborbit

Das bis zum ersten Testflug schon rund 23 Milliarden US-Dollar teure SLS/Orion-Programm ist der dritte Versuch der USA in über drei Jahrzehnten, mit der astronautischen Raumfahrt endlich aus dem niedrigen Erdborbit auszubrechen. Das Kind der Obama-Administration hatte lange mit enormem politischen Widerstand zu kämpfen, gewinnt aber gerade mangels Alternativen immer größere Akzeptanz. Das kann sich nach den Wahlen im November aber auch schnell wieder ändern.

Immerhin ist dieses Mal bereits eine Menge echte Hardware entstanden: Ein Orion-Prototyp flog 2014 kurz suborbital, wurde aber noch von einer kleineren Rakete gestartet. Derzeit sieht es auch so aus, als wäre der Termin für den Erstflug des SLS zu halten. Die Rakete besteht aus einem Kern mit vier Flüssigkeitstriebwerken, dem zwei Booster maßgeblich gegen die Erdschwerkraft helfen.

Ungewisse Aussichten

Doch was danach kommt, ist wieder einmal ungewiss: Ein externes Gutachten hat der Orion gerade bescheinigt, dass sie schwerlich im Jahr 2021 für den ersten Flug mit Astronauten bereit sein dürfte. Darauf hatten die Optimisten bei der NASA gehofft. Womöglich klappt es noch nicht einmal bis 2023, wie die gegenwärtigen Vorgaben lauten. Auch dieser Flug, mit einem europäischen Service-Modul für die Orion, soll wieder um den Mond herum und zurück führen und wäre damit eine Art Luxus-Version der Mission von Apollo 8 aus dem Jahr 1968.

Die anschließende Orion-Reise sollte nach NASA-Wünschen um 2026 wieder in die Nähe des Mondes gehen: Dort würden die Astronauten dann einem kleinen Felsbrocken begegnen, den zuvor ein robotisches Raumschiff auf der Oberfläche eines erdnahen Asteroiden aufge-

sammelt und in einen Mondorbit bugsiert hat. Auch gegen diese »Asteroid Redirect Mission«, mit der eine Reihe von Techniken für Arbeiten auf anderen Welten erprobt werden könnten, gibt es noch erhebliche Widerstände: Vielen erscheint sie als kurioser und unnötiger Umweg auf der von der NASA inzwischen bei jeder Gelegenheit beschworenen »Reise zum Mars«, die eines Tages mithilfe des SLS starten soll.

Immer wieder wird eine Rückkehr zur Mondoberfläche als alternativer Zwischenschritt gefordert, aber davon halten wiederum die NASA-Planer nicht viel. Stattdessen ist gerade das optimistische Szenario aufgetaucht, bei dem das besonders günstige Startfenster 2033 genutzt werden könnte, um mit dem SLS und einem geräumigeren Raumschiff Astronauten in einen Marsorbit zu befördern. Ende der 2030er Jahre wäre dann die erste Landung denkbar – die sehen freilich viele Raumfahrtexperten angesichts zahlreicher ungelöster Probleme kaum vor 2050.

► Daniel Fischer



SURFTIPPS

- Space Launch System

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a5024](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a5024)

MISSIONSZIEL KUIPERGÜRTEL

Plutosonde soll 2019 an weiterem Kuipergürtel-Objekt vorüberfliegen

Die Mission der Plutosonde New Horizons kann weitergehen: Die NASA genehmigte Anfang Juli die vom Team beantragte Verlängerung. Ziel ist das Kuipergürtel-Objekt 2014 MU69.

Mit ihrem Vorüberflug am Zwergplaneten Pluto hat die Sonde New Horizons und ihr Team im Sommer des vergangenen Jahres die ganze Welt in Atem gehalten. Die Bilder, die New Horizons zur Erde funkte, lieferten spektakuläre Ansichten der eisigen Welt im Kuipergürtel. Während des Vorüberflugs wurden zunächst alle Daten an Bord der Sonde gespeichert, um dann bis Herbst 2016 zur Erde übermittelt zu werden. Im Dezember, so die ursprünglichen Planungen, wäre die Mission dann zu Ende gegangen.

Neues Ziel im Kuipergürtel

Doch schon vor der Pluto-Passage hatte sich das Team von New Horizons Gedanken über eine Fortsetzung der Mission im Kuipergürtel gemacht. Nachdem die Suche nach einem geeigneten Ziel zunächst lange Zeit erfolglos geblieben war, wurden schließlich 2014 mithilfe des Weltraumteleskops Hubble drei Objekte aufgespürt, die von New Horizons nach dem Vorüberflug an Pluto erreicht werden könnten – darun-

ter das Objekt 2014 MU69, das schließlich auch ausgewählt wurde.

An diesem Brocken soll New Horizons nun am 1. Januar 2019 in einem Abstand von nur 3000 Kilometern vorüberfliegen. Das ist nur rund ein Viertel der Distanz, mit der die Sonde an Pluto vorübergeflogen war. 2014 MU69 dürfte einen Durchmesser von etwa 21 bis 40 Kilometern haben und hat damit eine interessante Zwischengröße: Das Objekt ist deutlich kleiner als Pluto, aber auch deutlich größer als etwa die Kerne von Kometen.

Mit Genehmigung der NASA hatte das Team bereits im Herbst 2015 eine Kurskorrektur vorgenommen, um 2014 MU69 mit dem noch vorhandenen Treibstoff auch erreichen zu können. Hätte man damit nämlich länger gewartet, wäre eine deutlich umfangreichere Kursanpassung nötig gewesen, für die eventuell nicht ausreichend Treibstoff zur Verfügung gestanden hätte.

Beobachtungsplattform

Die Vorüberflugphase an 2014 MU69 soll im September 2018 beginnen und bis etwa

eine Woche nach der Passage des Objekts dauern. Für die Übertragung der Daten zur Erde rechnet das Team anschließend mit einer Zeitspanne von etwa 20 Monaten.

Das jetzt von der NASA genehmigte Missionskonzept sieht aber nicht nur den Vorüberflug an 2014 MU69 vor: Geplant ist zudem, die Sonde als »Beobachtungsplattform« für weitere Objekte des Kuipergürtels einzusetzen und bis 2020 insgesamt rund 20 andere Objekte in dieser Region aus der Ferne zu beobachten und zu untersuchen.

Daran, dass die Sonde auch den zweiten Vorüberflug ihrer Mission mit Bravour meistern wird, hat das Team um den verantwortlichen Wissenschaftler Alan Stern vom Southwest Research Institute keinen Zweifel: Die Sonde, so Stern, würde ausgezeichnet funktionieren.

► Stefan Deiters

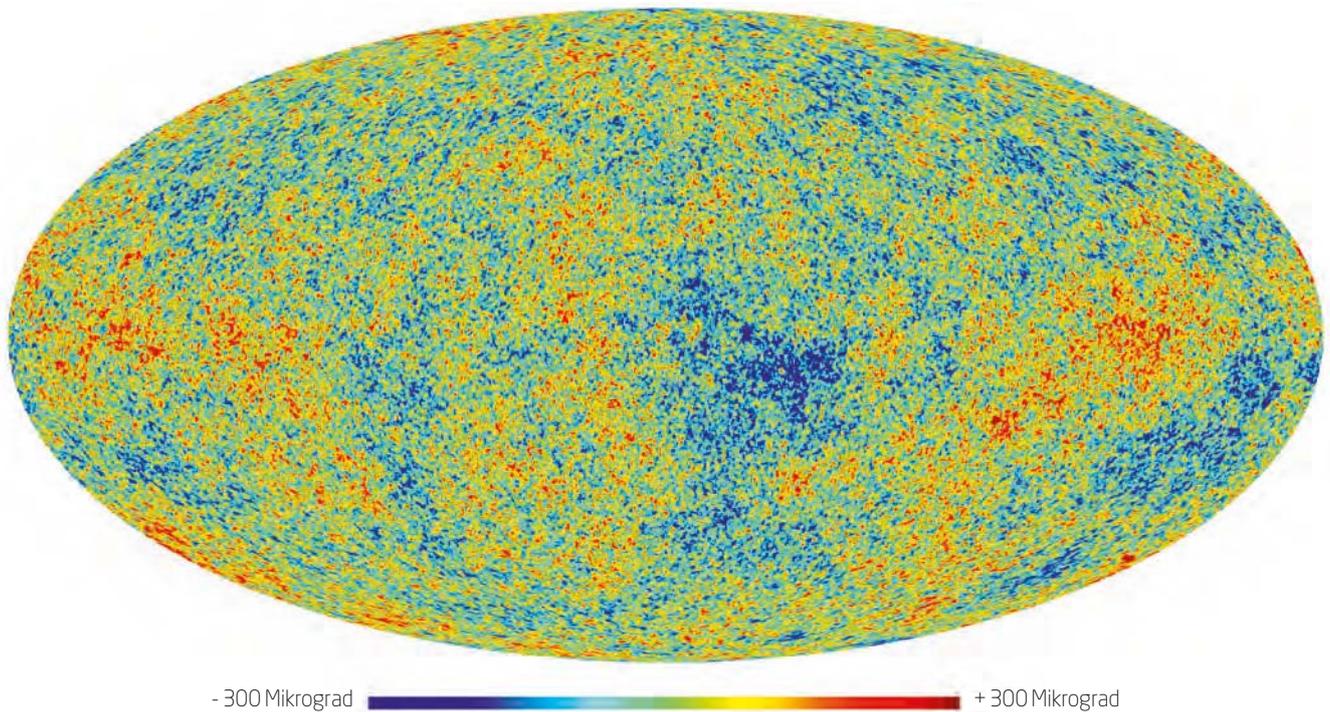
SURFTIPPS

- New Horizons

[Kurzlink: oc1m.de/a5025](https://www.kurzlink.de/a5025)

► Abb. 1: Die Sonde New Horizons soll am 1. Januar 2019 an einem weiteren Objekt des Kuipergürtels vorüberfliegen.

Was ist kosmische Inflation?



ESA, Planck Kollaboration

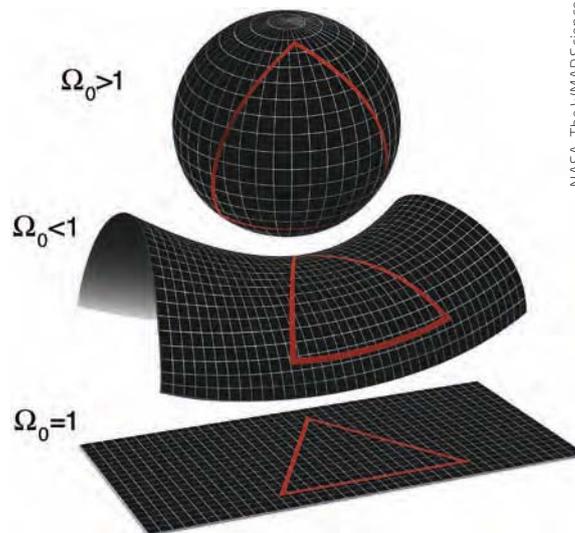
▲ Abb. 1: Die Himmelskarte der kosmischen Hintergrundstrahlung. Die Farbpalette steht wie bei einem Wärmebild für eine Temperatur: rot bedeutet etwas wärmer und blau etwas kühler; gelb und grün sind auf einem Temperaturniveau dazwischen. Im Mittel ist die Temperatur auf der ganzen Karte bei $-270,45^{\circ}\text{C}$. Die Abweichungen nach oben (rot) oder unten (blau) liegen nur im Bereich von 300 Mikrograd.

Inflation ist nicht nur eine Vokabel aus der Wirtschaft: Auch Kosmologen nutzten diesen Begriff, um eine frühe Phase in der Geschichte unseres Universums zu beschreiben, in der sich unser All in kurzer Zeit ungeheuer schnell ausdehnte – und dies hatte Folgen.

Der Tisch war reich gedeckt, die Tischdecke aber warf viele Falten, so dass Berge und Täler aus Stoff jedes Ordnung liebende Auge kränkten. Doch dann kam Manny. Der muskulöse Bursche packte mit seinen großen kräftigen Händen das Tischtuch an zwei Zipfeln und zog mit einem beherzten, raschen Ruck das Tischtuch so gerade, dass es perfekt glatt gebügelt auf der Tischplatte lag.

Inflation als »Bügeleisen«

So ähnlich kann man sich anschaulich die Wirkung der kosmischen Inflation auf das Universum vorstellen. In unserer kleinen Geschichte steht Manny für die Inflation – einen Mechanismus, der in sehr kurzer Zeit alle Krümmungen glättet. Wenn ein Universum »platt gebügelt« wird, dann wird die globale Krümmung seiner Raumzeit null



NASA, The WMAP Science Team

▲ Abb. 2: Die geometrischen Flächen repräsentieren die drei unterschiedlichen Krümmungsformen, die im Universum möglich sind. Ein auf ihnen gezeichnetes Dreieck hat eine Winkelsumme von 180° bei Krümmung null (euklidische Geometrie, unten), von größer als 180° bei positiver Krümmung (Kugeloberfläche, oben) oder von kleiner als 180° bei negativer Krümmung (Sattelfläche, Mitte).

und es gilt die uns wohlvertraute euklidische Geometrie. Anschaulich bedeutet das: Zeichnen wir ein Dreieck auf eine flache Tischplatte, so beträgt die Summe der drei Winkel im Dreieck immer 180° . Liegt das Tischtuch auf einer großen Kugel, dann ist die Geometrie nicht mehr euklidisch. Die Krümmung wird positiv, und ein auf das jetzt gewölbte Tischtuch gezeichnetes Dreieck hat eine Winkelsumme größer als 180° . Legen wir hingegen das Tischtuch auf eine Sattelfläche, dann wird die Krümmung negativ und die Winkelsumme kleiner als 180° .

Doch warum benötigten die Kosmologen überhaupt die Inflation? Ohne sie hätte das Standardmodell der Kosmologie eine Reihe von Problemen: So messen Astronomen bei unserem Universum eine Krümmung null. Ohne Inflation ist es sehr schwierig zu erklären, wie der Kosmos gerade den Sonderfall »Krümmung null« realisieren konnte. Mit Inflation folgt diese Flachheit auf natürliche Weise: Im frühen Universum wurden



INTERAKTIV



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

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

in kürzester Zeit alle Krümmungen durch einen heftigen Ausdehnungsvorgang zum Verschwinden gebracht – so wie Manny es mit dem Tischtuch gemacht hat.

Die Inflation löst auch ein weiteres Problem, erklärt sie doch, weshalb unser Universum überhaupt diese gigantische Größe hat. Die Inflation ist ein Mechanismus, durch den unser Weltall in Bruchteilen einer Sekunde um den Faktor 1050 aufbläht wurde.

Wärmebild des Himmels

Ein weiteres durch die Inflation gelöstes Problem lässt sich anhand der Himmelskarte der kosmischen Hintergrundstrahlung erkennen. Diese Strahlungsform erreicht die Erde aus allen Richtungen und kann im Wellenlängenbereich der Mikrowellen gemessen werden. Es ist Wärmestrahlung, die 380.000 Jahre nach dem Urknall von dem damals vor-

handenen Gasgemisch aus Wasserstoff und Helium abgegeben wurde. Im Prinzip zeigt die bunte Karte ein Wärmebild des gesamten Himmels, wobei zuvor die Wärmestrahlung von sämtlichen Vordergrundquellen abgezogen wurde. Die Farben in der Karte geben die Temperaturverteilung wie in einem Wärmebild wieder, das im Mittel eine Temperatur von $-270,45^{\circ}\text{C}$ hat. Rot bedeutet, dass die Temperatur geringfügig, nämlich nur 300 Mikrograd, oberhalb von $-270,45^{\circ}\text{C}$ liegt; bei blau liegt sie geringfügig darunter.

Das Erstaunliche an der Karte ist, dass zwei beliebige Punkte, die man herausgreift, bis auf einige hundert Mikrograd auf exakt derselben Temperatur liegen. Unter Umständen sind die Punkte im Universum Milliarden Lichtjahre voneinander entfernt und hatten gar keine Möglichkeit miteinander zu kommunizieren. Woher wussten sie dennoch, dass sie dieselbe Temperatur einstellen soll-

ten? Ohne Inflation ist das nicht zu erklären. Mit Inflation ist das einfach: In einer kosmischen Frühphase waren alle Punkte der Hintergrundstrahlungskarte nah beisammen und konnten noch miteinander kommunizieren, und so über thermischen Kontakt dieselbe Temperatur einstellen. Dann setzte die Inflation ein, blähte das Universum enorm auf und trennte die Punkte voneinander.

Ein Teilchen namens Inflaton

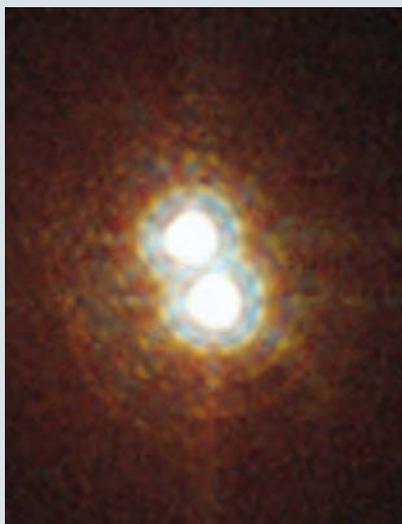
Physikalisch wird das Phänomen Inflation von einem zusätzlichen Feld (oder Teilchen) namens Inflaton hervorgerufen. Dem Modell zufolge löste der Zerfall des Inflationfelds eine heftige Expansion der kosmischen Raumzeit aus. Auf einer Zeitskala von nur 10–35 Sekunden »explodierte« das Universum förmlich von einer mikroskopischen auf eine makroskopische Längenskala.

Das erste Inflationsmodell wurde vom US-amerikanischen Physiker Alan H. Guth im Jahr 1981 eingeführt. Seither wurde eine große Zahl verschiedener Inflationsmodelle erfunden und mithilfe der experimentellen Kosmologie versucht man herauszufinden, welches Inflationsmodell unseren Kosmos am besten beschreibt. Direkt nachgewiesen werden konnte die Inflation bislang jedoch noch nicht.

► Andreas Müller

Astro-ABC: D wie Doppelstern

Doppelsterne sind Sterne, die am Himmel scheinbar oder tatsächlich nahe zusammenstehen. Über die Hälfte aller Sterne sind keine Einzelgänger. Stehen sie von der Erde aus gesehen nur zufällig am Himmel nebeneinander, sind aber in Wahrheit viele Lichtjahre voneinander entfernt, handelt es sich um visuelle Doppelsterne. Umkreisen sie sich tatsächlich, spricht man von physischen Doppelsternen. Diese Paare bewegen sich um ein gemeinsames Zentrum mit Umlaufzeiten von wenigen Stunden bis zu einigen Jahrtausenden. Manche enge Paare verraten ihre Doppelnatur nur durch ihre Spektren oder weil sich durch gegenseitige Bedeckungen die Gesamthelligkeit verändert. Einige sind wiederum Teil eines Mehrfachsystems. Ob man Doppelsterne mit einem Teleskop als solche erkennen kann, hängt vom Auflösungsver-



Hubble Space Telescope, NASA, ESA, J. Maiz Apellániz

▲ Abb.1: Pismis 24-1 im Skorpion: mit 2×100 Sonnenmassen ein Schwergewicht unter den Doppelsternen.

mögen der Optik, der Helligkeit der beteiligten Sterne und der Luftunruhe ab. Paare von etwa gleicher Helligkeit und Farbe kann ein Teleskop von 20cm Öffnung in der Praxis bis hinunter zu einem Abstand von etwa 1" trennen. Bekannte Doppelsterne am Nordhimmel sind Alkor und Mizar im Großen Bären (»Das Augenprüferlein«), Albireo im Schwan sowie ϵ Lyrae, der aus zwei engen Paaren besteht.

► Paul Hombach



SURFTIPPS

- Tipps zur Doppelsternbeobachtung

[Kurzlink: oc1m.de/a5027](https://oc1m.de/a5027)





▲ Abb. 1: Aufgang des Vollmondes bei La Silla, Chile. Malte Tewes

»»RIESENMOND««

AM HERBSTHIMMEL

Größter Vollmond seit mehr als 68 Jahren am 14. November

Betrachtet man aufmerksam den Mond hoch am Himmel, erscheint er von Nacht zu Nacht immer gleich groß. Als groben Richtwert nimmt man einen scheinbaren Durchmesser von rund 30' an und damit ist er ähnlich groß wie die Sonne (sonst gäbe es auch keine totalen Sonnenfinsternisse). Allerdings verändert sich der Durchmesser des Mondes während eines Umlaufs um die Erde. Da sich der Mond auf einer leicht elliptischen Bahn bewegt, erscheint er in Erdnähe (Perigäum) durch seine Entfernung zur Erde leicht größer als in Erdferne (Apogäum). Tritt der Zeit-

punkt des Vollmondes in der Nähe dieser beiden Bahnpunkte ein, kann man »große« oder »kleine« Vollmonde beobachten. Der Vollmond am 14. November 2016 tritt nur rund 2,5 Stunden nach dem Erreichen der Erdnähe ein. Damit sind alle Voraussetzungen erfüllt, einen »großen« Vollmond zu beobachten.

Wird aufgrund komplexer Störungen der Mondbahn – unter anderem durch die Anziehungskraft der Sonne – dabei das mittlere Perigäum unterschritten, erscheint der Mond sogar noch etwas größer. Die Entfernung Erde – Mond beträgt am 14. November

zum Zeitpunkt des Vollmondes 356.510km und liegt damit rund 5.600km unterhalb des mittleren Perigäums von 362.102km. Damit wird dieser Vollmond besonders groß: Der scheinbare Durchmesser beträgt 33,5057' und ist damit knapp 8% größer als der mittlere scheinbare Durchmesser des Mondes. Der letzte noch größere Vollmond trat vor rund 68 Jahren am 26.1.1948 auf. Auf den nächsten sehr großen Vollmond müssen wir noch 18 Jahre warten: Erst am 25.11.2034 wird der Vollmond mit einem scheinbaren Durchmesser von 34,02' noch größer erscheinen. ▶ André Knöfel

Gasplanet auf dem Weg nach Norden

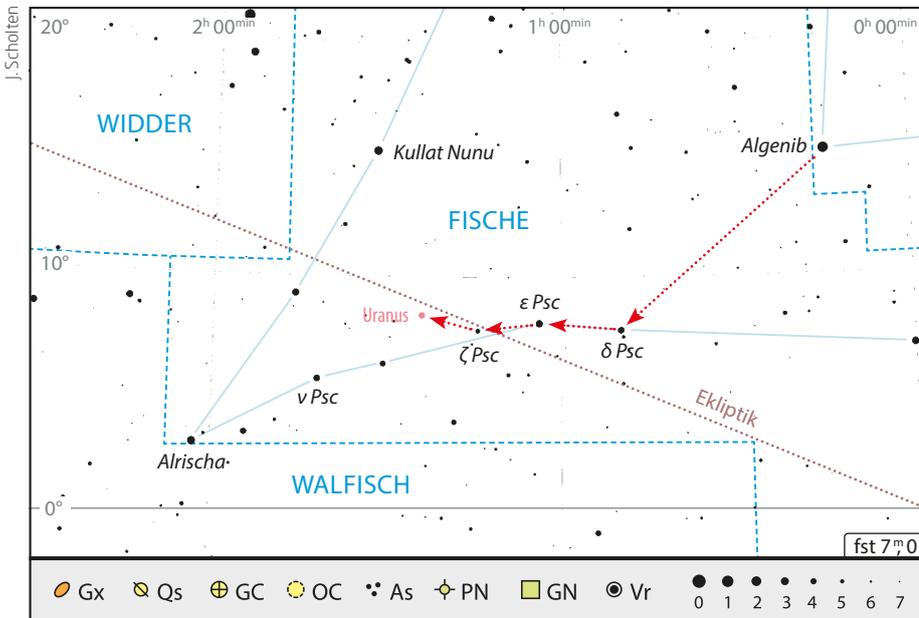
Uranus in Opposition am 15. Oktober

Wer schon länger Amateurastronom ist, wird sich erinnern, dass Uranus immer ziemlich weit im Süden stand. Das hat sich in den letzten Jahren deutlich zum Besseren gewandelt. Inzwischen steht der 7. Planet des Sonnensystems 8° nördlich des Himmelsäquators im Sternbild Fische. In zwei Jahren wird er in den Widder wechseln: Ein Planet will nach oben!

Zur diesjährigen Opposition wird Uranus 5,7^m hell. Das ist ein Wert, der ihn im Prinzip über die Schwelle zur Sichtbarkeit mit bloßem Auge hievt. Der Abend der Opposition selbst ist dafür nicht ideal, da mit dem Vollmond ein natürlicher Lichtverschmutzer die Szenerie überstrahlt. Der 5° südöstlich stehende Erdtrabant kann allerdings als Ausgangspunkt genutzt werden, um Uranus mit dem Fernglas

aufzuspüren. Die Helligkeit des Planeten bleibt im Oktober praktisch konstant.

Versuche, ihn mit freiem Auge zu finden, sind in den mondfreien Wochen Anfang und Ende Oktober möglich. Uranus steht etwas nördlich einer Sternkette, die den westlichen der beiden Fische markiert. Verlängert man die Diagonale des Herbstvierecks Pegasus nach Südosten (also von rechts oben nach links unten), stößt man auf den 4^m-Stern δ Psc. Dann 3,5° östlich zu ε Psc und 2,5° weiter zum 5^m-Stern ζ Psc – den sollte man schon freisichtig erkennen! Uranus ist etwas schwächer und steht weitere 2,4° östlich. 2° am Himmel entsprechen einer Daumenbreite bei ausgestrecktem Arm. Mehr zur Beobachtung von Uranus auch in »Planeten aktuell« in diesem Heft. ▶ Paul Hombach



▲ Abb.2: Uranus erreicht am 15. Oktober 2016 seine Oppositionsstellung. Bei guten Sichtbedingungen könnte sich der Planet auch mit bloßem Auge aufspüren lassen.

Prominenter Zwergplanet

(1) Ceres in Opposition am 21. Oktober

Bis zum Jahr 2015 war von Ceres, dem größten Objekt im Kleinplaneten-Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter, noch wenig bekannt. Dann näherte sich die NASA-Raumsonde Dawn dem Zwergplaneten, schwenkte in eine Umlaufbahn ein und lieferte spektakuläre Bilder der Oberfläche. Im Herbst lässt sich der Zwergplanet auch gut selbst beobachten. Ceres steht am 21. Oktober in Opposition zur Sonne und erreicht

eine Helligkeit von 7,4^m. Damit ist er auch mit kleinen Ferngläsern problemlos zu sehen. Ceres bewegt sich rückläufig im nördlichen Teil des Sternbildes Walfisch und steht zum Oppositionszeitpunkt ca. 4° südlich von Regulus. Gegen 00:15 MEZ kulminiert Ceres etwa 40° über dem Südhorizont. Mehr über die Beobachtung von Ceres und eine Aufsuchkarte in »Astrophysik live« in diesem Heft. ▶ André Knöfel

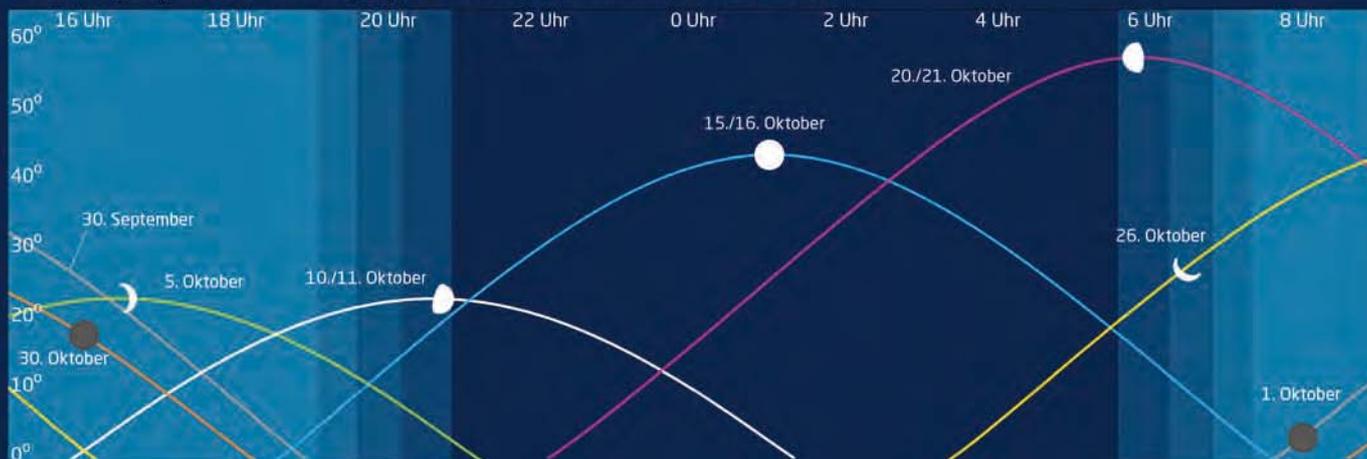
Astronomische Ereignisse im Oktober/November 2016			
01.10.16	2:11	MESZ	Neumond
6.10.	19:00	MESZ	Venus 1° SO α ₁ Lib
7.10.	19:30	MESZ	Mars 0,4° SO λ Sgr
8.10.			Maximum von χ Cyg (5 ^m ,2 – 13 ^m ,4)
9.10.	2:58	MESZ	(2524) Budovicium 17 ^m ,6 bedeckt TYC 1395-00498-1, 9 ^m ,2 (1,3s Δm: 8 ^m ,4)
9.10.	6:33	MESZ	Mond Erstes Viertel
11.10.	7:00	MESZ	Merkur 1,2° NO Jupiter
15.10.	12:43	MESZ	Uranus Opposition (5 ^m ,7)
16.10.	6:23	MESZ	Vollmond
19.10.	1:15	MESZ	Mond bedeckt Hyaden, beginnend mit γ Tau (Hyadum I) (3 ^m ,6), Eintritt am hellen Rand
19.10.	9:46	MESZ	Mond bedeckt α Tau (Aldebaran) (0 ^m ,9), Taghimmel
20.10.	18:45	MESZ	Venus 0,8° N δ Sco
21.10.	6:00	MESZ	Maximum Orioniden, ZHR=15, durch Mond gestört
21.10.	14:54	MESZ	Kleinplanet (1) Ceres in Opposition (7 ^m ,4, Cet)
22.10.	21:14	MESZ	Mond Letztes Viertel
25.10.	4:35	MESZ	Mond bedeckt 31 Leo (4 ^m ,4), Eintritt am hellen Rand
25.10.	5:42	MESZ	Mond bedeckt 31 Leo (4 ^m ,4), Austritt
27.10.	18:16	MESZ	Merkur obere Konjunktion
28.10.	7:45	MESZ	Mond 1,8° N Jupiter 12:30 nur 0,6°!
30.10.	18:38	MEZ	Neumond
7.11.	20:51	MEZ	Mond Erstes Viertel
12.11.	5:00	MEZ	Nördliche Tauriden, ZHR=5, viele helle Meteore und Feuerkugeln, kein ausgeprägtes Maximum, durch Mond gestört
12.11.	20:33	MEZ	Mond bedeckt v Psc (4 ^m ,5)
14.11.	14:52	MEZ	Vollmond
17.11.	11:00	MEZ	Maximum Leoniden, ZHR=15, durch Mond gestört
17.11.	17:36	MEZ	Venus nur 7,4° S λ Sgr!
21.11.	9:33	MEZ	Mond Letztes Viertel
24.11.	5:29	MEZ	Mond bedeckt 15 η Vir (Zaniah) (3 ^m ,9)
25.11.	4:06	MEZ	Mond 1,5° O Jupiter
29.11.16	13:18	MEZ	Neumond

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

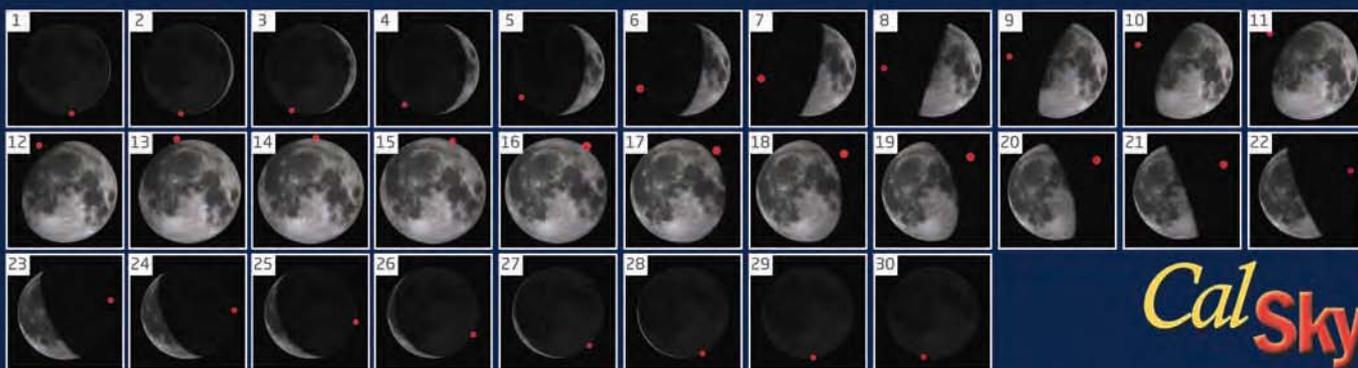
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Der Mond im Oktober/November

Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im Oktober 2016



Mond: Aufgang, Höhe und Untergang / Phasen und Libration im November 2016

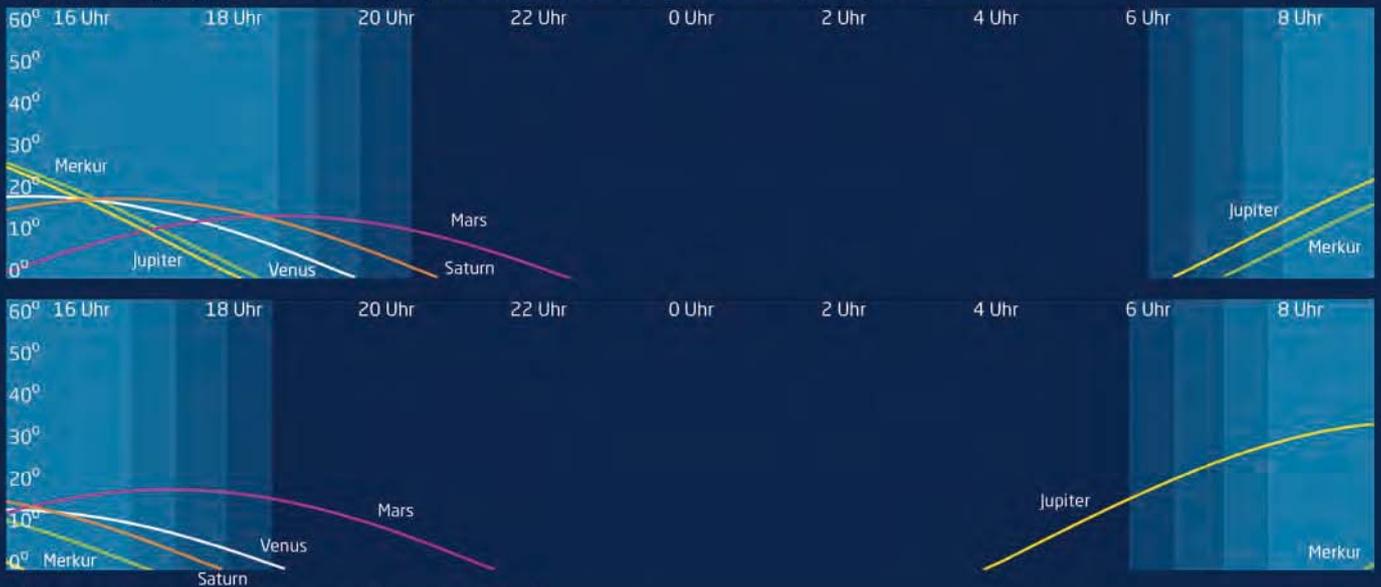


Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Die Plattform www.CalSky.com erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

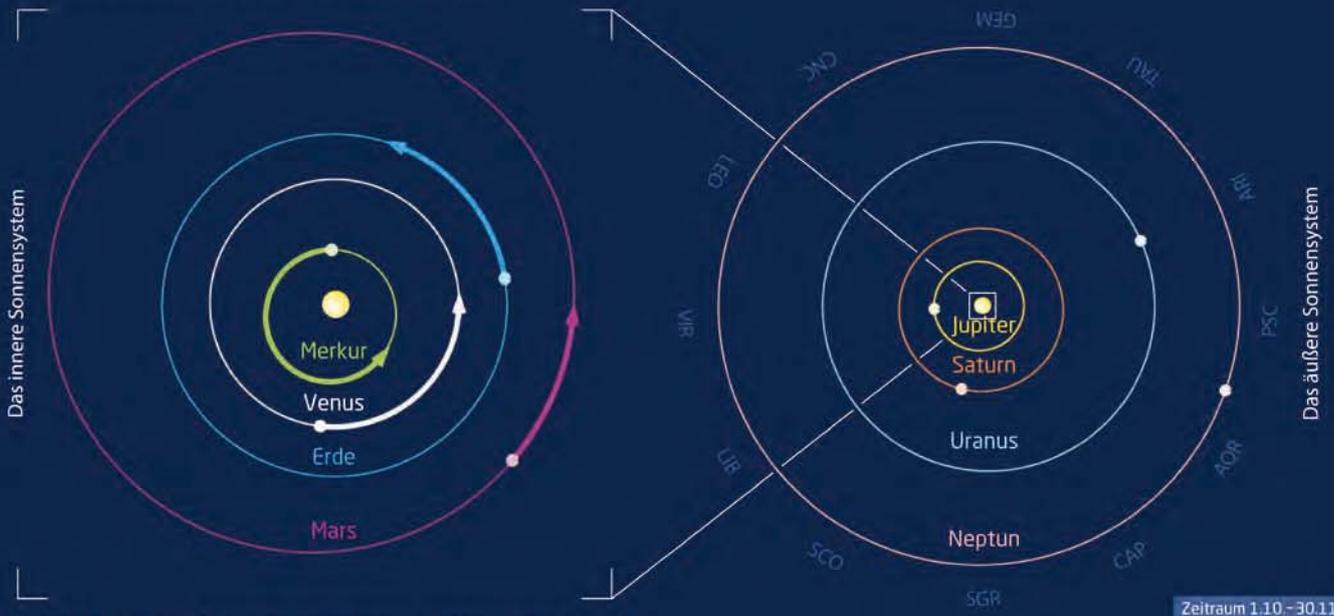
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Die Planeten im Oktober/November

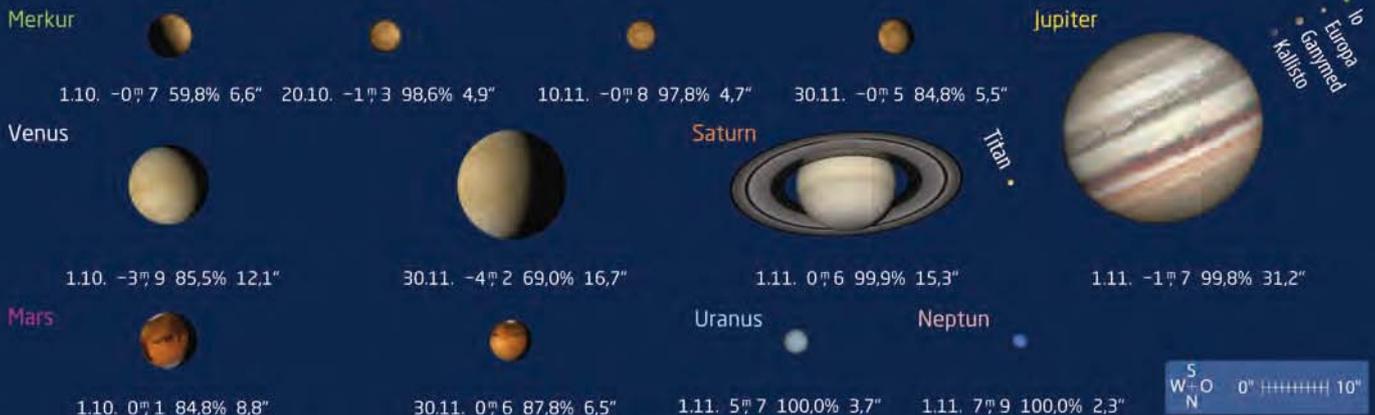
Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Oktober (oben) und November (unten) 2016



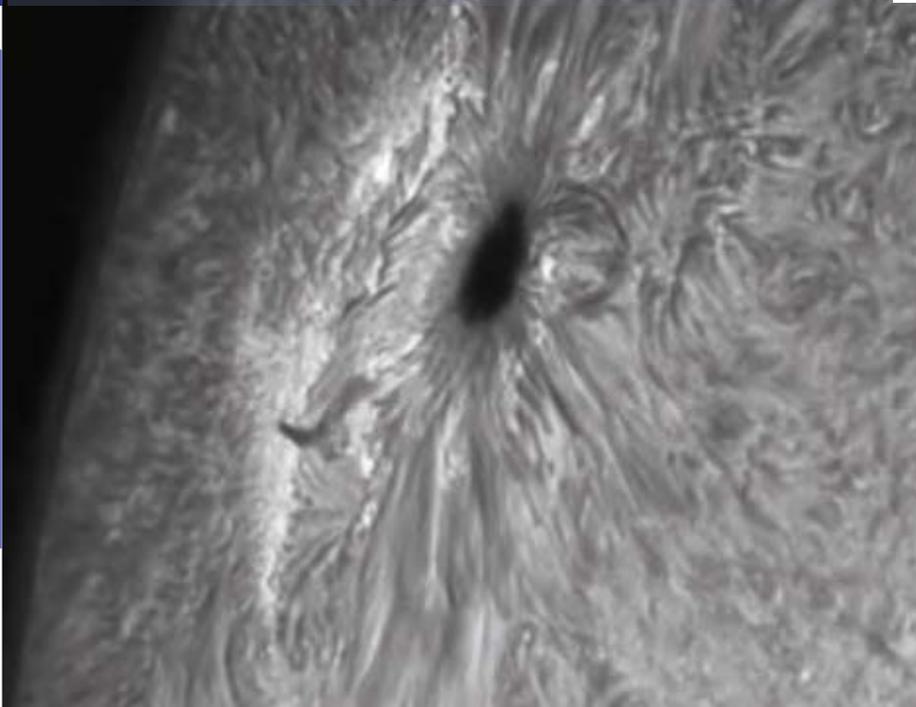
Planeten: Bahnen im Oktober und November 2016



Planeten: Anblick im Fernrohr im Oktober und November 2016



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



◀ Abb. 1: Einzelner Sonnenfleck im H α -Licht am 15.05.2016, 13:53 UT, aufgenommen mit einem 60/500mm Lunt H α -Teleskop, Filter und DM-K41USB-Kamera. Neben der tiefschwarzen Umbra eines Flecks sind helle chromosphärische Fackeln, granulare Verwirbelungen und leichte Ansätze zu filamentartigen Strukturen zu erkennen.

Jörg Meyer

SURFTIPPS

- Sonnenblog des Autors
- Sonnenobservatorium Debrecen
- The Sun Today, Daten des SDO

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5032

Sonne aktuell: Weniger Flecken, mehr Protuberanzen und Filamente

Wer in letzter Zeit regelmäßig die Sonne beobachtet hat, musste feststellen, dass die Aktivität im Weißlicht deutlich zurückgegangen ist, während es gleichzeitig im H α -Licht oft ganz anders aussah. Einzelne große Sonnenflecken, Protuberanzen am

Sonnenrand und dunkle Filamente vor der Sonnenscheibe zeichneten hier ein gegensätzliches Bild der Sonnenaktivität.

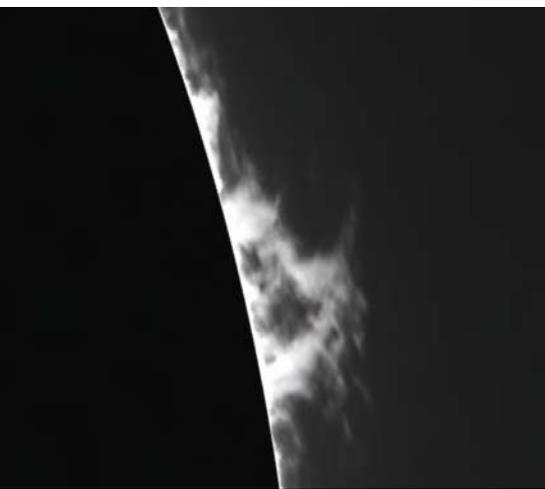
Die im abklingenden 24. Fleckenzklus schwächer werdenden lokalen Magnetfelder sind der Grund dafür, dass viele Aktivitätsgebiete nicht mehr im Weißlicht gesehen werden können. Eine fleckenarme Sonne ist somit kein Garant dafür, dass es im H α - oder dem Kalzium-Licht nichts zu sehen gäbe. Die Zahl der Protuberanzen und Filamente sowie der Flares ist dennoch rückläufig und sie erreichen nicht mehr die Dimensionen vergangener Jahre. Beide Phänomene, auch wenn sie nicht mehr so ausgeprägt auftreten und eher ruhend als eruptiv sind, können aber durchaus interessante und faszinierende Strukturen hervorbringen, die wiederum Rückschlüsse auf das Wirken der Magnetfelder an diesen Stellen erlauben.

Erstmals seit dem Minimum 2008 und dem Rekordjahr 2009, als es insgesamt 260 fleckenfreie Tage gab, war die Sonne im Juni an neun Tagen ohne Sonnenflecken im Weißlicht. Entsprechend gering war auch die Zahl der neuen aktiven Regionen: im Mai wurden elf, im Juni

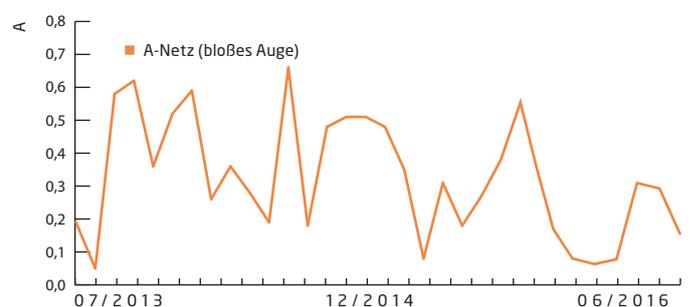
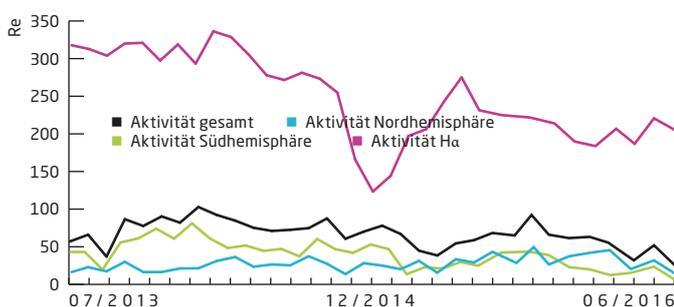
nur noch sieben gezählt. Der Juni 2016 war der aktivitätsärmste Monat seit 2009.

In dieser Phase der Sonnenaktivität sind die Beobachter besonders gefordert: Keineswegs sollte man wegen der schwachen Aktivität jetzt sein Fernrohr in die Ecke stellen – wie soll schließlich der Aktivitätsverlauf dokumentiert werden, wenn keiner hinsieht. Ganz im Gegenteil: Die Zahl der kleinen Fleckengruppen der Klassen A und B nach der Waldmeier-Klassifikation wird zunehmen. Leider werden diese häufig übersehen. Hier hilft ein Trick: Ist man sich nicht sicher, an einer bestimmten Stelle einen Fleck gesehen zu haben, etwa, weil er dicht an der Auflösungsgrenze des verwendeten Teleskops liegt, sollte man mit dem Auge über die Oberfläche wandern und auch mal zum Sonnenrand schauen. Während das menschliche Gehirn beim Blick auf die helle Oberfläche auf einen Schwarz-Weiß-Kontrast achtet, muss es am Rand wegen der Fackeln und der Randverdunkelung auf einen hell-weniger hell-Kontrast umschalten. Dadurch nimmt man plötzlich kleine Flecken wahr, die man vorher nicht gesehen hat.

▶ Manfred Holl



▲ Abb. 2: Randprotuberanz am 18.06.2016, 15:02 UT, 102/1000mm FH Refraktor 2 \times Barlowlinse, Filter und DMK21USB-Kamera
Jörg Meyer



► Abb. 1: Der schöne Sommerkomet C/2013 X1 (PAN-STARRS) war leider nur am Südhimmel zu sehen. CCD-Aufnahme vom 24. Juni von Namibia aus. 300mm-Astrograf bei 1100mm, CCD-Kamera FLI PL 16200, Belichtung LRGB 600sek (L-Kanal) bzw. je 150sek. *Gerald Rhemann.*

Kometen aktuell: Komet trifft Mars

Wie schon in den vergangenen Monaten sind voraussichtlich auch im Oktober und November keine hellen Kometen zu sehen. Wer mit entsprechender Ausrüstung schwächere Objekte beobachten oder fotografieren möchte, findet dennoch Möglichkeiten.

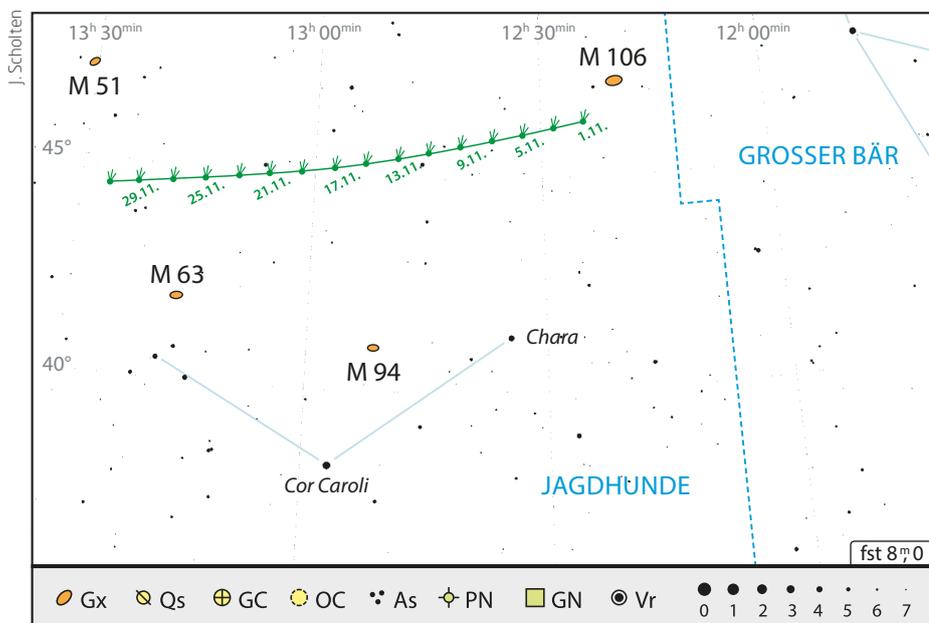
Immer einen Versuch wert ist etwa **29P/Schwassmann-Wachmann**, der für seine Helligkeitsschwankungen und -ausbrüche bekannt ist. Zuletzt gab es so ein Aktivitätsmaximum Ende Juli. Der Komet wanderte in den letzten Jahren durch recht südliche Himmelsgegenden – in den Sternbildern Skorpion und Schütze erreichte er aber nur geringe Horizonthöhen. Seinen Tiefstand hatte der Schweifstern im Sommer 2015, inzwischen geht es wieder langsam Richtung Norden. Im Oktober und November findet man 29P nun am Abendhimmel im Sternbild Schütze, er nähert sich dem Sternbild Steinbock, das er zu Jahresende erreichen wird. Bis dahin wird er allerdings wieder in der Dämmerung verschwun-

den sein. Interessant – wenn auch schwer zu beobachten – wird das Rendezvous zwischen dem Schweifstern und dem Planeten Mars, das in der letzten Oktoberwoche stattfindet. Am engsten stehen die beiden Himmelskörper am Abend des 25. Oktober nebeneinander, wenn der 0,^m3 helle Planet etwa 15 Bogenminuten (entspricht einem halben Vollmond Durchmesser) vom viellichtschwächeren Kometen entfernt steht. Die aktuelle Helligkeit des Kometen kann nicht vorhergesagt werden, sie schwankt meist zwischen 14^m und 11^m – in jedem Fall eine Herausforderung auch für erfahrene Beobachter und Astrofotografen.

Ein vielversprechender Komet für das kommende Jahr kann von gut ausgerüsteten Stern-

freunden schon im November beobachtet werden. **C/2015 V2 (Johnson)** wurde am 3. November 2015 von Jess Johnson am Catalina Sky Survey – einer US-amerikanischen Himmelsüberwachung – entdeckt. Der Komet war zu diesem Zeitpunkt ein schwacher Nebelfleck mit einer Helligkeit von 17^m. Bei einer Sonnen-Entfernung von 6,4AE war er noch weit außerhalb der Jupiterbahn gelegen. Ein Jahr später hat sich diese Distanz auf 3,4AE reduziert und Komet Johnson ist nun mit einer Helligkeit von rund 12^m im Sternbild Jagdhunde zu finden. Er ist zirkumpolar – geht also nicht unter – und kann wahlweise am Abend- oder Morgenhimmel aufgesucht werden. Die Stunden rund um Mitternacht sollten gemieden werden, dann steht der Schweifstern am tiefsten über dem nördlichen Horizont. Auch die Nächte rund um den Vollmond zur Monatsmitte sind wenig geeignet, einen so lichtschwachen Kometen zu beobachten.

► Burkhard Leitner



▲ Abb. 2: Aufsuchkarte C/2015 V2 (Johnson) im November.

SURFTIPPS

- Infos zu Komet C/2015 V2
- Infos zu Komet 29P

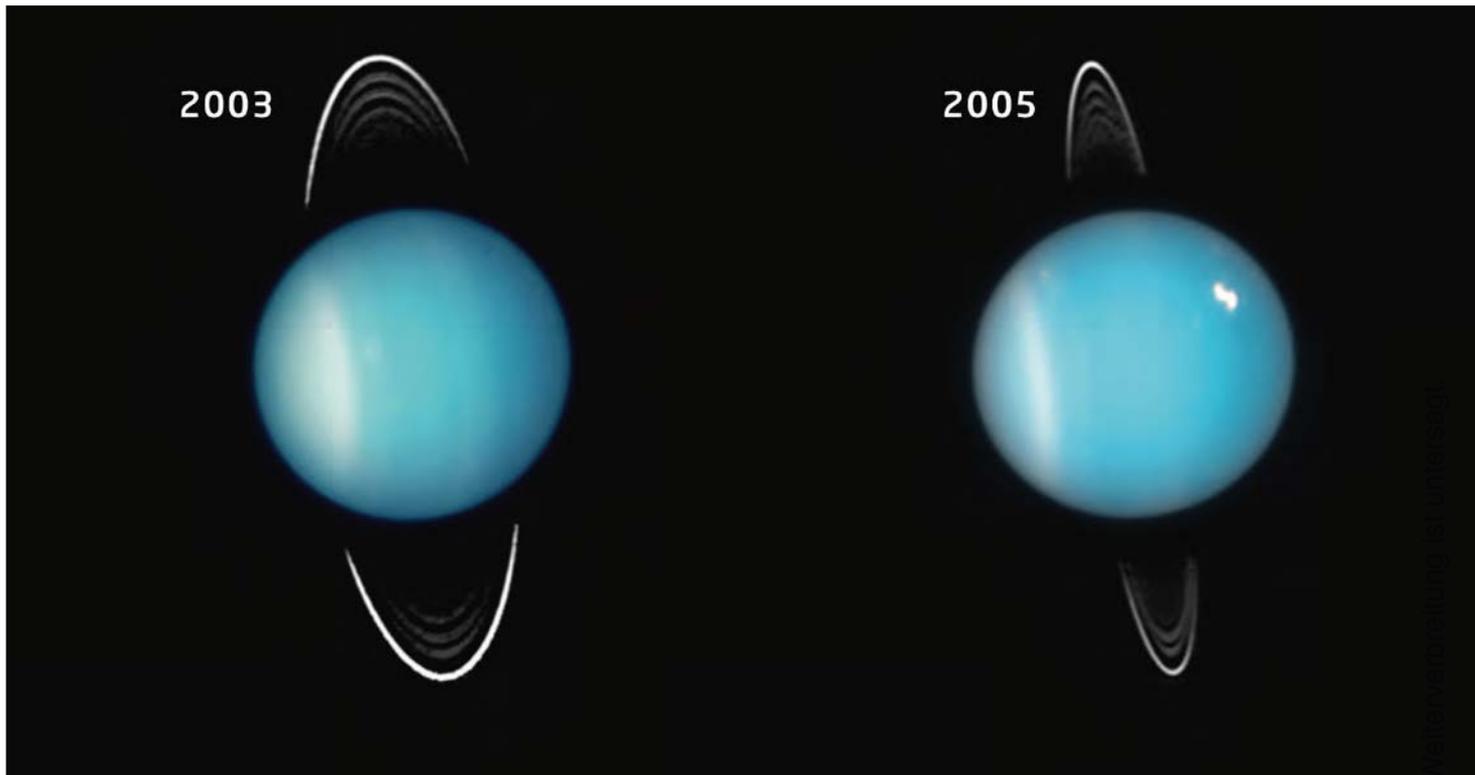
[Kurzlink: oc1m.de/a5033](http://oc1m.de/a5033)

Kometen im Oktober/November 2016						
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erw. Helligkeit	
29P/Schwassmann-Wachmann	15.11.1925	4.4.2019 (5,76AE)	14.07.2016 (4,90AE)	Juli bis November 2016	11 ^m bis 14 ^m	
C/2015 V2 (Johnson)	3.11.2015	12.6.2017 (1,64AE)	5.6.2017 (0,81AE)	November 2016 bis Juli 2017	11 ^m bis 12 ^m	

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

Planeten aktuell: Uranus beobachten

NASA, ESA und M. Showalter (SETI Institute)



▲ Abb. 1: Uranus, der ferne grünliche Gasplanet, zeigt Wolkenstrukturen und Flecken. Die Ringe sind mit Amateurmitteln nachweisbar, allerdings nur fotografisch. Diese Bilder stammen vom Weltraumteleskop Hubble.

Die hellen Planeten machen sich im Oktober und November rar. Mars und Saturn, die im Sommer noch gut am Abendhimmel standen, haben sich weitgehend zurückgezogen. Der hellste noch verbliebene Wandelstern ist **Uranus**, der am 15. Oktober in Opposition steht.

Mit einer Helligkeit von $5^m,7$ ist der entfernte Riesenplanet schon mit bloßem Auge zu sehen. Für Planetenbeobachter wird es allerdings erst ab einer Vergrößerung von

über $200\times$ interessant, das nur $3,7$ Bogensekunden messende Scheibchen zu untersuchen. Wer in einer klaren Herbstnacht mit einem großen Dobson-Teleskop unterwegs ist, sollte durchaus einen Blick riskieren.

Diffuse Streifen sind wiederholt mit Amateurmitteln dokumentiert worden. 2005 gab es einen sehr hellen Fleck, der die Gesamthelligkeit des Planetenscheibchens merklich beeinflusste. 2006 folgte ein dunkler Fleck. Die Sichtbarkeit solcher

Strukturen ist auch von der Stellung der Uranusachse relativ zur Sichtlinie von der Erde abhängig, derzeit blicken wir schräg auf die Nordhalbkugel, im Jahr 2028 wird uns der Nordpol direkt zugewandt sein.

Die Monde von Uranus sind wesentlich leichter zu sehen als Oberflächenstrukturen. Oberon und Titania sind am leichtesten zu sehen, sie werden $14^m,1$ bzw. $13^m,9$ hell und entfernen sich auf bis zu 43 bzw. 32 Bogensekunden vom Planeten. Ihre Umlaufzeit

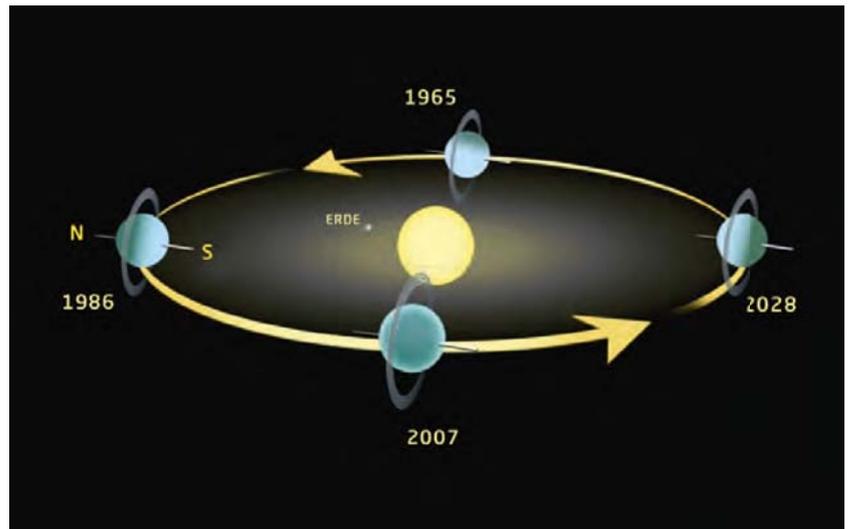
Leserbilder der letzten Monate:



▶ Abb. 4: a) Saturn mit Ringsystem am 18. Juli 2016. *Torsten Edelmann*



b) Mars am 4. Juni 2016. *Frank Meyer*



Grafik: M. Showalter and M. Gordon (SETI Institute)

▲ Abb. 3: Die Stellung des Uranussystems im Verlauf eines Umlaufs um die Sonne. Die Sichtbarkeit von Strukturen in der Uranus-Atmosphäre ist auch von der Stellung der Uranusachse relativ zur Sichtlinie von der Erde abhängig.

beträgt 13,5 bzw. 8,7 Tage. Ein Achtzöller bei 200× sollte hier ausreichen.

Mehr Öffnung verlangen Umbriel, der nur 15^m hell wird und sich auf 19 Bogensekunden vom Planeten entfernt, und Ariel mit 14^m3, aber nur zwölf Bogensekunden Abstand. Eine absolute Herausforderung für große Teleskope ist Miranda, die bei maximal neun Bogensekunden Abstand nur 16^m5 hell wird.

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 2: Typischer Anblick des Uranus-Mondsystems im Teleskop. Sebastian Voltmer



c) Mars am 10. Juni 2016. Frank Meyer



d) Mars am 22. Juni 2016. Frank Meyer

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

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November 2016

Sternbild-Streifzüge:
Die Kassiopeia

Fernglas-Wanderung:
Im Westen des W

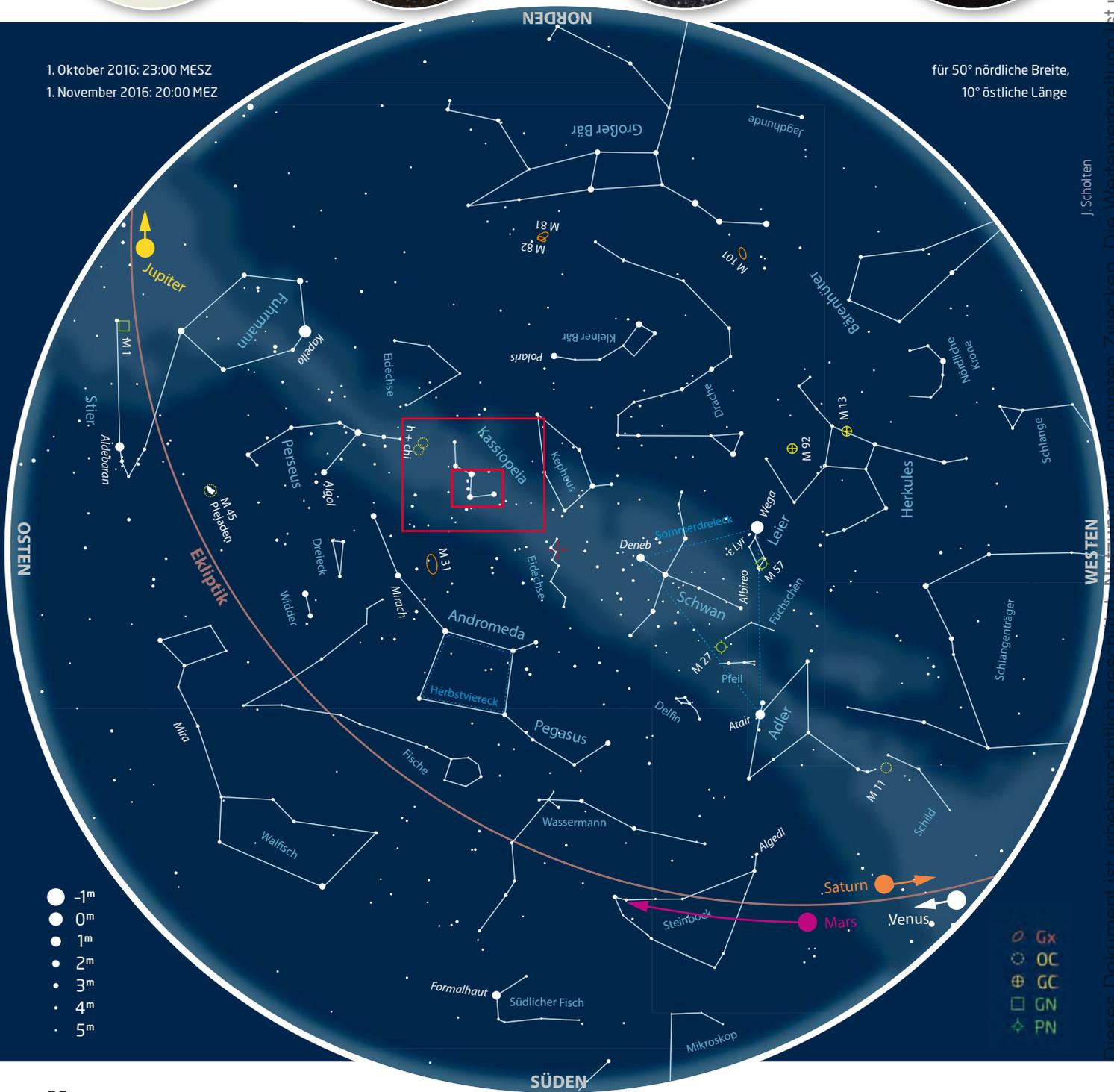
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
Entfernter Sternhaufen

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
Ein »Pacman« am Himmel



1. Oktober 2016: 23:00 MESZ
1. November 2016: 20:00 MEZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



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

- Gx
- OC
- ⊕ GC
- GN
- ◆ PN

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

J. Scholten

Sternbild-Streifzüge: Die Kassiopeia

Wegen seiner w-förmigen Anordnung aus fünf hellen Sternen ist das Sternbild Kassiopeia vielfach nur als »Himmels-W« bekannt. Die bildlichen Vorstellungen reichten dabei von einem Elchgeweih über eine Gruppe aus fünf Rentier-Hirschen bis zum Hof der keltischen Göttin Dôn. Für arabische Himmelsbeobachter war das Sternbild Teil eines Kamels. Darauf deutet noch der Stern β Cas hin, der aus dem Arabischen wörtlich übersetzt »der Höcker der Kamelin« heißt.

Am weitaus bekanntesten ist allerdings der oft erzählte Mythos um Kassiopeia, Gemahlin von König Kepheus, die den Zorn der Götter auf sich zog. Die Königin prahlte mit ihrer Schönheit und behauptete, viel schöner als die Meeresnympfen zu sein. Zur Strafe sollte sie ihre Tochter Andromeda einem Meeresungeheuer opfern, was der heldenhafte Perseus zum Schluss noch verhindern konnte.

Leuchtkräftige Giganten

Im Sternbild Kassiopeia kann man gleich zwei Sterne entdecken, die zu den seltensten und leuchtkräftigsten Sonnen überhaupt zählen. Es sind gelbe Hyperriesen, von denen in der Milchstraße nur 15 bekannt sind – gleich zwei dieser stellaren Exoten finden sich in dieser Konstellation. φ Cas erscheint am Himmel rund 4^m5 hell und strahlt dabei eigentlich so hell wie eine halbe Million Sonnen. Ähnlich verhält es sich mit dem nur 7° entfernt stehenden V509 Cas (HR 8752), der um die 5^m3 hell ist und immer noch die 200.000-fache Energie unserer Sonne abgibt.

Vielfältige Sternhaufen

Da sich das Sternbild inmitten des schimmernden Bandes der Milchstraße befindet, lassen sich in der Kassiopeia vor allem Sternhaufen beobachten. Der hellste unter ihnen ist M 52, der zu den reichsten offenen Sternhaufen des nördlichen Sternhimmels gehört und schon mit einem kleinen Teleskop aufgelöst werden kann. Weitere sehenswerte Sternhaufen sind M 103, der von Caroline Herschel entdeckte NGC 7789 sowie NGC 457, der auch als Eulenhaufen bekannt ist. Mit etwas Fantasie lässt sich hier die Form eines



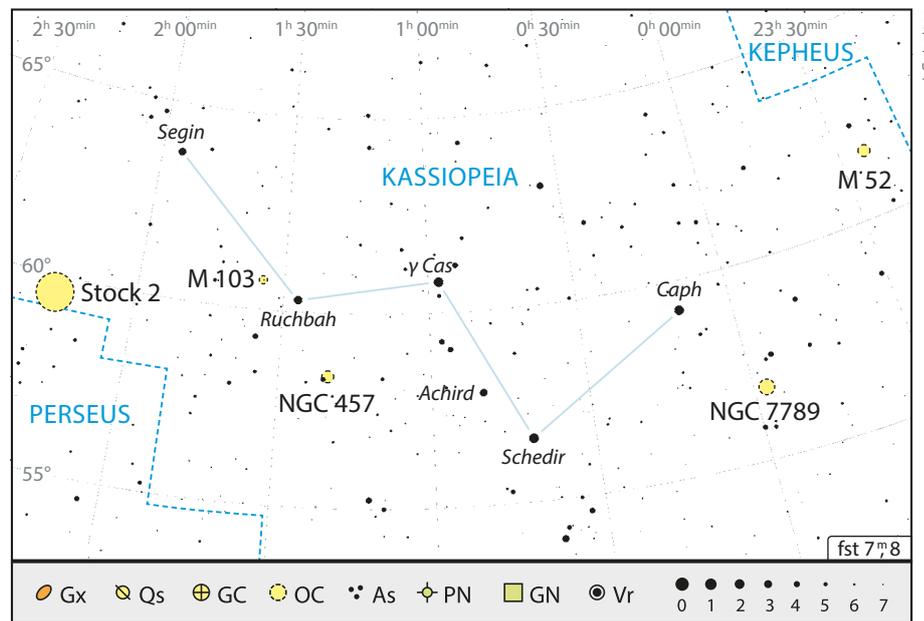
► Abb. 1: Das vielfach nur als Himmels-W bekannte Sternbild stellt die eitle Königin Kassiopeia auf ihrem Thron dar.

Vogels mit ausgebreiteten Flügeln und zwei leuchtenden Augen erkennen.

Weniger bekannt, aber unbedingt einen Abstecher wert ist der Sternhaufen Stock 2. Er zählt zu den bekannteren Einträgen in dem Objektkatalog des deutschen Astronomen Jürgen Stock, der den Sternhaufen 1955 entdeckt hat. Wegen seiner Form, die an

eine Figur beim Hanteltraining erinnert, ist Stock 2 besser durch seinen Beinamen »Muskelmännchen« bekannt. Dieses besteht aus Sternen 8. Größenklasse, so dass der Bodybuilder bereits – dunkler Himmel vorausgesetzt – mit einem stativgestützten Fernglas sichtbar ist.

► Nico Schmidt



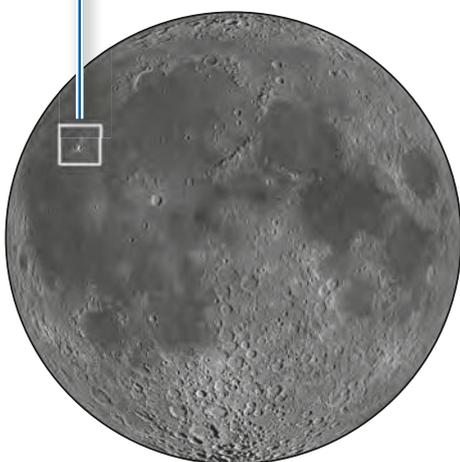
► Abb. 2: Übersichtskarte des Sternbilds Kassiopeia mit den Beobachtungsempfehlungen.

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

NASA/GSFC/Arizona State University



▲ Abb. 1: Das Material im Inneren von Aristarchus ist das hellste Gestein der sichtbaren Mondseite.



▲ Abb. 2: Nahe dem westlichen Mondrand findet man den hellen Krater Aristarchus.

Mond-Spaziergang: Highlights im stürmischen Meer

Mitten im Oceanus Procellarum (Ozean der Stürme) gelegen findet sich inselgleich eine Art Plateau. Auf diesem liegen zwei herausragende Sehenswürdigkeiten des Mondes, die sich am 11. Tag nach Neumond am Terminator befinden und dann bestens zu beobachten sind: Das 46km große Ringgebirge Aristarchus und das angrenzende Vallis Schröteri (Schrötertal).

Hell und dunkel gestreift

Im Teleskop wirkt Aristarchus scharf abgegrenzt und wie aus dem Mondboden ausgestanzt. Besonders die inneren Wallhänge sind interessant, da sie von einem Muster aus dunklen Streifen und hellen Flächen durchzogen werden. Hier lohnt ein Blick bei gutem Seeing und mit höherer Vergrößerung. Der sehr gute Erhaltungszustand des Kraters spricht für ein junges Alter, welches aufgrund aktueller Daten auf nur 200 Millionen Jahre geschätzt wird.



► Abb. 3: Zeichnung von Aristarchus: Die Wallhänge sind von einem Muster aus dunklen Streifen und hellen Flächen durchzogen. Lambert Spix

Mysteriöses Mondphänomen

Zwei Besonderheiten prägen den Charakter von Aristarchus. Das Material in seinem Kraterinneren ist das hellste Gestein der sichtbaren Mondseite und Aristarchus stellt die Region mit der höchsten Anzahl beobachteter »Lunar Transient Phenomena« dar. Das sind seltene kurzzeitige Aufhellungen, Verdunklungen oder Farbveränderungen, die in bestimmten Regionen der Mondoberfläche beobachtet werden und für die es noch keine sichere Erklärung gibt. Aristarchus besitzt ein helles Strahlensystem, das hauptsächlich in südöstlicher Richtung bis zu 150km weit reicht. Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung des Auswurfmaterials ist anzunehmen, dass der Impaktor in einem flachen Winkel auf die Mondoberfläche traf. Auch das leicht aus dem Zentrum versetzte Zentralgebirge spricht für diese These.

Schlangen auf dem Mond

Mit 185km Länge ist das Schrötertal das längste der so genannten gewundenen Täler auf dem Mond. Diese Formationen erinnern an irdische Flussläufe. Tatsächlich ist durch diese Kanäle unterirdisch Lava geflossen und die Decke der Röhren später eingebrochen. Der Ursprung des Lavastroms, der das Vallis Schröteri entstehen ließ, liegt nordöstlich vom 35km großen Krater Herodotus. Hier befindet sich eine Vertiefung mit anschließender Auswölbung der Rille mit dem treffenden Spitznamen »Kobrakopf«. Die kleine kraterähnliche Talöffnung entstand vermutlich durch eine gasreiche vulkanische Eruption. Vallis Schröteri macht im weiteren Verlauf eine Kehrtwende um 180° nach Südwesten und endet am Rande des Aristarchus-Plateaus an einem 1000m hohen Steilhang. Die bis zu 10km breite Rille ist an dieser Stelle nur noch etwa 500m breit.

► Lambert Spix

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

► Abb. 1: Der »Sailboat Cluster« genannte Sternhaufen NGC 225 aufgenommen mit einem 6"-Intes-MK-69-Teleskop bei 900mm Brennweite. Günter Kerschhuber



Fernglas-Wanderung: Im Westen des W

Das »Himmels-W« Kassiopeia beherbergt eine ganze Reihe von hellen Deep-Sky-Objekten; für diese Tour habe ich einige aus dem westlichen Teil des Sternbilds ausgesucht, die zum Teil nicht ganz so bekannt sind.

Carolines Heuhaufen

Ganze 3° südwestlich von Cheph oder Caph (β Cas) findet sich ein auch in kleineren Ferngläsern auffälliger großer runder Nebelfleck: der Offene Sternhaufen NGC 7789. Nach seiner Entdeckerin Caroline Herschel erhielt er den Beinamen »Caroline's Haystack«. Allerdings bleibt der »Heuhaufen« von Sternen meist unsichtbar, weil selbst die hellsten unter ihnen zu schwach für kleinere Ferngläser sind.

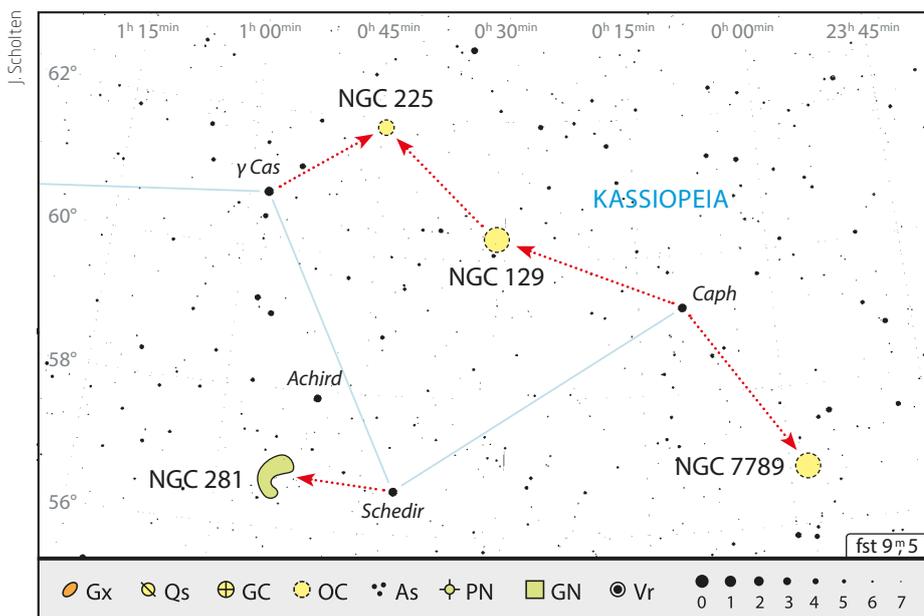
Wandert man mit dem Feldstecher wieder zurück zu Cheph und ebenso etwa 3° weiter nach Nordosten, stößt man auf einen Sternhaufen, der sich zumindest etwas auflösen lässt, nämlich NGC 129. Ein heller Feldstern steht direkt südlich, in einem 10x50-Fernglas lassen sich unter guten Sichtbedingungen bis zu 14 Sterne zählen.

Himmliches Segelboot

Bleiben wir auf Kurs und wandern auf der gedachten Linie von NGC 129 weitere 2° nach Nordosten, treffen wir auf den auch »Sailboat Cluster« genannten Sternhaufen NGC 225. Die Namensgebung lässt sich im Fernglas gut nachvollziehen: Etwa 10–15 Sterne bilden eine halbkreisförmige Figur, die man auch als Schiffsrumpf interpretieren kann. Mit etwas Fantasie finden sich weitere ein, zwei Sternchen als Mast.

Schwieriger »Pac Man«

Eine besondere Herausforderung stellt der einzige für Ferngläser erreichbare Galaktische Nebel der Region dar, nämlich NGC 281, der sich etwa 1,5° östlich von Schedir (α Cas) befindet. Eine möglichst große Austrittspupille sowie der Einsatz von Nebelfiltern helfen bei der Detektion des »Pac-Man-Nebels«, wie er nach seinem Aussehen in größeren Teleskopen auch genannt wird. Mit einem 50mm-Glas braucht man schon sehr gute Beobachtungsbedingungen und indirektes Sehen, um einen schwachen Nebelfleck zu erkennen, der den Mehrfachstern Burnham 1 umgibt.



► Abb. 2: Eine Kette von Sternhaufen ist diesmal das Ziel unserer Wanderung. Der Nebel NGC 281 ist eine besondere Herausforderung.

► Kay Hempel

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



◀ Abb. 1: Der offenen Sternhaufen M 103 im Sternbild Kassiopeia. Peter Knappert



▲ Abb. 2: Zeichnung von M 103. Anne Ebeling

Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Entfernter offener Sternhaufen

M 103, ein offener Sternhaufen im Sternbild Kassiopeia, wurde am 27. März 1781 von Pierre Mechain entdeckt. Er liegt ganz in der Nähe von Ruchbah oder δ Cas in einem Himmelsabschnitt, der mit zahlreichen brillanten Sternhaufen besetzt ist. Es gehört zu den vielen Rätseln der Messier-Liste, warum ausgerechnet dieser Sternhaufen in den Katalog des französischen Astronomen aufgenommen wurde.

Nebelfleckchen bei Ruchbah

Unabhängig davon eignet sich der 7^m4 helle Sternhaufen aber gerade für Stadtastronomen hervorragend als Ausgangspunkt für einen herbstlichen Ausflug in die Kassiopeia. Als zentralnahes Objekt bleibt er von störendem Horizontlicht verschont, was seine Beobachtung auch von urbanen Standorten aus erheblich erleichtert. Außerdem ist der Haufen gut zu finden: Wenn man den Sucher auf Ruchbah zentriert, zeigt sich M 103 im nordöstlichen Gesichtsfeld bereits als ein schwaches Nebelfleckchen.

Schon mit einer geringen Vergrößerung von 25 \times löst sich dann der Nebel auf und präsentiert sich als eine Sternkette, deren nördliche und südliche Enden von zwei hellen Sternen markiert werden, die wiederum zwei weitere, etwas schwächere Sterne in ihre Mitte nehmen. So ergibt sich ein recht hübsches Bild, das bei steigender Vergrößerung noch attraktiver wird.

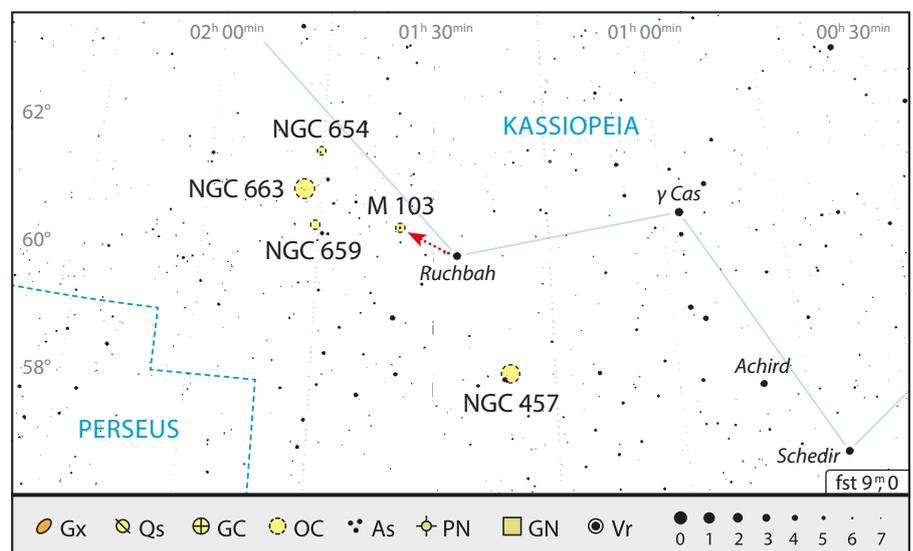
Kette mit Doppelstern

Bei 78 \times tauchen im Umkreis der Kette weitere kleine Lichtpunkte auf, die dem Haufen die Gestalt eines Dreiecks verleihen. Eine kleine Herausforderung für den Stadtbeobachter ist der helle Stern am nördlichen Ende der Sternkette: Hierbei handelt es sich um den Doppelstern Struve 131 mit zwei Komponenten der 6. und 10. Größe, die sich bei guten Sichtverhältnissen trennen lassen. Mit 13" erscheint der Abstand recht komfortabel.

Die tatsächliche Ausdehnung des Sternhaufens wird mit 17 Lichtjahren angegeben, sein

Alter auf 22 bis 25 Millionen Jahre geschätzt. In dem Haufen finden sich über 170 Sterne. Mit einer Distanz von etwa 8500 Lichtjahren gehört M 103 zu den am weitesten entfernten Sternhaufen, die in der Messier-Liste geführt werden. Er ist damit ungefähr so weit entfernt wie der berühmte Perseus Doppelhaufen, so dass ein Besuch schon aus Vergleichsgründen lohnt. Wer sich an M 103 sattgesehen hat, sollte unbedingt seine Reise fortsetzen. Denn in unmittelbarer Nähe finden sich ausgesprochen schöne Sternhaufen, wie etwa NGC 659, NGC 663, NGC 654 oder NGC 457.

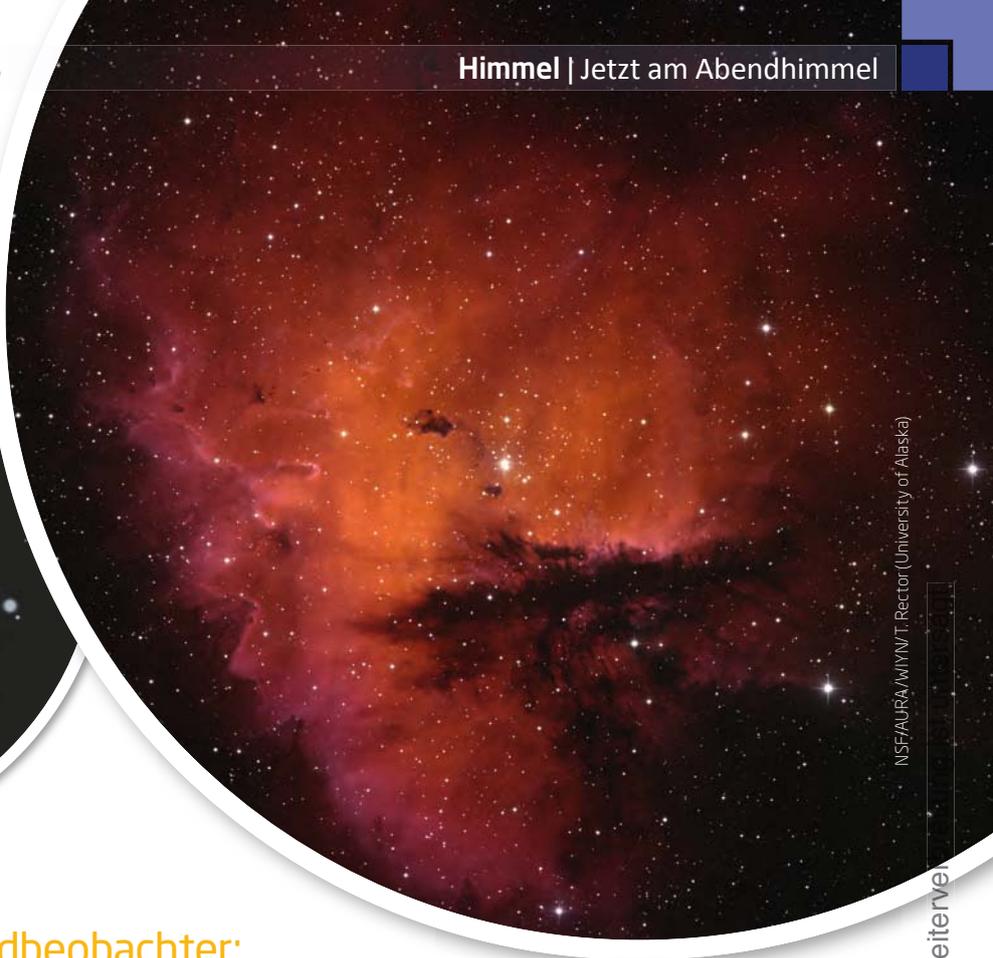
► Karl-Peter Julius



▲ Abb. 3: M103 findet man leicht über den Stern Ruchbah (δ Cas).

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

► Abb. 1: Nicht nur fotografisch, auch visuell erinnert die Form von NGC 281 an die Pacman-Figur.



NSFAURA/WIWT, Rector (University of Alaska)

▲ Abb. 2: Zeichnung von NGC 281. Rainer Mannoff

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Ein »Pacman« am Himmel

Der amerikanische Astronom Edward Emerson Barnard stieß am 26. November 1881 auf einen kleinen Gasnebel im Sternbild Kassiopeia. Eigentlich war er auf der Suche nach Kometen, für deren Entdeckung ein Preisgeld von 200 Dollar ausgesetzt war, was einem heutigen Wert von 4400 Dollar entspricht. Seine Entdeckung beschrieb er als schwachen, diffusen und nicht mehr als zehn Bogenminuten großen Nebel. Dieser erhielt die Bezeichnung NGC 281, der zentrale Sternhaufen die Katalognummer IC 5090.

Gefräßiger Nebel

NGC 281 ist ein typischer Emissionsnebel, wobei die Nebelmaterie – meist Wasserstoff – durch einen oder mehrere sehr heiße Sterne zum Leuchten angeregt wird. Im Zentrum des rund 9500 Lichtjahre entfernten Nebels steht der Mehrfachstern HD 5005. Er ist das hellste (rund 7^m8) und zugleich heißeste Mitglied des Sternhaufens, weshalb er mit seiner energiereichen UV-Strahlung für den größten Teil der Ionisation der umliegenden Wasserstoffregion sorgt.

Im Idealfall erscheint ein solches Gebiet kugelförmig mit der Energiequelle im Zentrum. Bei NGC 281 wird jedoch etwa ein Viertel des Nebels von vorgelagerten Staubwolken verdeckt. Dadurch entsteht eine besondere Form, die sowohl fotografisch als auch visuell auffällt, bei der sich die Himmelsbeobachter der 1980er Jahre

an eine berühmte Computerspiel-Figur erinnert fühlen. So kam das kleine Objekt zu dem heute oft gebrauchten Beinamen Pacman-Nebel. Und es sieht tatsächlich so aus, als ob der gefräßige Nebel nach der Staubwolke schnappt.

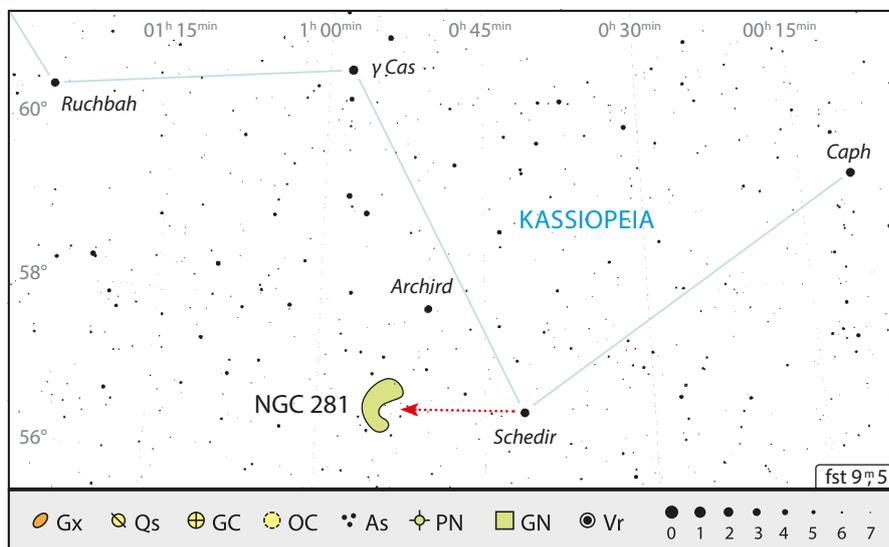
Mehrfachsystem im Zentrum

Nahe von Kassiopeias hellstem Stern, α Cas, ist NGC 281 leicht zu finden. Unter einem dunklen Himmel kann er mit wenig Öffnung und sogar schon mit einem Fernglas als schwacher Nebelhauch um den hellen Zentralstern gesch-

tet werden. HD 5005 ist ein herausfordernder Mehrfachstern aus vier Sonnen; die schwierigste Komponente hat lediglich 1,4" Abstand. Mittlere Teleskopöffnungen und der Einsatz eines Nebelfilters zeigen schließlich die typische Pacman-Form: Neben dem auffälligen Nebelteil wird noch ein schwächerer sichtbar, wodurch erst der keilartige Einschnitt der vorgelagerten Staubwolke deutlich wird.

Schwierig, aber reizvoll ist zudem eine kleine und kompakte Dunkelwolke direkt nördlich des Zentralsterns. Mit größeren Optiken ab 8 Zoll kann ein Sichtungversuch gewagt werden.

► Nico Schmidt



► Abb. 2: Der Pacman-Nebel steht ganz in der Nähe von α Cas (Schedir), Cassiopeias Hauptstern.

J. Scholten

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

◀ Abb. 1: Mondmeere, Krater und Gebirge... der Mond bietet phantastische Landschaften.

Mario Weigand



GROSSARTIGE EINÖDE

Die vielfältigen
Formationen des
Mondes

Von etlichen Hobby-Astronomen wird unser Erdmond aus der Beobachtung verbannt, stört er doch die so lichtempfindliche Deep-Sky-Beobachtung. Doch als erdnächster Himmelskörper bietet der Mond gerade für den Einsteiger eine schier unerschöpfliche Vielfalt an Mondlandschaften.

So sind bereits mit einem kleinen Einsteigerteleskop viele der prachtvollen Krater, Gebirge, Täler und Rillen zu erkennen, die je nach Beleuchtung unterschiedlich erscheinen. Darüber hinaus ist der Mond den größten Teil des Monats sichtbar. Und schon Buzz Aldrin, nach Neil Armstrong der zwei-

te Mensch auf dem Mond, beschrieb unseren Trabanten als »großartige Einöde«.

Meere auf dem Mond

Die erste visuelle Begegnung mit dem Mond kann bereits mit dem bloßen Auge erfolgen,



▲ Abb. 2: Copernicus ist der Prototyp eines Ringgebirges.



▲ Abb. 3: Die Wallebene Plato ist gänzlich mit Lava überflutet.



▲ Abb. 4: Der größte Gebirgszug der gesamten Mondvorderseite sind die Apenninen.

denn die größten Formationen sind leicht erkennbar: die Meere (lat. Mare). Diese dunkel erscheinenden Flecken bedecken etwa 30% der sichtbaren Mondseite. Die Meere sind die Krater großer Meteoriteneinschläge, die mit Magma überflutet wurden, welches aus der durchschlagenen Mondkruste hervortrat. Die Färbung verursacht das erkaltete Gestein selbst: es ist dunkle Basaltlava. Die größte Struktur dieser Art ist das Mare Imbrium (Regenmeer).

Krater über Krater

Ein Fernglas oder kleines Teleskop wird zur Beobachtung der am häufigsten vorkommenden Formation des Mondes benötigt: die Krater, die ebenfalls durch Meteoriteneinschläge entstanden sind. Auf der erdzugewandten Seite gibt es ca. 300.000 Krater mit einem Durchmesser von mehr als einem Kilometer.

Je nach Größe und Zustand werden sie in unterschiedliche Klassen unterteilt: Krater im eigentlichen Sinne sind etwa 5-60km groß. Sie sind zumeist von runder Form und heben sich klar abgegrenzt vom Untergrund ab. Die inneren Hänge sind weitgehend glatt und ein Zentralberg ist nicht vorhanden. Kleinkrater sind nicht größer als etwa 5km, Ringgebirge dagegen haben einen Durchmesser von etwa 20-100km und besitzen einen gut erhaltenen und klar abgegrenzten Wall. Typisch sind die terrassenförmig abgestuften Hänge im Inneren des Kraters. In der Regel wird der Grund von einem Zentralberg überragt. Bekanntestes Beispiel ist Copernicus (siehe Abenteuer Astronomie 1).

Noch größere Krater mit einem Durchmesser bis zu 300km bezeichnet man als Wallebenen. Umgeben werden diese großen Krater von einem Wall, der in der Regel

schon zerfallen ist oder durch spätere Einschläge zerstört wurde. Der Kratergrund ist häufig durch Krater, Rillen und Hügel gegliedert und mit Lava überflutet, wie z. B. die Wallebene Plato.

Berge und Täler

Gebirge (lat. Montes) des Mondes sind hauptsächlich an den Rändern der Meere zu finden. Bei der Entstehung der Mondmeere wurde mächtige Kraterwälle von mehreren tausend Metern Höhe aufgeworfen und später durch Lava teilweise überflutet. Die heutigen Gebirge sind also Überreste dieser ehemaligen Kraterwälle. Aber anders als auf der Erde sind diese Erhebungen viel weniger schroff und eher mit riesigen Hügeln vergleichbar. Besonders imposant ist der Gebirgszug der Apenninen. Einzelne stehende Berge (lat. Mons) sind praktisch nur in den Mondmeeren zu finden. Sie stellen ebenfalls Überreste von Kraterwällen dar, allerdings ragen hier nur die höchsten Spitzen aus den lavagefluteten Ebenen.

Täler (lat. Vallis) werden aufgrund ihrer unterschiedlichen Entstehungsgeschichte in drei Arten unterteilt: Kratertäler sind lineare Strukturen von sich überlappenden Einschlägen. Entstanden sind diese vermutlich durch Sekundäreinschläge bei der Entstehung der großen Meere. Kratertäler sind der am häufigsten vorkommende Typ von Mondtälern, Vallis Snellius (Snelliustal) ist das längste Tal dieser Art. Lavatäler hingegen, z. B. das Vallis Schröteri (Schrötertal), haben eine gewundene Form und erscheinen dem Beobachter ähnlich irdischer Flussläufe. Tatsächlich sind sie eingebrochene ehemalige Lavaflüsse. Einbruchstäler sind durch Absacken oder Einbrechen der darunterliegenden Gesteinsschichten entstanden. Bekanntestes Beispiel ist das Vallis Alpes (Alpental).

Rillen und Furchen

Auch Rillen (lat. Rima) werden aufgrund ihrer unterschiedlicher Entstehung in verschiedene Typen unterteilt: Lavarillen sind wie Lavatäler eingebrochene ehemalige Lavahöhlen. Risse in der Mondoberfläche hingegen sind durch Spannungen in abkühlender Lava entstanden. Der etwas irreführende Begriff Furchen (lat. Rupes) wird in der Mondmorphologie mit einer ganzen Reihe von Bezeichnungen gleichgesetzt: Steilhang, Berghang oder Klippe. Im Wesentlichen gibt es zwei Typen von sogenannten Furchen: Geländestufen als Folge von Bodenabsenkungen in den Randzonen der Meere wie die Rupes Recta (Gerade Wand) und Reste von Ringgebirgen oder Kratersegmenten wie die Rupes Altai (Altaifurche).

► Lambert Spix

⇐
INTERAKTIV
f

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

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fb

Rund um die DREIECKSGALAXIE

DEEP-SKY-ZIELE UM M 33

▲ Abb. 1: M 33, die Dreiecksgalaxie, ist eine der beeindruckendsten Spiralgalaxien am Himmel. Die roten Flecken kennzeichnen HII-Regionen, die bläulichen Flecken sind Sternhaufen. *Johannes Schedler.*

Messier 33, die Dreiecksgalaxie, ist neben M 31 die hellste Galaxie des Herbsthimmels. Unter günstigen Bedingungen schon mit bloßem Auge zu sehen, offenbart sie im Teleskop einen enormen Reichtum an Details. Wem das nicht reicht, der findet in unmittelbarer Umgebung noch weitere interessante Welteninseln. Unabdingbar ist allerdings ein dunkler Himmel.



◀ Abb. 2: Zeichnung von M 33 mit 360mm Öffnung.
Ronald Stoyan

M33 ist tatsächlich eines der Objekte, bei dem sich die Lichtverschmutzung besonders deutlich zeigt. Das liegt an der niedrigen Flächenhelligkeit der Galaxie – hat der Himmelshintergrund eine relativ hohe Flächenhelligkeit durch künstliche Aufhellung, wird der verbleibende

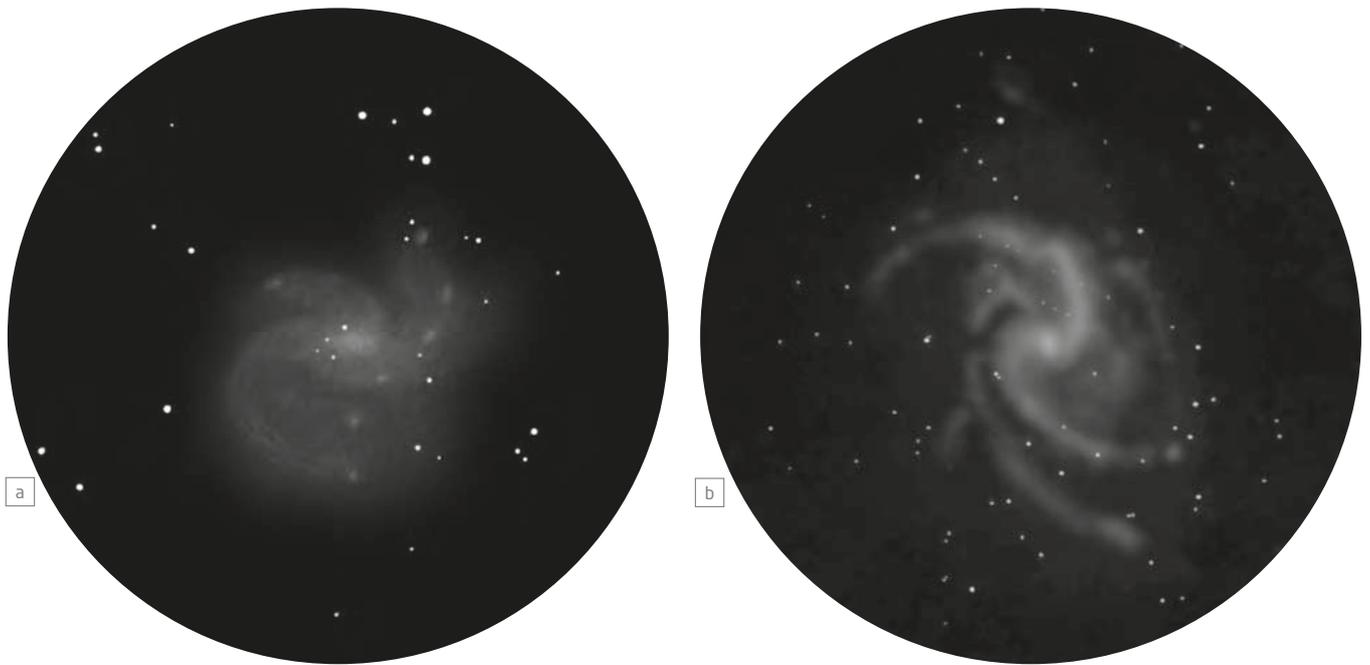
Kontrast von Galaxie zu Hintergrund sehr klein.

Richtige Vergrößerung

Manchen Beobachtern gilt M 33 deshalb als schwieriges Objekt. Von urbanen Standorten ist sie das auch: wer einen Himmel von

19^m pro Quadratbogensekunde oder schlechter hat, wird um eine Sichtung kämpfen müssen. Bei dunklem Landhimmel von 21^m pro Quadratbogensekunde ist M 33 dagegen schon im Fernglas einfach zu sehen.

Am Teleskop kann man durch den richtigen Einsatz der Vergrößerung nachhelfen: Zum Aufsuchen empfehle ich eine Vergrö-



▲ Abb. 3: Zeichnungen von M 33 im Vergleich: Uwe Glahn 100mm bei 63× (a), Oliver Stein 350mm bei 56× und 114×. (b)

berung, die wenigstens 5mm Austrittspupille ergibt, also maximal 40× mit 200mm Öffnung und 60× mit 300mm. Auch bei nicht optimalen Bedingungen sollte dann die Galaxie als schwaches Leuchten erkennbar sein.

Ins Detail

Wer mit derselben Vergrößerung unter richtig dunklem Himmel startet, wird mit den Spiralarmen belohnt! Diese sind schon mit 100mm Teleskopöffnung zu sehen, wenn man sich ein wenig Zeit lässt. Man erkennt zwei dominante Arme, einer verläuft nach Norden und krümmt sich nach Osten, der andere geht nach Süden und krümmt sich nach Westen. M 33 gehört zu den Galaxien mit der am leichtesten sichtbaren Spiralstruktur!

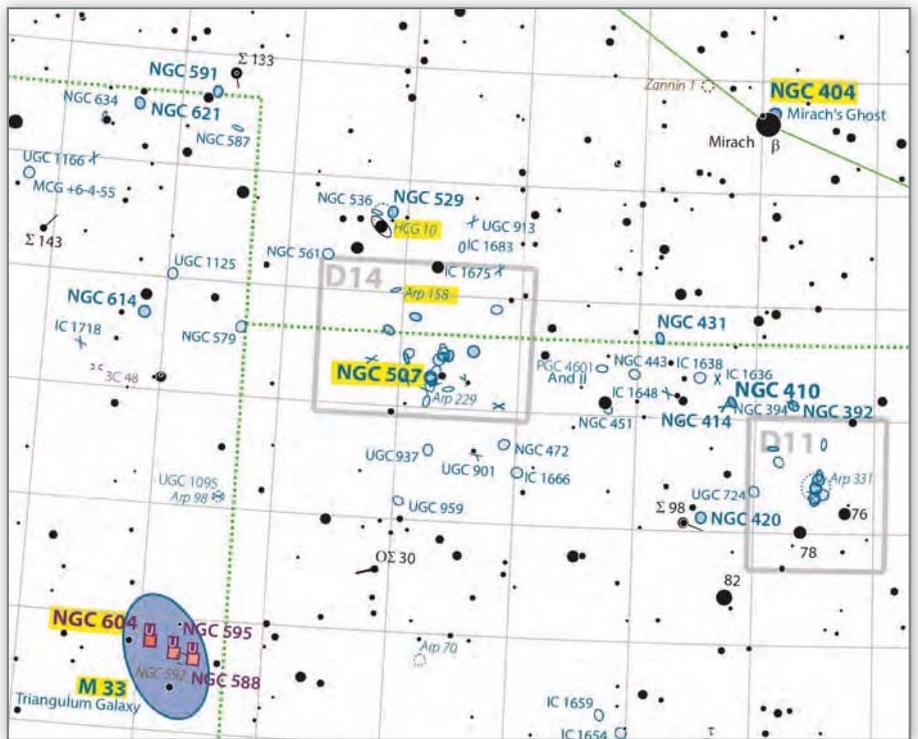
Der eigentliche Spaß beginnt aber erst, wenn man sich unter besten Bedingungen mit einem Teleskop ab 300mm Öffnung und mittelhoher Vergrößerung auf die feinen Details einlässt. Dann zerfallen die Spiralarme in zahlreiche kleine Nebelflecken, die einzelne Sternentstehungsgebiete und HII-Regionen darstellen. Man kann sie mit einem UHC- oder [OIII]-Filter »herausblinken«, indem man den Anblick mit und ohne Filter schnell abwechselt. Abseits der Spiralarme sieht man riesige Sternhaufen, einige davon tragen eigene NGC- und IC-Nummern. Man braucht mehrere Stunden, um alles genau zu erfassen – am besten mit einer Zeichnung.

Lohnende Gruppe

Auch in der Umgebung von M 33 gibt es einiges zu sehen. Etwa 3° nordwestlich, auf hal-

bem Weg zum Stern Mirach (β And), liegt eine Ansammlung von einem Dutzend Galaxien, die schon mit 200mm bis 300mm Öffnung zu sehen

sind. Im Zentrum steht NGC 507, die zusammen mit der benachbarten NGC 508 das Paar Arp 229 bildet. Von Halton C. Arp wurde es als Beispiel



▲ Abb. 4: Aufsuchkarte aus dem interstellarem Deep Sky Atlas. Die besprochenen Objekte sind gelb markiert.

Deep-Sky-Ziele um M 33						
Name	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	isDSA
M 33	1 ^h 33,9 ^m min	+30° 48'	5, ^m 7	71' × 42'	Dreiecksgalaxie	39
NGC 604	1 ^h 34,5 ^m min	+30° 48'	–	1,0' × 0,7'	in M 33	39
NGC 507	1 ^h 23,6 ^m min	+33° 15'	11, ^m 2	2,5'	in Gruppe	39
NGC 537	1 ^h 25,4 ^m min	+34° 2'	12, ^m 7	3,0' × 0,8'	NGC 523, Arp 158	39
Hickson 10	1 ^h 25,4 ^m min	+34° 43'	12, ^m 1	2,4' × 2,1'	Daten von NGC 529	39
NGC 404	1 ^h 9,4 ^m min	+35° 43'	10, ^m 0	3,5'	Mirachs Geist	39

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

für einen konzentrischen Ring angesehen, davon ist jedoch visuell nichts zu sehen. Nach neueren Studien stehen beide Galaxien noch nicht einmal nebeneinander.

Am nördlichen Rand der NGC 507-Gruppe ist mit der Nr. 158 eine weitere Arp-Galaxie zu finden. Arp-Experte Uwe Glahn bezeichnet NGC 537 (manchmal auch als NGC 523 bezeichnet) mit 400mm Öffnung als Geheimtipp unter den Arps, er kann mehrere Knoten ausmachen. Unter guten Bedingungen ist die Galaxie schon mit 250mm Öffnung zu sehen.

Mirachs Geist

Weniger als 1° genau nördlich von NGC 537 kommt mit Hickson 10 eine der besten Gala-

xiengruppen für 200mm Öffnung in Sicht. Sie besteht aus NGC 529, 531, 536 und 542. NGC 529 und 536 sind die beiden auffälligsten: erstere rund, die zweite länglich. Ein schöner Anblick in einem abwechslungsreichen Sternfeld!

Wer seinen Augen noch einen ganz besonderen Schmaus bieten will, schwenkt 3° westnordwestlich, genau auf den hellen Stern β And. Nur wenig nördlich steht die Galaxie NGC 404. Mirach, wie der helle Stern auch heißt, steht so nahe an der Galaxie, dass beide nur gleichzeitig beobachtet werden können – ein besonderer und seltener Anblick. Weil der Stern die Galaxie überstrahlt, wird sie auch »Mirachs Geist« genannt. Stünde sie allein, wäre sie ein einfaches Ziel für kleinste Teleskope.

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 5: Die NGC 507-Gruppe bietet ein reiches Feld an Galaxien. *Walter Primik*



▲ Abb. 6: Hickson 10 ist eine der hellsten kompakten Galaxiengruppen dieses Katalogs. *Adam Block*



▲ Abb. 7: Mirachs Geist alias NGC 404 steht unmittelbar neben dem hellen Stern β And. *Michael Breite, Stefan Heutz, Wolfgang Ries*

IM DETAIL

Die Physik der Dreiecksgalaxie

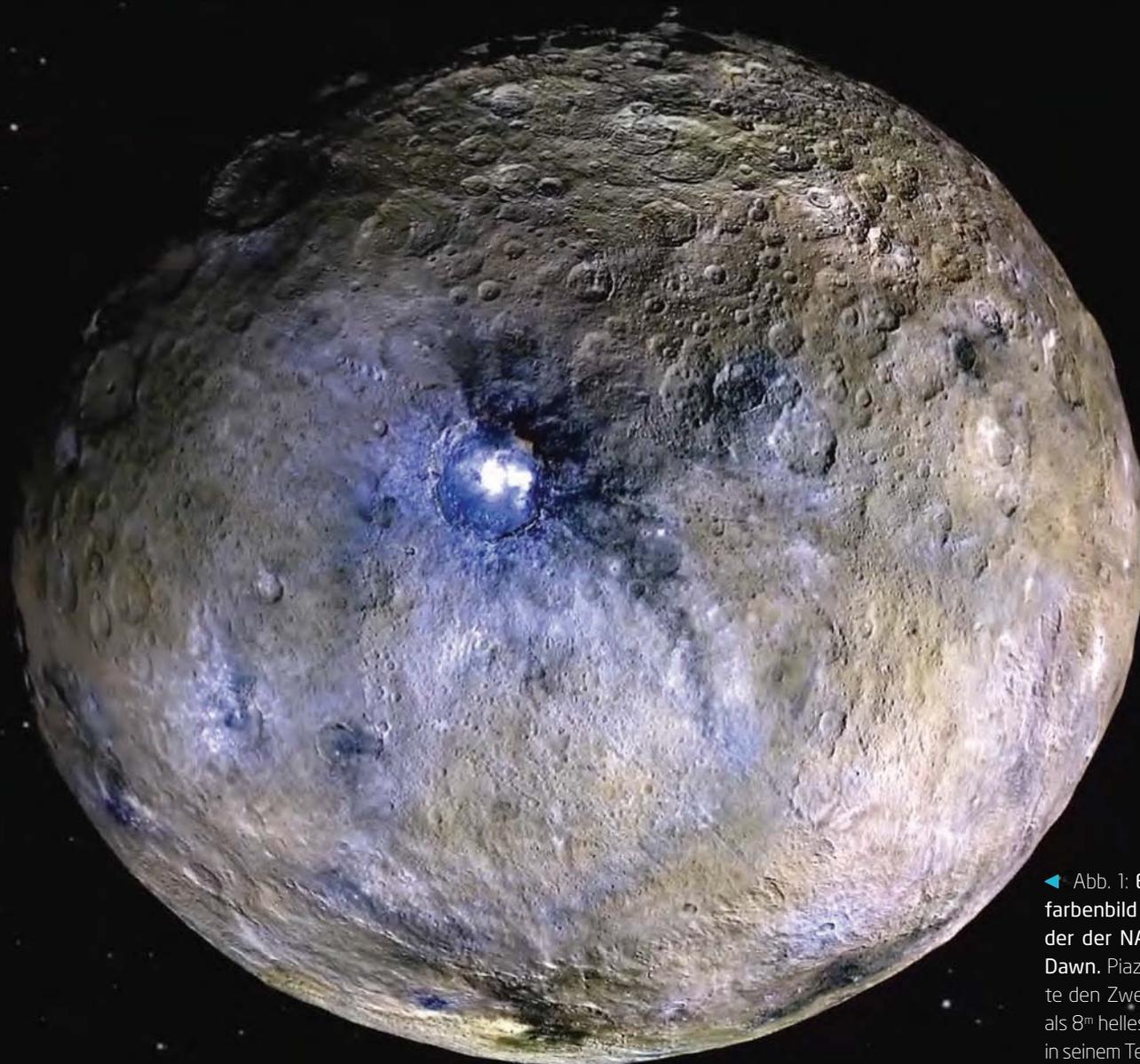
M 33 ist mit 2,7 Millionen Lichtjahren Entfernung eine der nächsten Galaxien am Himmel. Sie gehört zur Lokalen Gruppe, unserer regionalen Galaxien-Gruppe, und wird als Begleiter der Andromeda-Galaxie M 31 betrachtet. Mit einem Durchmesser von 50.000 Lichtjahren ist sie allerdings deutlich kleiner als diese. Wie Berechnungen ergeben haben, wird M 33 mit M 31 und der Milchstraße in ferner Zukunft kollidieren und verschmelzen.

Die Nähe von M 33 erlaubt es, einzelne Sterne, Sternhaufen und Nebel innerhalb der Galaxie genauer zu untersuchen. Die weitaus auffälligste Struktur ist NGC 604 im nördlichen Spiralarm. Es handelt sich um eine der größten bekannten HII-Regionen, in der aktiv Sternentstehung stattfindet. Mit einem Durchmesser von 1500 Lichtjahren ist dieses Gebiet aus leuchtendem Gas und jungen Sternen so groß wie die Entfernung von der Erde zum Orionnebel!

In diesem Gebiet sind einige besonders massereiche Sterne entstanden, die die bis zu 120-fache Masse der Sonne erreichen. Viele von ihnen sind bereits als Supernova explodiert, deren sich überlappende Überreste heizen die Sternentstehung in der Region weiter an – die gewaltige Sternen-Brutstätte hat somit Nahrung für weitere Millionen Jahre.

CCD-Guide

CERES IM VISIER



NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

◀ Abb. 1: Ein Falschfarbenbild von Ceres der der NASA-Sonde Dawn. Piazzi entdeckte den Zwergplaneten als 8^m helles Sternchen in seinem Teleskop.

Die spannende Entdeckung des Zwergplaneten

Es ist der Neujahrsabend des Jahres 1801, des ersten Tags im 19. Jahrhundert. In Palermo auf Sizilien arbeitet der Direktor des Observatoriums, Giuseppe Piazzi, an der Erstellung eines Sternkatalogs. Dazu misst er von verschiedenen Sternen die Durchgangszeit und ihre Höhe über dem Horizont mit dem großen Meridiankreis von Ramsden, um daraus die korrekten Positionen der Sterne am Himmel zu bestimmen. Im Okular seines 7,5cm-Refraktors erblickt er einen 8^m-Stern, den er ebenfalls zu seinem Katalog hinzufügen möchte und misst kurz darauf seine Position.

Um eine hohe Genauigkeit zu garantieren und Fehler auszuschließen, sollen in den Folgenächten die Messungen wiederholt und die Daten überprüft werden.

Ein Komet, der keiner ist

In der Folgenacht aber stand dieser Stern an einer etwas anderen Stelle am Himmel. Piazzi vermutet einen Messfehler seinerseits. An den Abenden des 3. und 4. Januar 1801 bestimmt er nochmals die Position dieses Sterns – und er hatte sich wieder weiterbewegt.

Piazzi vermutet nun einen neuen Kometen und benachrichtigt die Presse. Allerdings fällt ihm auf, dass der vermeintliche Komet weder Koma noch Schweif hatte. Wegen ungünstigen Wetters kann Piazzi erst am 10. und 11. Januar seinen »Kometen« wieder beobachten. Und zu seinem großen Erstaunen hatte sich dessen Bewegungsrichtung nun von rückläufig in rechtläufig geändert – eigentlich typisch für Planeten in der Oppositionsschleife.

Er vermutet daher, dass es sich wohl nicht um einen Kometen handelt, sondern um et-

was »viel Besseres«. Mitte Januar informiert er nun auch andere Astronomen. Seine Briefe erreichten die Adressaten aber erst Ende März – zu diesem Zeitpunkt ist das Objekt schon von der Sonne überstrahlt. Piazzi selbst kann den neuen Himmelskörper nur bis zum 11. Februar 1801 beobachten. Anschließend setzt bereits die Abenddämmerung ein, bevor das Objekt kulminierte und er den Himmelskörper damit vermessen kann. Piazzi's Entdeckung eines neuen Planeten wird im Frühsommer 1801 publiziert. Er tauft ihn schließlich »Ceres Ferdinanda« – da der Namen wegen seiner Länge sehr unpraktisch ist, setzte sich der noch heute gültige Name »Ceres« durch.

Ceresbeobachtung heute

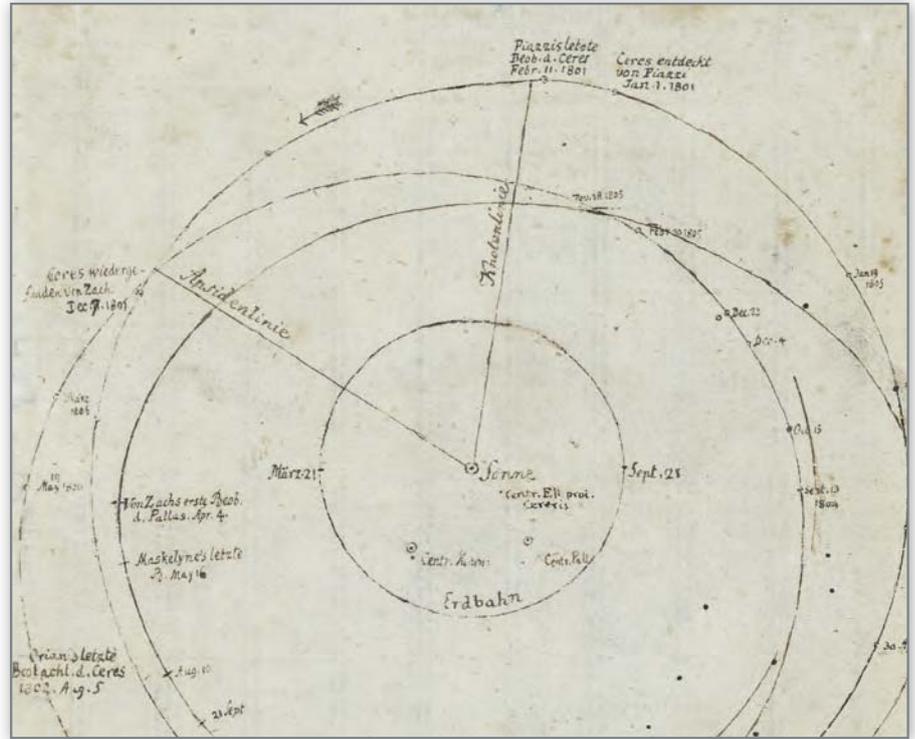
Heute ist es mit recht geringem technischem Aufwand möglich, die Position eines so hellen Himmelskörpers wie Ceres zu bestimmen. Wir können mit einer Kamera, sei es nun eine DSLR oder astronomische CCD-Kamera, und einem kleinen Teleskop Aufnahmen von der Himmelsregion herstellen, in der sich der Zwergplanet befindet. Die Position von Ceres zeigen die meisten astronomischen Programme an, so dass das Auffinden kein Problem darstellt.

Mithilfe von Computerprogrammen wie etwa Astrometrica und präzisen Sternkatalogen (von denen Piazzi nur träumen konnte) kann nun die Position eines Objektes auf der Aufnahme sehr genau bestimmt werden. Die dabei erreichbare Genauigkeit ist um Größenordnungen besser als die Positionsbestimmungen, die Piazzi damals erreichen konnte.

Wer die Entdeckung von Piazzi nachvollziehen möchte, hat jetzt gute Karten: Ceres gelangt am 21. Oktober 2016 in seine Oppositionsstellung im Sternbild Walfisch (Cetus) und ist bequem am Abendhimmel zu sehen. Es bietet sich also an, von Anfang Oktober bis Mitte November in einigen Nächten die Position von Ceres fotografisch zu bestimmen. Somit haben wir einen ähnlichen Datensatz zur Verfügung wie zu Piazzi's Tagen vor über 200 Jahren.

Der verlorene Planet

Piazzi schickte seine Beobachtungen an verschiedene Astronomen, verweigerte aber die Veröffentlichung in astronomischen Journalen, was ihm die Kritik seiner Berufskollegen einbrachte. Olbers probierte sich an einer Berechnung der Bahn, nahm aber dafür eine Kreisbahn an. Der Astronom Burckhardt versuchte aus den wenigen Positionen eine vorläufige Ephemeride zu berechnen, die auf einer an-



▲ Abb. 2: Skizze der Bahnen von Ceres und Pallas von Gauß. Aus dem Nachlass Gauß, Handbuch 4, Blatt 1.

genommenen Ellipse basierte. Sein Ergebnis wurde publiziert und Astronomen versuchten erfolglos im August und September das Objekt aufzuspüren. Das beobachtete Bahnstück erwies sich als zu kurz für eine brauchbare Ephemeridenberechnung. Die beobachteten Positionen passten nicht alle in die ermittelten Lösungen. Einige Astronomen zweifelten schon an der Sorgfältigkeit der Beobachtungen von Piazzi, obwohl er zu dieser Zeit als sehr akkurater Beobachter bekannt war. Im September 1801 wurden nun endlich die von Piazzi beobachteten Messwerte und die daraus berechneten Positionen in der »Monatlichen Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-Kunde« von Freiherr Franz Xaver von Zach veröffentlicht. Unter den Lesern der Monatlichen Cor-

respondenz war auch ein frisch promovierter 24-jähriger Mathematiker aus Braunschweig: Carl Friedrich Gauß. Schon mit 18 Jahren hatte er eine Methode zur Ausgleichsrechnung entwickelt, die es möglich macht, in eine Datenpunkt wolke eine Kurve zu legen, die möglichst nahe an den Datenpunkten liegt. Das Verfahren ist unter der Bezeichnung »Methode der kleinsten Quadrate« ein Standardverfahren der Ausgleichsrechnung in der Mathematik.

Gauß und die Ceres-Bahn

Gauß machte sich an die Berechnung der Bahn von Ceres. Er verwendete aus praktischen Gründen nur jeweils drei von Piazzi's Positionen und konnte damit bereits nach we-

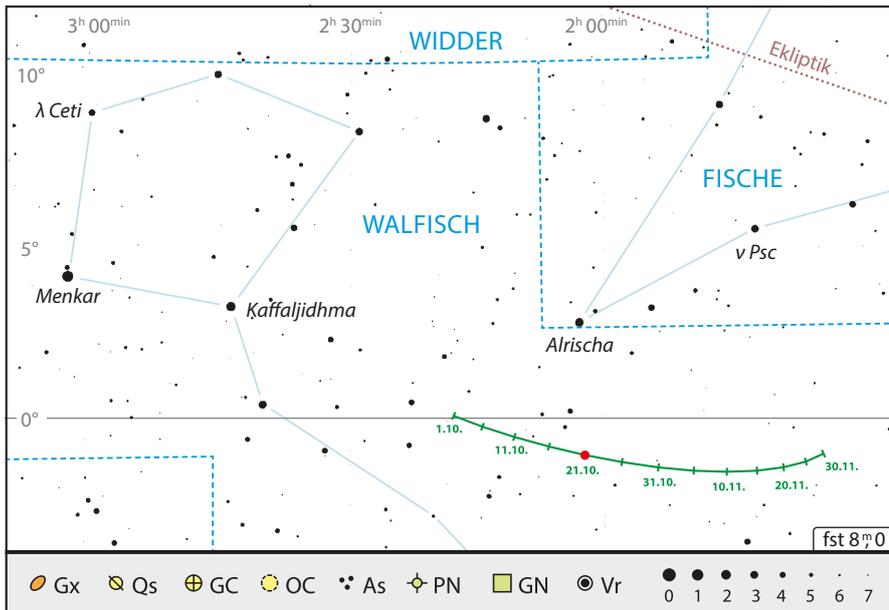
PRAXISTIPP

Ceres visuell

Eine interessante Aufgabe ist die Bahnbestimmung von Ceres anhand von visuellen Beobachtungen. Ceres hat eine Oppositionshelligkeit von ca. 7^m.4 und ist damit auch in kleineren Teleskopen problemlos sichtbar. Da könnte man versuchen, die Position in Detailausschnitten von ausgedruckten Sternkarten einzuzichnen und anschließend die Position des Zwergplaneten händisch auszumessen. Die Koordinaten der Sterne zeigen Astronomie-Pro-

gramme sehr genau an, so dass man genügend Sterne zum Vermessen zur Verfügung hat. Doch was passiert, wenn man diese – im Vergleich zu fotografischen Aufnahmen deutlich ungenaueren – Positionen in das Bahnrechnungsprogramm eingibt? Ist der Fehler so groß, dass die Abweichung ein Wiederauffinden nach einem Jahr unmöglich machen würde? Wer Lust hat, sollte sich der Herausforderung stellen. Die Redaktion ist auf die Ergebnisse gespannt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen



▲ Abb. 4: Bahn von Ceres zwischen dem 1. Oktober und dem 30. November 2016. Der Oppositionspunkt am 21. Oktober 2016 ist eingezeichnet.

nigen Versuchen eine plausible Bahn ermitteln. Seine Lösung zeigte auch, dass alle von Piazzi gemeldeten Positionen sehr genau bei den berechneten Werten lagen. Allerdings lag seine Lösung mehr als 7° von den Berechnungen anderer Astronomen entfernt, was für eine gewisse Skepsis sorgte. Die Bahn der Ceres wurde Anfang Dezember publiziert und Freiherr von Zach machte am 7. Dezember einen etwa 8^m hellen Stern nahe der berechneten Position aus – allerdings konnte er seine Beobachtung wegen anhaltend schlechten Wetters nicht verifizieren.

Dem Arzt und Amateurastronomen Wilhelm Olbers gelang dann am Neujahrstag des Jahres 1802, also genau ein Jahr nach der Entdeckung durch Piazzi, die Wiederentdeckung. Er bestätigte damit auch die große Genauigkeit der Methode von Gauß zur Berechnung von Bahnen mit wenigen Datenpunkten. Gauß wurde durch diese Methode schlagartig berühmt.

Die Berechnungen von Gauß an dieser Stelle im Detail nachzuvollziehen, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wer mathematisch versiert ist, kann das verwendete Verfahren von Gauß in diversen Beiträgen nachlesen, etwa

SURFTIPPS

- Astrometrica
- Find_orb Online
- Find_orb Software
- MPC-Format

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5050

Literatur

[1] D. Teets, K. Whitehead: The Discovery of Ceres: How Gauss Became Famous. Mathematics Magazine, 72,83 (1999), abrufbar über <http://www.maa.org>

in dem Artikel von Teets und Whitehead. Programme nehmen uns heute diese Arbeit der Berechnung ab. Ein bekanntes häufig verwendetes Programm ist find_orb, das es auch als Online-Version im Internet gibt. So lassen sich auch leicht eigene Berechnungen durchführen (vgl. Im Detail).

Dabei wird schnell deutlich, dass mithilfe der Methode, die Gauß vor rund 200 Jahren entwickelt hat und die inzwischen natürlich verfeinert wurde, ein neu entdecktes Objekt im Asteroiden-Hauptgürtel des Sonnensystems nach gut einem Monat der Bahnverfolgung in der nächsten Opposition recht problemlos wieder aufzufinden ist. ▶ André Knöfel

IM DETAIL

Bahnberechnung von Ceres

Ein Beispiel soll zeigen, wie gut wir heute mit eigenen Beobachtungen die Position eines Kleinplaneten für ein Jahr im Voraus berechnen können. Während der letzten Opposition von Ceres im Sommer 2015 wurden von einigen Observatorien Positionen von Ceres gemeldet. Wie Gauß kann man nun drei Positionen wählen, die etwa innerhalb eines guten Monats gewonnen wurden. Weitere Positionen würden die Genauigkeit erhöhen, aber zur Demonstration des Gaußschen Verfahrens soll es bei drei Positionen bleiben:

2015 07 05.34019 20 44 14.33 -28 09 21.5	244
2015 07 24.03127 20 28 42.65 -30 05 56.3	8.6 w Z22
2015 08 06.98458 20 15 52.75 -31 10 22.2	8.8 w Z22

Die Positionen stammen aus der AstDys-Datenbank, wurden an Observatorien in Neuseeland und Teneriffa vermessen und an das Daten-Format des Minor Planet Centers angepasst. Angegeben sind hier Beobachtungszeitpunkt, Position, Helligkeit sowie ein Code für die beobachtende Sternwarte. Wenn wir unsere eigenen Beobachtungen verwenden wollen, können wir

die Positionen aus unserem Astrometrie-Programm verwenden, da das MPC-Format standardmäßig erzeugt wird. Mit diesen Positionen kann man nun das Programm Find_orb oder dessen Online-Version auf der Webseite füttern. In wenigen Augenblicken berechnet das Programm für den 1. August 2016 – also etwa ein Jahr nach dem Erfassen der Örter am Himmel – folgende Position:

Datum	R.A.	Dekl.
1.8.2016	2 ^h 16 ^{min} 44,1 ^s	+2° 07' 10"

Lässt man sich nun die Position mit dem Ephemeridenservice des Minor Planet Centers ausgeben, die auf den astrometrischen Daten aus 113 Oppositionen basiert, erhält man folgende Position:

Datum	R.A.	Dekl.
1.8.2016	2 ^h 16 ^{min} 32,5 ^s	+2° 04' 19"

In Rektaszension beträgt die Abweichung rund zwölf Bogensekunden, in Deklination rund drei Bogenminuten. Das Wiederauffinden von Ceres nach einem Jahr wäre demnach ein Kinderspiel.

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

REISE ZUR SCHWARZEN SONNE

Die »Great American Eclipse« im August 2017 selbst erleben

In den vergangenen Jahren wurde kaum eine totale Sonnenfinsternis so sehnsüchtig erwartet wie diejenige in den USA am 21. August 2017 – die »Great American Eclipse«. Das wundert nicht, stehen doch die USA für viele Mitteleuropäer auf der Reiseziel-Wunschliste ganz oben. Zudem sind die klimatischen Daten so gut wie für kaum eine andere Sonnenfinsternis der jüngeren Zeit. Worauf bei den Reisevorbereitungen zu achten ist, verrät dieser Artikel.

In den USA ist es die erste totale Sonnenfinsternis seit 1979 und die erste seit 1932, deren Zentralzone sich von der West- bis zur Ostküste erstreckt. Bereits über ein Jahr vor dem Ereignis zeichnet sich ein Hype ab, welcher demjenigen in Europa anlässlich der legendären Sonnenfinsternis vom 11. August 1999 entspricht, die ebenfalls zur Saros-Serie 145 zählte.

Verlauf der Sonnenfinsternis

Die Zentralzone der Sonnenfinsternis am 21. August des kommenden Jahres beginnt über dem Nordpazifik, bevor sie die USA von Westen nach Osten überquert. Dabei werden von dem gut 100 Kilometer breiten Kernschatten folgende Bundesstaaten berührt: Oregon, Idaho, Wyoming, Nebraska, Kansas, Missouri, Illinois, Kentucky, Tennessee, North Carolina, Georgia und South Carolina. Die maximale Finsternisdauer von zwei Minuten 41 Sekunden wird im Süden von Illinois erreicht. Die vier größten Städte innerhalb der Zentralzone (Lincoln/Nebraska, Kansas City/Missouri, St. Louis/Missouri und Nashville/Tennessee) liegen alle an deren Rand. Bei Charleston/South Carolina erreicht der Kernschatten den Atlantik, über welchem die Sonnenfinsternis etwa 600 Kilometer südwestlich der Kapverden bei Sonnenuntergang endet.

Die Sonnenfinsternis ist im gesamten Nordamerika einschließlich Grönland, im Nordosten Sibiriens, im östlichen Pazifik bis nach Hawaii, in Mittelamerika und der gesamten Karibik, im Norden von Südamerika, im Atlantik nördlich des Äquators sowie im Westen Europas und Afrikas als partielle Finsternis sichtbar. Hohe Bedeckungsgrade, die zu einer wahrnehmbaren Abschwächung des Tageslichtes führen, werden in den gesamten USA (außer in Hawaii und Alaska), im Süden Kanadas sowie in der Karibik erreicht. Im Nordwesten Deutschlands ist sie bei Sonnenuntergang für wenige Minuten als partielle Finsternis von extrem geringer Magnitude sichtbar. Dabei wird nur etwa ein Tausendstel der Sonnenscheibe vom Mond bedeckt.

◀ Abb. 1: Blick auf die verdunkelte Sonne und die spektakuläre Korona - darauf dürften auch alle während der Sonnenfinsternis in den USA im August 2017 hoffen. Diese Aufnahme entstand während der Sonnenfinsternis am 29. März 2006 am Strand von Side in der Türkei. Aus einer Belichtungsserie von 20 Einzelbelichtungen wurde eine Aufnahme mit sehr hohem Dynamikumfang erstellt und mit der Larson-Sekanina-Technik weiterverarbeitet, um die feinsten Streamer der Sonnenkorona sichtbar zu machen.

Sebastian Voltmer

Der Finsternishimmel

Zu den faszinierenden Phänomenen bei einer totalen Sonnenfinsternis gehört das Sichtbarwerden von hellen Sternen und Planeten. Der Kernschatten besitzt am 21. August lediglich eine maximale Breite von 114 Kilometern. Folglich ist kein allzu dunkler Finsternishimmel zu erwarten. Bereits einige Minuten vor Eintreten der Totalität sollte Venus westlich der Sonne problemlos zu sehen sein. Sobald die Totalität eingetreten ist, kann man tief im Süden nach Sirius, dem hellsten Fixstern, Ausschau halten. Bei guter Transparenz des Himmels dürften im Süden und Westen weitere bekannte Sterne des Winterhimmels wie Prokyon, Kapella oder Beteigeuze sichtbar werden.

In unmittelbarer Nähe der verfinsterten Sonne halten sich die Planeten Merkur und Mars auf; beide sind jedoch zu lichtschwach, um sie aufzuspüren. Beobachtern, die sich nahe des Maximumpunkts der Finsternis in Illinois aufhalten, bietet sich ein etwas eindrucksvollerer Himmelsanblick. Hier stehen zusätzlich die Fixsterne Arktur und Spika sowie der weitaus hellere Planet Jupiter halbhoch im Osten über dem Horizont. Angesichts der kurzen Totalitätsdauer sollte man jedoch nicht zu viel Zeit für die Suche nach Sternen und Planeten aufwenden.

Entscheidend: das Wetter

Den Sonnenfinsternis-Beobachter interessiert bei der Planung seiner Reise vor allem ein klimastatistischer Kennwert, nämlich die Bewölkungswahrscheinlichkeit am Tag des Ereignisses. Die von Jay Anderson zusammengestellten Klimadaten zeigen bezüglich der Bewölkungswahrscheinlichkeit einen eindeutigen Großtrend: Je weiter östlich man sich in den USA aufhält, umso ungünstiger sind die zu erwartenden Wetterbedingungen. Im Westen der USA sind Gebiete auf der Ostseite (also der Leeseite) der hohen Gebirge (Coast Range, Cascades, Rocky Mountains) sowie intramontane Beckenlagen gegenüber luvseitigen Regionen und den Gebirgen selber ganz deutlich bevorzugt.

Jeder der hier wiedergegebenen Datensätze ist mit Ungenauigkeiten und Fehlerquellen behaftet. Die Angaben ermöglichen den Vergleich potentieller Beobachtungs-orte, geben aber nicht die absolute Wahrscheinlichkeit an, die Finsternis auch sehen zu können. Insgesamt ergibt sich, dass Zentral-Oregon, das Grenzgebiet von Oregon zu Idaho, die Region um Idaho Falls sowie – mit Abstrichen – die Gegend um Casper (Wyoming) und vielleicht noch der Westen Nebraskas die besten Chancen für eine erfolgreiche Beobachtung bieten. Tatsächlich hat es bei keiner totalen Sonnenfinsternis seit 2006 in Libyen so hervorragende Erfolgsaussichten gegeben, wie sie 2017 in Oregon bestehen.

Der ideale Beobachtungsort

Im Unterschied zu manchen Finsternissen der vergangenen Jahre bietet die »Große Amerikanische Finsternis« hervorragende Voraussetzungen für die eigene Beobachtung. Die USA, und insbesondere die dünn besiedelten Gebiete des Nordwestens, sind ein sicheres Reiseziel. Nirgends steht die Sonne während der Totalität weniger als 39 Grad über dem Horizont, sodass weder perspektivisch verdichtete Bewölkung in Horizontnähe noch das Auffinden eines Beobachtungsortes Schwierigkeiten bereiten sollten.

Gedanken machen muss man sich allerdings um Ausweichmöglichkeiten im

Q IM DETAIL

Daten der Finsternis

Allgemeine Angaben

Saros-Serie:

145 (22. von 77 Finsternissen)

Globale Dauer der gesamten Finsternis: 5^h 18^m

Globale Dauer der totalen Finsternis: 3^h 14^m

Kenndaten des Finsternismaximums

Zeitpunkt: 21.8.2017, 18:25:28,3 UT

Geografische Position:

36°58,5' N / 87°39,3' W

Sonnenhöhe: 63,9°

Azimet: 197,9° (SSW)

Gamma: 0,4369

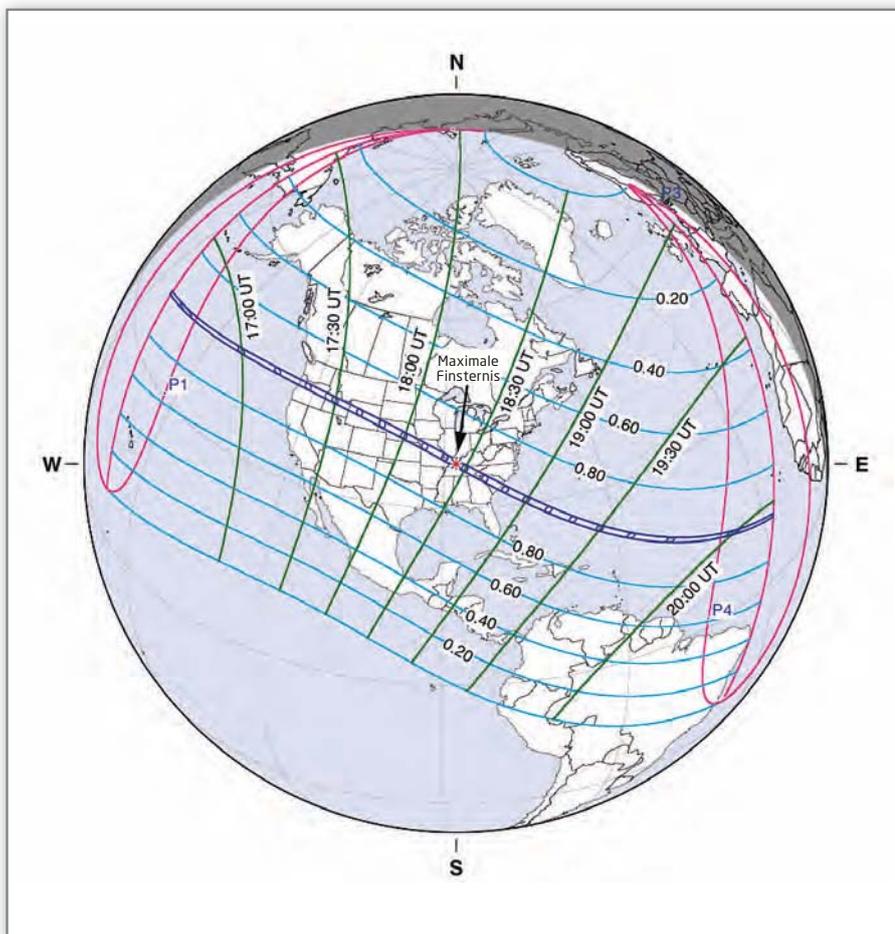
Finsternisgröße: 1,0306

Totalitätslänge: 2^m 40,1^s

Breite der Zentralzone: 114,7km



► Abb. 2: Erlebnis Sonnenfinsternis: die totale Sonnenfinsternis über den Anden bei El Calafate (Argentinien) am 11. Juli 2010.



▲ Abb. 3: Verlauf der totalen Sonnenfinsternis am 21.8.2017. Zeitangaben in Universal Time.

Fall ungünstiger Bewölkungsverhältnisse, denn das Straßennetz ist in großen Teilen der Zentralzone eher dürrtig. Je weiter östlich man sich aufhält, umso größer wird wetterstatistisch die Wahrscheinlichkeit, auf Wolkenlückenjagd gehen zu müssen. Daher ist von der Pazifikküste Oregons ebenso abzuraten wie von der immer wieder genannten Region zwischen Carbondale (Illinois) und Hopkinsville (Kentucky). Zwar wird dort mit bis zu 2min 41s die maximale Totalitätsdauer erreicht. Von dieser hat man aber wenig, wenn sich das Geschehen hinter Wolken abspielt.

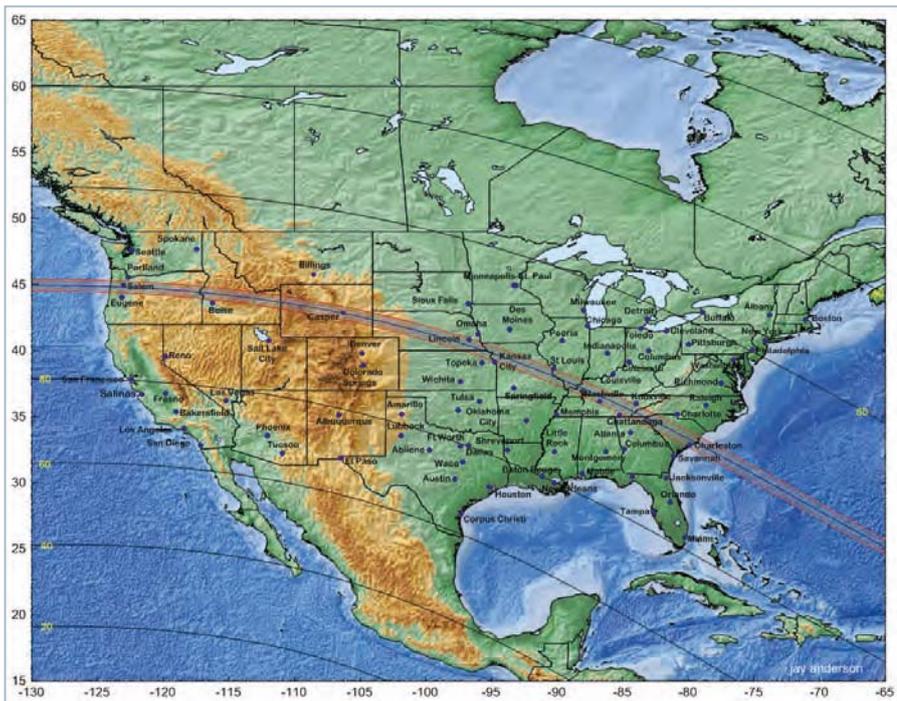
In den folgenden Gebieten ist die Chance auf einen wolkenfreien Himmel am größten. Doch auch hier gilt es, eine alte Weisheit zu beachten: »Klima ist, was du erwartest, Wetter ist das, was du bekommst«. Ganz gleich, wohin man reist, sollten zwei Voraussetzungen auf jeden Fall erfüllt sein: Man sollte mobil sein, sei es mit dem Bus im Rahmen einer Gruppenreise oder mit dem eigenen Fahrzeug. Zudem sollte der Übernachtungsort vor der Finsternis bereits in der Zentralzone liegen. Es ist schließlich nicht auszuschließen, dass das Transportmittel just am Morgen des Finsternistags den Geist aufgibt, die einzige Zufahrtsstraße zur Zentralzone blockiert ist oder es einen Verkehrsstau gibt.

FRED Espenak/NASA GSFC

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



S. Krause



▲ Abb. 4: Verlauf der Zentralzone am 21.8.2017 durch die USA. Jay Anderson

Madras (Oregon)

Madras (etwa 6300 Einwohner) ist wetterstatistisch die »Prime Location« für die Sonnenfinsternis. Das Städtchen liegt östlich der bis zu 3500m hohen Cascade Range in der flachen

Landschaft des Columbia Basins auf etwa 700m über dem Meeresspiegel. In der Gegend um Madras verbindet sich eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit auf klaren Himmel mit einer ansprechenden Landschaftskulisse. Wer hier einen Platz mit freiem Blick nach Westen fin-

det, sieht den Mondschatten über die schneebedeckten Vulkane der Cascades heranziehen. In Madras kreuzen sich die Highways US 26 und US 97 – und dies sind auch die einzigen Straßen, über die man ausweichen könnte, wenn das Wetter wider Erwarten nicht mitspielt.

Interessant ist vor allem die US 26 in Richtung Osten. Ohne die Zentralzone zu verlassen, führt sie über 470km (etwa fünf Stunden Fahrzeit) bis nach Ontario an der Grenze zu Idaho – mithin also in ein Gebiet, welches klimastatistisch Madras allenfalls geringfügig nachsteht.

Quartiere innerhalb der Zentralzone gibt es weniger in Madras selber als in dem am südlichen Rand der Zentralzone gelegenen Redmond (etwa 27.000 Einwohner), welches daher als Standort infrage kommt. Es befindet sich knapp drei Fahrstunden (235 Straßenkilometer) vom Airport Portland entfernt bzw. 500km (fünfeinhalb Fahrstunden) vom Airport Seattle.

Huntington und Ontario (Oregon)

Huntington besitzt mit etwa 440 Einwohnern eine sehr überschaubare Größe und liegt auf der Zentrallinie in einer Region, die etwa genauso gute Wetterstatistiken aufweist wie Madras. Als Standquartier kommt das am

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken

Kontaktzeiten der totalen Sonnenfinsternis am 21.08.2017

Ort	K1	K2	Max.	K3	K4	Dauer
Lincoln Beach/OR 44° 51' N 124° 03' W	9:04:33 H 26,9°	10:15:58 H 39,0°	10:16:57 H 39,1°	10:17:57 H 39,3°	11:36:07 H 50,3°	1 ^{min} 59 ^s
Salem/OR 44° 48' N 123° 04' W	9:05:17 H 27,8°	10:17:10 H 39,8°	10:18:10 H 39,9°	10:19:10 H 40,1°	11:37:46 H 51,0°	2 ^{min} 01 ^s
Madras/OR 44° 42' N 121° 04' W	9:06:50 H 29,4°	10:19:42 H 41,5°	10:20:44 H 41,7°	10:21:46 H 41,8°	11:41:12 H 52,3°	2 ^{min} 04 ^s
Huntington/OR 44° 21' N 117° 16' W	9:10:04 H 32,7°	10:24:52 H 44,8°	10:25:56 H 44,9°	10:27:01 H 45,1°	10:48:00 H 54,7°	2 ^{min} 11 ^s
Rexburg/ID 43° 49' N 111° 48' W	10:15:41 H 37,5°	11:33:14 H 49,3°	11:34:22 H 49,5°	11:35:31 H 49,6°	12:58:21 H 57,3°	2 ^{min} 17 ^s
Casper/WY 42° 51' N 106° 21' W	10:22:16 H 42,6°	11:42:37 H 53,9°	11:43:50 H 54,0°	11:45:03 H 54,1°	13:09:23 H 59,0°	2 ^{min} 26 ^s
Stapleton/NE 41° 29' N 100° 31' W	11:30:45 H 48,3°	12:54:00 H 58,3°	12:55:16 H 58,4°	12:56:33 H 58,5°	14:21:52 H 59,3°	2 ^{min} 34 ^s
St. Joseph/MO 39° 45' N 94° 51' W	11:40:41 H 54,2°	13:06:27 H 61,9°	13:07:47 H 61,9°	13:09:06 H 62,0°	14:34:36 H 57,9°	2 ^{min} 39 ^s
Carbondale/IL 37° 38' N 89° 16' W	11:52:23 H 60,1°	13:20:05 H 63,8°	13:21:26 H 63,8°	13:22:45 H 63,7°	14:47:32 H 54,7°	2 ^{min} 41 ^s
Hopkinsville/KY 36° 53' N 87° 29' W	11:56:32 H 62,0°	13:24:41 H 64,0°	13:26:01 H 63,9°	13:27:21 H 63,8°	14:51:42 H 53,4°	2 ^{min} 41 ^s
Anderson/SC 34° 36' N 82° 34' W	13:09:06 H 66,6°	14:37:52 H 62,9°	14:39:10 H 62,8°	14:40:29 H 62,6°	16:03:08 H 49,1°	2 ^{min} 38 ^s
Bulls Bay/SC 33° 04' N 79° 32' W	13:17:33 H 68,8°	14:46:11 H 61,2°	14:47:29 H 61,0°	14:48:46 H 60,8°	16:10:01 H 46,0°	2 ^{min} 35 ^s

▲ Tab. 1: Kontaktzeiten der Sonnenfinsternis auf der Zentrallinie für einige Orte in den USA. Alle Zeitangaben in Ortszeit; H = Sonnenhöhe; K1 - K4 = Kontaktzeiten, Max. = Maximum der Finsternis. Finsternisdauer jeweils unter Berücksichtigung des Mondrandprofils. Berechnet mit dem Solar Eclipse Calculator von Xavier M. Jubier.

Südrand der Zentralzone gelegene Ontario (rund 11.000 Einwohner) infrage. Ontario besitzt den Vorteil, dass von hier drei Highways durch die Zentralzone führen und somit einige Ausweichmöglichkeiten bestehen. Die US 95 führt nach Nordosten, die Interstate 84 dagegen nach Nordwesten, wo sie die Zentrallinie in Huntington kreuzt. Auch im Osten Oregons ist die US 26 bei fraglichen Wetterbedingungen die interessanteste Alternative, da sie, wie oben geschildert, innerhalb der Zentralzone bis nach Madras führt. Die nächsten internationalen Flughäfen Portland und Salt Lake City (Utah) liegen jeweils rund 600km (sechs Fahrstunden) entfernt.

Idaho Falls und Rexburg (Idaho)

Idaho Falls (rund 56.000 Einwohner, 136.000 mit Umland) gilt als das Tor zum Yellowstone National Park und weist entsprechend ein

reichhaltiges Angebot an Übernachtungsmöglichkeiten auf. Klimatisch profitiert die Gegend von ihrer intramontanen Beckenlage (Snake River Plain) in den Rocky Mountains auf gut 1400 Metern über dem Meeresspiegel. Die Stadt liegt etwa in der Mitte zwischen dem Südrand der Zentralzone und der Zentrallinie. Letztere erreicht man über den Highway US 20 nach etwa 35km knapp südlich von Rexburg (rund 25.000 Einwohner) oder über den Interstate 15 bei Sage Junction (ebenfalls rund 35km).

Ausweichrouten führen sowohl von Idaho Falls als auch von Sage Junction bzw. Rexburg nach Westen (US 20, WY 28, WY 33) und Osten (US 26, WY 33). Nach Osten (Richtung Grand Teton National Park) gelangt man binnen weniger Kilometer in die Berge (Teton Range und Wyoming Range), wo das Bewölkungsrisiko rasch zunimmt, da es sich um die Luvseite dieser Gebirge handelt. Dagegen erstreckt sich die flache Ebene in die andere Richtung über etwa 80km bis

an die weniger kritischen Leeseiten der Sawtooth Range und der Lemhi Range. Die Fahrstrecke vom nächst gelegenen internationalen Airport in Salt Lake City (Utah) bis nach Idaho Falls beträgt etwa 345km (drei Fahrstunden).

Casper (Wyoming)

Casper ist mit rund 60.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt Wyomings und ein gut geeignetes Standquartier, denn es liegt auf der Zentrallinie. Unmittelbar südlich der Stadt erheben sich die Laramie Mountains, über denen sich häufig konvektive Wolken bilden. Tatsächlich zeigen die Klimadaten, dass die geringste Bewölkungswahrscheinlichkeit im Wyoming-Abschnitt der Zentralzone westlich von Casper im Wind River Basin, einem intramontanen Becken, besteht. Im Tagesverlauf ist bei insgesamt zunehmender Bewölkung Riverton (11.000 Einwohner, 195km, zwei Fahrstunden von Casper auf der US 26) deutlich bevorzugt. Der Highway US 26 führt fast auf ganzer Strecke dicht an der Zentrallinie entlang. Gleiches gilt für den nach Osten führenden Interstate 25 bis Glendo (125km, eine Stunde Fahrzeit von Casper). Die im Vergleich zu den Standorten in Oregon und Idaho größere Bewölkungswahrscheinlichkeit kann in der Region um Casper durch Mobilität zumindest teilweise ausgeglichen werden, wobei man auf der bevorzugten Ost-West-»Fluchtroute« praktisch keine Totalitätsdauer einbüßt. Die Fahrzeit vom nächstgelegenen internationalen Flughafen Denver (Colorado) nach Casper beträgt gut vier Stunden (450km).

North Platte und Stapleton (Nebraska)

Der Westen Nebraskas wird hier und da für die Beobachtung der Sonnenfinsternis empfohlen. Die Wetterstatistiken zeichnen allerdings ein im Vergleich zu den vorher behandelten Beobachtungsgebieten nicht ganz so optimistisches Bild. Als Standquartier kommt in der dünn besiedelten Region innerhalb der Zentralzone vor allem North Platte (knapp 25.000 Einwohner) infrage. Von dort erreicht man nach knapp 50 Kilometern auf dem Highway US 83 das auf der Zentrallinie gelegene Dorf Stapleton (etwa 300 Einwohner). Nach der Bewölkungskarte besteht hier auch die größte Wahrscheinlichkeit für klaren Himmel. Die besten Bedingungen gibt es allerdings weiter westlich bei Alliance (9000 Einwohner). Von North Platte sind dies rund 270km (knapp drei Stunden) Fahrstrecke über die State Highways 97, 92, 61 und 2, welche teils südlich, teils nördlich der Zentrallinie verlaufen. Der nächstgelegene internationale Airport befindet sich in Denver (Colo-

rado), etwa 425km (knapp vier Fahrstunden) von North Platte entfernt.

Tipps zur Reiseplanung

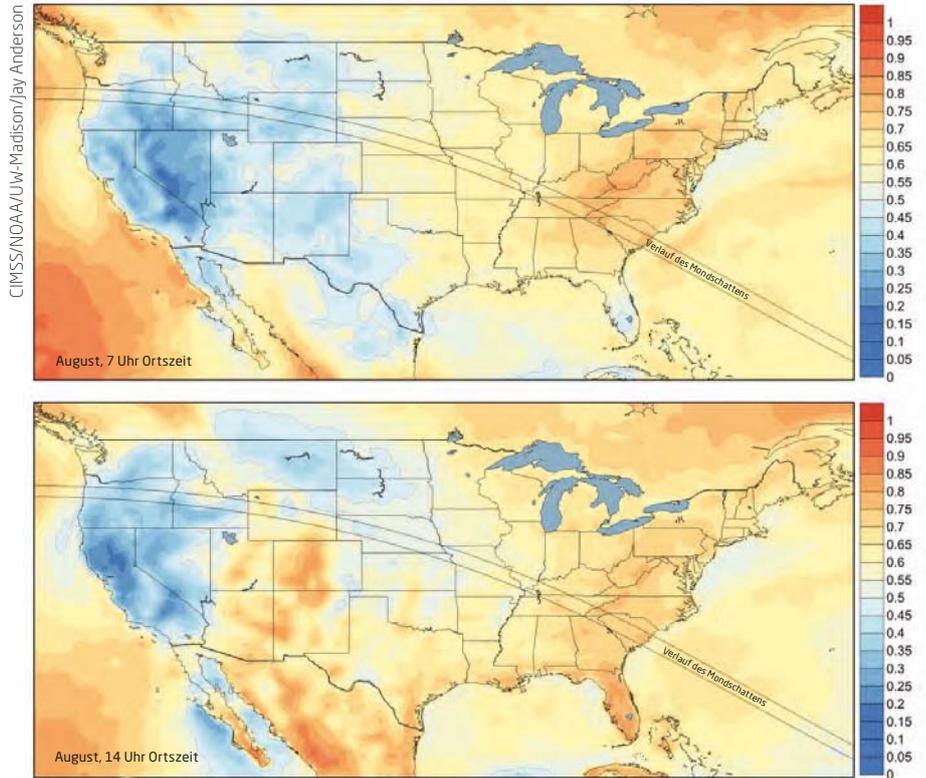
Wer eine Reise zur Sonnenfinsternis in den USA plant, muss sich zunächst entscheiden, ob er dies individuell oder in einer organisierten Gruppe tun möchte. Wer eine Gruppenreise wählt, muss sich nach der Buchung außer um die Reisepapiere und die astronomische Ausrüstung selber um nichts weiter kümmern. Eine gewisse Sorgfalt ist bei der Auswahl des Reiseanbieters angezeigt. Am besten erkundigen Sie sich, ob der jeweilige Anbieter Reisen zu den teils schwierig erreichbaren totalen Sonnenfinsternissen der letzten Jahre durchgeführt hat und dementsprechend über Erfahrungen mit den spezifischen und teils hohen Anforderungen solcher Touren verfügt.

Bei Gruppenreisen, die ohne Flüge ab/bis Mitteleuropa angeboten werden, handelt es sich fast immer um Reisen amerikanischer oder britischer Anbieter, welche durch europäische Agenturen vermittelt werden. Sie müssen dann damit rechnen, einerseits in einer rein englischsprachigen Gruppe unterwegs zu sein und andererseits auf einen Reisepreis-Sicherungsschein zu verzichten.

Wie kaum ein anderes Land eignen sich die USA für Individualreisen mit Mietwagen oder Wohnmobil. Dies wissen auch die deutschen Spezialveranstalter für Amerika und bieten folglich sowohl Mietfahrzeuge und Unterkünfte aller Art als auch komplette Rundreisen mit vorher festgelegter Reiseroute an – auf Wunsch auch inklusive Flüge in die USA. Vorteil eines solchen Arrangements ist, dass Sie alles aus einer Hand bekommen und – wie bei einer Gruppenreise – durch einen Reisepreis-Sicherungsschein gegen Insolvenz des Veranstalters abgesichert sind. Zudem haftet der Veranstalter, wenn durch dessen Verschulden im Reiseablauf etwas nicht funktioniert. Auf diese Absicherungen verzichten Sie, wenn Sie selbst alle Leistungen einzeln bei den entsprechenden Leistungsträgern (Fluglinie, Hotels/Motels, Mietwagenfirmen) oder unterschiedlicher Reiseanbieter buchen. Ausführliche und stets aktuelle Informationen zu den Einreisebestimmungen für die USA finden Sie auf der Website des Auswärtigen Amtes.

Erlebnis Sonnenfinsternis

Eine totale Sonnenfinsternis ist ein elementares Naturereignis, das erlebt werden will. Eigentlich benötigt man dazu genau einen Ausrüstungsgegenstand, nämlich eine »So-Fi-Brille« oder eine einfache, selbst gebastelte Lochkamera, um die partiellen Phasen der Verfinsternung gefahrlos betrachten zu können. Um

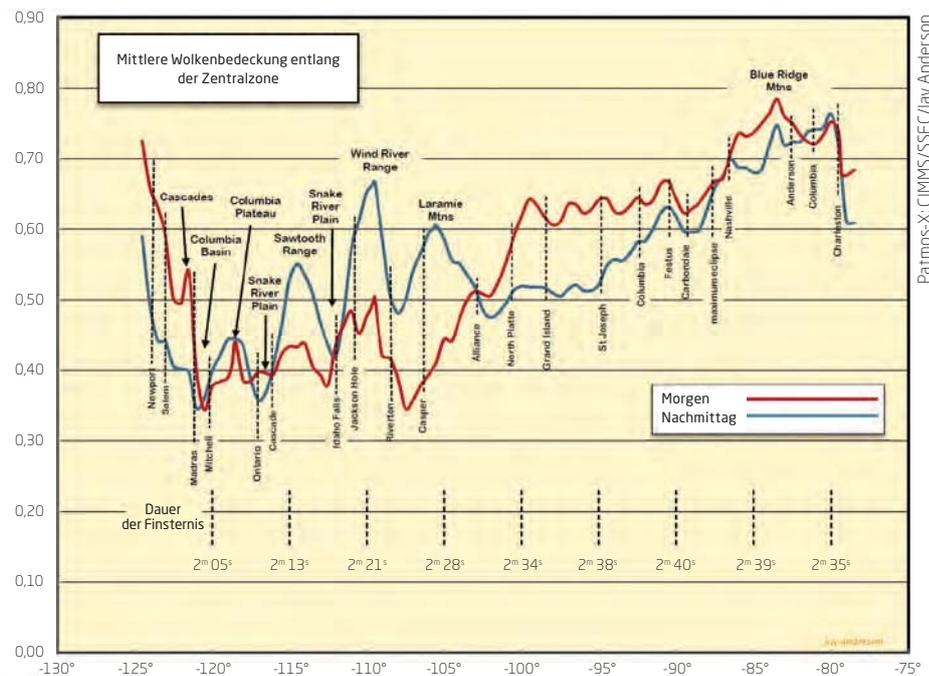


▲ Abb. 5: Durchschnittlicher Bewölkungsgrad im Monat August am Morgen (7 Uhr Ortszeit) und am Nachmittag (14 Uhr Ortszeit) entlang der Zentralzone, ermittelt aus 22 Jahren Satellitenbeobachtungen. Die besten Wetteraussichten bestehen nach diesem Datensatz in Oregon, Idaho, in der Mitte Wyomings und im Westen Nebraskas. Auffällig ist die Bewölkungszunahme in Wyoming im Laufe des Vormittags.

das Ereignis in Bildern festzuhalten, genügt bereits eine einfache Kamera, wie sie in jedem Smartphone eingebaut ist. Ansonsten sollte man sich dem Ereignis einfach hingeben – mit allen Sinnen. Keine noch so teure und aufwendige Foto- oder Filmausrüstung ist in der

Lage, die einzigartige Stimmung bei einer totalen Sonnenfinsternis wirklich einzufangen.

Dennoch gibt es natürlich Gründe, das Ereignis mit Teleskopen zu beobachten oder die vielfältigen optischen Phänomene fotografisch festzuhalten. Für ein ambitioniertes Be-



▲ Abb. 6: Mittlere Wolkenbedeckung entlang der Zentralzone am Morgen und am Nachmittag, ermittelt aus 20 Jahren Satellitenbeobachtungen. Nach dieser Darstellung bestehen die besten Wetteraussichten im zentralen Oregon und im Grenzgebiet Oregon/Idaho. Auch hier fällt auf, dass die Bewölkung über Wyoming im Laufe des Tages immer mehr zunimmt, während sie über den Great Plains von Nebraska bis Illinois zurückgeht.

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

Zentralzone der Sonnenfinsternis am 21.8.2017 – Wetterstatistiken für August

Prozentsätze der Bewölkungsverhältnisse

Station	Ort	PSD	Klar	Gering	Mittel	Stark	Bedeckt	Dunst	Nebel	Mittelwert
Oregon										
Newport Municipal	Newport		18,4	15,6	0	18,4	32,8	14,4	0,3	64
Corvallis Muni	Corvallis	---	27,6	15,5	0,9	21,6	34,5	0	0	54
McNary Field	Salem	---	36,7	13,9	4,4	13,0	32,0	0	0	46
Aurora State	Aurora	---	38,1	11,7	2,1	16,7	31,4	0	0	47
Roberts Field	Redmond	---	50,4	18,1	7,1	15,9	8,3	0	0,3	27
Baker Muni	Baker City	---	38,3	29,8	2,3	16,8	12,9	0	0	32
Ontario Muni	Ontario	---	77,4	6,5	0	4,3	11,8	0	0	16
Idaho										
Idaho Falls Regional	Idaho Falls	---	42,5	24,6	1,1	17,7	12,8	0,2	1,1	32
Wyoming										
Jackson Hole Airport	Jackson Hole	---	25,7	42,5	0	21,6	9,9	0	0,3	34
Hunt Field Airport	Lander	75	21,6	32,3	10,3	22,5	13,4	0	0	41
Riverton Regional	Riverton	---	29,5	40,5	0	21,6	8,4	0	0	32
Natrona County	Casper	---	25,5	26,7	9,5	20,3	17,9	0	0	42
Nebraska										
W. Nebraska Reg	Scottsbluff	---	25,8	22,5	11,6	24,6	15,6	0	0	43
Alliance Muni	Alliance	---	32,6	32,8	0	22,5	12,0	0	0	35
Hooker County Apt	Mullen	---	21,9	32,1	0	20,1	25,6	0,2	0	47
North Platte Airport	North Platte	75	---	---	---	---	---	---	---	---
Broken Bow Muni	Broken Bow	---	20,1	32,4	0	27,7	19,3	0,5	0	47
Kearney Regional	Kearney	---	28,0	27,7	0	12,6	31,5	0,2	0	46
Hastings	Hastings	---	20,6	31,9	0	32,3	15,2	0	0	45
Central Nebraska Apt	Grand Island	---	25,5	14,6	14,0	23,4	22,5	0	0	49
Lincoln Municipal	Lincoln	70	21,9	18,5	7,7	24,2	27,5	0,2	0	53
Beatrice Municipal	Beatrice	---	16,4	31,1	0	33,0	19,4	0	0	50
Brenner Field Airport	Falls City	---	20,9	27,9	0	36,4	14,8	0	0	48
Missouri										
Rosecrans Airport	St. Joseph	---	20,3	23,4	2,7	29,8	23,8	0	0	52
Kansas City Int.	Kansas City	67	21,8	19,3	12,1	25,9	20,9	0	0	49
Columbia Regional	Columbia	64	13,2	24,1	11,2	24,0	27,4	0	0	55
Jefferson City Mem.	Jefferson City	---	14,6	33,4	0	30,7	21,3	0	0	51
Spirit of St. Louis Apt.	St. Louis	65	14,8	32,3	3,9	28,6	20,3	0	0	49
Cape Girardeau Muni	Cape Girardeau	---	11,0	34,6	4,6	30,9	18,6	0	0,3	50
Illinois										
St. Louis Dt. Airport	St. Louis	---	8,4	31,5	0	41,0	19,1	0	0	56
Southern Illinois	De Soto	---	11,8	38,4	0	33,8	15,5	0	0,5	48
Williams County Reg.	Carterville	---	5,7	35,5	0	41,0	17,8	0	0	55
Kentucky										
Barkley Regional	Paducah	71	8,2	20,9	16,8	34,7	19,1	0	0	56
Bowling Green	Bowling Green	---	6,1	33,7	0	40,4	19,6	0	0,2	57
Tennessee										
Nashville Int. Airport	Nashville	63	4,9	19,1	23,8	32,9	19,2	0	0	58

▲ Tab. 2: Klimadaten für Orte in der Zentralzone in den USA nach Aufzeichnungen von Wetterstationen. Stationen im zentralen Oregon, im Westen und Osten Idahos sowie in der Mitte Wyomingis weisen die geringste Bewölkungswahrscheinlichkeit auf. PSD = Prozentsatz der Sonnenscheindauer. Daten von NCDC/Jay Anderson.

obachtungsprogramm kommt rasch einiges an Gerätschaften zusammen, die erst einmal an den Beobachtungsort gebracht werden wollen – und der ist bei der Sonnenfinsternis in den USA nur unter Nutzung eines Flugzeuges zu erreichen.

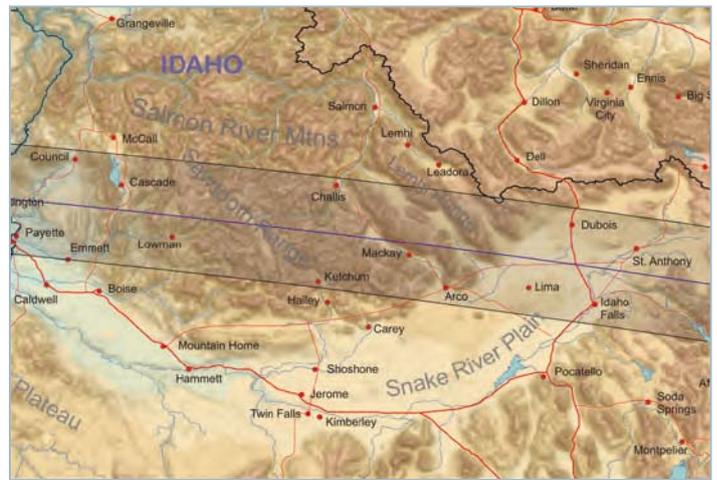
Wer umfangreiche Ausrüstung mitnehmen möchte, überschreitet leicht die Freigrenze für die Gepäckbeförderung in Flugzeugen, welche üblicherweise bei 23kg liegt. Für das Mehrgewicht wird man vor allem bei internationalen Linienflügen kräftig zur Kasse gebeten. Um solche Kosten zu umgehen, bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. So kann man sich für eine Fluglinie entscheiden, bei der die Freigepäckgrenze bei 30kg liegt. Auch lässt sich – gerade bei einer Kurzreise von nur wenigen Tagen – das übrige Gepäck auf ein unbedingt notwendiges Minimum reduzieren, um unter den 23kg oder 30kg zu bleiben. Bei geringem Übergewicht (weniger als 1kg) kann man zudem auf die Kulanz der Fluggesellschaft hoffen – darauf setzen sollte man jedoch nicht. Eine andere Alternative besteht darin, das Handgepäck aufzustocken, das man mit in die Flugzeugkabine nehmen darf. Doch auch hier gibt es Gewichtslimits (meist zwischen 6 und 10kg), und die Größe ist beschränkt auf typischerweise 55x40x20cm oder 55x35x25cm.

| DER AUTOR |

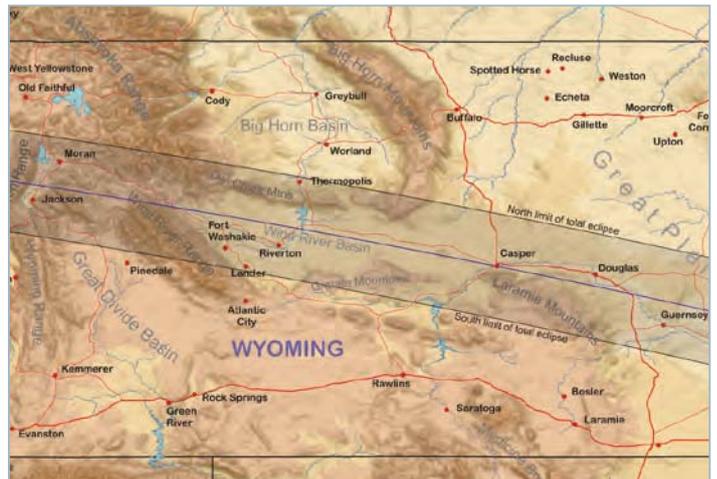
Stefan Krauses Interesse an der Astronomie erwachte bereits im Grundschulalter durch den Kometen Kohoutek. Heute beschäftigt er sich neben Kometen hauptsächlich mit atmosphärischen Erscheinungen wie Polarlichtern oder Leuchtende n Nachtwolken sowie mit Sonnen- und Mondfinsternissen, aber auch mit Transits der Planeten Merkur und Venus. Zu den genannten Themen hat er zahlreiche Aufsätze und mehrere Bücher verfasst. Er ist als Mitarbeiter einer Spezialagentur für astronomische Reisen in der glücklichen Lage, Hobby und Beruf miteinander verbinden zu können.



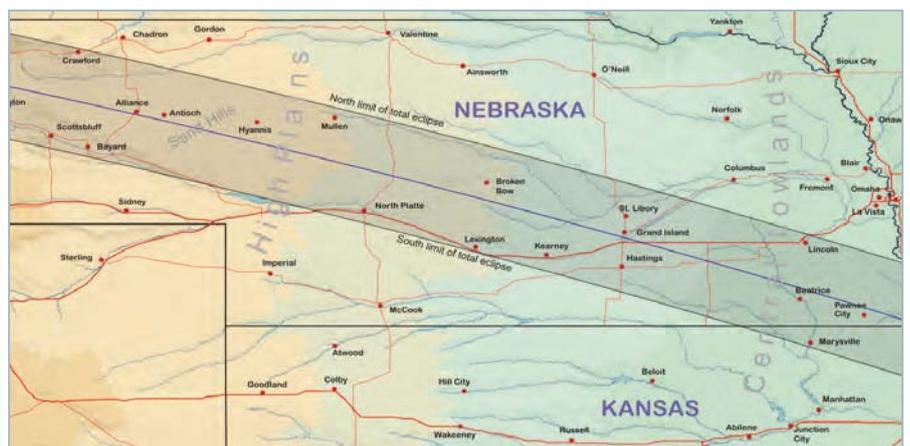
▲ Abb. 7: Verlauf der Zentralzone in Oregon. Jay Anderson



▶ Abb. 8: Verlauf der Zentralzone in Idaho. Jay Anderson



▶ Abb. 9: Verlauf der Zentralzone in Wyoming. Jay Anderson



▲ Abb. 10: Verlauf der Zentralzone in Nebraska. Jay Anderson

SURFTIPPS

- Klimadaten zu Finsternissen
- Eclipse2017.org
- Eclipsewise.com
- GreatAmericanEclipse.com
- Sonnenfinsternis.org
- Finsternisberechnungen
- Auswärtiges Amt

[Kurzlink: oc1m.de/a5059](http://oc1m.de/a5059)

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

STRICHE AM HIMMEL

So gelingen eindrucksvolle Strichspuraufnahmen

Es ist faszinierend, die Wanderung der Sterne am Himmel in Form von Strichspuraufnahmen (engl. Startrails) sichtbar zu machen. Wenn dabei der Polarstern mit im Bild ist, wird auch die Drehung des Himmels um den Himmelspol eindrucksvoll deutlich. Und das Beste: der technische Aufwand zur Erstellung von Strichspuraufnahmen ist gering.



▲ Abb 1: Wenige Meilen vor dem Capitol Reef Nationalpark in Utah (USA) entstanden diese Strichspuraufnahmen mit Blick nach Norden, die die Wanderung der Sterne über den vom zunehmenden Mond beleuchteten roten Sandsteinfelsen zeigt. In diesem Summenbild sind 350 Aufnahmen mit einer Belichtungszeit von je 90 Sekunden kombiniert (Gesamtbelichtungszeit: 525 Minuten = 8,75 Stunden). Entstanden ist das Bild mit einem 10-20mm Objektiv (bei 10mm und f/4) an einer Canon DSLR vom Typ 450D.

Der prinzipielle Ablauf zur Erstellung von Strichspuraufnahmen ist recht einfach: Mit einer Kamera werden kontinuierlich Fotos einer Himmelsregion angefertigt und so wird die Wanderung der Sterne über den Himmel innerhalb einer längeren Zeit festgehalten. Durch die anschließende Addition dieser Aufnahmen per digitaler Bildverarbeitung kann die Gesamtbelichtungszeit einer solchen Strichspuraufnahme mehrere Stunden betragen, ohne dass die Nachteile einer einzelnen mehrstündigen Belichtung das Bild stören.

Notwendige Ausrüstung

Als Ausrüstung für den Einstieg in die Strichspurfotografie reichen ein ausreichend stabiles und standfestes Stativ, eine Kamera und ein Fernauslöser. Die Kamera sollte über eine Weitwinkeloptik verfügen, um einen möglichst großen Ausschnitt des Himmels – und damit ein großes Feld der wandernden Sterne – abbilden zu können. Auch ist es erforderlich, dass die Belichtungszeit manuell eingestellt werden kann. Zudem muss ein Fernauslöser angeschlossen werden können, um die Kamera erschüttere-

rungsfrei auszulösen. Sehr gut eignen sich digitale Spiegelreflexkameras mit lichtstarken Weitwinkelobjektive (mit Brennweiten zwischen 20 und 35mm) und manuellen Belichtungseinstellungen für die Erstellung von Strichspuraufnahmen.

Auswahl der Motive

Da auf den fertigen Strichspuraufnahmen meist die fotografierten Sternbilder nicht mehr zu erkennen sind, ist es nicht entscheidend, welche Region des Himmels anvisiert wird. Entscheidender für die Aus-

U. Dittler



▲ Abb2: Für den Einstieg in die Strichspur fotografie reichen eine preiswerte Kamera mit Weitwinkeloptik (hier ist links eine Canon EOS 450D mit preiswertem 35mm-Objektiv abgebildet), ein Fernauslöser (hier wird ein Funk-Fernauslöser verwendet) und ein preiswertes Stativ. Engagierte Astrofotografen können eine digitale Spiegelreflexkamera mit Vollformat-Chip zusammen mit einem lichtstarken Weitwinkelobjektiv (hier eine Canon 5D mit einem Objektiv mit 20mm Brennweite und Blende 1,8) verwenden – rechts abgebildet. Der angeschlossene Batteriegriff ermöglicht eine längere Aufnahmesequenz, die vom programmierbaren Fernauslöser autark abgearbeitet wird.

Kamera ist die Frage, ob man nur die Wanderung der Sterne losgelöst von der Landschaft zeigen möchte, oder ob auch Teile der Landschaft den Vordergrund des Fotos prägen sollen. Einzelne Gegenstände wie Bauwerke, typische Landschaftsformationen oder Bäume im Vordergrund können die Aufnahmen interessanter und plastischer machen. Allerdings sollten keine Fahnen oder Pflanzen im Bild

sein, die während der Aufnahme im Wind schwanken. Befindet sich der Himmelspol im Bildfeld, werden die Strichspuren im fertigen Bild um diesen rotieren.

Nächtliche Aufnahmepraxis

Strichspuraufnahmen sollten in Nächten um Neumond erstellt werden, damit keine

schwachen Sterne durch das helle Mondlicht verschluckt oder überstrahlt werden. Zur Ermittlung der Belichtungszeit sind Probeaufnahmen und ein Blick auf deren Histogramm unerlässlich. Kein Teil des Bildes sollte über- oder unterbelichtet sein. Die Empfindlichkeit (etwa 400 oder 800 ISO) und die Belichtungszeiten sollten so gewählt sein, dass möglichst viele Sterne sichtbar werden. Die Anzahl der anzufertigenden Bilder wird eigentlich nur von der Kapazität des Kameraspeichers und der Batterie beschränkt.

Vor dem Starten der Aufnahmeserie sollte man sich davon überzeugen, dass der automatische Weißabgleich, der Autofokus und der Bildstabilisator der Kamera ausgeschaltet sowie als Dateiformat das JPG- oder RAW-Format gewählt wurde (wobei die Speicherung der größeren RAW-Dateien länger dauert und daher die Zeitabstände zwischen den Aufnahmen größer werden – und damit auch die Lücken in den Strichspuren). Die kamerainterne Rauschunterdrückung sollte ebenfalls deaktiviert sein. Da der Autofo-

SURFTIPPS

- Startrails
- StartStaX

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5062

Dittiés Idee: Moderne Akkus fürs Teleskop

G. Dittié



▲ Abb. 1: Ein typischer kleiner LiPo-Modellbauakku.

Das ist heute wirklich angenehm: Auch kleine preiswerte Teleskope haben einen elektrischen Antrieb, der das Nachführen des Instruments übernimmt. Man schaut und schaut, bis ein neues Objekt interessant wird. Oder man verzichtet sogar auf eine parallaktische Montierung und führt in zwei Achsen nach. Das geht solange gut, wie die Batterien »Saft« haben. Und genau da hakt es: Herkömmliche Batterien und Akkus sind schneller leer als gedacht.

Die Lösung kommt in Form der leichten und richtig leistungsstarken Akkus, die eigentlich für die derzeit modi-

schon Drohnen gedacht sind. Sie funktionieren auf Lithium-Polymer-Basis. Das bedeutet pro Zelle 3,7 Volt Spannung, optimal sind drei Zellen mit zusammen 11,1 Volt. Das ist etwas weniger als 12 Volt, aber in der Praxis spielt das keine Rolle. Mit einem solchen Akku mit einer Leistung von 2200 bis 4000 mAh kann man schon mehr als einen Abend am Teleskop verbringen. Der einzige Nachteil ist, dass man sich einen Adapterstecker löten muss. Die Akkus und dazu passende Stecker vom Typ JST-XH gibt's im Modellbaufachhandel und natürlich im Onlineshop.

► Georg Dittié



U. Dittler

▲ Abb3: Wanderung der Sterne über dem Aussichtsturm auf dem 1149 Meter hohen Brend, einem Berg im Südschwarzwald. Das Bild setzt sich aus 413 je 15-sekündigen Aufnahmen zusammen und zeigt damit die Wanderung der Sterne über gut 100 Minuten. Kamera: Canon 550D mit 20mm Objektiv bei Blende 1,4. Da die eine Seite des Turms von einer Lampe eines nahegelegenen Gasthauses beleuchtet wurde, musste sich die Belichtungszeit der einzelnen Aufnahmen daran orientieren, um zu vermeiden, dass diese Turmseite überbelichtet und ausgebrannt erscheint.

kus meist nicht funktioniert, ist zudem eine manuelle Fokussierung notwendig; hierbei hilft die vergrößerte Anzeige des Live-Bildes auf dem Kameradisplay.

Bildverarbeitung

Die Verarbeitung der einzelnen nächtlichen Aufnahmen zu einer Strichspuraufnahme

kann grundsätzlich mit jeder Bildverarbeitungssoftware manuell erfolgen, deutlich einfacher als die manuelle Verarbeitung ist es aber, für die Verarbeitung der Strichspuraufnahmen ein für diese Aufgabe spezialisiertes Programm zu verwenden, wie etwa das kostenlose Startrails für Windows oder StartStaX für Mac.

► Ullrich Dittler

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 oder auf unserer Facebook-Seite.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/fa

Teleskop-Tuning: Entspannungskurs

Entspannt beobachten – das gilt auch für die Optik. Ob Spiegel oder Linse, beide sind aus Glas oder zumindest Glaskeramik gefertigt. So hart sie erscheinen mögen: Unter Druck verformen sie sich. Schlechte Abbildung ist die Folge. Gerade aus Kunststoff gefertigte Teile, aber auch

Metalle, schrumpfen bei Kälte stärker, als darin gefasstes Glas. Eine zu enge Taukappe kann so das Objektiv quetschen oder der zu enge Rand einer Fangspiegelfassung. Ein Spiegel schrumpft bei Kälte immer anders als die Fassung. Ist er verklebt, müssen die Klebepunkte nachgiebige Silikon-Blobs sein. Optiken brauchen also sowohl Führung wie auch minimales Spiel. Spiegel benötigen je nach Dicke genügend Auflagepunkte. Zu fest angezogene Klammern und Befestigungsringe müssen immer vermieden werden.

Manchmal ist es schwerer, die Ursache zu erkennen, als sie dann zu beheben. Hier hilft der Sterntest: Dreieckig verzogene Ringe im Beugungsbild weisen auf die typischen drei Halteklammern hin. Astigmatismus, also längliche Sterne, die im besten Fokus kleine Kreuze formen, sprechen für eine verspannte Fassung. In der Auskühl-

phase, wenn der Kern von Linse oder Spiegel noch wärmer ist als die Oberfläche, entstehen Fehler wie Über- oder Unterkorrektur. Typisch ist auch, dass die Probleme in milden Nächten oder bei Zimmertemperatur verschwinden. Die Reparatur ist meist einfach. Abschmirgeln zu enger Kunststoffteile kann schon reichen.

► Sven Wienstein

SURFTIPPS

- Entspannung eines kleinen GSO-Fangspiegels
- Tuning-Tipps zum kleinen Refraktor

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5063



▲ Abb1: Fangspiegelzellen können den Spiegel unter Druck setzen.

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



▲ Abb. 1: Die Okulare Vixen High Resolution gibt es in den drei Brennweiten 2,4mm, 2,0mm und 1,6mm.

WIE HOCH DARF ES SEIN?

Vixen High Resolution Okularserie im Test

Was ist die höchste Vergrößerung, die Sie an Ihrem Teleskop verwenden? Oder andersherum gefragt, was ist die kürzeste Okularbrennweite, die Sie einsetzen? Wer nach einer extremen Antwort sucht, wird bei den neuen HR-Okularen von Vixen fündig.

Als der japanische Teleskop- und Montierungsbauer die High Resolution-Okulare ankündigte, gab es viel Unverständnis in der Astronomie-Szene. Wer braucht Okulare mit 2,4mm, 2,0mm oder gar 1,6mm Brennweite? Bei näherem Hinsehen entpuppen sich diese einzigartigen Modelle jedoch als zu Ende gedachte Lückenfüller.

Kurze Teleskope, kurze Okulare

Der Trend bei visuell eingesetzten Teleskopen geht in eine Richtung: immer größere Öffnungsverhältnisse und immer kürzere Brennweiten. Damit werden selbst große Teleskope transportabel. Das betrifft fast alle Teleskoptypen: Vorbei ist die Zeit von f/10-Refraktoren oder f/8-Spiegelteleskopen. Moderne mehrlinsige Apochromate weisen selten noch ein Öffnungsverhältnis von kleiner als 1:6 auf. Und wer heute ein

großes Dobson-Teleskop baut, strebt einen Wert von 1:3,5 oder noch größer an.

Trotz des großen Öffnungsverhältnisses sind diese Optiken gut für die hochvergrößernde Beobachtung geeignet, wenn die Qualität stimmt. Doch mit einem f/5-Teleskop ist es gar nicht so leicht, hohe Vergrößerungen zu erzielen. Die kürzesten regulären Okularbrennweiten liegen bei 4mm. Damit kommt man mit dem Öffnungsverhältnis von 1:5 noch nicht einmal an die förderliche Vergrößerung, nutzt also das Auflösungsvermögen bei Weitem nicht aus (vgl. Kasten). Die herkömmliche Lösung über eine Barlowlinse führt zu zusätzlichen Definitions- und Lichtverlusten.

Verarbeitung top

Vixens Neuentwicklung ist also folgerichtig, zumal mit den Pentax XO (5mm, 2,58mm) ein hochgelobtes Modell aus dem Markt verschwunden ist. Alternativen jen-

seits von 3mm sind extrem rar gesät, das Televue Nagler Zoom 2–4mm und das Nagler 2,5mm gehören zu den hochwertigen Möglichkeiten. Ich habe die neuen Vixen HR mit dem Nagler Zoom und dem Pentax XO 2,58mm verglichen.

Eine positive Überraschung ist die Verarbeitungsqualität. Die Okulare machen einen sehr guten äußerlichen Eindruck. Sie besitzen eine abnehmbare Gummiaugenummel, 10mm große Augenlinsen (alle Modelle) und als besonderen Clou einen abschraubbaren Streulichtschutz, der im Filtergewinde eingeschraubt ist. Die Linsenränder sind geschwärzt, die Linsen erkennbar hervorragend vergütet, die Steckhülse konisch geformt. Rein äußerlich sind diese Okulare top.

Einblick

Aber auch der entscheidende Blick hindurch kann überzeugen. Ich hatte die Oku-

lare an einem Vixen FL 70S (70/560mm f/8) im Einsatz, wo sie 233×, 280× und 350× bieten; sowie an einem Takahashi TSA 120 (120/900 f/7,5), wo sich 375×, 450× und 563× ergeben. Beide Teleskope haben eigentlich zu kleine Öffnungsverhältnisse, so dass das 2mm-Okular an Mond und Mars grenzwertig und das 1,6mm-Modell zu viel des Guten ist. Trotzdem lassen sich die Erfahrungen sehen: Das Einblickverhalten ist sehr gut, keine Spur vom An-der-Augenlinse-kleben des Pentax XO. Und die optische Qualität ist auf Augenhöhe mit diesem: Der Mars zeigt sich wunderschön klar, die Kontraste zwischen Polkappe und Planetenoberfläche werden sehr deutlich wiedergegeben. Die Rand-schärfe ist top, ebenso die Reflexarmut.



R. Stoyan

▲ Abb. 2: Sowohl die Streulichtblende (links) als auch die Augenmuschel (rechts) lassen sich entfernen.

Fazit

Wer seinen kurzbrennweitigen Apo oder großen transportablen Dobson bis an die Grenze des Möglichen ausfahren möchte, ist mit diesen Nischen-Okularen bestens be-

dient. Etwas schade ist, dass es keine Brennweiten zwischen 6mm und 3mm im Angebot gibt. Mein Tipp wäre, sich eines dieser Okulare zu sichern, solange sie noch auf dem

regulären Markt zu bekommen sind – die Preissteigerungen der Pentax XO nach deren Ableben sind ein mahnendes Beispiel.

► Ronald Stoyan

PRAXISTIPP

Maximale Vergrößerung

»Maximal das Doppelte der Öffnung« - diesen für Anfänger nicht verkehrten Merkspruch nehmen auch viele gestandene Amateure ernst. Dabei ist das viel zu pauschalisierend - und oft falsch.

Besser als einfache Daumenregeln ist ein Blick auf die optischen Grundlagen. Diese richten sich nach dem Auflösungsvermögen des Teleskops. Die sogenannte förderliche Vergrößerung ist der Wert, bei der die Beugungsscheibchen, als die die verwendete Optik Sterne abbildet, gerade so als flächig erkennbar sind. Das heißt, erst ab dieser Vergrößerung nutzt man das Auflösungsvermögen der Optik tatsächlich aus.

$$\text{Förderliche Vergrößerung} = \text{Öffnung in mm} / 0,7$$

Für ein 100mm-Teleskop ergibt sich also 143×, für ein 200mm-Teleskop 163×: Hier fängt der Spaß erst an!

Je nach beobachteter Struktur, z.B. eine helle Linie vor dunklem Hintergrund, ein dunkler Fleck vor hellem Hintergrund etc. ergeben sich optische Auflösungs-Situationen, die vom Sternscheibchen verschieden sind. Deshalb kann und muss bei kontrastreichen Motiven wie der Mondoerfläche oder dem Marsscheibchen deutlich höher vergrößert werden, wenn man alles sehen will, was das Teleskop zeigen kann. Meine Erfahrung ist: Top-Optiken haben das beste Ergebnis am Mars beim 2,5-Fachen der förderlichen Vergrößerung, bei der Mondbeobachtung und kleinen Planetarischen Nebeln beim 2-Fachen, bei Jupiter und Saturn bei 1,5×. Natürlich gilt hier der Einwand, dass das Seeing mitspielen muss, was desto seltener der Fall ist, je größer die verwendete Teleskopöffnung ist. Bei großen Dobsons kommt man deshalb selten über die förderliche Vergrößerung hinaus.

Selbstverständlich gibt es die gefürchtete »leere« Vergrößerung, die nur noch ein flaes Bild ohne Details zeigt. Aber dafür gibt es keine pauschale Obergrenze, sie variiert je nach optischer Qualität, betrachtetem Motiv, Seeing und dem persönlichen Gusto des Beobachters. Meine persönliche Erfahrung jedenfalls ist, dass meistens viel höher vergrößert werden kann, als es die Faustformel glauben macht.

BEWERTUNG

Lunt Engineering HDC 9mm

- + exzellente Schärfe und Kontrast
- + gute Verarbeitung
- + gutes Einblickverhalten
- + effektiver Streulichtschutz
- + Drehbox
- hoher Preis

Daten Vixen High Resolution

Brennweiten	2,4mm, 2,0mm, 1,6mm
Scheinbares Gesichtsfeld	42°
Aufbau	5 Linsen in 3 Gruppen
Steckhülse	1¼"
Pupillenabstand	10mm
Gewicht	120g
Lieferumfang	Lieferumfang Streulichtschutz mit Filtergewinde, Drehpack-Aufbewahrungsbbox
Listenpreis	je 289€

SURFTIPPS

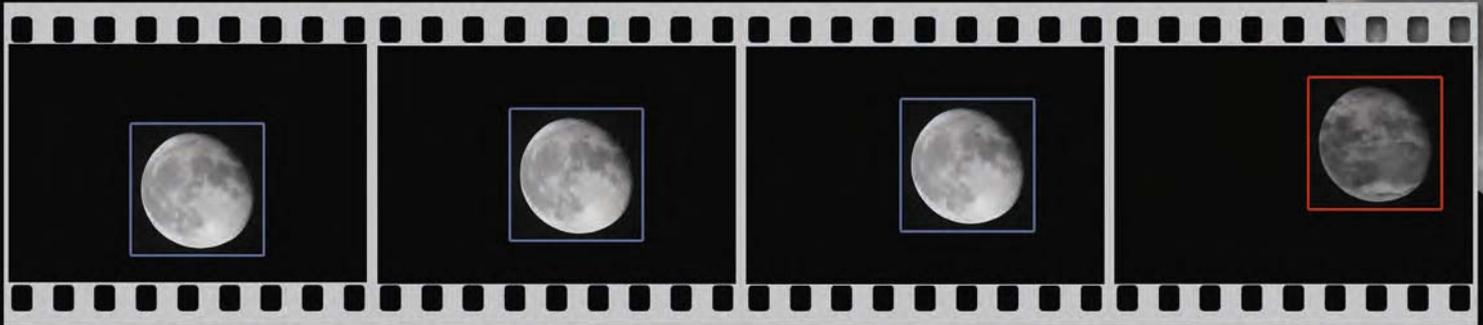
- Herstellerseite

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a5065](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a5065)

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

BILDDATEN FÜR STACKING OPTIMIEREN

Vorverarbeitung mit dem Programm PIPP



▲ Abb. 1: Das Programm PIPP ist ideal zur Vorverarbeitung von Sonnen- Mond- und Planetenbildern bzw. Videos.

Datenvolumen reduzieren

Das Programm PIPP (»Planetary Imaging PreProcessor«) wurde vorrangig dazu entwickelt, um die Verarbeitung von Bilddaten entscheidend zu beschleunigen. Es kann dabei mit den verschiedensten Datenformaten umgehen, von Videos im AVI oder SER-Format über die RAW-Formate der DSLRs bis hin zu einfachen JPG-Bildern.

Nachdem die Bilder oder das Video in das Programm geladen wurden, wählt man die Motivart aus, um so dafür optimierte Programmeinstellungen aufzurufen. Bei den folgenden Schritten werden von dem Programm alle davon betroffenen Optionen durch grüne Schrift hervorgehoben. Für Aufnahmen des gesamten Mondes wählt man beispielsweise »Solar/Lunar full disk«.

Nun geht es von links nach rechts durch die als Karteikarten dargestellten Optionen, wobei zunächst nur wenige Funktionen benötigt werden. Unter »Input Options« sind Einstellungen für das Eingabedatenformat zugäng-

lich. Die Standardeinstellungen stimmen jedoch in der Regel. Der erste wichtige Bereich ist »Processing Options« (vgl. Abb. 3).

Die wichtigsten Optionen

Um das Objekt in jedem Bild zu zentrieren und auszuschneiden, sind folgende Optionen wichtig: Mit der Funktion »Object Detection« können Bilder, auf denen das Objekt nicht drauf ist, falls nötig aussortiert werden. Dafür wird auf eine Mindestobjektgröße in Pixeln und Helligkeit geprüft. Die Standardwerte funktionieren meist sehr gut. Wird das Objekt gefunden, zentriert PIPP es. Bei Mondaufnahmen kann die Position des Terminators berücksichtigt werden, um die Zentrierung zu verbessern. Besonders bei unsauberer Nachführung ist die erfolgreiche Zentrierung für den nächsten Schritt wichtig.

Unter »Cropping« wird das Bild zugeschnitten. Hier muss nun die richtige Größe des Ausschnitts in Pixeln eingegeben werden. So wird der Großteil des unnötigen schwarzen Bereichs entfernt. Eventuell ist es sinnvoll, mit dem Offset das Objekt um einen festen Wert zu verschieben. Mit »Test options« oben rechts im Fenster kann man nun überprüfen, ob das Ergebnis den Vorstellungen entspricht. Zuletzt sollte noch die Funktion »Convert Colour to Monochrome« deakti-

viert werden, wenn es sich um ein Farbbild handelt, das nicht in schwarz/weiß umgewandelt werden soll.

Weitere Möglichkeiten

Darüber hinaus können mit PIPP noch andere Aufgaben erledigt werden. Ist zum Beispiel ein Planet bei der Aufnahme zu dunkel geraten für das Stacken, können Helligkeits- und Gamma-Korrekturen mit festen Faktoren vorgenommen werden. Üblich ist heute das Stacken mit vielen Ausrichtungspunkten. Wechselt die Bildhelligkeit im Laufe einer Sequenz wegen durchziehender Bewölkung, führt das im Endergebnis möglicherweise zu Flecken unterschiedlicher Helligkeit. Mit der Funktion »Histogram Equalisation« wird die Bildhelligkeit angeglichen. Weiterhin sind auch überbelichtete Aufnahmen über »Overexposed Detection« aussortierbar.

Nach dem Finden der optimalen Einstellungen, kann es mit einer einfachen Qualitätsprüfung weitergehen.

Datenausgabe

Zusätzlich lässt sich die Datenmenge natürlich reduzieren, indem eine Qualitätsauswahl unter »Quality options« vorgenommen wird. Anhand der Bildhelligkeit können Bilder z.B. mit durchziehenden Wolken ausge-

SURFTIPPS

- PIPP
- AutoStakkert!2

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5066



Die Kamertechnik zur Aufnahme von Mond, Sonne und Planeten entwickelt sich immer weiter und damit verbunden fallen immer größere Datenmengen an. Die Verarbeitung der Bilddaten kann daher viel Rechenzeit kosten. Insbesondere Portraits von Sonne und Mond, die mit einer DSLR-Kamera gewonnen wurden, bereiten vielen Stacking-Programmen Probleme. Eine Vorverarbeitung der Daten kann hier die Lösung sein und obendrein Tempo in den Prozess bringen. Ein typisches Merkmal von Planeten-Fotos ist ein helles Objekt auf schwarzem Grund. Meist fällt daher nur ein Bruchteil des Datenvolumens auf das eigentliche Fotomotiv. Außer bei Detailausschnitten von Sonne und Mond kann hier also optimiert werden.

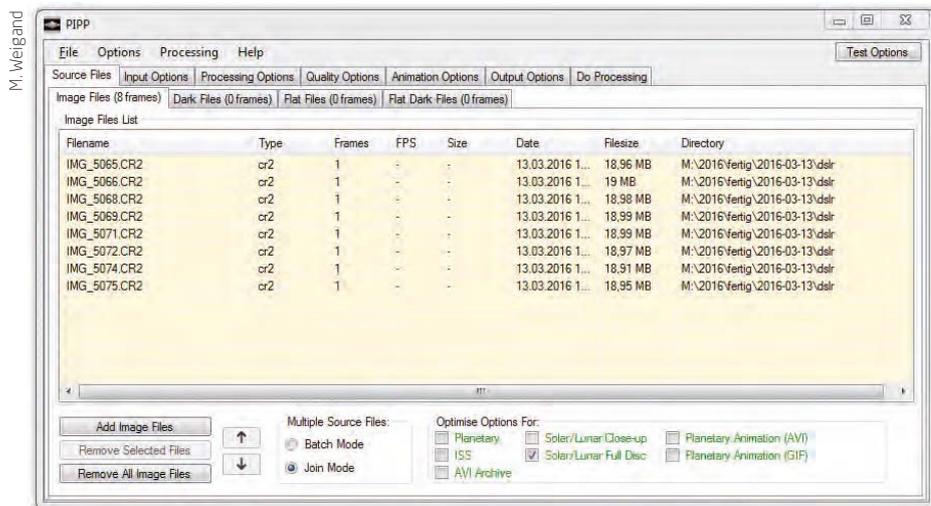
M. Weigand

⇐ INTERAKTIV

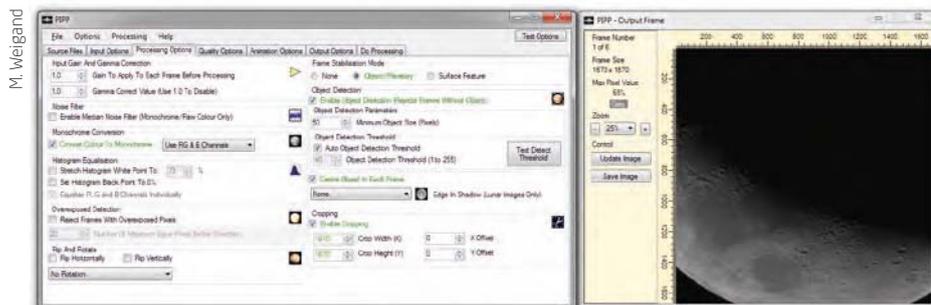
Mario Weigands Leidenschaft sind Hardware, Software und ihre Anwendung. Wenn Sie sich in seiner Rubrik ein bestimmtes Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

🔗 [KurzLink: oc1m.de/fa](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/fa)

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



▲ Abb. 2: Mit »Add Image Files« unten links werden die zu verarbeitenden Bilddaten geladen. Dunkel- und Flatfield-Bilder können bei Bedarf in separate Listen geladen werden. Im Bereich unten rechts wird die Motivart ausgewählt, was optimierte Einstellungen im Programm setzt.



▲ Abb. 3: Im Bereich »Processing Options« werden Objektzentrierung und das Ausschneiden des Objekts gesteuert. In dem gezeigten Beispiel ist der Ausschnitt noch zu klein und muss durch Ausprobieren an die Größe des Mondes angepasst werden.

schlossen werden. Die Ausgabe der Bilder erfolgt dann nach Qualität sortiert.

Das Ausgabedatenformat wird nun unter »Output Options« konfiguriert. Hier sind dieselben Video- und Bildformate wie bei der Eingabe verfügbar. Im letzten Bereich »Do Processing« können die Einstellungen auf den Datensatz angewendet werden. Das Stacken, beispielsweise einer vorverarbeiteten Mondfotoserie in Registax, geht anschließend deutlich schneller.

Weitere Anwendungen

Der hier beschriebene Ablauf ist nur ein Beispiel für die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von PIPP. Darüber hinaus lassen sich noch folgende weitere Arbeitsschritte erledigen: die Bildkalibration mit Dunkel- und Flatfield-Bildern, das Debayering von DSLR-RAW-Bildern, das Spiegeln und Rotieren von Bildern sowie das Erstellen von Animationen aus Bildserien (Ausgabe als Video oder animiertes GIF).

PIPP ist ein sehr nützliches Werkzeug, um größeren Datenmengen, egal ob DSLR-Bilder oder Planetenvideos, auf verschiedene Arten zu verarbeiten. Für das anschließende Stacken der Daten ist das Programm »AutoStakkert!2« sehr zu empfehlen (siehe Surfipps). ▶ Mario Weigand

MEIN WEG ZURÜCK ZUR ASTRONOMIE

WIE ICH ERNEUT VOM »ASTRO-VIRUS« GEPACKT WURDE

Ich hatte mein Hobby schon einmal aufgegeben, doch dann fand ich wieder zur Astronomie zurück. Und der »Astro-Virus« hat mich bis heute nicht losgelassen.

Erst kürzlich wurde ich wieder gefragt: »Was macht denn nach langer Zeit das Ganze für dich immer noch spannend? Was ist für dich die Faszination?« Dabei werde ich heute, 20 Jahre nach meinem Einstieg, nicht müde zu antworten, dass die Astronomie das fantastischste und faszinierendste Hobby ist, was ich mir überhaupt vorstellen kann. Es setzt sich aus den unterschiedlichsten Dingen zusammen und ist für mich viel mehr als die bloße nächtliche Beobachtung. Astronomie ist Neugier, Staunen, Ehrfurcht, Natur erleben, Entspannung, Zauber, Kopfkino, Zeitreise, Geduld, Austausch, unbeantwortete Fragen, Erkenntnis, Licht, Kunst, antiquarische Bücher, Philosophie, Geschichte,

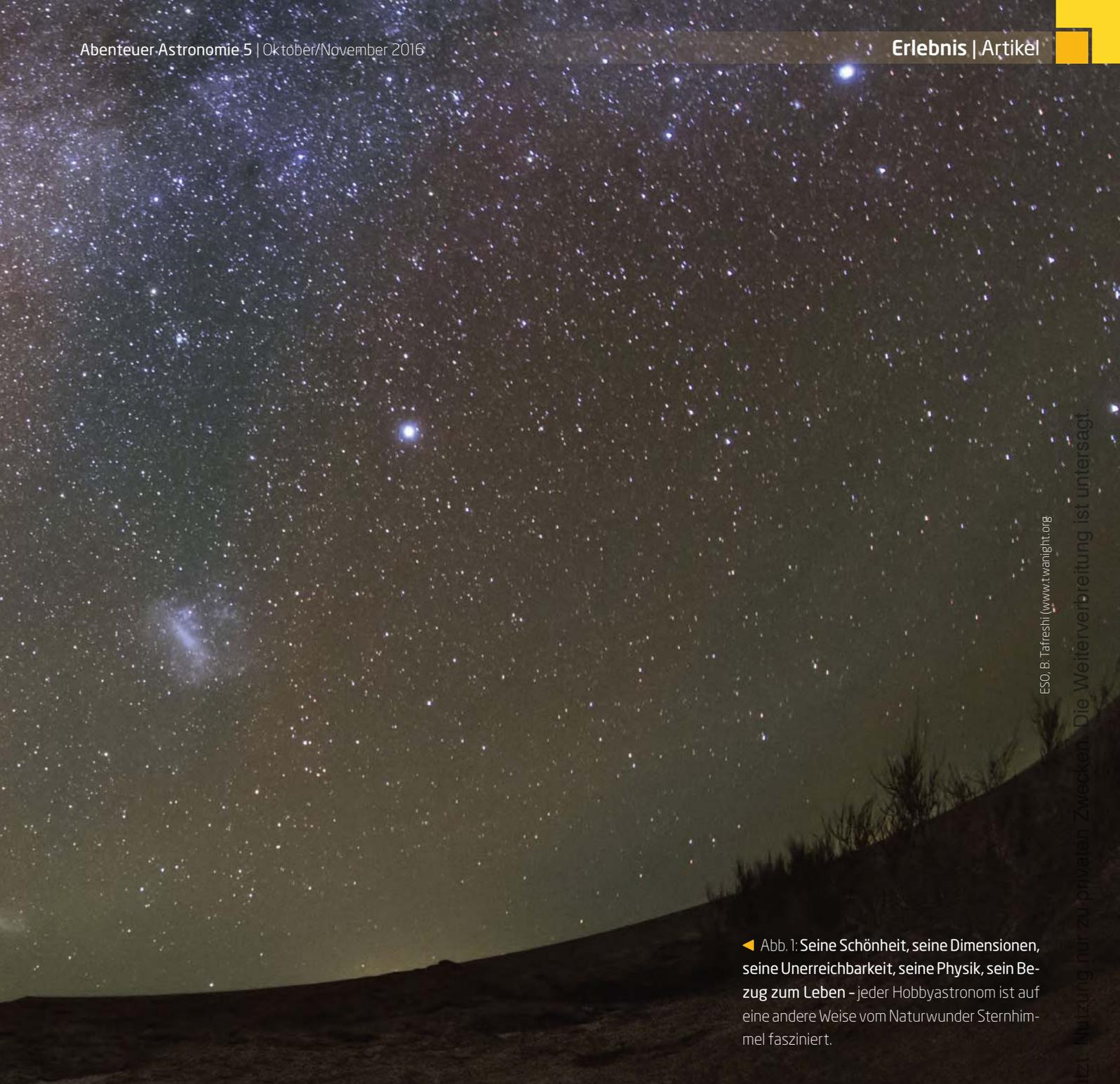
Forschung (Physik, Biologie usw.), Technik, Raumfahrt und Zukunft. Das alles macht für mich die Astronomie und meine Beschäftigung mit dem Universum auch nach all den Jahren so interessant und überaus faszinierend. Trotzdem hatte ich, kurz nachdem ich Sonne, Mond und Sterne für mich entdeckt hatte, das Teleskop zunächst »an den Nagel« gehängt.

Blick zum Mond

Nach den Sommerferien 1995 entschied ich mich als Wahlpflichtfach Astronomie zu belegen, was schließlich dazu führte, dass ich schon zu Weihnachten mein erstes Fernrohr

geschenkt bekam. Es war ein klassisches Kaufhausteleskop – inklusive Tischstativ und Plastiklinsen – mit dem ich meine ersten Mondbeobachtungen durchführte. In jenem Winter stand ich in jeder klaren Nacht am weit geöffneten Schlafzimmerfenster und machte meine ersten astronomischen Beobachtungen. Das kleine Fernrohr stand dabei auf einem schwarzen Aktenkoffer, damit ich es auf dem kleinen Fensterbrett aufstellen konnte.

In einfachen Skizzen hielt ich die unterschiedlichen Mondphasen fest, um später die gesehenen Krater und anderen lunaren Landschaften zu identifizieren. Dazu hatte ich mir den unter Hobbyastronomen berühmten Mondatlas des kürzlich verstorbe-



ESO, B. Tafreshi (www.twanight.org)

◀ **Abb. 1: Seine Schönheit, seine Dimensionen, seine Unerreichbarkeit, seine Physik, sein Bezug zum Leben** – jeder Hobbyastronom ist auf eine andere Weise vom Naturwunder Sternhimmel fasziniert.

nen Antonín Růkl zugelegt, der noch heute in meinem Bücherregal steht. Zum Einstieg besorgte ich mir zudem für 20 Mark den »Atlas für Himmelsbeobachter«, der in der Szene nur als »Karkoschka« bekannt ist. Mit diesem Büchlein und einer drehbaren Sternkarte verschaffte ich mir Orientierung am Nachthimmel, lernte Sternbilder und die ersten Deep-Sky-Objekte kennen.

Planeten und Messier-Objekte

Zu den Herbstferien 1996 erlaubte mir Herr Rippert, mein Astronomielehrer, sogar das Schulteleskop mit nach Hause zu nehmen, mit dem ich mehr erkunden konnte als nur den

Mond. Ich sah Jupiter und seine Trabanten, Saturn mit seinem Ring (leider in Seitenansicht), Doppelsterne sowie M 13, M 31 und andere Messier-Objekte. In diesen Ferien erlebte ich auch meine erste Sonnenfinsternis. Wie viele meiner Beobachtungen damals dokumentierte ich die partielle Finsternis ebenfalls mit Stift und Papier. Zugleich freute ich mich schon auf eine Wiederholung im August 1999.

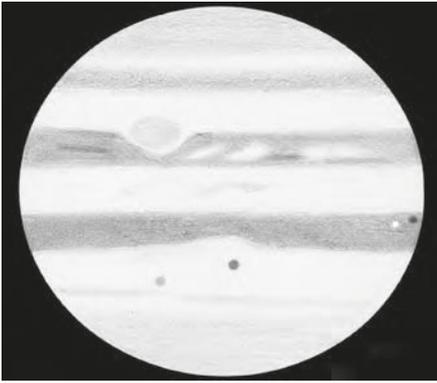
Für den 11. August 1999, die letzte totale Sonnenfinsternis für Deutschland bis zum Jahr 2081, hatte ich mir Urlaub genommen und bin mit Freunden nach Süddeutschland gefahren. Zunächst steuerten wir den Ammersee an, um dann doch noch in Richtung Schwarzwald aufzubrechen. Doch je näher

der erste Kontakt rückte, desto offensichtlicher wurde es, dass wir nur graue Wolken sehen würden. So konnten wir zusammen mit den anderen Schaulustigen nur verfolgen, wie es während der Phase der totalen Finsternis richtig dunkel wurde und sich die Natur schlafen legte.

Astronomie-Pause

Nach dieser Sonnenfinsternis-Tour nahm mein Interesse an der Astronomie langsam aber sicher ab. Mein Teleskop, ein klassischer 114/900-Newton, das immerhin 1200 Mark gekostet und das ich Weihnachten 1996 geschenkt bekommen hatte, wurde immer we-

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 2: Mit Papier, Bleistift und meinen 12"-Dobson entstand im März 2016 diese Jupiter-Zeichnung mit dem Großen Roten Fleck und zwei Monden inkl. ihren Schatten (Io rechts, Ganymed Mitte).

niger benutzt. Letztlich verschenkte ich es sogar. Zwei helle Kometen, zwei Sonnenfinsternisse und alle anderen persönlichen Entdeckungen am Sternhimmel brachten mich vom Ausstieg nicht ab. Auch der dunkle Nachthimmel, der es erlaubte, bequem vom heimischen Garten aus die Milchstraße zu sehen, half da nicht weiter.

In der Volkssternwarte in meinem Ort ließ ich mich auch immer weniger sehen. Damals hatte ich allerlei Sammelordner angelegt, die ich mit aus Zeitschriften und Büchern ausgeschnittenen Bildern und Artikeln zum Thema Astronomie und Raumfahrt füllte. Auch die interessierten mich nicht mehr. Wenn ich heute auf diese Zeit zurückblicke, denke ich nur: Es fehlte einfach irgendetwas.

Merkurtransit und »Alpha Centauri«

Was genau den Ausschlag gab, dass ich zurück zur Astronomie fand, kann ich heute nicht mehr nachvollziehen. Es war jedenfalls im Jahr 2003. Ich war mittlerweile nach Bonn gezogen, besaß ein Modem und einen Internetanschluss und verfolgte den Merkurtransit online. Es gab zwar strahlenden Sonnenschein, aber ohne eigenes Instrument zur Beobachtung sah ich mir lieber einen belgischen Livestream der MIRA-Volkssternwarte bei Brüssel an.

Das war im Mai, im Juni stand bereits der als Lidlscope bekannte 70/700-Refraktor im Garten. Damit zeichnete ich in jenem Sommer in jeder freien Minute die (gefilterte) Sonne mit ihren Sonnenflecken und übertrug die Beobachtung in ein zweiseitiges Datenblatt, in dem ich unter anderem die Sonnenposition in dem jeweiligen Sternbild markierte und auch Platz ließ, um die Ausdehnung der Flecken durch Zeitbestimmung zu berechnen.

Im Herbst registrierte ich mich im Diskussionsforum von www.astronomie.de und wartete ab sofort jeden Mittwochabend ganz gespannt auf eine neue Ausgabe von »Alpha Centauri«. Harald Lesch war für mich das, was für andere beispielsweise Carl Sagan war. Ohne Mathematik und bunte Illustrationen, dafür in einer verständlichen und lebendigen Sprache erklärte er mir Dinge wie Myonen, Spikulen, Wolf-Rayet-Sterne, Casimir-Effekt und Dekohärenz. So weckte Leschs Sendung mein allgemeines Interesse an Phy-

sik und ich las damals Bücher über Quanten- sowie Sternphysik.

Staunen ohne Ende

Warum leuchten Gasnebel wie der Orionnebel? Wie können Neutrinos eine Supernova-Explosion auslösen? Wie bestimmt man das Alter von Sternen oder misst ihre Magnetfelder? Warum ist Jupiters Großer Roter Fleck eigentlich rot? Mit solchen wissenschaftlichen Fragen stieg ich in die Astrophysik ein. Dies veränderte meinen Blick auf den sternübersäten Nachthimmel völlig. Ich wollte nicht nur einfach beobachten, ich wollte verstehen, was ich da eigentlich sehe. Denn »Alpha Centauri« hatte mir gezeigt, dass man, auch ohne Physik und Astronomie studiert zu haben, wissenschaftliche Sachverhalte verstehen kann.

So wird selbst – Kopfkino sei dank – aus einem langweiligen Lichtpunkt, als der ein Quasar nun einmal erscheint, ein viele Milliarden Lichtjahre fernes Galaxienzentrum, das durch die Gravitationskraft eines supermassereichen Schwarzen Lochs mit 100 Billionen Sonnenleuchtkräften strahlt! Unter astronomischen Zahlen wie diesen kann sich niemand mehr etwas vorstellen und doch bringen sie mich noch heute zu großem Staunen.

Ich staune über die Zahlen und darüber, wie wir dieses Wissen erlangt haben, wo den Astronomen doch nur das Licht der Himmelsobjekte zu ihrem Studium zur Verfügung steht. Ich staune, wenn ich einen Quasar im Okular sehe. Und Johannes Kepler staunt mit mir, auch wenn er 1609 von solchen Objekten noch nichts wusste und schrieb: »Mir kommen die Wege, auf denen die Menschen zur Erkenntnis der himmlischen Dinge gelangen, fast ebenso bewunderungswürdig vor, wie die Natur der Dinge selber.«

Aha-Erlebnisse

Die oft gestellte Frage nach der schönsten Beobachtung lässt sich leicht beantworten – oder auch nicht. Was mich betrifft, gibt es nämlich nicht die eine tolle Beobachtungsnacht, es ist viel eher eine Sammlung von unterschiedlichen Erlebnissen. Mit die größte Freude empfand ich bei meiner ersten Sichtung der Venus am Taghimmel. Erst am Teleskop, dann mit dem Fernglas und zuletzt war sie schließlich mit den bloßen Augen deutlich vor dem himmelblauen Hintergrund zu sehen – und ich lag dabei gemütlich im Garten auf einer Holzbank.

Weitere sehr schöne Momente: M 33 mit Filterschieber auf der Leiter eines riesigen

PRAXISTIPP

Tipps für Anfänger

Heute, 20 Jahre nach meinem Einstieg, ist es leichter denn je, in das Hobby reinzuschneppern. Der erste Kontakt entsteht heute sehr oft durch entsprechende Smartphone-Apps und Facebook mit seinen diversen Astronomie-Gruppen. Doch auch die klassischen Foren wie www.astrotreff.de und www.astronomie.de sind noch immer gefragt. Gerade in der heutigen schnelllebigen Zeit zählt besonders bei der Astronomie: Geduld! Denn will man sich ernsthaft mit ihr befassen, erfordert gerade dieses Hobby vor allem Zeit und Geduld!

Der Kauf eines Teleskops ist zwar schnell getan, doch dann stellt man mit Ernüchterung fest, dass wolkenlose und mondlose

Nächte zu selten auf ein Wochenende fallen oder überhaupt nur der Mond beobachtet werden kann, da die Lichtverschmutzung am eigenen Wohnort schon zu hoch ist. Oder man wundert sich schon zu Beginn, dass die eigenen Aufnahmen nicht so toll aussehen wie die Ergebnisse anderer Astrofotografen.

Anfänger sollten sich darum nie scheuen, Fragen an die Erfahreneren zu stellen, schließlich haben sie auch einmal klein angefangen. Hierbei bietet sich auch der direkte Kontakt zu einer Volkssternwarte oder einem Astrostammtisch in der Nähe an. So können schon vor dem Teleskopkauf viele nützliche Ratschläge gegeben werden – besonders zu den Erwartungen.

42-Zoll-Dobson beobachten, mit dem Quasar PG 1634+706 zum Entfernungsrekord (knapp neun Milliarden Lichtjahre) mit meinem 8-Zoll-Dobson, astronomische Stätten in Prag besuchen oder die kuriose und vor allem lustige globale Aktion »Winkt dem Saturn«. Auch profane Beobachtungen sind mir in wertvoller Erinnerung geblieben. Das kann eine auffällige Erscheinung Leuchtender Nachtwolken, die erste Sichtung eines Sonnenhalos oder einer riesigen Protuberanz auf der Sonne sein. Erst dieses Frühjahr gelang mir endlich mit 100mm Öffnung die indirekte Sichtung von 3C 273, der hellste Quasar in stolzen zwei Milliarden Lichtjahren Entfernung.

Besonders die »ersten Male« bleiben im Gedächtnis. So wie auch meine mittlerweile 20 Jahre zurückliegende Entdeckung, dass der helle Stern in der Abenddämmerung eigentlich – so erzählte mir mein Astronomielehrer in der nächsten Stunde – die Venus ist.

Lebendiges Naturerlebnis

Meine heutige Faszination für die Sterne entsteht ganz besonders durch die Beschäftigung mit Astrophysik und Astronomiegeschichte. Dies macht seit vielen Jahren meine nächtlichen Beobachtungen um einiges spannender und die Astronomie zu einem lebendigen Naturerleb-

PRAXISTIPP

Zurück zur Astronomie?

Wie hält man den oft zitierten Astro-Virus am Leben, so dass man noch nach vielen Jahren Freude an der Astronomie hat? Es ist ganz normal, dass durch Familie, Beruf oder andere neue Lebensumstände die Zeit für das eigene Hobby eingeschränkt wird. Irgendwann fehlt einfach die Zeit oder die Lust verschwindet durch andere Gründe. Wenn beispielsweise sternklare Nächte noch seltener werden, die Lichtverschmutzung zu hoch ist, die visuelle Beobachtung die Erwartungen nicht erfüllt und Erfolge bei der Astrofotografie ausbleiben, wird der innere Schweinehund immer stärker. Hauptsächlich soll ein Hobby ja eines: Spaß machen!

Aber wie bewahrt man sich die Freude an der Astronomie? Zum Beispiel kann durch die Mitarbeit bei einer Volkssternwarte oder den Austausch in einem lokalen Astrotammtisch Frust wieder zu Lust werden. Helfen kann auch eine bessere Vorbereitung auf die Beobachtungsnächte und das bewusste Stecken von Zielen. So können die seltenen sternklaren Nächte genutzt wer-

den, sich einmal nicht nur die üblichen Standardobjekte anzusehen, die man jedes Mal automatisch ansteuert.

Warum denn nicht einmal die Rotation der Sonne anhand von Sonnenflecken festhalten, dem Vulkanismus im Mondkrater Alphonsus nachspüren, eine Marsschleife dokumentieren, den Lichtwechsel eines veränderlichen Sterns verfolgen oder Kugelsternhaufen in M 31 beobachten? Man könnte auch Einzelgalaxien im Perseus-Galaxienhaufen zählen, mit verschiedenen Deep-Sky-Objekten die Entwicklung von Sternen nachvollziehen, nach farbigen Doppelsternen suchen oder nur Objekte mit der Katalognummer 1 anvisieren.

Solche Projekte und Herausforderungen können den Beobachtungsspaß wiederbeleben. Ein wichtiger Punkt hierbei ist das Dokumentieren der eigenen Beobachtungen: Schließlich will man sich an seine Erlebnisse und Erfolge erinnern. Das kann in tabellarischer Form genauso geschehen wie in Beobachtungsnotizen oder mit längeren Berichten.



nis. Dabei spielt es keine Rolle, ob ich mit meinen beiden Teleskopen (mit 300mm und 80mm Öffnung) beobachte oder ganz einfach den Anblick des gestirnten Nachthimmels mit bloßen Augen genieße. Zudem beteilige ich mich sehr gerne an der Öffentlichkeitsarbeit der Volkssternwarte Bonn oder des Köln-Bonner-Astrotreffs und lasse andere bei den regelmäßigen Teleskopaktionen mitten in Bonn an meinem fantastischen Hobby teilhaben. Mit dieser Wissensvermittlung möchte ich die praktische Astronomie, die ich normalerweise in der dunklen Eifel ausübe, einfach zu interessierten Leuten in der hellen Stadt bringen.

Gerade jene Abwechslung, die ein Hobby wie die Astronomie – vielleicht ist es sogar das vielseitigste Hobby – mit sich bringt, macht diese Freizeitbeschäftigung noch nach vielen Jahren so attraktiv. Manche sammeln Meteoriten, andere Beobachter haben sich auf Kometen spezialisiert und wieder andere analysieren Lichtkurven des Kepler-Satelliten auf der Suche nach extrasolaren Planeten oder wollen Exoplaneten mit dem eigenen Teleskop sogar selbst nachweisen – die Astronomie bietet so viele Möglichkeiten. Mit all seinen Facetten lädt dieses Hobby zu endlosem Staunen ein.

▲ Abb. 3: Durch öffentliche Beobachtungen des Köln-Bonner-Astrotreffs oder der Volkssternwarte Bonn kann man kleine oder große interessierte Laien für die Astronomie begeistern.

► Nico Schmidt

DAS AUGE DES HERKULES

Der spektakuläre Kugelsternhaufen Messier 13

Erlebnis



W. Kirsper

Dieses Foto wurde mit Hilfe von... (The text is partially cut off and difficult to read, but appears to be a credit or disclaimer.)

▼ Abb. 1: Der Kugelsternhaufen Messier 13 in der Nacht vom 5. auf den 6. Mai 2016.



Ende April 2016 wurde ich langsam nervös. Seit Jahresbeginn hatte ich wegen der katastrophalen Wetterbedingungen kein einziges Foto gemacht und im Juli war die Deadline zum Einreichen der Fotos für die Astrofotografie-Ausstellung der Arbeitsgruppe Astronomie am Haus der Natur in Salzburg.

Meine Lernkurve war in den letzten Monaten steil nach oben gegangen und ich wollte unbedingt noch einige Bilder mit »Wow-Effekt« machen. Am 5. Mai 2016, einige Tage vor meiner Hochzeitsreise, war es endlich soweit: kein Mond, keine Wolken, perfekte Bedingungen.

Nur 2,5 Stunden Zeit

Ich wusste, ich hatte nur knapp 2,5 Stunden Zeit, in der es wirklich dunkel war, also suchte ich mir ein Objekt aus, das ich auch mit einer kurzen Belichtungszeit und wenigen Bildern realisieren konnte. Zur Objektauswahl verwende ich oft den »Deep Sky Object Browser«, der es einem leicht macht, ein geeignetes Objekt für eine bestimmte Nacht zu finden.

Die Auswahl fiel auf M13, einen prächtigen Kugelsternhaufen im Sternbild Herkules, der zu den schönsten und größten des nördlichen Sternhimmels zählt. Für mich sieht er aus wie ein Auge bestehend aus Tausenden glitzernden Sternen. Ich fuhr zu meinem Lieblings-Beobachtungsort in 1300m Höhe und bereitete meine Ausrüstung vor. »Meine« Dark Location ist ein großartiger, ruhiger und vor allem dunkler Platz mit Sicht in alle Richtungen.

Ich war komplett allein, weit und breit war keine künstliche Lichtquelle in Sicht. Kurz nach Mitternacht startete ich dann eine Belichtungsreihe von jeweils fünf Minuten bei ISO 800. Im Anschluss an die Lightframes machte ich dann noch 50 Bias- und 15 Flatframes. Die Biasframes dienen dazu, das Ausleserauschen des Sensors von den Lightframes zu entfernen, die Flatframes korrigieren Artefakte des optischen Systems. Die Darkframes hatte ich bereits vorab im Kühlschrank bei 12 Grad vorbereitet.

Mehrere Tage Bearbeitung

Wie immer konnte ich die Bearbeitung der in dieser Nacht gewonnenen Daten kaum erwarten. Ich arbeite seit einigen Monaten nur noch mit PixInsight, einem Bildbearbeitungsprogramm speziell für Astrofotos. Zuvor habe

IM DETAIL

Technik und Bearbeitung

Kamera: Canon 1200da

Teleskop: TS APO 90/600

Belichtungszeit: 25×5min

ISO: 800

Nachbearbeitung: PixInsight

ich mit Photoshop Elements gearbeitet, auch gut geeignet für die Bildbearbeitung, aber eben nicht für die Astrofotografie optimiert. Ich habe dann ein bis zwei Tage mit der Kalibrierung und dem Stacking der Bilder verbracht und noch einmal zwei Tage für die Bearbeitung.

Die beiden aus meiner Sicht wichtigsten Faktoren, damit ein Kugelsternhaufen gut auf das Auge wirkt, sind die Farbe und die Bildschärfe. Für die Farbkalibration habe ich den dunklen Hintergrund als Referenz verwendet, sowie alle Objekte im Bild für die Weißreferenz. Um eine gute Schärfe zu erzielen, habe ich den Deconvolution-Prozess von PixInsight genutzt und die Sterne etwas verkleinert. Der gesamte Workflow der Bildbearbeitung ist sehr komplex und eine Kombination aus eigener Erfahrung, »best practise« sowie Tipps meiner Astrokollegen.

Wichtig dabei ist es aus meiner Sicht, nie stehen zu bleiben, sondern »seinen« Prozess immer wieder zu hinterfragen und weiterzuentwickeln. Was mir an dem Bild besonders gut gefällt, sind die unterschiedlichen Farben, besonders die Mischung aus weißen, blauen und gelben Sternen im Kugelsternhaufen sowie die zwei Galaxien NGC 6207 (die markante links im Bild) und IC 4617 (sehr klein links am oberen Ende des Haufens). Die zweite kleine Galaxie ist 500 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Mich fasziniert es immer wieder, was für Aufnahmen man mit einer Hobbyausrüstung machen kann. Das Bild von Messier 13 wird auch in der Astrofotografie-Ausstellung vertreten sein.

► Wolfgang Krispler

SURFTIPPS

- Homepage des Autors
- Haus der Natur
- Objekt Browser
- PixInsight

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5073

NEBELLANDSCHAFTEN

► Abb. 2: **Der Adlernebel M 16.** Aufnahme mit einem 254mm-Newton bei 1200mm Brennweite und einer Nikon D5300(a) bei ISO 400 mit einer Belichtungszeit von 10min von Österreich aus.
Michael Schmidt



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



▲ Abb. 1: NGC 6188, ein Emissionsnebel im Sternbild Altar. Die Aufnahme entstand mit einem 200mm-Astrographen bei 560mm Brennweite und einer FIL ML 8300 CCD-Kamera mit H α -, [OIII]- und [SII]-Filter mit jeweils einer Stunde Belichtungszeit von Otjikaru in Namibia aus. *Franz Josef Kühmichel*



▲ Abb. 3: NGC 2359, Thors Helm. Aufnahme mit einem 200mm-Newton bei 1000mm Brennweite. Canon EOS 350Da, ISO 800, 34×6min mit UV/IR-Sperrfilter in Frankenried/Deutschland belichtet. *Torben Simm*



▲ Abb. 4: NGC 3324, ein sehr junger offener Sternhaufen im Nordwesten des Carinanebels. Die Aufnahme entstand mit einem 305mm-Astrographen bei 2400mm Brennweite und einer SBIG ST8300 CCD-Kamera mit H α -, [OIII]- und [SII]-Filter mit einer Belichtungszeit von 15 Stunden von Tivoli in Namibia aus. Verarbeitung in einer Annäherung des RGB-Farbraums. *Lukas Demetz*

LEUCHTENDE WOLKEN



▲ **Abb. 2: Leuchtende Nachtwolken am Morgen des 6. Juli 2016** über Königswinter-Heisterbacherrott. Aufgenommen – auf dem Fensterrahmen balancierend – mit einer Superzoom-Kamera mit maximaler Weitwinkel-Einstellung. *Daniel Fischer*



► **Abb. 3: Der Vollmond über dem Rolandsbogen am Rhein** am Morgen des 20. Juli 2016 von Bad Honnef aus. Das Bild entstand mit einer Canon EOS 700D mit einem Teleobjektiv und einer Brennweite von 300mm. Belichtungszeit 1/60sec bei ISO 100. *Christian Preuß*

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

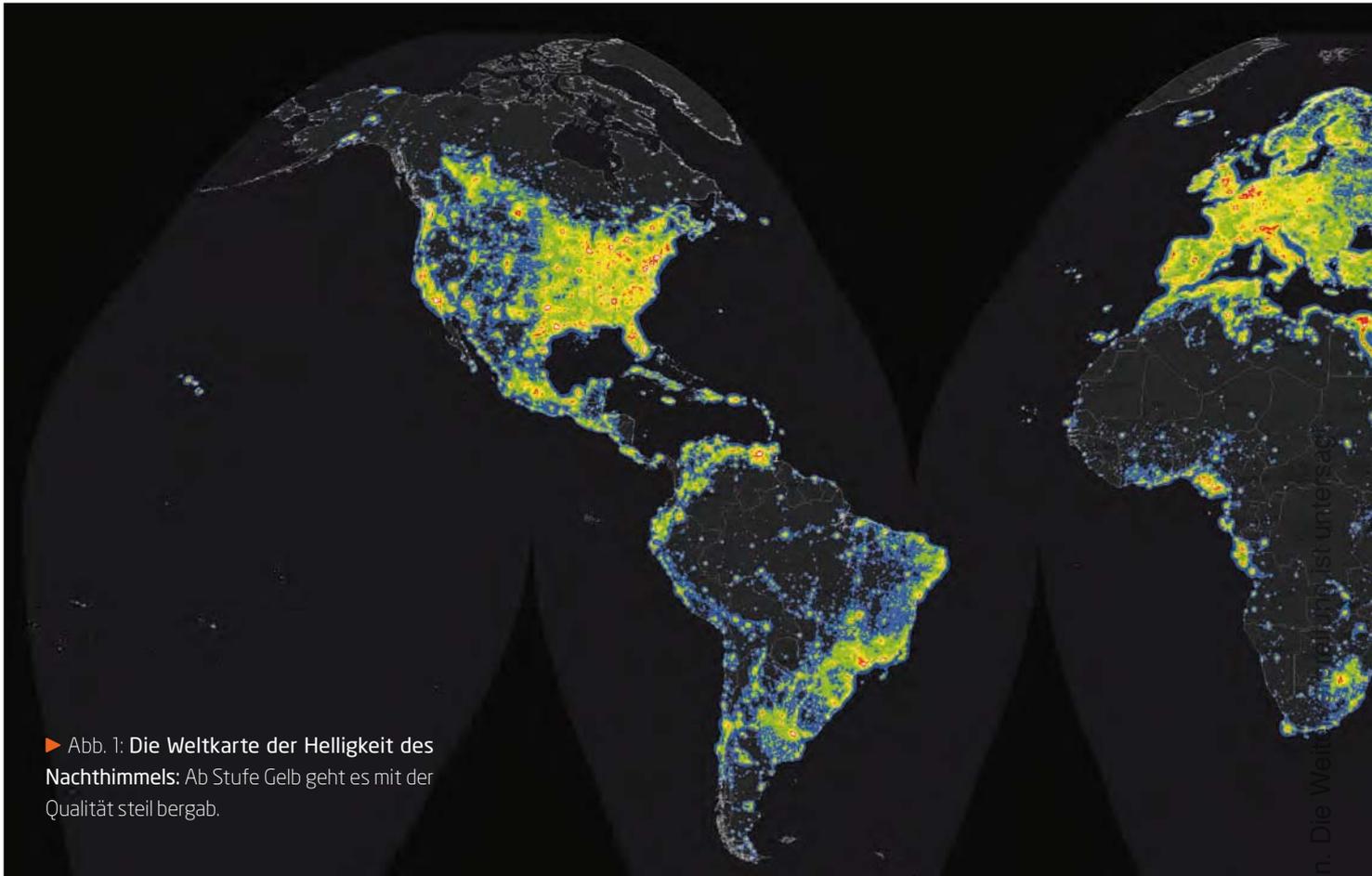


◀ **Abb. 1: Leuchtende Nachwolken über Weimar.** Sie waren in den frühen Morgenstunden des 19. Juli 2016 für rund 45 Minuten zu sehen. Das Bild entstand mit einer Canon 700D. Belichtungszeit 5sec bei ISO 400. *Frank Steinmann*



▲ **Abb. 4: Die letzte Nacht auf Teneriffa** nutzte der Bildautor für einen langen Blick an den kanarischen Himmel. Das Bild entstand Mitte Juli mit einer Canon 60D und einer Belichtungszeit von vier Stunden von Los Cristianos aus. *Michael Fast*

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



► Abb. 1: Die Weltkarte der Helligkeit des Nachthimmels: Ab Stufe Gelb geht es mit der Qualität steil bergab.

F. Falchi et al.

»Wie steht's um die DUNKELHEIT DER NACHT, Herr Kyba?«

Seit Juni sorgt ein neuer Weltatlas der Helligkeit des Nachthimmels für Aufsehen. Ein Koautor ist der in Deutschland lebende kanadische Physiker und Licht-Spezialist Christopher Kyba vom Deutschen GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ). Er ist, so staunte die »tageszeitung« jüngst, »der weltweit erste bezahlte Wissenschaftler, der sich ausschließlich mit Lichtverschmutzung beschäftigt«.

Abenteuer Astronomie Was ist bei dem Atlas neu oder besser als bei seinen Vorgängern?

► **Christopher Kyba:** Es hat eine Reihe von wesentlichen Fortschritten gegeben. Zum einen haben wir jetzt ein Satelliteninstrument, das speziell für Nachtbeobachtungen der Erde entwickelt wurde, das VIIRS Day Night Band auf dem amerikanischen Satelliten Suomi NPP. Der früher verwendete Satellit lieferte keine geeichten Daten. Der andere große Unterschied ist, dass diese Karte mit Messungen an zehntausenden Orten auf der ganzen Welt geeicht wurde: Wir sind viel zuversichtlicher, dass wir im Schnitt richtig liegen und die systematischen Fehler verstehen.

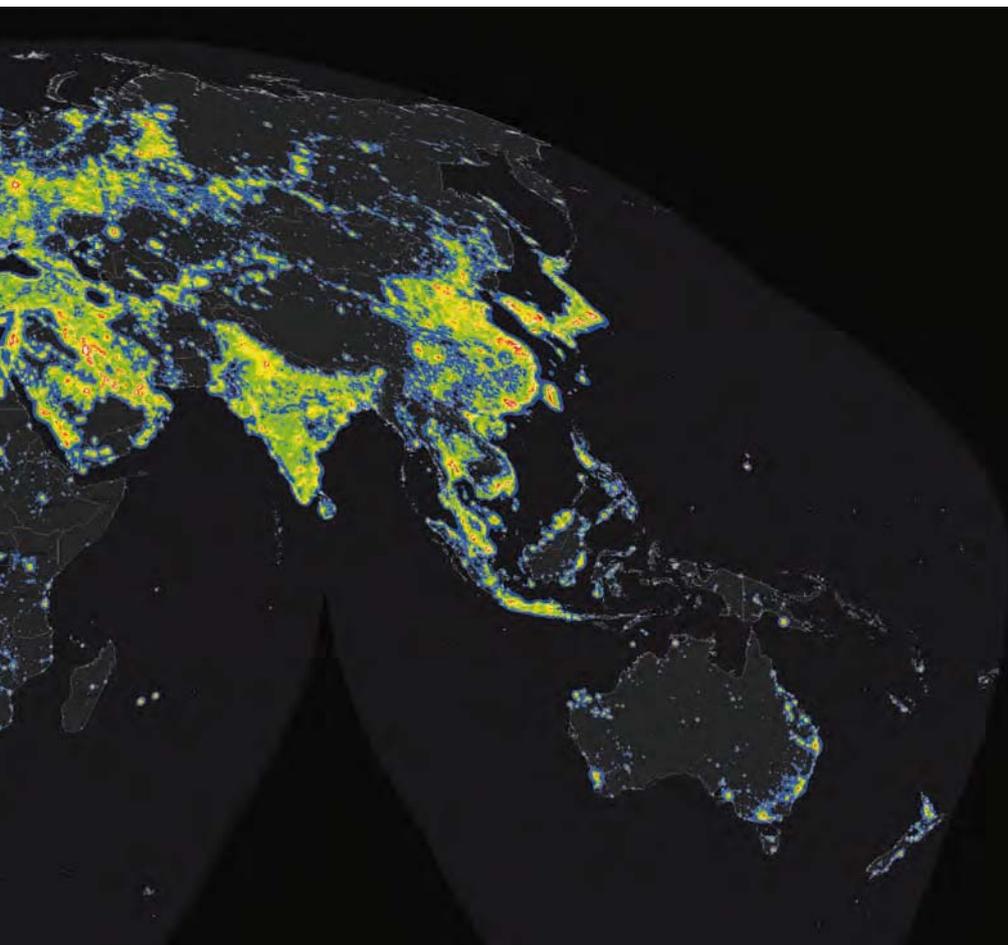
Abenteuer Astronomie An der Eichung des Atlas haben sich neben professionellen Forschern auch viele »Citizen Scientists« beteiligt?

► **Christopher Kyba:** Wir haben mit einer Anzahl Wissenschaftler zusammengearbeitet, die systematisch Daten der Himmels-helligkeit erheben, die sehr zuverlässig sind – aber nur an einer begrenzten Zahl von Orten, meist europäischen Städten wie Madrid und Berlin. Aber da wir einen Weltatlas wollten, sollte auch eine globale Eichung her. Hunderte von Bürgerforschern mit demselben Instrument wie die Profis – dem Sky Quality Meter (SQM) - meldeten ihre Daten, die wir natürlich besonders sorgfältig prü-

fen mussten. Aber beide Datensätze ergänzten sich perfekt.

Abenteuer Astronomie Wie sieht es nun konkret mit der Lichtverschmutzung im deutschsprachigen Bereich aus?

► **Christopher Kyba:** Deutschland ist ein besonders interessanter Fall: Einerseits gibt es keine Gebiete, die komplett frei von Lichtverschmutzung sind, andererseits ist der Anteil der Bevölkerung, der von zuhause die Milchstraße sehen kann, verglichen mit den meisten G20-Ländern außerordentlich hoch. Das passt zu früheren Feststellungen, dass in Deutschland weniger Licht Richtung



Himmel abgestrahlt wird und das Land mit seinem Licht sehr sparsam umgeht, verglichen mit anderen europäischen Ländern und den USA. Die Situation in Österreich und der Schweiz ist ähnlich, aber in Österreich lebt ein

größerer Prozentsatz der Bevölkerung unter extrem hellem Himmel.

Abenteuer Astronomie Vergleicht man den Atlas mit Originalbildern von Suomi, erscheint das Helligkeitsmuster viel verwaschener: Woran liegt das?

► **Christopher Kyba:** Suomis Bilder zeigen das Licht, das nach oben geht, während wir das Licht darstellen, das vom Himmel zurückkommt. Davor hat es mehrere Kilometer von der Quelle zurückgelegt, so dass der Himmel in der Nähe von Städten noch in Dutzenden Kilometern Abstand aufgehellt ist.

Abenteuer Astronomie Woran sollte sich der Sternfreund eher orientieren, an dem Atlas oder den Suomi-Bildern?

► **Christopher Kyba:** Um generell gute Regionen zu finden, ist der Atlas mit seinem Farbcode hilfreich. Innerhalb so einer Zone kann man dann mit den Suomi-Bildern einen Platz fern von Lichtquellen finden. Aber nichts übertrifft die Erfahrung vor Ort: Der Atlas ignoriert z.B. Hügel, die das Licht einer Stadt abschirmen können – und umgekehrt kann eine einzelne Lampe, viele Kilometer entfernt, die ganze Dunkelanpassung des Auges und damit den Himmelsblick ruinieren.



▲ Abb. 2: Christopher Kyba und das Problem, das ihn beschäftigt: eine besonders schlecht abgeschirmte Lampe.

Wir freuen uns über jeden, der den Atlas testet und uns zeigt, wo er funktioniert und wo nicht. Jeder Besitzer eines SQM kann uns durch sorgfältige Messungen unterstützen und die Daten über die Verlust-der-Nacht-App oder »Globe at Night« einschicken.

Abenteuer Astronomie Sie sind seit 2009 in Deutschland: Wie hat sich hier das Bewusstsein entwickelt, dass Lichtverschmutzung eine echte Umwelt- und Gesundheitsangelegenheit ist?

► **Christopher Kyba:** Als wir anfangen und ich jemandem sagte, ich forsche über »Lichtverschmutzung«, wurde ich verwundert angeschaut oder der Gegenüber dachte, ich meinte »Luftverschmutzung« – mein Deutsch war nicht so gut. Aber wenn ich mich heute mit Leuten über meine Arbeit unterhalte, wissen sie sofort, wovon ich rede. Und bringen von sich aus Sensoren auf, die Licht in Gegenden ohne Bewegung dimmen, oder bessere Abschirmung von Lampen nach oben. Und immer häufiger wird Widerstand gegen unangenehm helle weiße LEDs geäußert. Ich denke, der Forschungsverbund »Verlust der Nacht« hat eine Menge zum besseren Bewusstsein beigetragen.

Deutschland ist wirklich besser als die meisten anderen entwickelten Länder. Aber es gibt immer noch so viel Raum für Verbesserungen! Wenn man durch deutsche Städte fährt, sind immer noch die meisten Lampen nicht vollständig nach oben abgeschirmt. Die Straßenlampen sind meistens viel heller als nötig. Es müsste mehr Forschung dazu geben, wieviel Licht Fußgänger und Radfahrer wirklich brauchen. Und benötigten Autofahrer überhaupt noch Straßenbeleuchtung? Ihre Scheinwerfer sind heute viel heller als vor 40 Jahren. Vielleicht könnten wir mit entsprechender Kreativität Lösungen für eine viel energiesparendere und gleichzeitig angenehmere Beleuchtung finden, die jedem dient, der nachts unterwegs ist.

Die Fragen stellte Daniel Fischer.

SURFTIPPS

- Blog von Christopher Kyba
- Atlas zur Lichtverschmutzung
- Lichtverschmutzungs-Atlas zum Hineinzoomen
- Suomi-Atlas
- Verlust der Nacht
- Fachgruppe Dark Sky
- Globe at Night

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/a5079

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



SPACE CHECKER



INTERAKTIV



Space Checker ist unsere Rubrik für Astrokids zwischen 8 und 14 Jahren. Wenn auch Du von Deinem Experiment berichten möchtest, dann schreibe uns eine E-Mail an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder bei Facebook.



A. Latußeck

▲ Abb. 1: Je nachdem, in welcher Höhe über dem Horizont Sonne oder Mond stehen, erscheinen sie mehr oder weniger stark gerötet. Gut zu erkennen ist der Unterschied bei der Sonne über dem Very Large Telescope in Chile (links) und über dem Kennedy Space Center in Florida (rechts).

Urlaubsbilder verraten es: Sonne und Mond erscheinen am Himmel in ganz unterschiedlichen Farben. Warum das so ist, lässt sich mit einfachen Mitteln erforschen. Man benötigt lediglich ein Aquarium, Lampen, Wasser und etwas Milch.

Der Sommer hat für junge Sterngucker ja einige Nachteile: Späte Dunkelheit und kurze Nächte machen das Hobby zur Geduldsprobe – und dann gibt es viel zu oft auch noch Wolken. Damit wollte sich die Astronomie-AG des Gymnasiums Josephinum in Hildesheim aber nicht abfinden. Wir überlegten vor den Sommer-

Das Aquarium als Atmosphäre

Wieso Sonne und Mond ihre Farbe am Himmel verändern

ferien gemeinsam, was man auch bei kleineren Wolkenlücken - oder sogar am Tage - so alles beobachten kann.

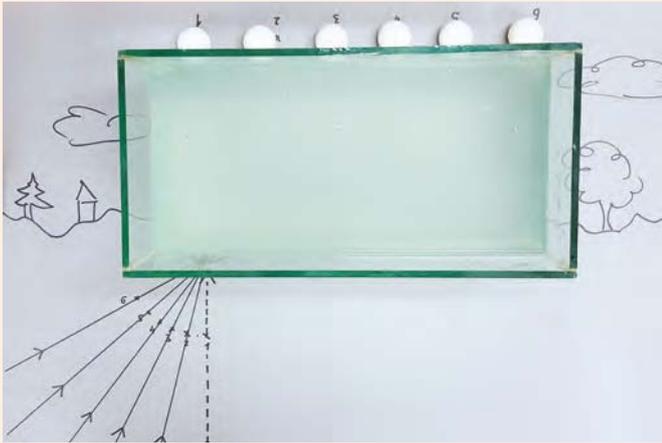
Wechselnde Farben

Natürlich fielen uns sofort Sonne und Mond als mögliche Beobachtungsobjekte ein. Aber was

kann man an ihnen schon beobachten, wenn man gerade im Urlaub ist und kein Teleskop zur Verfügung hat?

Immerhin könnte man ja mit seiner »Urlaubsknipse« versuchen, Sonne oder Mond abzulichten. Zuvor wollten wir aber herausfinden, ob man ein paar interessante Informationen aus Urlaubsbildern der Himmelskörper ableiten

A. LatuBeck



◀ Abb. 2: Unser Versuchsaufbau: Die »Modellatmosphäre« besteht aus einem mit Wasser gefüllten Aquarium, in das ein wenig Milch eingerührt wurde. Man erkennt oben verschiedene Positionen unseres »Modellmondes« und unten den Beobachtungsstandort. Eingezeichnet sind auch die verschiedenen Sehstrahlen zu den Mondpositionen.

kann. Und so sammelten wir erst einmal Fotos von vergangenen Urlaube, auf denen die Sonne oder der Mond abgebildet waren. Und schnell entdeckten wir ein bekanntes Phänomen: Vor allem der Mond (aber auch die Sonne) schien ständig seine Farbe zu wechseln: Mal leuchtete er grünlich weiß, dann wieder gelblich, sogar ein oder zwei rot-orangefarbene Mondbilder kamen auf den Tisch.

Klar, wir erinnerten uns, dieses Phänomen ist ja gar nicht so selten, wir alle hatten schon oft den Mond orange am Himmel stehen gesehen, dann wieder fast reinweiß. Und irgendwie schien die Färbung mit der Höhe der Körper über dem Horizont zu tun zu haben: »Je tiefer, desto röter« lautete eine erste, grobe Regel, die wir schnell aus den Fotos ableiten konnten. Diesem Phänomen wollten wir auf den Grund gehen. Und so entstand die

Idee für eine »Modellatmosphäre«, mit der wir in Ruhe experimentieren konnten.

Milch für rote Himmelskörper

Eigentlich ist das Prinzip ganz einfach: Als Lufthülle dient ein mit Wasser gefülltes Aquarium, durch das hindurch wir unsere »Himmelskörper« (kleine von innen beleuchtete Mattglaskugeln), sozusagen »vom Grund der Atmosphäre«, beobachten können. Wir stellten insgesamt sechs verschiedene weiße Leuchtmodelle als »Mond« auf der anderen Seite des Aquariums (der »Grenze der Atmosphäre«) auf, so dass wir sie von einem festen Blickpunkt aus in möglichst unterschiedlichen Winkeln durch unsere »Atmosphäre« hindurch betrachten konnten. So simulierten wir die verschiedenen Horizonthö-

hen, unter denen wir Sonne und Mond im Laufe der Zeit sehen.

Das funktionierte schon sehr gut, allerdings stellte sich die Rötung unserer »Himmelskörper« noch nicht ein. Doch mit einem einfachen Trick klappte auch das: Wir rührten einfach ein paar (Vorsicht! Nicht zu viel, sonst wird es schnell trübe!) Tropfen Milch ins Wasser. Die Fettteilchen der Milch sind nämlich ein perfekter Ersatz für die sogenannten Aerosole, also die vielen, winzigen Schwebeteilchen, die sich immer in der Luft befinden. Sie sorgen dafür, dass das Licht, während es durch das Wasser im Aquarium hindurch läuft, mehr und mehr gerötet wird, so dass sich sehr schnell ein sehr realitätsnaher Effekt einstellt.

Messungen auf Fotos

Damit hatten wir nun das Phänomen der »roten Sonne« und des »roten Mondes« selbst erzeugen können, aber wir wollten es noch genauer wissen: Kann man die Rötung und Lichtschwächung in der Atmosphäre auch messen? Dazu machten wir Fotos unserer Modellmonde durch die Aquarium-Atmosphäre hindurch und maßen jeweils den blauen und den roten Farbkanal jedes Bildes mit der Software AstroImageJ aus (das geht auch gut mit fitswork). Tatsächlich konnten wir sowohl die Rötung als auch die allgemeine Lichtabschwächung abhängig vom Blickwinkel eindeutig nachweisen. Und es war sogar zu erkennen, dass die Atmosphäre nicht unendlich weit in den Weltraum reichen kann, denn sonst würden alle Himmelsobjekte ja soweit geschwächt werden, dass man sie von der Erde aus überhaupt nicht mehr sehen könnte

Den Versuch wollen wir in Zukunft noch weiter ausbauen, denn durch die Vermessung der Fotos haben wir einen Weg gefunden, mit dem man auch zahlenmäßig auswertbare Ergebnisse erhält. So haben wir bereits festgestellt, dass die Rötung des Lichts umso größer ist, je mehr Aerosole wir ins Wasser geben. Das sieht man auch am Vergleichsbild zwischen dem Very Large Telescope in Chile (mit extrem trockener und reiner Luft) und Florida (mit sehr feuchter Luft mit viel Aerosolen). Und vielleicht könnte man ja sogar die Höhe der Atmosphäre bestimmen. Genau dies hat sich bereits eine Schülergruppe für ein »Jugend forscht«-Projekt vorgenommen.

► Arndt LatuBeck

A. LatuBeck



▲ Abb. 3: Die Astronomie-AG des Josephinums beim Experimentieren.

A. LatuBeck



▲ Abb. 4: **Anblick der verschiedenen Mondpositionen durch das Aquarium hindurch.** Sowohl Rötung als auch Lichtabschwächung sind deutlich zu erkennen.

SURFTIPPS

- AstrolmageJ
- fitswork

Kurzlink: oc1m.de/a5081

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

Gebrauchtes Teleskop RUNDERNEUERT

Mit handwerklichem Geschick zum leistungsfähigen Instrument

► Abb. 1: Das fertig umgebaute C8 in der Werkstatt.



A. Rose

Der Kauf gebrauchter Teleskope ist nicht ohne Risiko. Ohne das Gerät zu testen, weiß man nicht, wie es um seine Qualität bestellt ist und wie der Vorbesitzer damit umgegangen ist. Da kann sich die Freude über ein neues Teleskop schnell ins Gegenteil verkehren.

Teleskop zerlegt

Ist das neu erworbene Teleskop auf den ersten Blick ein Fehlkauf, weil sich kein Objekt vernünftig beobachten lässt, so muss nicht unbedingt ein schlechter Umgang mit dem Fernrohr der Grund sein. Oft liegt eine

fehlerhafte Justierung oder eine produktionsbedingte Qualitätsstreuung vor. Man kann natürlich das neue Teleskop erst einmal komplett zerlegen, Verbesserungen anbringen und danach wieder zusammenbauen. Ohne die nötigen Fachkenntnisse sollte man sich diesen Schritt aber zweimal überlegen. Mit genügender Erfahrung kann man sich aber daranmachen, auf diese Weise selbst ein Schmidt-Cassegrain-Teleskop zu optimieren. Im Astrotreff berichtete ein handwerklich versierter Sternfreund, wie er ein per Kleinanzeige gekauftes C8 behandelte, mit dessen Justierung er nicht einverstanden war.

Reinigen und justieren

Er entnahm dem Tubus den Hauptspiegel und die Schmidtplatte und reinigte sie mit Isopropanol und destilliertem Wasser. Hier sollte niemals einfaches Geschirrspülmittel zur Anwendung kommen. Danach stellte er fest, dass der geklebte Fangspiegel lose war und Reste des Klebers in das Innere des Teleskops gerieselert waren, wodurch es zu Staub- und Dreckablagerungen kam. Er zog ihn mittels Sternzwirn richtig fest an und achtete dabei natürlich auf die richtige Lage des Spiegels, um eine Verkipfung und damit eine Fehljustage zu vermeiden. Unter den Fangspiegel hat er dann noch zusätzlich einen O-Ring gesetzt, damit nicht so oft nachjustiert werden muss. Unter die Schmidtplatte kamen zur Lageverbesserung kleine Korkplättchen, die nebenher auch für ein gemäßigtes Tubuseeing sorgen.

Spiegelshifting ade

Ein großes Problem bei Schmidt-Cassegrain-Teleskopen ist das immer wieder auftretende »Spiegelshifting«. Hier kommt es bei der Fokussierung durch Veränderung der Lage des Hauptspiegels zu einer leichten Verkipfung und damit zu partiellen Bildunschärfen. Bei dem vorhandenen Teleskop waren diese erst mit einem 6mm-Okular in geringem Maße zu erkennen. Statt hier verschiedene Fette einzusetzen, um die Lagerung des Spiegels genauer hinzubekommen, entschied er sich für Plastilube, ein Hochleistungs- und Hochtemperaturfett. Es hat die Eigenschaften, sich bei Bewegung zu verflüssigen und bei Stillstand zu verfestigen. Nach dem Zusammenbau wurde das Teleskop an einem künstlichen Stern in einer Halle getestet und das Ergebnis entsprach genau den Vorstellungen. Doch erst Beobachtungen unter dem realen Sternenhimmel machten deutlich, was wirklich in dem Teleskop steckte. Schon die Beobachtung des Saturns bei bestem Seeing zeigte viele vorher nicht sichtbare Details. Nachdem das Teleskop an sich optimiert wurde, kam der Okularauszug dran.



A. Rose

INTERAKTIV

Netznews

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

SURFTIPPS

- C8-Umbau
- Astro-Bekleidung

[Kurzlink: oc1m.de/a5083](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/a5083)

▲ Abb. 2: Steuerbox für den Motorfokussierer mit eingebautem Stecker, Drehzahlsteller und 9V Blockbatterie.

Dieser wurde durch einen selbstgebauten Motorfokus ersetzt und sorgt seitdem für eine sehr feine Fokussierung.

Warm anziehen, aber richtig

Wie schützt man sich beim Beobachten in der kalten Jahreszeit gegen die Kälte? Auch dies wurde bei astrotreff.de diskutiert. Bewährt hat sich bei Minustemperaturen beispielsweise Bekleidung nach dem Zwiebelprinzip, doch zu viel führt schnell auch zur Unbeweglichkeit. Ein guter Tipp ist die Arbeitsbekleidung für Kühl- und Gefrierhausarbeiter. Es geht aber auch anders, etwa mit Fliegerfellmützen, zwei dünnen Socken, Trekkingschuhen, Trekkingjacke, Fleeceweste, Skiunterwäsche aus Polypropylen und Skirollkragenpullover. Man sollte allerdings darauf achten, nichts aus Baumwolle zu verwenden, sondern aus Funktionsfasern, damit der durch die dicke Bekleidung entstehende Schweiß abtransportiert werden kann und nicht am Körper gehalten wird.

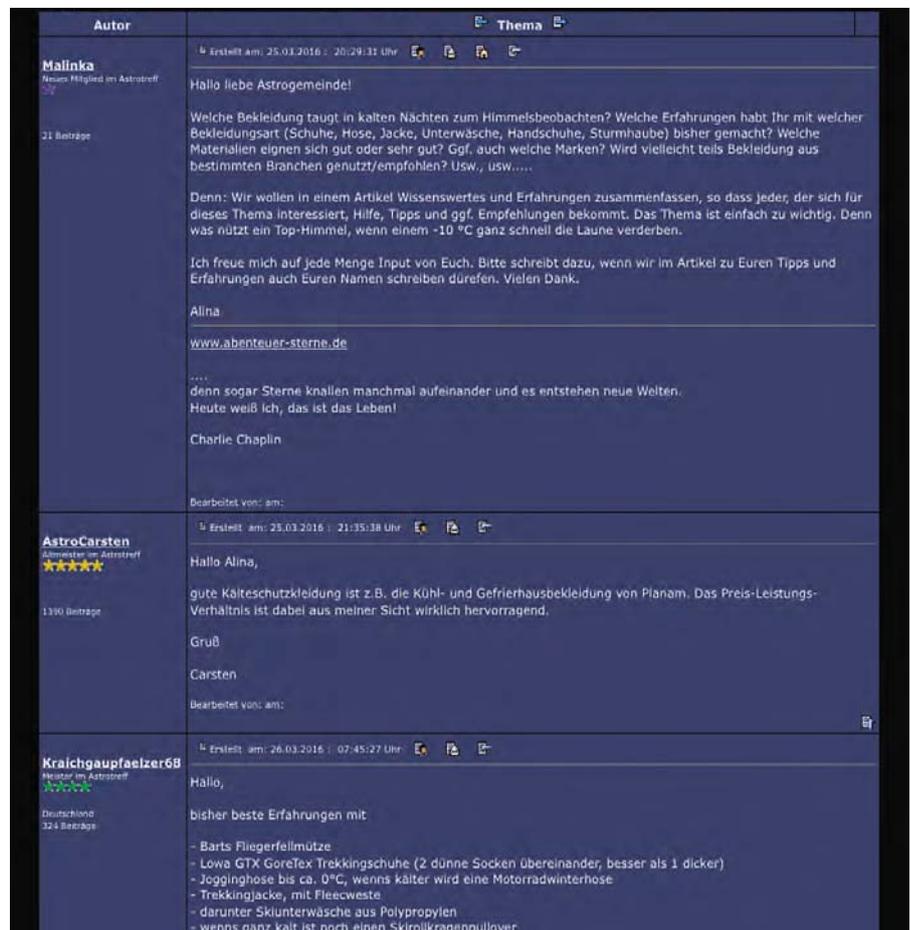
Schutz für Kopf, Hände und Füße

Kopf, Hände und Füße sind bei Kälte besonders zu schützen, weil hier die Körperwärme am schnellsten verloren geht. Zum Schutz vor der Kälte bieten sich eine ganze Reihe von Möglichkeiten an: Spezielle Winterstiefel, Socken für Motorradfahrer, Handschu-

he für Wintersportler, Fäustlinge, die man schnell ausziehen kann oder die sich in Höhe der Fingerkuppen öffnen lassen, um schnell mal eine Tastatur oder den Scharfstellknopf am Teleskop zu bedienen, sowie Winterwollmützen für Hafearbeiter. Nicht zu empfehlen sind hingegen Skimasken mit geschlossenem Mund, da sich die ausgeatmete Luft dann im Gesicht und auf dem Okular kon-

densieren kann. Wertvolle Hinweise sind, dass man Astrowinterbekleidung lieber ein bis zwei Nummern zu groß anschaffen sollte, um für ein angewärmtes Luftpolster zu sorgen. Es hilft auch, sich bei der Beobachtung auf eine Gummimatte zu stellen, damit trotz aller Vorsichtsmaßnahmen die Füße nicht zu schnell auskühlen.

► Manfred Holl



► Abb. 3: Die Diskussion über die richtige Bekleidung beim Beobachten bei kalten Temperaturen.

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

Ich lasse beobachten

Remote Control total – wo bleibt da das Naturerlebnis?

Ein ferngesteuertes Teleskop kann überall stehen. Das schafft Unabhängigkeit und neue Möglichkeiten für das Hobby Astronomie. Doch wenn das Fernrohr zum fernen Rohr wird, schieben sich zwischen Objekt und Betrachter mindestens ein Aufnahmechip und ein Bildschirm. Wo bleibt da das Naturerlebnis?

Die Schritte sind ganz folgerichtig: Erst statt ich die Montierung meines Teleskops mit Motoren aus. Dann sorgt eine GOTO-Steuerung dafür, dass das Gerät die Himmelsobjekte selber findet. Als nächstes verbinde ich mich kabellos, z.B. per Bluetooth mit der Nachführung, dann wird die Kamera programmiert. Es müssen nur passende Schnittstellen und Softwaretools vorhanden sein, dann lässt sich ein Beobachtungsabend vorab festlegen. Im Prinzip kommt irgendwann der Punkt, an dem meine Anwesenheit am Gerät für den Ablauf der Dinge nicht mehr zwingend erforderlich ist. Wenn der Laptop die Steuerung meiner Aufnahmen übernimmt, kann ich das Geschehen auch aus dem warmen Wohnzimmer heraus verfolgen. Gewiss, mein Teleskop steht im Garten, ich baue es noch selbst auf und ab und wenn etwas daneben geht, kann ich eingreifen. Aber rein informationstechnisch könnte das Gerät auch in Pusemuckel stehen. Am besten gleich dort, wo die Nächte oft klar sind!

Automatisches Photonen-Beschaffen

Derartige Lösungen gibt es längst, inklusive Schutzbauten, die sich fernsteuern lassen. Naheliegender sind auch Gemeinschaftsunternehmungen, bei der mehrere Amateurastronomen in ein dann gerne etwas größeres Observatorium investieren. Oder ein Anbieter hat dies bereits gemacht und vermietet das Ensemble. Es ist also nicht mehr mein eigenes Gerät, ich erwerbe ein Zeitfenster zur Beobachtung, zahle anteilig einen Menschen vor Ort, der ab und zu nach dem Rechten schaut. Die Ergebnisse bekomme ich per Internet. Ganz wie im richtigen Profi-Astronomie-Leben: Beim Hubb-



▲ Abb. 1: Professionelle Astronomen lassen schon länger beobachten, etwa mit Teleskopen wie dem Very Large Telescope der ESO in Chile.

le-Weltraumteleskop schaut schließlich auch niemand selbst durch ein Okular. Mir bleibt dann die Bildbearbeitung am heimischen PC.

Avatare posten spacige Sahnestücke

Drehen wir die Schraube gedanklich noch etwas weiter: Auch dieser Teil ließe sich standardisieren oder outsourcen. Demnächst übernimmt vielleicht eine künstliche Intelligenz den Job und verarbeitet die Pixel nach meinen Präferenzen. Zuletzt ist der komplette Workflow vom Auslösen bis zum fertig gepimptem Astrobild durchdigitalisiert. Ich lasse beobachten und bearbeiten. Ein kurzer Benachrichtigungston kündigt von der Ankunft des neuesten Meisterstücks auf meiner Virtual-Reality-Brille. Das astronomische Kunstwerk im Zeitalter seiner automatischen Beschaffbarkeit! Um die Veröffentlichung muss ich mich nicht kümmern: Auf zahlreichen Onlineportalen posten Avatare

sämtlicher Remote-Astronomen die spacigen Sahnestücke in Echtzeit.

Der Kreis schließt sich

Ein unbeteiligter Interessent klickt sich derweil durch Legionen von Bildern des Orionnebels und denkt sich: »Och wie schön, den würde ich mir gerne noch mal selbst draußen im Teleskop ansehen«. Mit der Zeit hegt er vielleicht den Wunsch, auch mal so schöne bunte Fotos zu machen, wie die aus dem Internet. Zuhause ist es jedoch meist lichtverschmutzt und wolkig, da könnte man doch mal remote...

Das ist nicht der Untergang des Abendhimmels. Es wird immer Sternfreunde geben, für die eine Nacht am Teleskop ein Gesamtpaket aus Sinneseindrücken ist. Andere werden zunehmend die neuen Möglichkeiten nutzen, vielleicht auch beides, warum nicht! Die Wege, sich an der Astronomie zu erfreuen, sind vielfältig und das ist auch gut so!

► Paul Hombach

SURFTIPPS

- Portale für Remote-Teleskope
- Galileannights – Remote-Teleskope

 **Kurzlink:** oc1m.de/a5084

Vor 100 Ausgaben: interstellarum 5

Der große Orionnebel visuell

Die den Zentralteil von M 42 zeigende Zeichnung entstand etwa zur gleichen Zeit, zwischen 1990 und 1992, wie die Gesamtansicht, die zu meiner Freude den Weg auf die Titelseite von interstellarum 5 fand. Die südöstliche Kante der Zentralregion schien unter besten Bedingungen in einem zarten Rot zu leuchten, so zuletzt gesehen bei einem Aufenthalt auf der Emberger Alm im Oktober 2015.

In den letzten Jahren zeigte sich ein unerwarteter Effekt: Erschien mir Anfang der 1990er Jahre der Zentralteil von M 42 am Okular des 14-Zoll-Newton auch ohne UHC-Filter deutlich grün, so gelingt mir das heute, als über 60-Jährigem am gleichen Teleskop beobachtend, nicht mehr so gut. Auch einige helle Planetarische Nebel – etwa NGC 2392 oder NGC 6543 – bestachen Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre mit lebhaften grün-, blaugrün- oder türkisfarbenen Tönen – heute leuchten sie bestenfalls blassblau. Die Details im Zentralteil und die schwachen Filamente von M 42 gelangen fast wie früher – die grüne Farbe ist aber viel unauffälliger.

Andererseits: Farben in hellen Planetarischen Nebeln und Gasnebeln habe ich erst ab 6 Zoll Öffnung gesehen – die Nebel blieben daher für eine lange Periode fast ausschließlich visueller Beobachtung von 1968 bis 1987 grau.

interstellarum bzw. Abenteuer Astronomie entwickelte sich schneller: Anfangs erschien das Magazin in schlichtem schwarz/grau/weiß, heute ist es farbiger denn je. Gut so – auch wenn mancher den damaligen Zeiten und Layout nachtrauert. Es hatte schließlich auch seinen Charme.

Visuell beobachten oder fotografieren? Ich habe mich so entschieden: (Für mich) ansprechende Fotos habe ich seit 2011 mit DSLRs nach der üblichen Lernphase durchaus auch unter mittelprächtigen Bedingungen (bei aufgehelltem Landhimmel) geschafft. Unter einem dunklen Land- oder sogar Alpenhimmel beobachte ich aber seit einigen Jahren wieder ausschließlich visuell. Dann sind z.B. viele Dunkelwolken schon mit kleinen Öffnungen erreichbar, die bei aufgehelltem Himmel am Okular nicht zu erkennen sind oder deren Beobachtung keine Freude aufkommen lässt.

► Andreas Alzner



A. Alzner

▲ Abb. 1: Diese Zeichnung des Zentralbereichs von M 42 entstand in etwa zur gleichen Zeit wie die Zeichnung auf dem Titel von interstellarum 5.



▲ Abb. 2: Die Titelseite von interstellarum 5.

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



Termine für Sternfreunde

Oktober/November 2016

Astronomietage Ostfriesland (ATO)

29.9.-3.10.2016

D-26639 Wiesmoor

Herzberger Teleskoptreffen (HTT)

29.9.-2.10.2016

D-04916 Jeßnigk-Schönwalde

Ravensburger Teleskoptreffen (RATT)

30.9.-2.10.2016

D-88263 Horgenzell

Almberg-Treffen Mitterfirmiansreut (ATM)

30.9.-3.10.2016

D-94158 Philippsreut

Herbst-Teleskoptreffen TTV

30.9.-03.10.2016

D-36325 Feldatal

Internationales Teleskoptreffen (ITT)

1.-3.10.2016

A-9761 Greifenburg

Führungen im Sonnenobservatorium

2.10.2016

D-79117 Freiburg

WAA Herbstworkshop

7.-9.10.2016

A-1140 Wien

13. Praktischer astronomischer Samstag (PaS)

15.10.2016

D-49828 Neuenhaus

13. Tagung Geschichte der Astronomie

28.-30.10.2016

D-93047 Regensburg

Hattinger astronomischer Trödeltag (HATT)

5.11.2016

D-45527 Hattingen

Bochumer Herbsttagung BoHeTa

12.11.2016

D-44801 Bochum

⇐
INTERAKTIV

Planen Sie eine Veranstaltung? Melden Sie uns Ihren Termin möglichst frühzeitig an termine@abenteuer-astronomie.de.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a3086](https://oc1m.de/a3086)

👉
SURFTIPPS

- Alle Termine mit Links:

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/a5086](https://oc1m.de/a5086)

Astronomie vor Ort

Neuigkeiten und Veranstaltungen unserer Partner-Sternwarten

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

Bayern

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

**Öffentliche Führung
ab 16.7. jeden Freitag ab 21 Uhr**

Nordrhein-Westfalen

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

Österreich

Sternwarte Gahberg
Adresse: Sachsenstraße 2,
A-4863 Seewalchen
www.astronomie.at

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

Schweiz

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

**Sternwarte geöffnet jeden Mitt-
woch ab 19:00 Uhr,**

zusätzlich Veranstaltungen des Pla-
netariums jeden Mittwoch, Freitag,
Samstag und Sonntag
16.9.2016, 19 Uhr: Halbschat-
ten-Mondfinsternis
22.10.2016, Jubiläum 40 Jahre
Sternwarte Kreuzlingen

WERDEN SIE PARTNER-STERNWARTE!

**Partner-Sternwarten von Abenteuer
Astronomie profitieren mehrfach:**

- Ihre Sternwarte erhält 10 Exempla-
re der Zeitschrift für Ihre Mitglieder
oder Besucher
- Ihre Sternwarte erhält 3 Exempla-
re aller Neuerscheinungen des Ocu-
lum-Verlags
- Mit dem Verkauf der Zeitschriften
und Bücher leisten Sie einen Beitrag
zur Finanzierung Ihrer Sternwarte
und bieten Ihren Besuchern immer
neue Medien
- Ihre Sternwarte stellt sich in Aben-
teuer Astronomie vor und berichtet
regelmäßig über Veranstaltungen,
Aktionen und Beobachtungen
- Die Leser von Abenteuer Astro-
nomie werden regelmäßig über Ihre
Veranstaltungstermine unterrichtet

**Bitte kontaktieren Sie uns für Ihr
Sternwarten-Paket:
info@abenteuer-astronomie.de**

Eine Sternwarte wird zur Steinwarte

Volkssternwarte Regensburg mit Geologischem Schauraum erfolgreich



Sternwarte Regensburg

▲ Abb. 1: Geologischer Schauraum der Sternwarte Regensburg.

Am 19. März 2016 – am Tag der Astronomie – eröffnete die Volkssternwarte Regensburg ihren Geologischen Schauraum. Neben den Ausstellungsräumen »Stellarium« und »Planetarium« ist der Raum ein weiterer wichtiger Baustein, um dem Auftrag der Volkssternwarte Regensburg als Bildungseinrichtung gerecht zu werden. Aktuelles astronomisches Wissen und dessen Praxisrelevanz wird durch regelmäßige, wöchentliche und kostenfreie Vorträge und Führungen, am Teleskop, durch Sonderführungen, Aktionstage und weitere Veranstaltungen an die Besucher vermittelt. Die Sternwarte versteht sich dabei als Schnittstelle zwischen astronomischer Forschung und der Öffentlichkeit.

Erde als Beispiel für andere Planeten

Unser Planet Erde ist als Gesteinsplanet ein Teil unseres Sonnensystems. Sie ist dynamisch und vielerorts im ständigen Wandel begriffen. Geologische Prozesse, die wir auf der Erde beobachten, lassen sich auf unseren Nachbarplaneten ebenso finden. Verstehen wir diese Prozesse auf unserer Erde, können sie auch auf

anderen Planeten leichter erklärt und verstanden werden. Phänomene wie der Gesteinskreislauf, die Plattentektonik oder der Vulkanismus auf der Erde werden anhand von Schautafeln und exemplarischen Gesteinen erklärbar und verständlich.

Anknüpfungspunkte für diese Erscheinungen auf den anderen Gesteinsplaneten werden in den Führungen sogleich mit eingebunden. Der Besucher kann selbst an Gesteinshandstücken die verschiedenen Gesteinsarten – magmatische Gesteine, Sediment- und metamorphe Gesteine – erfüllen. Minerale als »Bausteine« der Gesteine runden die Sammlung ab.

Meteoritenfundstücke als Highlight

Ein weiteres Bindeglied, welches sich wunderbar für Führungen und Erklärungen im Geologischen Schauraum eignet, sind Meteoriteneinschläge und ihre Auswirkungen auf unsere Erde. Am konkreten Beispiel des Nördlinger-Ries-Impaktes werden die verheerenden Auswirkungen eines Asteroideneinschlags auf der Erdoberfläche anschaulich anhand von

Schaubildern und Original-Gesteinen vom Ries dargestellt. Ein in Böhmen in Folge des Einschlages niedergegangener Moldavit verdeutlicht das räumliche Ausmaß der Katastrophe.

Das Highlight sind verschiedene, originale Meteoritenfundstücke von Stein- und Eisenmeteoriten. Exemplare der Einschläge in Tscheljabinsk, des Muonionalusta Eisen-Meteoriten in Schweden oder des Sikhote-Alin Eisen-Meteoriten in Ost-Sibirien zeigen uns die Brisanz und Aktualität dieses Themas und bilden mit der schlagartigen Umwandlung von Gesteinen (Schockmetamorphose) einen eindrucksvollen Gegenpol zu den sehr langsam, kaum merklich ablaufenden Prozessen im Kreislauf der Gesteine oder bei einer Gebirgsbildung.



Sternwarte Regensburg

▲ Abb. 2: Ein Eisenmeteorit aus Campo del Cielo in Nordargentinien.

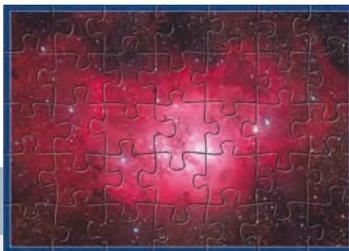
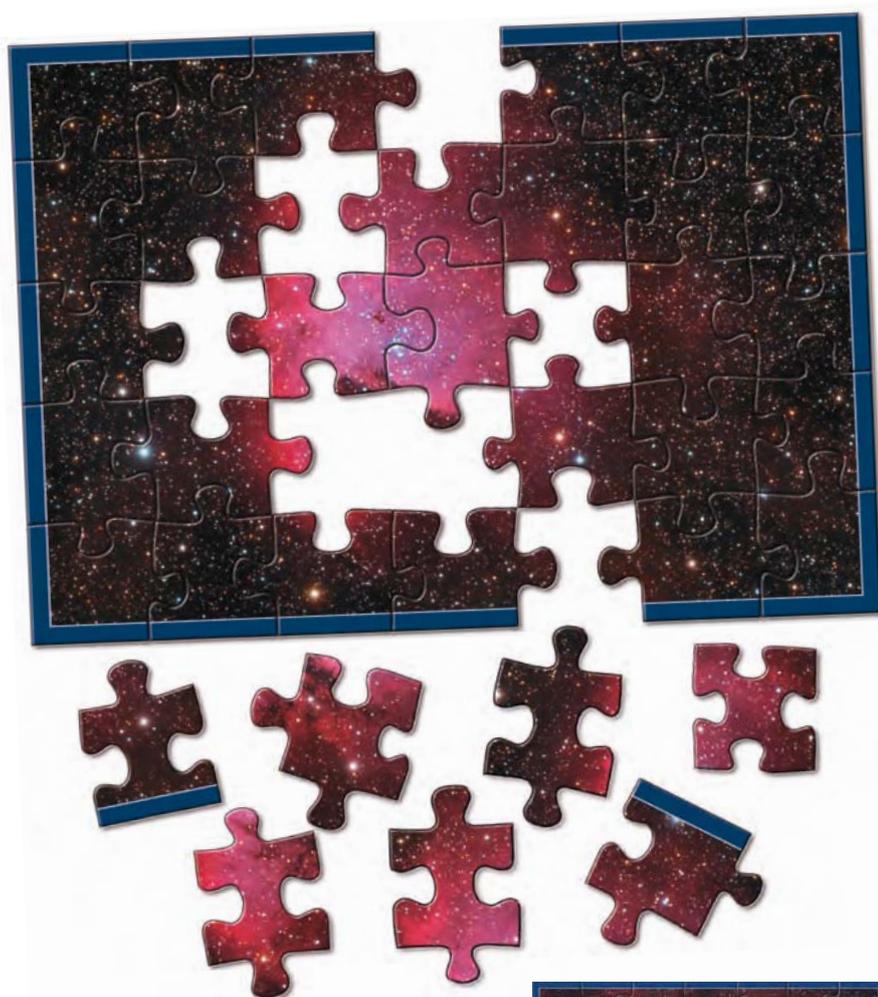
Anhand eines wunderschönen, drei Kilogramm schweren Fundstückes aus dem Campo del Cielo in Nordargentinien erkennen die Besucher anschaulich, was auf unsere Erde niedergehen kann, und die verheerenden Auswirkungen werden nachvollziehbar. Eine geschliffene und geätzte Scheibe dieses Meteoriteneinschlages lässt »himmlische« Strukturen in Form der aus Eisenmeteoriten bekannten Neumann-Linien erkennen.

Die Eröffnung und die Einbindung des Geologischen Schauhauses in den Führungsbetrieb der Volkssternwarte Regensburg ist ein voller Erfolg und nicht mehr aus dem angebotenen Programm für die Besucher wegzudenken.

► Christine Weber-Schaetzke

Astro-Bilderrätsel: Raten und gewinnen!

Rätsel-Spaß der Extra-Klasse steuert unser Autor Steffen Behnke in jeder Ausgabe durch sein Bilderrätsel bei. Gesucht wird ein astronomisches Objekt, verlost werden unterschiedliche astronomische Buchtitel aus dem Oculum-Verlag. Können Sie mit Ihrem Wissen punkten? Dann ist unser Bilderrätsel genau das Richtige für Sie. Aber welches astronomische Objekt versteckt sich denn nun hinter diesem Ausschnitt?



GEWINNER

Die Gewinner des Astro-Puzzles in Abenteuer Astronomie 4 sind:

- Andreas Roth, Östringen
- Frank Berger, Klipphausen
- Thomas Techert, Gerstetten

Alle Gewinner erhalten je ein Exemplar der Bände »Fotografischer Mondatlas« und »Reisealtas Mond«.

Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir diesmal drei Mal den Band »Sternwarten – 95 astronomische Observatorien in aller Welt«. Sternwarten sind als »Fenster zum Himmel« ganz besondere Orte – wissenschaftlich, architektonisch und historisch. Sie symbolisieren die Sehnsucht des Menschen, seinen Platz im Kosmos richtig einordnen zu können. Der einzigartige Bildband fängt diesen Geist auf. 95 Sternwarten auf fünf Kontinenten werden in Wort und Bild vorgestellt: von den großen Refraktoren des 19. Jahrhunderts über die riesigen Spiegel des 20. Jahrhunderts bis hin zu den gigantischen Astronomie-Tempeln heutiger Zeit. Die Autoren besuchten Standorte in aller Welt. Stefan Binnewies und Jens Moser gelang es in überzeugender Darstellungskraft, den Charakter der Observatorien mit Mittelformatkameras eindrucksvoll wiederzugeben. Wolfgang Steinicke lieferte dazu profunde Abrisse der Entstehung, Entwicklung, Technik und wissenschaftlichen Arbeit der Sternwarten und ihrer Teleskope. Freunde der Astronomie, Technik und Architektur werden um dieses Buch nicht herumkommen. In seiner inhaltlichen Dichte gibt es weltweit nichts Vergleichbares.

Sternwarten – 95 astronomische Observatorien in aller Welt

Wolfgang Steinicke, Stefan Binnewies, Jens Moser, 280 Seiten, Hardcover 32,5cm x 25cm, durchgehend farbig

Bitte teilen Sie uns Ihre Lösung sowie Ihren Namen und Ihre Anschrift bis zum 1.11.2016 via Facebook-Nachricht, per E-Mail an: gewinnspiel@abenteuer-astronomie.de oder auf dem Postweg (Oculum-Verlag GmbH, Obere Karlstr. 29, 91054 Erlangen), Betreff »Astro-Puzzle«, mit und gewinnen Sie mit etwas Glück das Buch.

Auflösung aus Heft 4:

Messier 8, der »Lagunennebel«, ist eines der schönsten Objekte am Himmel und befindet sich im Sternbild Schütze nahe dem galaktischen Zentrum. Der dazugehörige offene Sternhaufen NGC 6530 entstand aus dem umliegenden Nebel, der ihn auch zum Leuchten anregt. In guten Nächten kann Messier 8 als kleines Nebelfleckchen mit bloßem Auge gesehen werden. ▶ Steffen Behnke



Buch: Sky Watcher

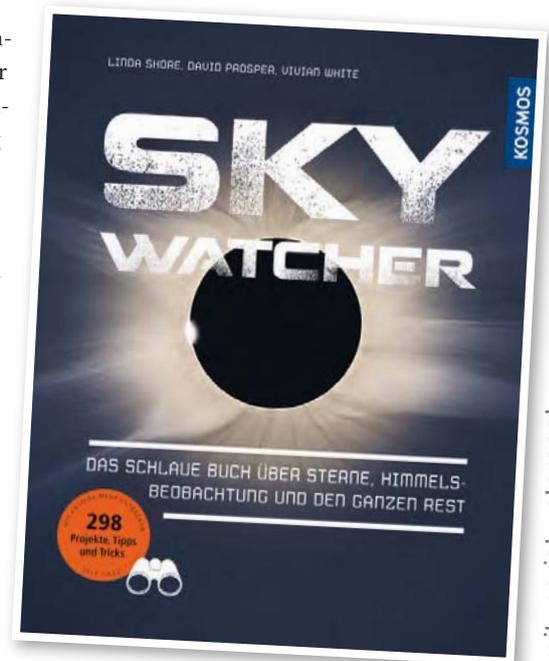
Immer wieder wird versucht, »schlaue« Buchkonzepte für den Einstieg ins Hobby Astronomie aus dem englischsprachigen Raum im Deutschen zu etablieren. Das gilt auch für »Sky Watcher«, einem Werk aus den USA, das von Autoren des Vereins Astronomical Society of the Pacific erstellt wurde.

Auf den ersten Blick gefällt der Aufbau trotz der Jugendbuch-Anmutung des Layouts: 298 einzelne Themen und Projekte werden nach den Beobachtungsmöglichkeiten mit bloßem Auge, Fernglas und Teleskop aufgelistet. Bei näherem Hinsehen erscheint die Gliederung der Kapitel aber völlig willkürlich, Sternbilder-Vorstellungen mit unbrauchbaren Aufsuchkarten sind wahllos ohne erkennbare Reihenfolge auf alle Abschnitte verteilt, ebenso Hinweise zu Beob-

achtungsobjekten oder – einige durchaus gut gedachte – Praxistipps. Jupiter kommt in sieben verschiedenen Kapiteln vor, ohne dass diese einen Bezug zueinander haben.

Auch im Detail werden Schwächen deutlich: Die Formulierungen sind oft schlicht und unsauber, und vielfach mischen sich grobe Fehler darunter: Natürlich sorgt nicht das Okular für das Auflösungsvermögen eines Teleskops und man kann nicht überall auf der Nordhalbkugel einen vollständigen Messier-Marathon durchführen.

Das ist nicht nur den Autoren anzulasten: Die Übersetzung macht aus Airglow »Himmelsleuchten« und die Abschätzung der Zeit bis zum Sonnenuntergang wurde einfach aus der amerikanischen Auflage übernommen, obwohl sie für unsere Breiten nicht funktioniert. Mehr noch als diese Schwächen ist dem Buch aber anzulasten, dass die wirklich drängenden Themen für Einsteiger, wie die Auswahl eines Teleskops oder das Einnorden einer parallaktischen Montie-



rung, weitgehend ignoriert werden. Fazit: Es stimmt wohl, was im Disclaimer am Ende des Buches zu lesen ist: »Die Informationen in diesem Buch (...) sind nur zur Unterhaltung gedacht.«

► Ronald Stoyan

IM DETAIL

Linda Kampe, David Prosper, Vivian White: Sky Watcher, Kosmos 2016, ISBN 978-3-440-15149-5, 25€

Android- und iOS-App: Cosmic Watch

Die »Königsklasse« des Baus mechanischer Uhren war in den vergangenen Jahrhunderten stets der Bau astronomischer Uhren: komplexe mechanische Gebilde, die neben der irdischen Zeit auch die aktuelle Mondphase, die Position der Sonne und der Planeten etc. anzeigten. Derartige mechanische Wunderwerke aus einer vergangenen Zeit finden sich beispielsweise noch im Rathaus von Prag, im Straßburger Münster und in der Kathedrale von Besançon. Diese alten Wunderwerke der Technik faszinieren auch heute noch –

und wurden nun in die moderne Welt einer App überführt.

Traditionelles im modernen Gewand

Die für iPhone/iPad und Android-Geräte verfügbare App »Cosmic Watch« greift die Idee auf, die schon vor Jahrhunderten hinter der Entwicklung astronomischer Uhren stand: Die Verdeutlichung der Abläufe im Sonnensystem und Weltraum. Digitale Planetariums-

IM DETAIL

iOS-App: Cosmic Watch, 158 MB, Version 1.2.0, iOS 7.0 oder höher, 3,99€

Android-App: Cosmic Watch, 52 MB, Version 20160128.1, Android 2.3 oder höher, 4,62€

programme visualisieren dies ebenfalls – jedoch aus der Sicht eines irdischen Beobachters. Cosmic Watch hingegen greift ganz bewusst die Visualisierungsansätze klassischer astronomischer Uhren auf und überträgt diese in die dreidimensionale Welt, wie sie digitale Darstellungen ermöglichen. Die entstehende digitale astronomische Uhr der App ist nicht nur gestalterisch wunderschön, sondern bietet auch etwa die Funktionalität von klassischen Armillarsphären, Radix-Diagrammen oder Astrolabien.

Cosmic Watch bietet damit eine andere, sehr informative Perspektive auf die Abläufe unseres Sonnensystems – und ist eine willkommene Ergänzung zu digitalen Sternkarten, weil weniger konkrete Beobachtungsempfehlungen als vielmehr die Verdeutlichung des Phänomens »Zeit« im Mittelpunkt der App steht. ► Ullrich Dittler



MARKTPLATZ

Novitäten und Nachrichten von Herstellern und Händlern.

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

Optical Vision: Der neue Sky-Watcher



Der neue Sky-Watcher Star Adventurer Mini ist der kleine Bruder des Star Adventurer. Er trägt bis zu 3kg und lässt sich leicht auf jedem herkömmlichen Fotostativ verwenden. Er ermöglicht mit der Nachführung als astro-

nomische Montierung auf die Sky-Watcher Star Adventurer Polhöhenwiege montiert die Astrofotografie, aber auch Panoramaaufnahmen oder Zeitrafferaufnahmen, wenn die Montierung einfach direkt auf ein Fotostativ geschraubt wird. Passend zu dieser Montierung gibt es die bekannten Zubehörteile des Star Adventurer von der Polhöhenwiege über den L-Halter mit Feinverstel-

lung bis zum Stativ und Gegengewicht. Die Montierung wird mit einer kostenlosen App (für iPhone und Android erhältlich) gesteuert. Diese nur ca. 700g leichte Montierung (Montierungskopf) kann man nun wirklich immer und überall dabei haben!

Weitere Informationen unter <http://www.opticalvision.de/service/haendersuche/>



Leserbriefe zu Abenteuer Astronomie 3

Früher war alles klarer ?

Die Zeitreihen des deutschen Wetterdienstes stellen kein geeignetes Mittel dar, um aus der Sonnenscheindauer auf wirklich klare Nachtstunden zu schließen. Wichtig wäre hier die Berücksichtigung der ununterbrochenen Sonnenscheindauer, nicht der aufsummierten Dauer. Die Wetterbeobachtungen von Jürgen Goldan im Raum Hannover sind umso interessanter. Die subjektive Unterscheidung von »klar« und

LESERBRIEFE

»sehr klar« zeigt ganz gut, welchen Eindruck sicher viele andere Sternfreunde auch haben: die Zahl der wirklich transparenten Nächte scheint langjährig rückläufig zu sein. Auch wenn im Durchschnitt nur jede sechste Nacht klar war, schwächen doch mangelnde Transparenz und ein durch Streulicht aufgehellter Hintergrund die erreichbare Grenzgröße ganz wesentlich.

Selbst wenn die durch einen Vulkanausbruch (und andere Ursachen) auftretenden Zeiten eingestellten Flugbetriebes mit ihren überragend transparenten Tagen (und Nächten; natürlich nicht im Bereich der Aschewolken) als Momentaufnahme gelten, zeige diese auf das wirkliche Problem. Ob nun »powered by Billigflieger« oder Edel-Airline: die Emissionen des Flugverkehrs sind definitiv nicht von natürlicher Ursache. Da klingt der Hinweis auf den genauen Zusammenhang zwischen Kondensstreifen und Wolkenbildung als bleibenden Gegenstand der Forschung nur als Rettungsring für weiter ungehemmt steigende Flugfrequenzen.



Jedem Amateurastronomen sollte klar sein, dass jeder Flug die Transparenz der Atmosphäre verschlechtert. Auch wenn man selbst mit dem Flieger in andere Gefilde unterwegs ist, und sei es zum Zweck astronomischer Beobachtungen.

Martin Nischang

INTERAKTIV

Wir freuen uns über Ihre Leserbriefe an redaktion@abenteuer-astronomie.de!

[Kurzlink: oc1m.de/a3096](https://oc1m.de/a3096)

Ditti's Idee: Ein richtig guter Sonnenfilter

Ich habe den Artikel über einen Neutraldichtefilter ND 4,0 (10.000) mit Interesse gelesen und dann ca. zwei Stunden im Internet versucht, ein Fotofachgeschäft zu finden, das diesen Filter führt. Habe Geschäfte in Hamburg, Frankfurt und München durchforstet, leider hatten alle nur Filter bis ND 3,0. Können Sie mir da weiterhelfen und mir eine Bezugsquelle nennen?

Außerdem las ich bei einem Filter mit ND 3,0 folgenden Warnhinweis: »Graufilter, bekannt auch unter dem Namen ND-Filter (Neutral Density = neutrale Dichte) oder Neutraldichtefilter, sperren das gesamte sichtbare Spektrum gleichmäßig und führen dadurch zu einer Lichtreduktion, ohne Farben und Kontrast zu beeinflussen. Da sie gleichzeitig die UV-Strahlung sperren, erübrigt sich die zusätzliche Verwendung eines UV-Sperrfilters. Die Graufilter dürfen nicht zur visuellen Sonnenbeobachtung benutzt werden - Erblindungsgefahr -, da sie dafür zu stark infrarotdurchlässig sind.« Dieser Hinweis gilt dann doch auch für einen Filter mit ND 4,0 oder ist die obige Aussage falsch? Bodo Wiebers

Es scheint tatsächlich so, dass der ND4-Filter mangels Nachfrage aus dem Programm genommen wurde. Danke für diesen Hinweis. Das ist aber kein Problem. Kombinieren Sie den Filter nicht mit einem acht- bzw 64-fach, sondern mit einem ND 1.3 (20-fach) und einem ND 2.0 (100-fach) Filter. Ob 0,1% oder 0,01% des Sonnenlichts im Fernrohr landen, ist diesem völlig egal.

Das diese Filter im IR unsicher seien, ist erfreulicherweise nicht richtig. Der Filter ist aus Schottglas gefertigt, wobei B&W (Schneider Kreuznach) sowie Schott selber natürlich Transmissionskurven veröffentlicht haben. Zwar ist die Transmission im IR schon höher als im sichtbaren Bereich, allerdings in einem Bereich, der für das menschliche Auge ungefährlich ist. Das haben wir erstens dem Umstand zu verdanken, dass die Sonne ihr Maximum bei 500nm hat und der IR-Anteil laut Sonnenspektrum nur ca 10% hat. Zweitens zeigt sich bei den nötigen Nachdämpffiltern dieser Effekt ohnehin nicht. Sie können ganz sicher beobachten.

Georg Dittie

Ditti's Idee: Ein richtig guter Sonnenfilter

Abb. 1. Ein Neutraldichtefilter aus dem Fotohandel kann als Sonnenfilter für kleine Teleskope verwendet werden. Die selbstgebaute Befestigung ist nicht schön, aber praktisch.



Die Sonne im Weißlicht anzuschauen ist eine gute Idee, die man öfters in die Tat umsetzen sollte, denn es tut sich eigentlich immer was. Auch wenn das Fleckenmaximum vorbei ist, gibt es mit den hellen Fackelgebieten etwas zu sehen. Sie sind allerdings kontrastärmer als die dunklen Sonnenflecken, so dass man einen schon etwas besseren Sonnenfilter braucht. Ganz hervorragend geeignet ist ein Neutralglas in Form eines ND4-Filter. Die werden in guten Fotofachgeschäften auf Bestellung geliefert, denn einen Dämpffilter mit dem Faktor 1:10.000 bzw. 13 Blenden-

stufen hat wohl niemand auf Lager. Achtung: Vielfach wird im Fotohandel statt der Neutralen Dichte die Verlängerung der Verschlusszeit in der Bezeichnung verwendet. Viele als »ND4« bezeichnete Filter besitzen die Neutrale Dichte von 0,6! Man sollte deshalb nach »ND10.000« suchen.

Diese Filter gibt es in allen üblichen Fotogewindegrößen bis etwa 80mm Durchmesser. Das Neutralglas ist planparallel poliert und beschichtet. Der Aufwand zahlt sich aus, das Bild ist höchstens leicht gelblich-orange, aber gestochen scharf. Lediglich die ewige Luftunruhe begrenzt den Genuss. Der Filter wird mittig in einen Deckel montiert, der vorne auf das Fernrohr gesteckt wird. Sollte das Bild zu hell sein, schraubt man einen 8x-Neutralfilter ins Okular. So ist man von klarem Himmel bis diesigem Wetter passend ausgestattet.

Georg Dittie

Abenteuer Astronomie Extra, Jahrbuch 2017, im Handel ab 21. Oktober



Die astronomischen Ereignisse des Jahres, Woche für Woche beschrieben vom erfahrenen Autorenteam von Abenteuer Astronomie.

▶ Mit zahlreichen Beobachtungstipps, Daten und Aufsuchkarten.

▶ Der ideale Begleiter durch das Jahr.

Abenteuer Astronomie Heft 6 erscheint am 25. November 2016.

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Hersteller

Nikon Deutschland, Düsseldorf
Kowa Optimed Deutschland, Düsseldorf
Omegon, Landsberg am Lech

Händler

Bresser, Rhede
Teleskop Austria, Linz
Optical Vision, Kempten

Sternwarten

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

Medien

Astrotreff.de
CalSky.com
CCD-Guide

Privatpersonen

Dr. Andreas Alzner
Daniel Buegin
Pierre Capesius
Prof. Dr. Ullrich Dittler
Constantin Lazzari
Dirk Lorenzen
Franz-Peter Pauzenberger
Arne Ristau
Daniel Schmid
Erich Suter
Kurt-Peter Zirn

Wir danken allen
Unterstützern herzlich!

EXPERTEN-BEIRAT

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

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

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

Lambert Spix
Wolfgang Vollmann
Dr. Mario Weigand

Kontakt

Abo-Service

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

Redaktion

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

Anzeigen

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

Facebook

facebook.com/AbenteuerAstronomie

Twitter

twitter.com/abenteuerastro

Impressum

Abenteuer Astronomie
ISSN 2366-3944

Verlag

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

Geschäftsführung

Marion Faisst, Ronald Stoyan

Herausgeber

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Dr. Stefan Deiters

Redaktion

Daniel Fischer, Paul Hombach, Christian Preuß

Kolumnen

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

Korrektur

Verena Tießen, Manfred Holl, Paul Hombach,
André Knöfel

Anzeigenleitung

Marion Faisst

Abo-Service

Melanie Jessen

Herstellung

QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

Grafik

Arnold Barmettler, Eduardo Arriola,
QUERWILD GmbH, Dieter Reimann

Vertrieb

IPS Pressevertrieb GmbH, Meckenheim

Hinweise für Leser

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

Datenquellen: Himmelsalmanach 2016

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

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