

Titelbild: Die ersten Exoplaneten – Planeten um fremde Sonnen – wurden vor 20 Jahren entdeckt. Heute geht man von einer gewaltigen Zahl von Planetensystemen im All aus. Die künstlerische Darstellung zeigt das System um den Stern HD 10180. *ESO, Luís Calçada*

REDAKTION IM EINSATZ

Der Ruf des Roten Mondes

Um dieses Schauspiel zu sehen, wurden gleich zwei Redakteure zu Nachtschwärmern – denn die Mondfinsternis vom 28. September fand nicht zur Prime Time statt. Die Wetterbedingungen in Bonn: perfekt, kein Wölkchen. Oder wird der Hohnel im letzten Moment den Spaß verderben?

Wir stehen vor dem Argelander-Institut für Astronomie, sind Teil einer öffentlichen Beobachtungsaktion der Volkssternwarte Bonn. Dutzende Besucher trotz der Müdigkeit, um das Naturwunder zu genießen. Der kleine Platz und das Institutsdach füllen sich mit Kameras und Teleskopen. Kurz nach 3:00 Uhr hat der Mond sein Rendezvous mit dem irdischen Kernschatten. Überraschend schnell vergeht die Stunde bis zur Totalität. Jetzt zeigt sich der Vollmond in einer Farbsinfonie aus Braunrot und Dunkelorange. Ungewöhnlich, wie dunkel die Mondfinsternis erscheint – das hat so niemand erwartet. Kameras klicken, im Teleskop und Fernglas zeigt sich der rote Mond umgeben von Sternen – wow! Als silberner Saum kehrt das Sonnenlicht vom Mondrand her zurück, gefühlt viel abrupter als beim Verschwinden. Einpacken ist nicht! Die Kurve des abziehenden Schattens auf dem Mond macht dessen Form im Raum erlebbar. Erst als der Mond um 6:30 Uhr scheinbar riesig über dem Westhorizont steht, wird das letzte taunasse Teleskop abgebaut. Wie grell er nun leuchtet! Nein, immer noch zeigt sich eine kleine, feine Dunkeltonung am Südwestrand. Die Halbschattenphase spendiert eine Zugabe. Perfekt!

► Paul Hombach & Daniel Fischer



Ronald Stoyan

Chefredakteur



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Astronomie, das ist die älteste aller Wissenschaften. Wie die Menschen seit Jahrtausenden blicken auch wir gebannt nach oben und versuchen die kosmischen Zusammenhänge zu verstehen. Im Zeitalter von Raumsonden, Weltraumobservatorien und Riesenteleskopen ist der Erkenntnisgewinn von Jahr zu Jahr mit Händen zu greifen – noch nie war es so spannend, am Abenteuer Astronomie der Menschheit teilzuhaben.

Astronomie, das ist ein faszinierendes Hobby. Wie kaum bei einer anderen Freizeitbeschäftigung vereinen sich Ästhetik, Naturerlebnis, Wissenschaft und Kommunikation. Noch nie waren Teleskope so hoher Qualität so preiswert zu haben. Noch nie war es so einfach in das Hobby einzusteigen und selbst das Abenteuer Astronomie zu erleben.

Abenteuer Astronomie möchte Ihr Begleiter sein: Für die Reise in Gedanken, aber vor allem auch die Reise mit den eigenen Augen in die Weiten des Alls. Dazu haben wir ein Team hochkarätiger Experten gewinnen können, die ihr Wissen in jeder Ausgabe mit Ihnen teilen werden. Abenteuer Astronomie ist darüber hinaus aber auch eine Mitmach-Zeitschrift: Wenn Sie selbst Hobby-Astronom sind, senden Sie uns Ihre Bildergebnisse und Beiträge. Sie finden dazu an vielen Stellen im Heft Möglichkeiten – achten Sie auf die »Interaktiv«-Kästen.

Herzlich willkommen heißen möchte ich die Leser des Vorgänger-Magazins *interstellarum*. Viele bewährte Inhalte haben wir beibehalten, viel neues für Sie geschaffen. Und auf Seite 76 werfen wir ein Blick zurück auf die Anfänge. Ich hoffe, dass Sie sich mit dem neuen Magazin wohlfühlen und uns treu bleiben.

Viel Spaß beim Lesen und clear skies,

Ronald Stoyan

PS: **Wenn Ihnen die Zeitschrift gefällt**, schließen Sie ein Abonnement ab! Allen Bestellern bis Ende Februar winkt ein Buchgeschenk! Informationen dazu auf www.abenteuer-astronomie.de.

EIN HIMMEL VOLLER PLANETEN

16

Die Entdeckung der
ersten Exoplaneten
vor 20 Jahren

Himmel

Wichtige Ereignisse

- 26 Jupiters Nacht der Nächte
- 26 Datum mit Seltenheitswert
- 27 Io versus Ganymed

Aktuell im Sonnensystem

- 28 Der Mond im Februar/März
- 29 Die Planeten im Februar/März
- 30 Sonne aktuell
- 31 Planeten aktuell
- 32 Kometen aktuell

Jetzt am Abendhimmel

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

Praxis

Spix' Spechteltipps

40 Vier auf einen Streich

Die Jupitermonde beobachten

Deep-Sky-Lieblingstour

42 Im Reich des Großen Hunds

*Meine Lieblingstour von Sirius zu den
Sternhaufen des Winterhimmels*

Stoyans Sky

- 47 Sirius B, der Unerreichbare

Astrophysik live

- 48 Ein Däne, Io und das schnelle Licht

Wissen

First Light

- 8 Eine Landschaft aus Sternen
- 10 Pluto und Charon – in Farbe
- 12 Raketenshow im Morgengrauen

Fischers fantastische Zahlen

- 14 Saturn und Co.

Fragen an Freistetters

- 15 Kann es auch auf anderen
Planeten schneien?

Hauptartikel

16 Ein Himmel voller Planeten

*Die Entdeckung der ersten
Exoplaneten vor 20 Jahren*

Müllers Universum

- 22 Was war vor dem Urknall?

Astro-ABC

- 23 Was ist der Zenit?

40

Vier auf einen Streich Die Jupitermonde beobachten

Einsteiger?

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



54

100% justiert

Die perfekte Newton-Justage

66

10 Stunden Wettlauf

Messier-Marathon in Arizona

Space Checker

Unsere Rubrik für Kids von Kids
Experiment Eierlandung, Seite 80

Technik

Astro-Fotoschule

50 Geht das noch schärfer?

Teleskop-Tuning

51 Der Tau muss weg!

Dittiés Idee

52 Wie man Tauwasser vermeidet

Artikel

54 **100% justiert**

*Schritt für Schritt zur
perfekten Newton-Justage*

Praxischeck

60 Sonnen-Booster

Weigands Techniktipps

62 Wie funktioniert
Autoguiding?

Erlebnis

Artikel

66 **10 Stunden Wettlauf**

Mein Messier-Marathon in Arizona

Mein bestes Astrofoto

70 Ein himmlisches Baby

Leser-Galerie

72 In die Tiefe des Deep-Sky

Rückblick

74 Planeten auf Parade

Vor 100 Ausgaben

76 interstellarum 1

Astro-Puzzle

77 Raten und gewinnen!

Szene

Interview

78 **Alexander Gerst**

Space Checker

80 Experiment Eierlandung

Netznews

82 Aufregung zur Mondfinsternis

Diskurs & Diskussion

84 Reingelegt vom »Blutmond«

85 Ein Blinder erforscht das Weltall

Bericht

87 »Outreach« in Kiel

Astronomie vor Ort

88 MINT-Girls erobern den Mond

89 Sternwarte und Planetarium
Kreuzlingen

Marktplatz

94 Novitäten und Nachrichten von
Herstellern und Händlern

Rezensionen

96 Mars – Der rote Planet zum Greifen nah

96 The Night Sky Pro

Rubriken

3 fokussiert

98 Vorschau

98 Kontakt

98 Impressum

98 Hinweise für Leser

78

ALEXANDER GERST
im Interview

Eine Landschaft aus Sternen

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



Damien Jemison, Creative Art Director, GMTO

◀ **Der Omega-Nebel, aufgenommen mit einem 2,2-Meter-Teleskop auf La Silla in Chile:** eine Landschaft aus Gas, Staub und jungen Sternen, 5500 Lichtjahre entfernt und 15 Lichtjahre groß. Die Farben sind ziemlich realistisch: Außen dominiert rot leuchtender Wasserstoff, den die ultraviolette Strahlung heißer Sterne angeregt hat, in der Mitte ist der auch als Messier 17 bekannte Nebel tatsächlich weiß, denn nun mischt sich auch an Staub reflektiertes Sternenlicht dazu.

▲ **Nach dem ersten Spatenstich für das Giant Magellan Telescope:** Auf dem Las Campanas Observatory am 11. November bekommen die Ehrengäste den chilenischen Nachthimmel gezeigt: Mit seinem 25 Meter großen Hauptspiegel dürfte das GMT um das Jahr 2022 zeitweise das größte optische Teleskop der Welt sein. Das ebenfalls amerikanische Thirty Meter Telescope (TMT) und schließlich das European Extremely Large Telescope mit 39 Metern

werden ihm den Titel aber nach wenigen Jahren wieder abjagen, an allen drei Riesenteleskopen wird nunmehr tatsächlich gebaut. Da allerdings die Bauarbeiten am TMT wegen neuer politischer Probleme inzwischen unterbrochen sind, wird das E-ELT voraussichtlich direkt die Krone des größten optischen Teleskops an sich reißen.

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

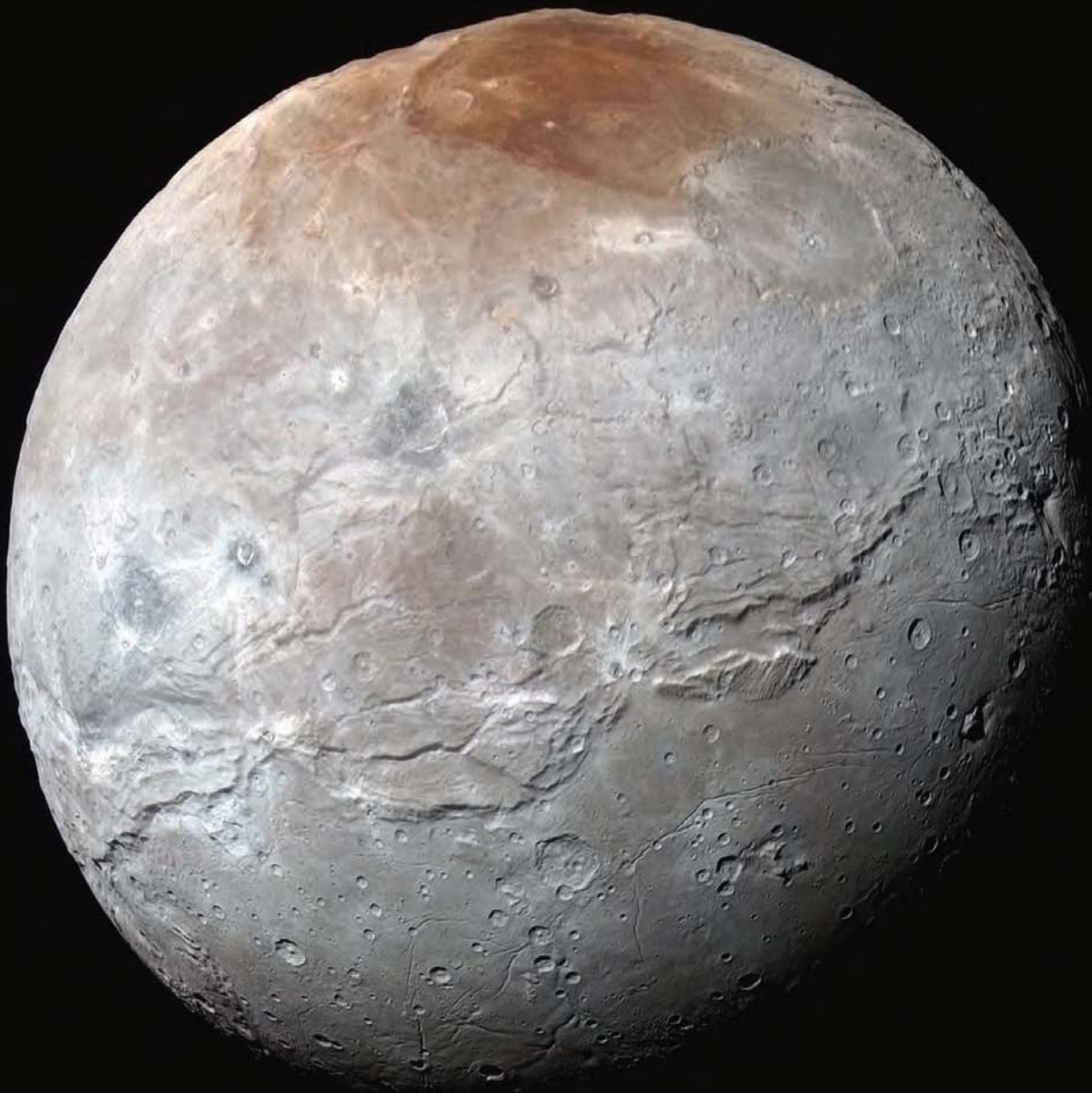


Pluto und Charon – in Farbe

▲ Das bunteste Bild des Zwergplaneten Pluto zeigt den fernen Himmelskörper natürlich nicht in seinen echten Farben: Für das bloße Auge wäre er im Wesentlichen matt rötlich (und selbst das Bild zur Rechten ist schon farbverstärkt). Winzige Unterschiede durch die verschiedenen Farbfiler der Kamera »Ralph« auf der Raumsonde New Horizons wurden hier mathematisch auf die Spitze getrieben: Die chemische Variation der Oberfläche tritt drastisch hervor.

▲ Plutos zerklüfteter Begleiter Charon, ebenfalls farbiger als in der Realität, in der der große Mond dunkelgrau erscheint. Mit 1214 km Durchmesser ist er halb so groß wie Pluto – und steht offenbar in einem innigen Verhältnis zu ihm. Denn das Auffälligste ist eine rötliche Polkappe, deren Material wahrscheinlich vom Pluto zu seinem Nachbarn strömt. Charon wird von riesigen Canyons durchzogen, Spuren einer dynamischen Vergangenheit.

► So schön kann der Tod eines Sterns sein. Der Schmetterlingsnebel oder M 2-9 ist ein Planetarischer Nebel: das, was nach dem Ende eines Sterns wie unserer Sonne übrig bleibt. Trotz 2100 Lichtjahren Entfernung ist eine Fülle von Details zu erkennen, denn dieses Bild stammt vom Hubble Space Telescope. Für die markant »bipolare« Gestalt verantwortlich ist hier ein Sternpaar im Zentrum: Einer ist bereits zu einem Weißen Zwerg geworden und hat dabei den Gasnebel produziert, der andere steht kurz davor.

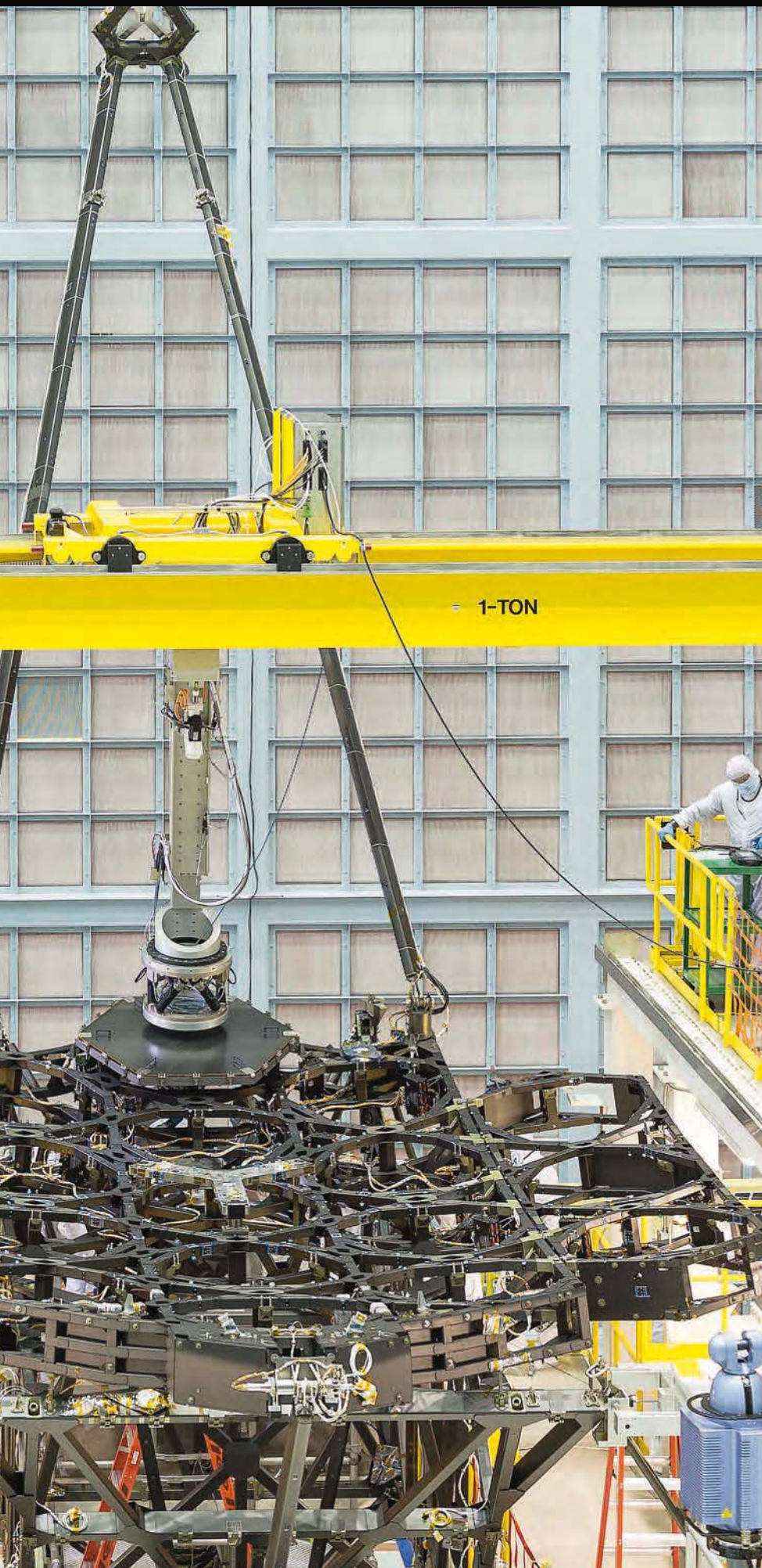


NASA/JHU APL/SwRI



ESA/Hubble & NASA

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



◀ Hubbles Nachfolger wird Realität.

Das nächste ganz große Weltraumteleskop der NASA nimmt Gestalt an: Ende 2015 wurde im Goddard Space Flight Center in Maryland das erste der 18 sechseckigen Segmente seines 6,5 Meter großen Hauptspiegels in die Teleskopstruktur des James Webb Space Telescope eingesetzt. Jeder der Einzelspiegel misst 1,3m und hat 40kg Masse. Dank eines hilfreichen Robotarms sollte die weitere Montage nun rasch vonstatten gehen: Der Start des 8 Milliarden Dollar teuren Infrarotteleskops ist weiter für 2018 geplant.

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

Raketen-Show im Morgengrauen

▲ Himmelsspektakel nach einem Raketenstart.

Wenn eine Rakete in der Dämmerung in eine Erdumlaufbahn geschossen wird, dann gelangt ihr Abgasstrahl irgendwann ins Sonnenlicht und bietet ein dramatisches Schauspiel vor dem dunklen Himmel am Startplatz. So geschehen letzten September in Cape Canaveral beim Morgenstart einer Atlas V mit einem Militärsatelliten: Die Gaswolke der zum Osthorizont (neben der Venus) entschwindenden Rakete hat sich in der oberen Atmosphäre schon stark ausgedehnt und sorgte weithin für Aufregung.

 INTERAKTIV


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

 **Kurzlink:** oc1m.de/fb

Auf eine Minute genau

vorausberechnet werden konnte der Absturz eines alten Stückes Weltraummüll am 13. November, und das bereits einen Monat im Voraus: So etwas gab es noch nie. Denn üblicherweise spiraliert abstürzender Raumschrott in der Erdatmosphäre erratisch Richtung Erde, und Zeitpunkt und Ort des Verglühens sind auch Stunden vorher noch unbekannt. Das von Astronomen im Oktober entdeckte metergroße Objekt »WT1190F« jedoch kam auf einer lang gestreckten Ellipse steil heran geschossen, und die Umstände des Impakts entsprachen dem eines kleinen Asteroiden – der sich sehr genau berechnen lässt. So konnte ein internationaler Beobachtungsflug an die korrekte Stelle südlich von Sri Lanka geschickt werden und das Verglühen des nicht identifizierten Objekts – vermutlich Relikt eines alten Mondprogramms – bestens verfolgt werden.

Abb. 2: Das Verglühen des Weltraumschrotts aus den Tiefen des Raumes am 13. November, fotografiert aus dem Beobachtungsfliker.

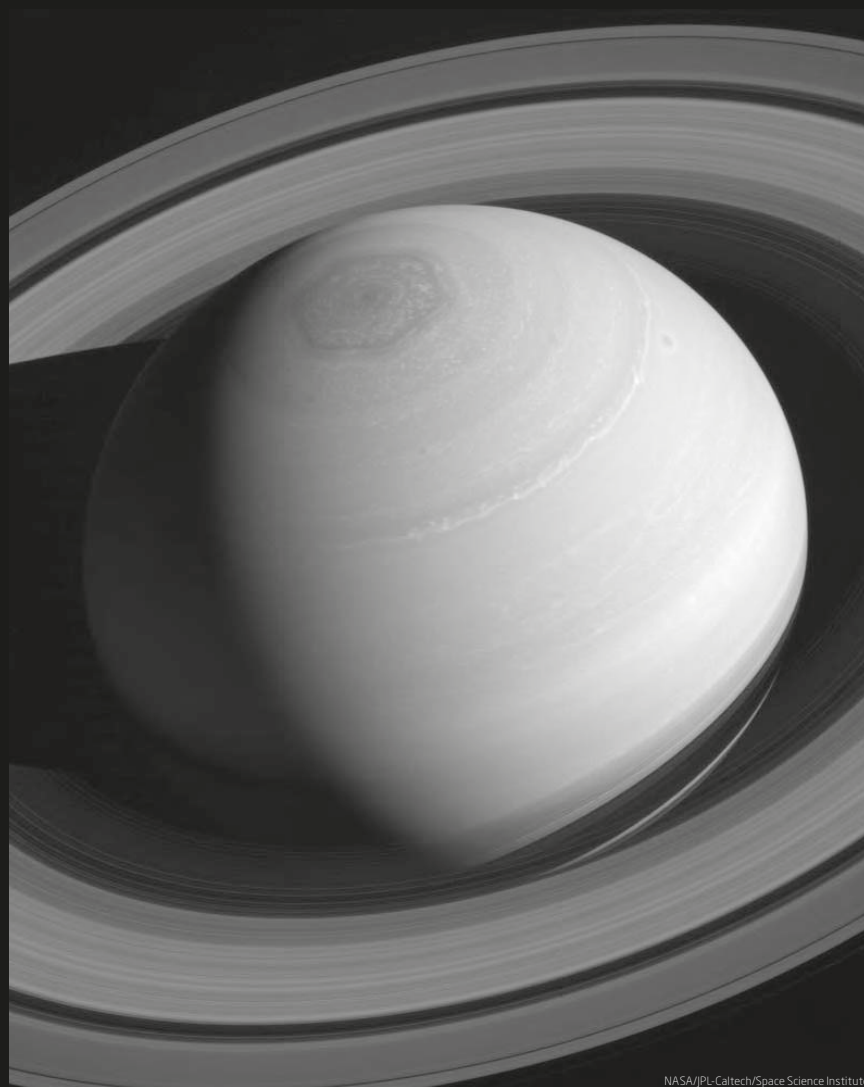


IAC/JAE/NASA/ESA IAC/JAE/NASA/ESA

Fischers fantastische Zahlen

341.805 Bilder des Planeten Saturn

und seiner Ringe und Monde hat die Hauptkamera des Orbiters Cassini von Februar 2004 bis September 2015 aufgenommen: Sie sind alle frei im Internet verfügbar. Und jedes einzelne dieser Bilder erscheint 1/25 Sekunde lang in einem außergewöhnlichen Video, das so auf eine Laufzeit von 3 Stunden und 48 Minuten kommt. 11½ Jahre ist Cassini nun schon im Saturnorbit, aber das Ende ist ab zu sehen: Am 15. September 2017 wird die Sonde in der Saturnatmosphäre zum Verglühen gebracht, um sie kontrolliert zu entsorgen.



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

Abb. 1: Selbst für die Weitwinkelkamera passt der Saturn nie ganz ins Gesichtsfeld von Cassini: ein Blick auf seinen Nordpol und die prächtigen Ringe.

250.000°C Temperatur eines Sterns

stellen einen neuen Temperaturrekord dar: Es handelt sich um einen Weißen Zwerg mit einer ungewöhnlichen chemischen Zusammensetzung, der schon über 20 Jahre als Quelle von Röntgenstrahlung bekannt war, aber erst jetzt verstanden worden ist. RX J0439.8-6809 ist der Überrest eines Sterns, der einmal die fünffache Masse der Sonne hatte – und bereits wieder kühler wird: Kurz nach der Umwandlung in einen Weißen Zwerg müsste seine Oberflächen-temperatur sogar bei 400.000°C gelegen haben.

Fragen an Freistetter

Kann es auch auf anderen Planeten schneien?

Auf der Erde ist Schnee im Winter – zumindest in Deutschland – ein alltägliches Phänomen. Aber wie sieht es im Rest des Sonnensystems aus? Kann es auch auf anderen Planeten schneien? Der Schnee auf der Erde besteht aus Wasser und weil wir genug Wasser in unserer Atmosphäre haben, kann es – eine ausreichend niedrige Temperatur vorausgesetzt – auch als Schnee zur Erde fallen. Kalt wäre es anderswo im Sonnensystem auch, nur das Wasser ist nicht immer vorhanden. Auf dem Mars zum Beispiel herrschen fast immer winterliche Temperaturen. Seine Atmosphäre besteht aber fast komplett aus Kohlendioxid. Wasser gibt es dort nur gefroren unter dem Marsboden, aber nicht in der Atmosphäre. Das Kohlendioxid kann aber dünne Wolken bilden. Und wenn es gefriert, kann es in Form von Trockeneis auf die Oberfläche fallen. Genau das haben Satelliten auch schon beobachtet: Auf dem Mars kann es also zumindest Trockeneis schneien!

Im Rest des Sonnensystems ist extraterrestrischer Schnee aber kaum mehr zu finden.

Unser Mond und der Merkur haben keine relevante Atmosphäre; also nichts, woraus es schneien kann. Und die Gasriesen Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun haben keine feste Oberfläche und damit nichts, worauf es schneien kann. Bleibt noch die Venus: Dort gibt es eine feste Oberfläche und eine sehr dichte Atmosphäre, in der sich auch Wasser befindet. Es ist allerdings bei Temperaturen von bis zu 500°C viel zu warm für klassischen Schnee aus Wassereis. Niederschlag kann man aber dennoch finden.

Als Wissenschaftler die Oberfläche der Venus mit Radarstrahlen abgetastet haben, ist man dabei immer wieder auf Stellen gestoßen, an denen sie besonders gut reflektiert worden sind. Diese Regionen müssen von einer dünnen Schicht metallischer Stoffe überzogen sein. Man geht davon aus, dass dieser »Metall-Schnee« durch Vulkanismus entstanden ist. In Vulkanen wurde jede Menge Material in Form von Gas in die Atmosphäre geschleudert; darunter auch vaporisierte Metalle. Hoch über der Oberfläche kondensieren sie und fallen zurück zum Boden.

⇌ INTERAKTIV

Florian Freistetter ist der bekannteste **Astronomie-Blogger** im deutschen Sprachraum. In seinem Blog **Astrodictum Simplex** beantwortet er regelmäßig Fragen seiner Leser. Dies wollen wir an dieser Stelle aufgreifen: Stellen Sie Florian Freistetter Ihre Fragen zu astronomischen Themen und schreiben Sie uns an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder über Facebook. Eine Auswahl davon wird an dieser Stelle in den nächsten Heften beantwortet.



Kurzlink: oc1m.de/98jk

Dazwischen durchlaufen sie diverse chemische Reaktionen, so dass am Ende dann zum Beispiel »Schnee« aus Bleisulfid den Venusboden bedeckt.

Ein weiterer Ort, an dem man eventuell Spuren von »Schnee« gefunden hat, trägt passenderweise den Spitznamen »Schneewittchen«. Es handelt sich dabei um den Asteroiden 2007 OR10. Er ist 1300 Kilometer groß und befindet sich im fernen Kuiper-Asteroidengürtel. Bei seiner Entdeckung erschien er überraschend hell; seine Oberfläche muss also weiß bzw. stark reflektierend sein. Die Beobachtungen haben auch gezeigt, dass es dort sehr viel Eis gibt und auch eine dünne Schicht aus gefrorenem Methan. Vermutlich sind das die Überreste einer früheren (extrem dünnen) Methanatmosphäre, die später ausgefroren ist, jetzt als Frost auf der Oberfläche liegt und sich langsam ins All verflüchtigt. Irgendwann gab es auf »Schneewittchen« also eine Phase, in der es Methan »geschneit« hat ...

Echten Schnee, der sich für Schneeballschlachten und Wintersport eignet, gibt es also nur bei uns auf der Erde. Beim nächsten Schneefall kann man sich also darüber freuen, ein im Sonnensystem einzigartiges Phänomen erleben zu können!



Abb. 1: Trockeneis-Schnee auf der Marsoberfläche.

► Florian Freistetter

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

EIN HIMMEL VOLLER PLANETEN

Die Entdeckung der ersten Exoplaneten vor 20 Jahren

»Mein Gott, es ist voller Planeten« – so könnte es in Anlehnung an das berühmteste Zitat aus Stanley Kubricks Klassiker »2001« heißen. Heute sind 2000 bestätigte Exoplaneten bekannt, obwohl Astronomen erst vor 20 Jahren die ersten Planeten um andere sonnenähnliche Sterne entdeckt haben. Und darüber hinaus lässt sich aus der Statistik des erfolgreichen NASA-Weltraumteleskops Kepler ableiten, dass es viele Milliarden potenziell habitable Welten von der Größe der Erde geben könnte – allein in unserer Milchstraße.

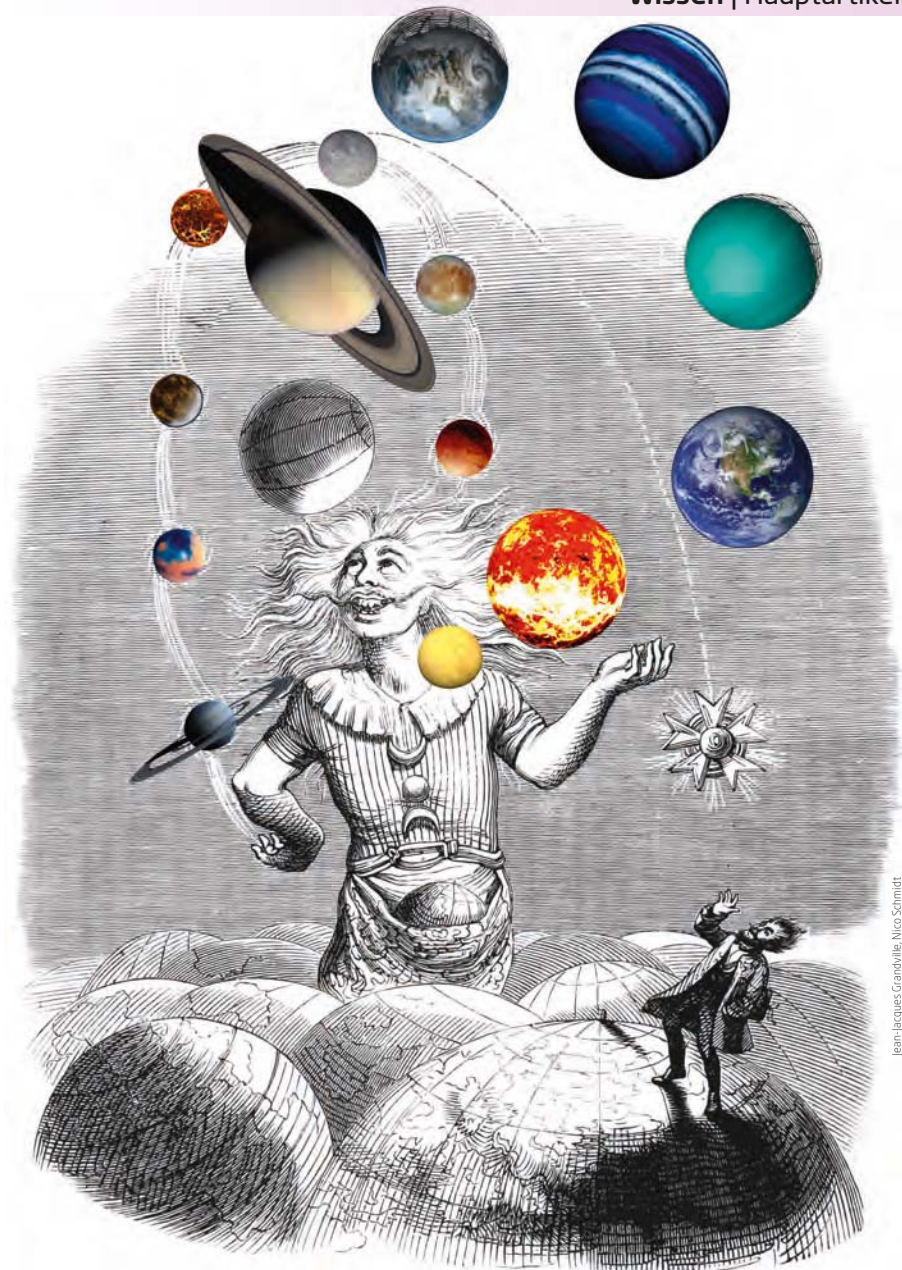
Abb. 1: Sind sie um fast jeden Stern zu finden? Erst vor 20 Jahren hat man erstmals Planeten um eine fremde Sonne nachweisen können. Hier geht der künstlerische Blick über das Planetensystem des Sterns HD 10180. Mit sieben Exoplaneten ist es aktuell das größte bekannte extrasolare Planetensystem, zwei weitere Kandidaten sind noch unbestätigt.

Wie keine andere Naturwissenschaft lehrt uns die Astronomie, wie klein und gewöhnlich doch alles angesichts der unermesslichen Größe des Universums ist, und relativiert so unseren Blick auf die Einzigartigkeit. Anfangs galt die Sonne als einzigartig, die mit ihrem Licht und der Wärme intelligentes Leben auf der Erde überhaupt erst entstehen lässt, dabei ist die Sonne längst als winziger gelber Zwergstern in den äußeren Bereich einer normalen Spiralgalaxie aus ungefähr 200 Milliarden Sternen verschoben worden. Doch wie sieht es mit den die Sonne umkreisenden Planeten aus? Sind sie oder gar die bewohnte Erde einmalig? Wenn die Sterne ferne Sonnen wie unsere eigene sind, könnte schließlich jeder Stern am Nachthimmel ein eigenes Planetensystem beheimaten.

Diese Vorstellung ist älter, als man zunächst vermutet, doch die Frage, ob es tatsächlich noch andere Planeten außerhalb unseres Sonnensystems – extrasolare Planeten bzw. kurz Exoplaneten genannt – gibt, konnte erst vor 20 Jahren beantwortet werden. Noch vor gut 500 Jahren stellte der Italiener Giordano Bruno mit einem unendlichen Universum und »mondi innumerabili«, unzähligen Welten, die Einzigartigkeit des Sonnensystems infrage, wofür er letztlich auf dem Scheiterhaufen hingerichtet wurde. Heute ist allerdings klar, dass es allein in der Milchstraße von Planeten nur so wimmelt.

Viele Welten in der Philosophie, Theologie ...

Das Sonnensystem mit seinen Planeten kann nicht der einzige Ort sein! Diese Vorstellung über die Vielzahl oder die Pluralität von Welten ist schon so alt wie die Naturwissenschaft selbst, denn schon antike Denker wie Anaximander und Anaximenes, die zu den wichtigsten Vertretern des philosophischen Aufbruchs zählen, sprachen von unendlich vielen Planeten am Himmel. Von Letzterem heißt es, dass er bereits vor über 2500 Jahren davon ausging, »die Gestirne seien von feuriger Natur, sie umfassten aber auch bestimmte erdartige Körper, die sich um sie herum bewegten und unsichtbar seien«. Damit schien er schon die Sterne als Sonnen aufzufassen sowie erdähnliche Planeten außerhalb des Sonnensystems, die sich im Licht ihrer Sterne verstecken, und sogar den heliozentrischen Gedanken vorwegzunehmen. Noch bildhafter drückte es ein Schüler von Demokrit und Lehrer von Epikur aus: »Metrodoros sagt, es sei ebenso



▲ Abb. 2: Der Jahrtausende alte Gedanke der Pluralität der Welten, hier in Form von Jean-Jacques Grandvilles bekannter Darstellung von 1844 gezeigt, ist in den vergangenen 20 Jahren Realität geworden. Heute kann sein Herr der Welten mit tausenden Exoplaneten jonglieren.

töricht, dass auf einem großen Feld [nur] eine Kornähre erzeugt werde, wie [nur] eine Welt im Unbegrenzten.«

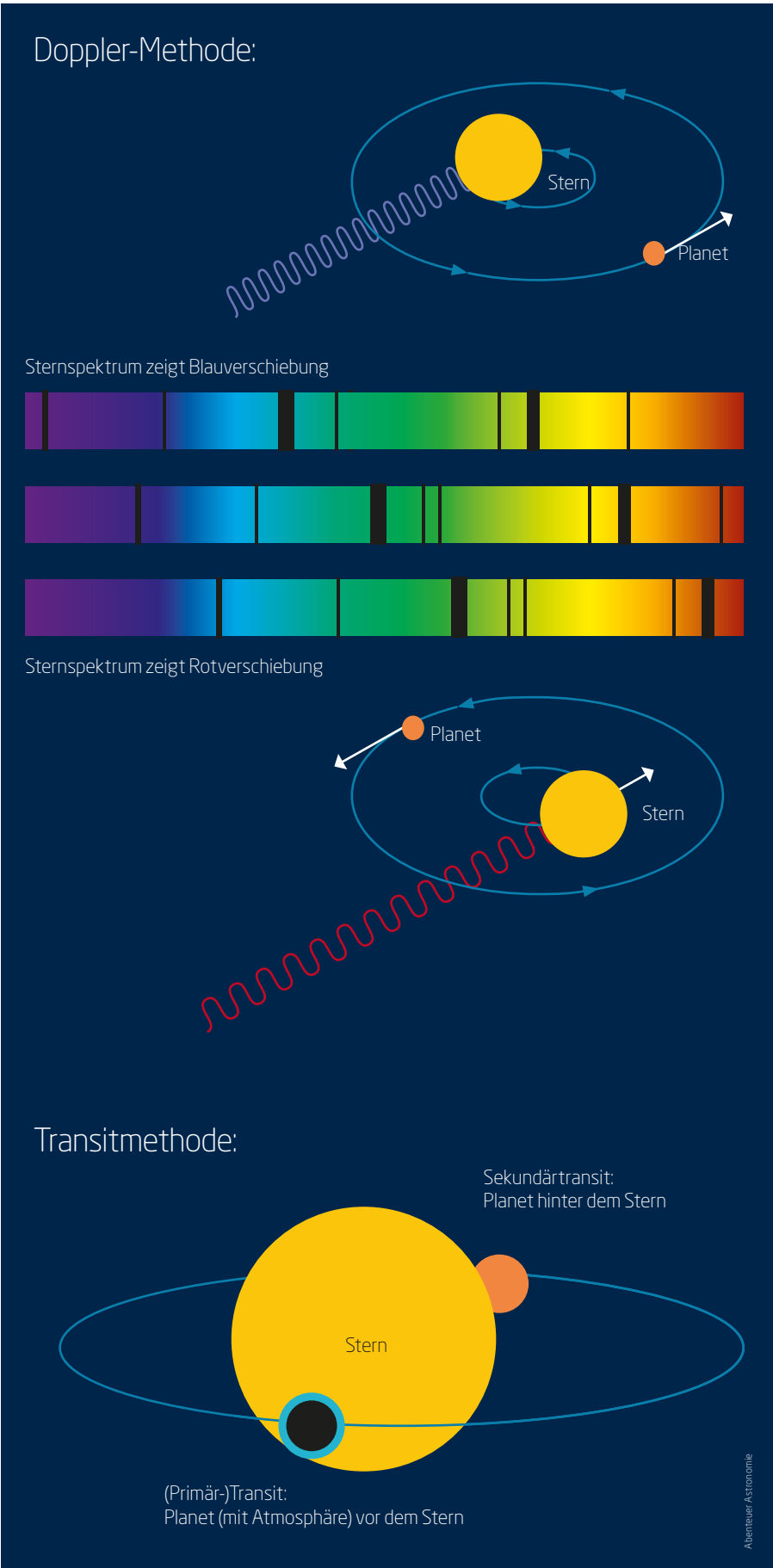
Neben Philosophen wie Anaximander, Anaximenes, Diogenes, Leukipp, Demokrit und Epikur sprachen später auch Geistliche wie Albertus Magnus, Wilhelm von Ockham, Nicolaus Cusanus und Giordano Bruno angesichts der Unendlichkeit des Universums ebenfalls von der Pluralität. Der heilige Augustinus folgerte daraus um das Jahr 420: »Sagt man nun, der Allmächtige habe auch hier nicht müßig sein können, folgt dann nicht, dass man mit Epikur von unzähligen Welten träumen muss.« Für solche Behauptungen zum Unendlichen, die der italienische Dominikaner Giordano Bruno in seinem 1584 in London veröffentlichten Werk »De l'infinito universo et

Mondi« (»Das unendliche Universum und die Welten«) niederschrieb, wurde er von der römischen Inquisition verhaftet und zum Tode verurteilt. Nach sieben Jahren Kerkerhaft wurde der 52-jährige Bruno am 17. Februar 1600 auf dem Campo de' Fiori in Rom als Ketzer bei lebendigem Leib auf dem Scheiterhaufen hingerichtet.

... und in der Astronomie

Auch Astronomen wie Huygens und Flammarion [1] hatten wie Lambert keine Einwände »so viele Weltkugeln um jede Sonne einherwandeln zu lassen«, wenngleich die Entdeckung von Exoplaneten immer noch Jahrhunderte entfernt war. Die erste Vermutung, tatsächlich einen Planeten außerhalb des Sonnensystems zu beobachten, geht

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



▲ Abb. 3: Schematisch sind hier die beiden erfolgreichsten Beobachtungstechniken für Exoplaneten – Doppler- und Transitmethode – zu sehen. Bei ersterem Verfahren vollführt der Stern, der von einem Planeten begleitet wird, ein winziges periodisches »Wackeln«, das spektroskopisch mit Hilfe von Spektrallinien untersucht werden kann. Auch photometrisch kann sich ein ferner Planet verraten, denn wenn dieser direkt vor seinem Heimatstern vorbeizieht, entsteht ein messbarer Helligkeitsabfall.

auf zwei junge Hobbyastronomen aus dem nordenglischen York zurück. Edward Pigott und sein tauber Freund John Goodricke verfolgten ab Herbst 1782 die Veränderlichkeit des Sterns Algol, bestimmten erstmals seine Periode und nahmen anfänglich an, dass die regelmäßigen Lichtwechsel durch einen umkreisenden dunklen Körper, einen Planeten, entstehen [2]. Goodricke schrieb, dass sein Freund »denkt, der imaginäre Planet muss mindestens halb so groß wie Algol sein«. Zwar handelt es sich bei Algol um einen (spektroskopischen) Doppelstern; dass sich ein vor einem fernen Stern vorbeiziehender Planet durch einen Lichtabfall verraten könnte, vermuteten die beiden Freunde dennoch korrekt. Auch wenn ein extrasolarer Gasplanet statt $1''^3$ eine Amplitude von rund $0''^03$ verursacht, beinhaltet ihr Beispiel die Grundlage für die heutige Entdeckung von Exoplaneten mit der Transitmethode.

Ab 1855 kam zu der Photometrie als wichtiges Werkzeug die Astrometrie hinzu. Mit der genauen Vermessung von Sternpositionen bzw. Eigenbewegungen haben Astronomen regelmäßig Anomalien festgestellt, die durch anwesende Planeten erklärt wurden: 70 Oph (1855, 1899, 1943), 61 Cyg (1893, 1943), Proxima Centauri (1938), Lalande 21185 (1960), Barnards Stern (1963), wobei sich diese Hinweise allerdings alle als fehlerhaft erwiesen. Als drittes potentiell Beobachtungsverfahren schlug 1952 der Astronom Otto Struve eine spektroskopische Suchmethode vor: Denn so, wie sich ein Stern durch den optischen Doppler-Effekt über eine minimale periodische Rot- und Blauverschiebung von Spektrallinien als spektroskopischer Doppelstern herausstellen kann, sollten sich auf die gleiche Weise mit entsprechend empfindlicher Technik Exoplaneten entdecken lassen [3]. Da sie natürlich um viele Größenklassen masseärmer als Sterne sind, verursachen umkreisende Planeten ein noch viel kleineres Doppler-Signal in den Sternspektren.

51 Peg b und die ersten Exoplaneten

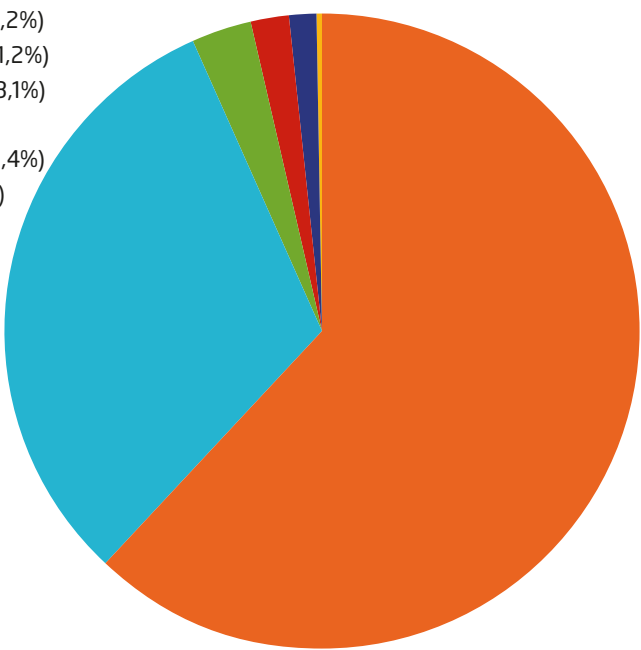
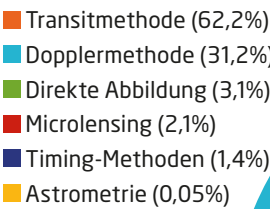
Aufgrund seiner Schwerkraft zieht zum Beispiel Jupiter, der massereichste Planet des Sonnensystems, derart an der Sonne, dass sich diese mit 13m/s (47km/h) um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegt. Die periodische Änderung der Radialgeschwindigkeit bewirkt nach dem Doppler-Effekt die Verschiebung von Spektrallinien (Abb. 3), und mit dem von den kanadischen Astronomen

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

Bruce Campbell und Gordon Walker entwickelten Spektrografen war man erstmals in der Lage, Geschwindigkeitsänderungen dieser Größenordnung zu messen. Ihre Suche begann 1980 und unter den im Juni 1987 vorgestellten Ergebnissen befand sich sogar ein erster Exoplaneten-Kandidat, der den Stern γ Cephei umkreisen sollte. Anschließend wurde es um das Team allerdings stiller und stiller, angesichts des unpopulären und erfolglosen Arbeitsgebietes kehrte Bruce Campbell der Astronomie sogar komplett den Rücken und wurde Steuerberater. Sein Kandidat γ Cep b konnte im Jahr 2003 tatsächlich als Planet bestätigt werden.

Ebenfalls mit der spektroskopischen Doppler-Methode begannen im April 1994 zwei Astronomen aus der Schweiz, Michel Mayor und sein Doktorand Didier Queloz, ihr Suchprogramm nach substellaren Sternbegleitern. Ab September beobachtete der 28-jährige Queloz den 5^m 5 hellen Stern 51 Pegasi und bemerkte nach wenigen Monaten eine starke Variation der Radialgeschwindigkeit: Nach seinen Daten bewegte sich der Stern mit 60m/s auf uns zu und gut zwei Tage später mit 60m/s von uns weg. Die wahrscheinlichste Erklärung für die beobachtete periodische Schwerpunktbeziehung war für sie ein Planet mit mindestens 0,5 Jupitermassen in einem Abstand von lediglich 0,05AE (1 Astronomische Einheit = mittlerer Sonne-Erde-Abstand) zum Stern, selbst wenn nach der Lehrmeinung so ein Objekt völlig undenkbar war. Mit ihrer Entdeckung gingen sie am 6. Oktober 1995 auf einer Tagung in Florenz an die Öffentlichkeit.

Jedoch stand wie zuvor γ Cep b auch 51 Peg b nicht von Anfang an zweifelsfrei fest, dennoch war die Sensation perfekt, als unabhängige Messungen das Resultat bestätigten. Seitdem handelt es sich offiziell um den ersten international anerkannten Nachweis eines extrasolaren Planeten um einen sonnenähnlichen Stern [4]. Der allererste Planet außerhalb unseres Sonnensystems wurde allerdings mit einer anderen Technik entdeckt. Bei Beobachtungen des Pulsars PSR B1257+12 (rund 1,5° nördlich von ϵ Virginis), die vor genau 25 Jahren die Astronomen Aleksander Wolszczan und Dale Frail mit dem 305m großen Arecibo-Radioteleskop durchführten, fanden sich winzige zeitliche Abweichungen in den ansonsten ultrapräzise nach sechs Millisekunden ankommenden Radiopulsen. Wie sie in der im November 1991 an das Wissenschaftsmagazin »Nature« eingereichten Arbeit schrieben, schlossen sie aus ihrer



▲ Abb. 4: Durch den Kepler-Satelliten hat sich die Transitmethode zur erfolgreichsten Beobachtungstechnik entwickelt. Von den 1975 bestätigten Exoplaneten (Stand: 28.10.2015) sind insgesamt 1228 mit diesem Verfahren entdeckt worden, 981 davon gehen auf das Konto von Kepler.

Datenanalyse, dass der Millisekundenpulsar »ein Planetensystem aus mindestens zwei planetengroßen Körpern« besitzt.

Von Kepler bis PLATO

Nach 51 Peg b im Jahr 1995 blieb etwa 15 Jahre lang die Doppler-Technik die erfolgreichste Methode zur Entdeckung von extrasolaren Planeten. Dies hat sich vor allem durch den NASA-Satelliten Kepler, der über winzige Helligkeitsänderungen von Sternen auf Exoplaneten-Suche geht, geändert. Denn nachdem 1999 der erste Exoplanet mit der Transitmethode (HD 209458 b) nachgewiesen wurde, folgten automatische Suchprogramme mit robotischen Teleskopsystemen (WASP, HAT, OGLE, TrES, KELT, XO, MEarth) und schließlich startete im Dezember 2006 mit COROT das erste Weltraumteleskop für die satellitengestützte Suche nach Planetentransits.

Die im März 2009 gestartete 600-Millionen-Dollar-Mission Kepler entwickelte sich zu einem wahren Planetenjäger, denn heute gehen die Hälfte der 2000 bestätigten Exoplaneten auf sein Konto und es gibt aktuell noch 4700 weitere Kandidaten. Die leistungsstarke Kamera des Weltraumteleskops macht alle 6 ½ Sekunden eine Aufnahme mit 170.000 Sternen in einem rund 12° × 12° großen Feld in der Schwan-Leier-Region. Die photometrische Auswertung erlaubt winzige Helligkeitsschwankungen im Bereich von 0^m001 und weniger fest-

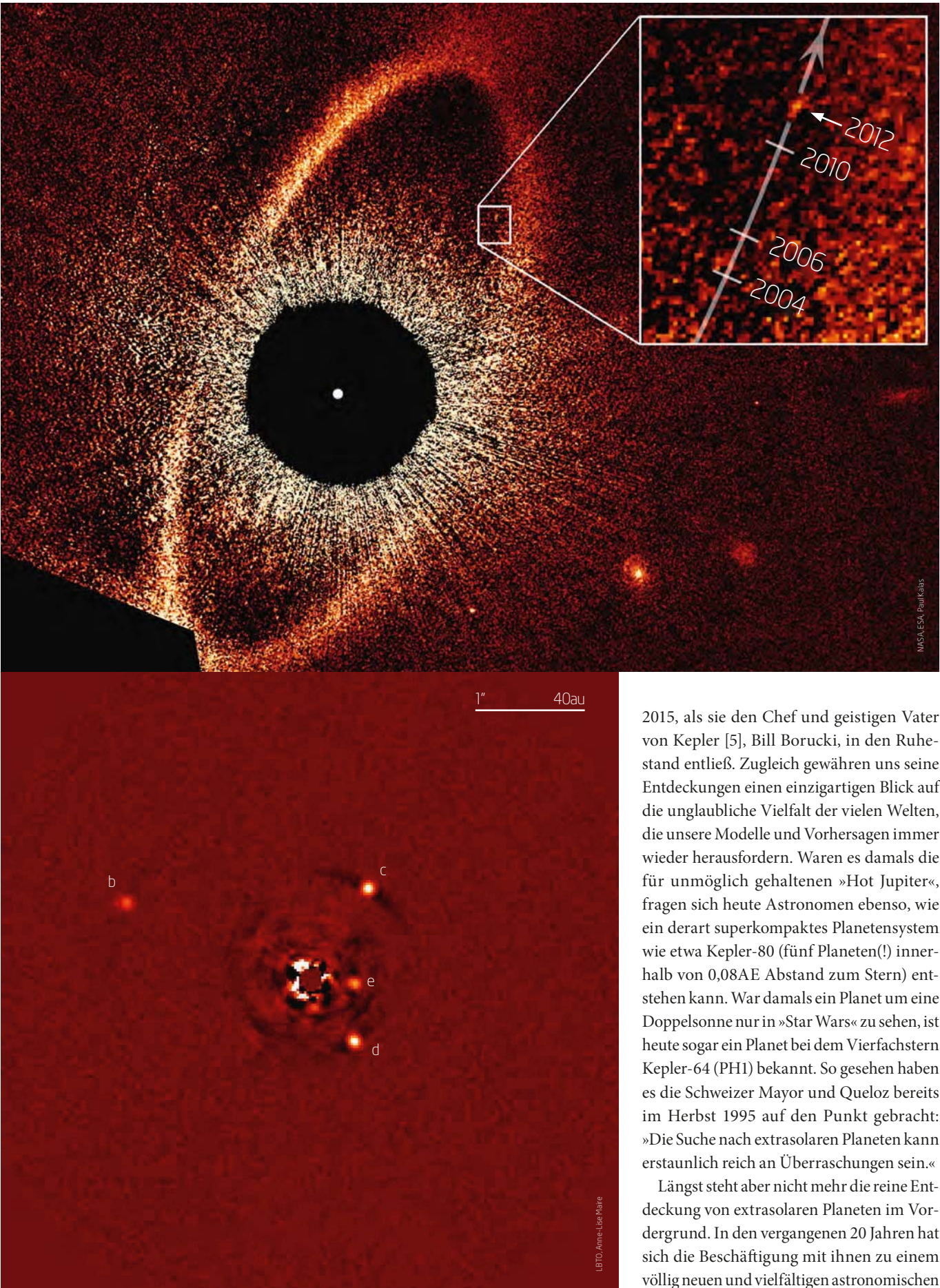
zustellen, so dass es mit Keplers Transitmethode erstmals möglich wurde, sogar Exoplaneten von Erdgröße zu entdecken. Angesichts der enormen Datenmengen kann außerdem heute jeder Interessierte bei den sog. »Planet Hunters« mitmachen und als Hobbyforscher selbst nach Planeten-Signalen in den Kepler-Lichtkurven suchen.

So erfolgreich dieses Weltraumteleskop bisher war – und nach der Wiederinbetriebnahme 2014 unter der Projektbezeichnung K2 immer noch ist –, stehen schon die nächsten Photometrie-Satelliten bereit. TESS, die nächste Exoplaneten-Mission der NASA, soll im August 2017 abheben und nach großen Gesteinsplaneten – sog. Super-Erden – suchen. Im selben Jahr will die ESA die CHEOPS-Mission starten, der anschließend 2024 PLATO folgen soll.

Die Charakterisierung vieler Welten

Schon jetzt hat Keplers erfolgreiche Mission unser Verständnis über die Einmaligkeit des Sonnensystems völlig verändert. Fragte sich bereits der Naturphilosoph Anaximander um 550 v. Chr., ob nicht auch Planeten um andere Sterne kreisen können, steht heute zweifelsfrei fest, dass es im Universum mehr als nur acht Planeten gibt. »Man wird sich daran erinnern, wie sich ein neues Kapitel in der Geschichte der Wissenschaft und der menschlichen Vorstellungskraft öffnete«, verkündete die NASA im Sommer

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



▲ Abb. 5: Die beiden Aufnahmen zeigen zwei direkt abgebildete exoplanetare Planetensysteme. Seit längerem ist bei Fomalhaut b (oben) sogar die Bahnbewegung sichtbar, die genaue Natur des Objekts ist allerdings immer noch nicht ganz klar. Auf der Aufnahme von HR 8799 (unten) sind sogar alle vier ihn umkreisenden Gasplaneten erkennbar.

2015, als sie den Chef und geistigen Vater von Kepler [5], Bill Borucki, in den Ruhestand entließ. Zugleich gewähren uns seine Entdeckungen einen einzigartigen Blick auf die unglaubliche Vielfalt der vielen Welten, die unsere Modelle und Vorhersagen immer wieder herausfordern. Waren es damals die für unmöglich gehaltenen »Hot Jupiter«, fragen sich heute Astronomen ebenso, wie ein derart superkompaktes Planetensystem wie etwa Kepler-80 (fünf Planeten!) innerhalb von 0,08AE Abstand zum Stern entstehen kann. War damals ein Planet um eine Doppelsonne nur in »Star Wars« zu sehen, ist heute sogar ein Planet bei dem Vierfachstern Kepler-64 (PH1) bekannt. So gesehen haben es die Schweizer Mayor und Queloz bereits im Herbst 1995 auf den Punkt gebracht: »Die Suche nach extrasolaren Planeten kann erstaunlich reich an Überraschungen sein.«

Längst steht aber nicht mehr die reine Entdeckung von extrasolaren Planeten im Vordergrund. In den vergangenen 20 Jahren hat sich die Beschäftigung mit ihnen zu einem völlig neuen und vielfältigen astronomischen Arbeitsgebiet entwickelt. Mit Beobachtungen und Modellen eröffnet sich heute die Charakterisierung vieler Welten. Mittlerweile werden Temperaturkarten erstellt, ver-

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

dampfende Gashüllen beobachtet und Windgeschwindigkeiten gemessen, Rückschlüsse auf Helligkeit und Farbe ihrer Atmosphären gezogen (Abb. 6), die Chemie von extrasolaren Gasplaneten und Super-Erden bestimmt bzw. ihre Gashüllen und ihr innerer Aufbau werden simuliert, außerdem werden geologische Vorgänge sowie dynamische Prozesse der Planetenentstehung untersucht usw. Natürlich wird bereits auch nach Exomonden und -ringen gesucht.

Kepler-452 b und Erde 2.0

Wie häufig Planeten um andere Sterne sind, war schon für Otto Struve 1952 »eine der brennendsten Fragen der Astronomie«, und auch das lässt sich heute anhand der umfangreichen Kepler-Daten abschätzen. So geht man mittlerweile davon aus, dass durchschnittlich jeder Stern mindestens einen Planeten beheimatet. Planeten sind nicht also die Ausnahme, sondern die Regel. Darüber hinaus sollen sich allein in unserer Milchstraße ungefähr 1 bis 10 Milliarden Planeten (je nach Quelle noch mehr) von Erdgröße in der habitablen Zone befinden. Bis jetzt wurde allerdings kein echter Zwilling der Erde, eine »Erde 2.0«, entdeckt. Als bisher habitabelste Welt bzw. als »älteren Cousin der Erde« stellte die NASA im Juli 2015 den Exoplaneten Kepler-452 b [6] vor. Ob dieser jedoch potentiell bewohnbar ist, ist eine andere Frage. Auch wenn im Medienrummel oft das Stichwort »erdähnlicher Exoplanet« verwendet wird, bedeutet das längst noch nicht die Anwesenheit von Ozeanen, Pflanzen und einer lebensfreundlichen Atmosphäre, denn bis heute konnte noch kein extrasolarer Gesteinsplanet detailliert spektroskopisch untersucht werden.

Die große Suche nach den sog. Biomarkern beginnt erst noch, wobei allerdings der Fund eines einzelnen Elements nicht aussagekräftig genug ist. Wie eine neuere Studie [7] zeigt, kann nur mit einem gleichzeitigen Nachweis von Wasser, Sauerstoff bzw. Ozon und Methan und dem richtigen Verhältnis dieser Elemente zueinander auf eine lebensfreundliche Welt geschlossen werden. Und mit neuen Teleskopen, noch leistungsfähigeren Kameras und Spektrografen sowie immer trickreicheren Beobachtungstechniken wird das nur eine Frage der Zeit sein. Denn wie formulierte es kürzlich die stellvertretende NASA-Chefin Dava Newman: »Eine Sache, die sich in den letzten 20 Jahren nicht geändert hat, ist die menschliche Neugier.«

► Nico Schmidt

▼ Abb. 6: Zwei unabhängige Beobachtungsmethoden haben gezeigt, dass der bekannte Transitplanet HD 189733 b dem bloßen Auge als eine dunkelblaue Welt erscheinen würde. Seine rund 1000 Kelvin heiße Atmosphäre verdampft langsam. Außerdem zeigt eine globale Temperaturkarte, dass es in Richtung seiner Heimatsonne einen besonders heißen Fleck gibt.



[1] Flammarion, C.: Die Mehrheit bewohnter Welten, Woldemar Türk, Dresden (1864)

[2] Hoskin, M.: Goodricke, Pigott and the Quest for Variable Stars, Journal for the History of Astronomy 10, 23 (1979)

[3] Struve, O.: Proposal for a project of high-precision stellar radial velocity work, The Observatory 72, 199 (1952)

[4] Mayor, M., Queloz, D.: A Jupiter-mass companion to a solar-type star, Nature 378, 355 (1995)

[5] Borucki, W.: The photometric method of detecting other planetary systems, Icarus 58, 121 (1984)

[6] Jenkins, J.: Discovery and Validation of Kepler-452b: A 1.6-Re Super Earth Exoplanet in the Habitable Zone of a G2 Star, The Astronomical Journal 150, 2-56 (2015)

[7] Domagal-Goldman, S. et al.: Abiotic Ozone and Oxygen in Atmospheres Similar to Prebiotic Earth, Astrophys. J. 792, 90 (2014)

Was war vor dem Urknall?

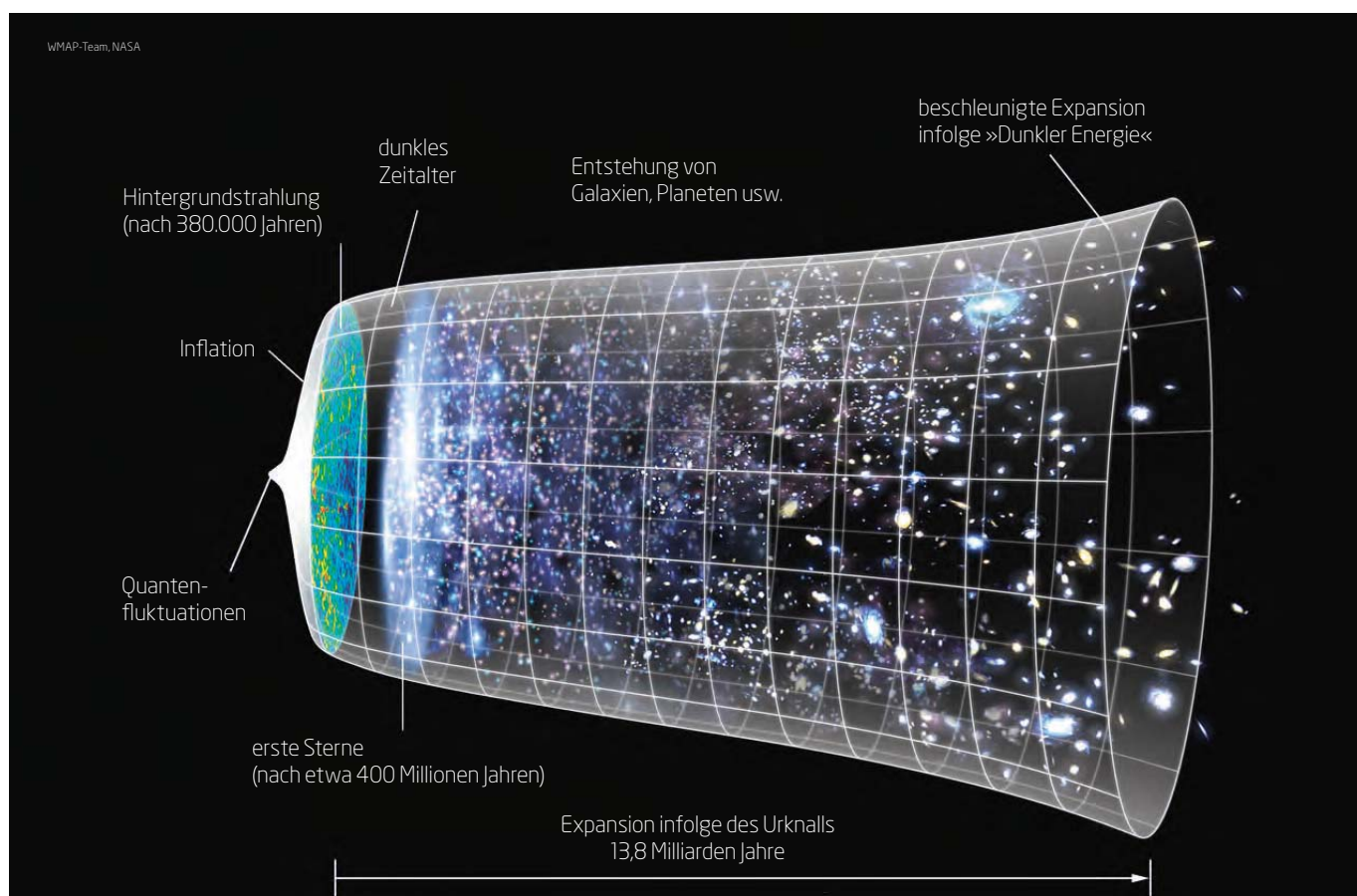
Unser Kosmos war nicht schon immer da, sondern entstand vor 13,8 Milliarden Jahren im Urknall. Die Abbildung fasst Entstehung und Geschichte des Universums zusammen. Im Urknall wurden Raum, Zeit, Materie und Energie geboren – die »Glockenspitze« ganz links. Seither expandiert der Raum, daher vergrößert sich die Glocke von links nach rechts. Zunächst war die Expansion enorm heftig und blies ein mikroskopisches Quanten-Universum rasend schnell auf ein makroskopisches Universum auf. Diese kosmische Inflation ist ein sehr elegantes, bislang unbestätigtes Modell zur Erklärung eines großen, gleichförmigen Universums. Das hypothetische Feld, das die Inflation hervorrief, zerfiel und erst dann kam die Materie in die Welt: normale Materie aus Elementarteilchen wie Quarks und Leptonen als fundamentale Bausteine, aber auch dunkle Materie. Der Kosmos war anfangs dicht und heiß genug, dass er wie ein Fusionskraftwerk funktionierte. So wurden die ersten chemischen Elemente Wasserstoff und Helium erzeugt. Durch die weitere Ausdehnung nahm die mittlere Temperatur ab, so

dass die Atomkerne die Elektronen einfingen. Die ersten neutralen Atome entstanden etwa 380.000 Jahre nach dem Urknall. Das markierte auch den Startpunkt für die erste elektromagnetische Strahlung, die von nun an nicht mehr an freien Elektronen gestreut wurde, sondern sich frei ausbreiten konnte. Diese kosmische Hintergrundstrahlung ist das älteste Signal, das die Menschheit messen kann. Sie ist von der Erde aus in allen Richtungen als Mikrowellenhintergrundstrahlung nachweisbar und wurde 1964 zufällig entdeckt.

Danach war das Universum erst einmal dunkel, bis das Wasserstoff-Helium-Gasgemisch infolge der Gravitation zu den ersten Sternen kollabierte. Die Sterne gruppierten sich zu Galaxien, die ihrerseits Gruppen und Haufen formten. Dabei spielte die dunkle Materie eine wichtige Rolle. Sie leuchtet nicht und macht sich nur durch ihre Gravitationswirkung bemerkbar. Unsere Milchstraße ist schon 13 Milliarden Jahre alt. Einer ihrer rund 200 Milliarden Sterne ist die Sonne. Das Sonnensystem und die Erde entstanden vor 4,5 Milliarden Jahren. Soweit das Standardmodell der Kosmologie.

Der große Crash in der Urknallsingularität

Das Interessante an der Urknalltheorie ist, dass sie keine Aussage darüber macht, warum der Urknall überhaupt stattfand. Es ist vielmehr eine Erklärung für alles, was *nach* dem Urknall geschah. Die beste physikalische Theorie für die Entwicklung des Universums ist übrigens Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie. Sie erklärt bestens viele astronomische Beobachtungen. Der belgische Priester George Lemaitre ist eigentlich der Erfinder der Urknalltheorie, auch wenn er sie nicht so nannte. Als er um 1930 erstmals die kosmische Ausdehnung in der Zeit zurück rechnete, schloss er auf einen Anfang von allem in einem Punkt und nannte dies die »Geburt des Raums«. Später, im Jahr 1949, erfand der englische Kosmologe Sir Fred Hoyle in einem Radiointerview den Namen, der heute in aller Munde ist: Big Bang, zu Deutsch Urknall. Heute nennt man den Anfang die Urknallsingularität, weil Einsteins Theorie im Urknall ihren eigenen Zu-



▲ Abb. 1: Entstehung und Entwicklung des Universums.



⇌ 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

sammenbruch vorhersagt. Alles befand sich in einem Punkt ohne Ausdehnung. Dichte, Raumkrümmung und Temperatur waren in diesem Moment unendlich.

Und was war davor?

Mit Einsteins Theorie allein haben wir somit keinen Zugang, um zu sagen, was vor dem Urknall geschah. Aber man kann zusätzliche Annahmen machen. Schon in den 1980er-Jahren versuchten die Kosmologen James Hartle und Stephen Hawking Quantenfelder ins Spiel zu bringen und fanden in ihrer Theorie die Möglichkeit für ein Vorläuferuniversum mit umgekehrter Zeit. In den letzten Jahren griffen sie die Arbeiten auf. Das Hartle-Hawking-Universum sollte Spuren im Muster der kosmischen Hintergrundstrahlung hinterlassen, aber bislang gibt es dafür keine Anzeichen.

Die Stringtheorie geht über Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie hinaus. Es ist eine Theorie für alle vier Fundamentalkräfte der Natur. Das sind elektromagnetische, starke und elektroschwache Kraft sowie

Gravitation, aber sie erfordert mehr als die drei uns bekannten Raumdimensionen. Im Jahr 2001 stellten die Theoretiker Paul Steinhardt und Neil Turok ein recht abenteuerliches und hypothetisches Modell vor, dessen Reiz darin besteht, dass es einen Grund für den Urknall liefert. Danach gäbe es ein Paralleluniversum, das von dem unsrigen über eine neue Extraraumdimension getrennt sei. Durch ein neues Quantenfeld namens Radion können unser Universum und das Paralleluniversum gegeneinander schwingen und sich sogar durchdringen. In der Welten-Kollision eignete sich in beiden Universen ein Urknall. Der Knackpunkt bei diesem Modell: Es gibt experimentell weder Hinweise auf den Extraraum noch auf das neue Radionfeld.

Schließlich wurde eine weitere Theorie ausgearbeitet, die über Einsteins Gravitation hinausgeht. Dabei wird das Raum-Zeit-Kontinuum in winzige, aber endliche Stücke zerhackt. Diese Theorie heißt Schleifenquantengravitation und macht die interessante Vorhersage, dass der Kosmos nicht in einer Urknallsingularität mit unend-

licher Dichte, Raumkrümmung und Temperatur begann, sondern all diese Größen zwar extrem hoch, aber endlich waren. Das verhindert die Urknallsingularität, weil die körnige Raumzeit sozusagen einen Rückprall verursacht. Vorhersagen der Schleifenquantengravitation wurden auch getestet, aber bislang nicht bestätigt.

Was heißt das nun für den Anfang von allem?

Interessanterweise gibt es also tatsächlich einige Ideen für eine Welt vor dem Urknall. Sie gehen alle über die bewährte Einsteinsche Allgemeine Relativitätstheorie hinaus. Bislang bestätigen die Beobachtungen nicht die neuen, zum Teil revolutionären Theorien. Aber mit den neuen Daten des Planck-Satelliten der ESA, die die kosmische Hintergrundstrahlung in bislang nie gemessener Schärfe darstellen, kommen die Kosmologen immer näher an den Ursprung der Welt heran. Und wer weiß, vielleicht finden sie bald Spuren von einer Welt vor dem Urknall.

► Andreas Müller

➤ SURFTIPPS



- Online-Lexikon der Astrophysik

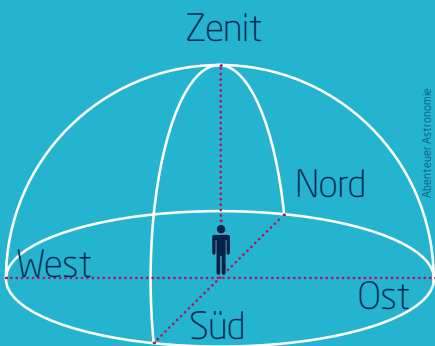
🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/mu01

Astro-ABC: Was ist der Zenit

Ein ABC, das mit Z beginnt? Das ist ja die Höhe! Genau! In diesem Fall sogar die höchstmögliche Höhe. Zenit ist einfach der Punkt, der senkrecht über einem liegt, sozusagen der Gipfel des Himmelsgewölbes. Für jeden Betrachter, an jedem Standort der Welt gibt es einen solchen höchsten Punkt: »Wo ich bin und da genau drüber«. Für Mathefans ist es der Punkt am Himmel, der in alle Richtungen 90° vom (hindernisfreien) Horizont entfernt ist, für praktische Sterngucker ist es die Stelle, die mir beim Beobachten die größte Nackenstarre verursacht.

Welche Sterne sehe ich im Zenit? Das kommt auf meinen Ort auf der Erde und natürlich die Zeit an, wann ich gucke. Wie unser Erdglobus,

so kennt auch der Himmel Breitengrade. Der Himmelsnordpol hat 90° nördliche Breite.



▲ Abb. 1 : Der Zenit liegt stets senkrecht über dem Beobachter.

Stünde ich am Nordpol, so wäre für mich der Himmelsnordpol im Zenit, also ungefähr der Polarstern. Stehe ich am Äquator (0° Breite), so ziehen im Laufe einer Erddrehung alle Sterne einmal durch den Zenit, die 0° Breite am Himmelsglobus haben. Für jemanden, der auf 50° Nord beobachtet, kommen alle Sterne in Zenitnähe, die nahe 50° Himmelsbreite liegen. Dazu gehören Mirfak (α Per) oder ε Uma, der letzte Stern der Wagendeichsel. Um Verrenkungen zu vermeiden, benutzen Sternfreunde bei einigen Teleskoparten Zenitspiegel, um hoch am Himmel stehende Objekte bequemer zu beobachten.

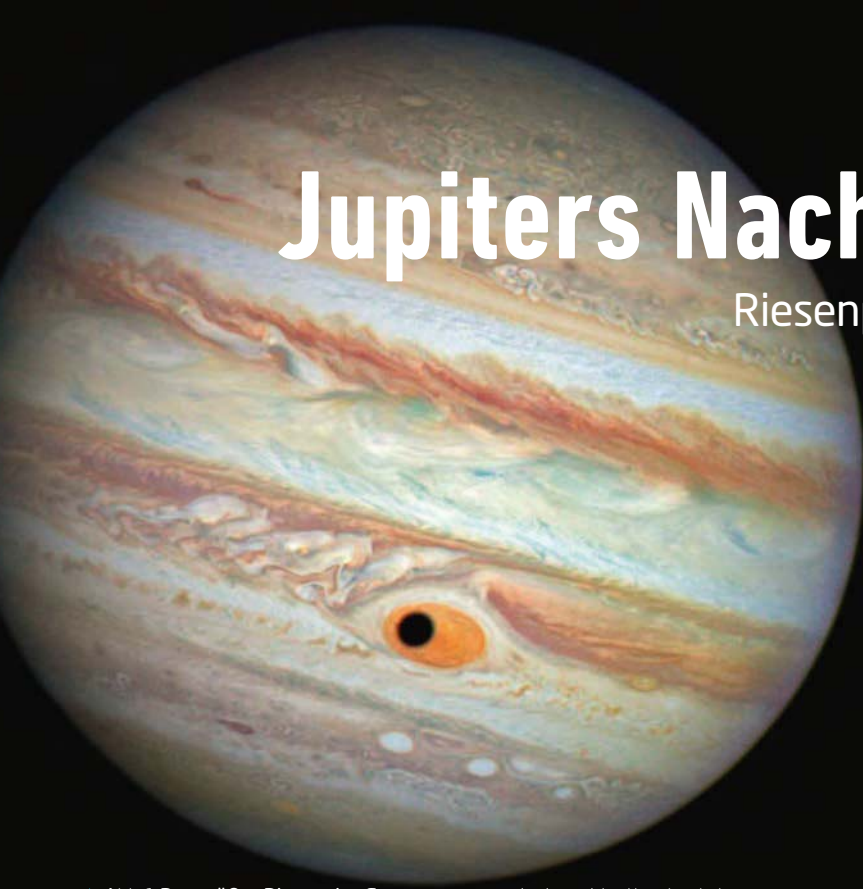
► Paul Hombach



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

Jupiters Nacht der Nächte

Riesenplanet in Opposition am 8. März



▲ Abb. 1 Der größte Planet des Sonnensystems ist jetzt ideal beobachtbar - inklusive dem Großen Roten Fleck und den Schatten der Jupitermonde. Aufnahme des Hubble-Weltraumteleskops vom 21.4.2014.

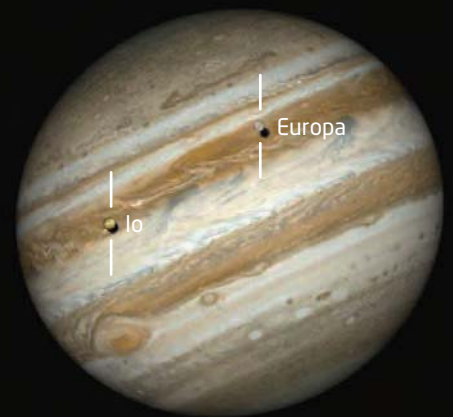
Am 8. März steht der größte Planet des Sonnensystems von der Erde aus gesehen genau gegenüber der Sonne am Nachthimmel und ist damit die ganze Nacht zu beobachten. Um den Planeten herum stehen die vier von Galileo Galilei entdeckten Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto (von innen). Da wir von der Seite auf ihre Bahnebene blicken, erscheinen sie wie auf einer Perlschnur aufgereiht.

In der Oppositionsnacht vom 7. auf den 8. März kommt es zu einem extrem seltenen Ereignis: Es stehen nicht nur zwei Monde gleichzeitig mit ihren Schatten vor dem Planeten,

die Monde bedecken ihre eigenen Schatten sogar noch. Dies ist nur zum Oppositionszeitpunkt möglich, da nur dann die Blickrichtungen von Erde und Sonne übereinstimmen und die Monde vor ihrem eigenen Schattenkegel stehen. Dass dies nicht exakt der Fall ist, liegt an der geringen Neigung der Jupitermondbahnebene gegenüber der Erdbahnebene (Ekliptik).

Um 0:09 MEZ macht der Schatten von Europa den Anfang, der Mond folgt um 0:12 MEZ. Um 1:28 MEZ bzw. 1:29 MEZ kommt Io mit Schatten hinzu. Zwischen 1:30 MEZ und 3:00 MEZ stehen dann beide Sichel-schatten vor

▼ Abb. 2: Das spektakuläre doppelte Sichel-schatten-Ereignis am 8. März.



8.3.2016 2:00 MEZ

dem Planeten. Um 2:57 MEZ verlässt Europa mit seinem Schatten die Bühne, Io und Sichel-schatten sind noch bis 3:43 MEZ zu sehen. Um 5:19 MEZ steht noch der Große Rote Fleck in der Mitte der Jupiterscheibe.

► Ronald Stoyan

Datum mit Seltenheitswert

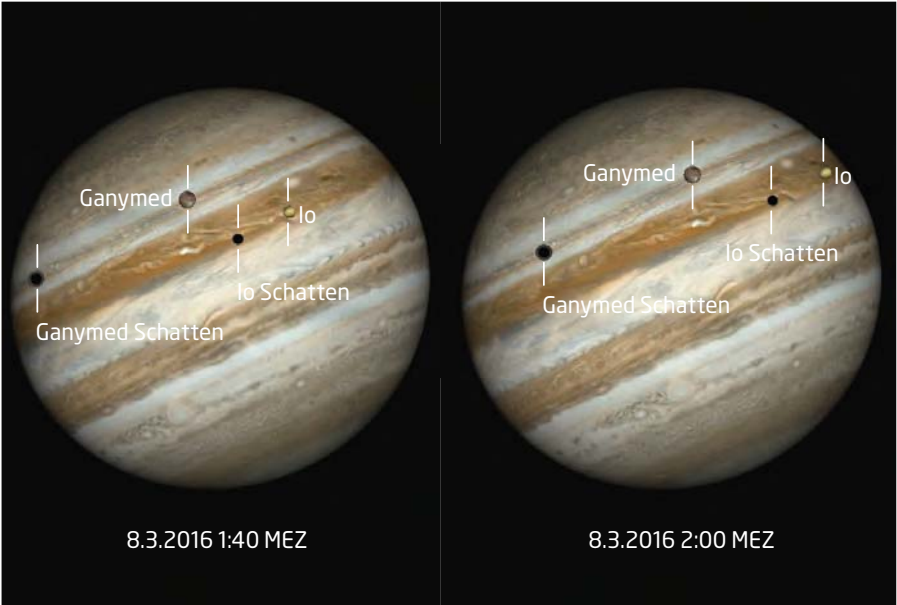
Schalttag am 29. Februar

»Alle Schaltjahre einmal« ist ein Synonym für »selten«. Die meisten Menschen wissen, dass alle vier Jahre ein 29. Februar als Schalttag eingefügt wird. Nach welchen Regeln das geschieht, ist weniger bekannt.

Kalendermacher stehen vor der Herausforderung, zwei Grundbewegungen der Erde in einem Zeitsystem zu vereinen: die Tageslänge, ein Resultat der Erddrehung um die eigene Achse, und die Jahreslänge, vorgegeben durch den Umlauf der Erde um die Sonne. Aus diesen Bewegungen ist offensicht-

lich, dass mindestens 365 Tage in ein Jahr passen. Bald wird aus dem Sonnenstand aber klar, dass diese Zahl zu kurz greift. Eine gute Näherung ergibt sich, wenn man die Jahreslänge zu 365,25 Tagen annimmt. Dann reicht es, jedes vierte Jahr 366 Tage zählen zu lassen. Dieses wurde bereits im alten Ägypten praktiziert. Julius Caesar hat die Idee von dort importiert und im Jahre 45 v. Chr. im Römischen Reich eingeführt. Allerdings ist das Jahr dieses Julianischen Kalenders im Schnitt um gut 11 Minuten zu lang. Ein kleiner Fehler

mit Langzeitwirkung: Hat man einmal die Frühlings-Tagundnachtgleiche auf den 21. März gelegt, so wird man nach Jahrhunderten feststellen, dass dieses Himmelsereignis scheinbar im Jahr rückwärts gewandert ist. Bis zum Jahr der Kalenderreform hinkte der Julianische Kalender dem beobachtbaren Sonnenstand bereits um zehn Tage hinterher. Das Problem war immer drängender geworden, besonders weil die Terminierung des Osterfestes betroffen war. Erst unter Papst Gregor XIII. trat im Oktober 1582 der



▲ Abb. 3: Der doppelte Mondschattendurchgang auf Jupiter am 23./24. März.

Io versus Ganymed

Doppelter Mondschattendurchgang auf Jupiter am 24. März

Bereits in der Nacht vom 23. auf den 24. März steht ein weiteres besonderes Jupitermondereignis an, das in diesem Jahr allerdings mehrfach eintritt: ein doppelter Mondschattendurchgang vor Jupiter.

Dass einer der vier Galileischen Monde seinen Schatten auf den Planeten wirft, ist an sich gar nichts Besonderes. Nicht ganz so häufig ist aber, dass zwei Sonnenfinsternisse parallel stattfinden. Am 24. März ist das für ca. eine Stunde zwischen 0:47 MEZ und 1:59 MEZ der Fall: Der Reigen beginnt mit Ganymed, der um 23:20 MEZ vor Jupiter tritt, und nur zwei Minuten später folgt bereits Io auf die Jupiterscheibe. Die Schatten beider Monde treten in umgekehrter Reihenfolge

auf: zuerst gegen 23:44 MEZ der von Io, dann folgt um 0:47 MEZ Ganymeds Schatten. Interessant ist es, in den folgenden Minuten die unterschiedliche Geschwindigkeit der beiden Monde zu verfolgen: Als innerer Mond zieht Io deutlich schneller vor dem Planeten vorbei als Ganymed. Während beide nahezu gleichzeitig ihren Zug über den Planeten begonnen haben, hat Io am Ende immerhin einen Vorsprung von fast einer Stunde: Io verlässt Jupiter um 1:36 MEZ, Ganymed erst gegen 2:30 MEZ. Die Schatten folgen noch später: Der kleinere Io-Schatten verschwindet um 1:59 MEZ, der größere von Ganymed um 4:04 MEZ.

► Ronald Stoyan

► Abb. 4: Christopherus Clavius sorgte wesentlich für unsere Schaltjahr-Regelung.

wesentlich von Lilius und Clavius entwickelte Gregorianische Kalender in Kraft, mit dem jene zehn Tage gestrichen wurden. Seine Regeln sehen einen Schalttag alle vier Jahre vor, außer wenn das Jahr durch 100 teilbar ist. Die Ausnahme von der Ausnahme sind Jahre, die durch 400 teilbar sind, diese bleiben Schaltjahre. Daraus ergibt sich eine Jahreslänge von 365,2425 Tagen – immer noch 27 Sekunden länger als der Naturwert.

► Paul Hombach



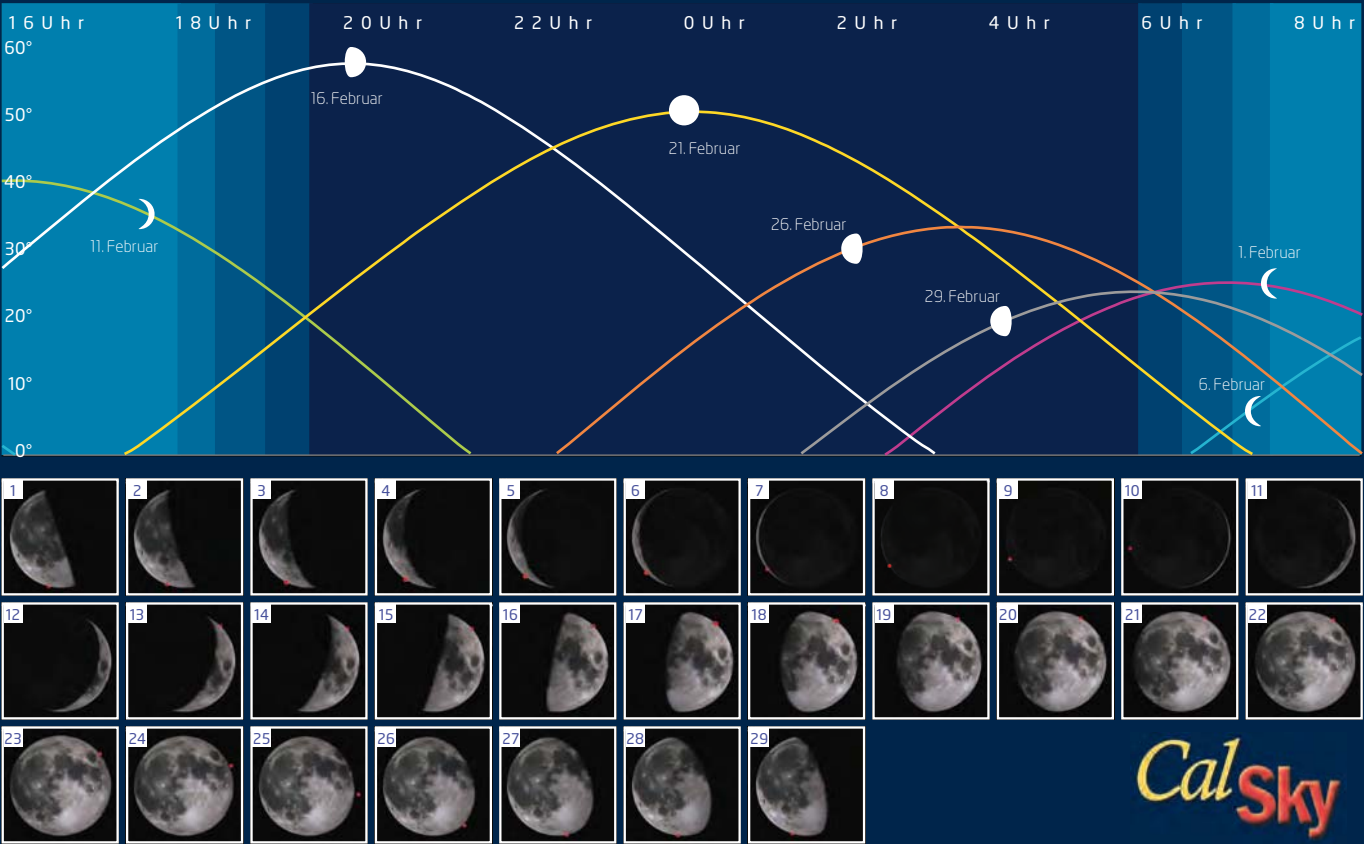
Astronomische Ereignisse im Februar/März 2016		
1.2.	4:28 MEZ	Mond Letztes Viertel
1.2.	7:18 MEZ	Mond 2,5° NW Mars (nahe α Lib)
5.2.	8:22 MEZ	Kleinplanet (40) Harmonia in Opposition (9 ^m 7, Cnc)
7.2.	2:24 MEZ	Merkur (−0 ^m 1) größte Elongation (25,6°) West
8.2.	15:39 MEZ	Neumond
12.2.	18:24 MEZ	Mond 2,5° O Uranus (und 3° W Vesta!)
13.2.	4:00 MEZ	Kleinplanet (52) Europa in Opposition (10 ^m 0, Leo)
13.2.	20:42 MEZ	Mond bedeckt ξ ₁ Cet (4 ^m 4), Eintritt, beobachtbar streifend am teilweise hellen Südrand, südliche Schweiz, Luzern
13.2.	21:22 MEZ	Mond bedeckt ξ ₁ Cet (4 ^m 4), Austritt am hellen Rand
15.2.	8:46 MEZ	Mond Erstes Viertel
15.2.	12:35 MEZ	Kleinplanet (5) Astraea in Opposition (8 ^m 7, Leo)
21.2.	18:47 MEZ	Mond bedeckt ξ Leo (5 ^m 0), Eintritt
21.2.	19:52 MEZ	Mond bedeckt ξ Leo (5 ^m 0), Austritt am hellen Rand
22.2.	19:20 MEZ	Vollmond
24.2.	3:36 MEZ	Mond 2,3° S Jupiter
28.2.	16:47 MEZ	Neptun Konjunktion
2.3.	0:11 MEZ	Mond Letztes Viertel
2.3.	6:40 MEZ	Mond 2,8° N Saturn
9.3.	2:54 MEZ	Neumond
15.3.	18:03 MEZ	Mond Erstes Viertel
16.3.	0:08 MEZ	Kleinplanet (10) Hygiea in Opposition (9 ^m 4, Leo)
16.3.	6:00 MEZ	Mars nur 0,2° N β ₁ Sco
16.3.	18:51 MEZ	Kleinplanet (6) Hebe in Opposition (9 ^m 8, Com)
20.3.	5:30 MEZ	Frühlings-Tagundnachtgleiche
22.3.	4:00 MEZ	Mond 2,8° SO Jupiter
23.3.	13:01 MEZ	Vollmond
23.3.	21:11 MEZ	Merkur obere Konjunktion
26.3.	04:24 MEZ	Mond bedeckt κ Vir (4 ^m 2), Eintritt am hellen Rand
26.3.	5:28 MEZ	Mond bedeckt κ Vir (4 ^m 2), Austritt
31.3.	17:17 MEZ	Mond Letztes Viertel

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

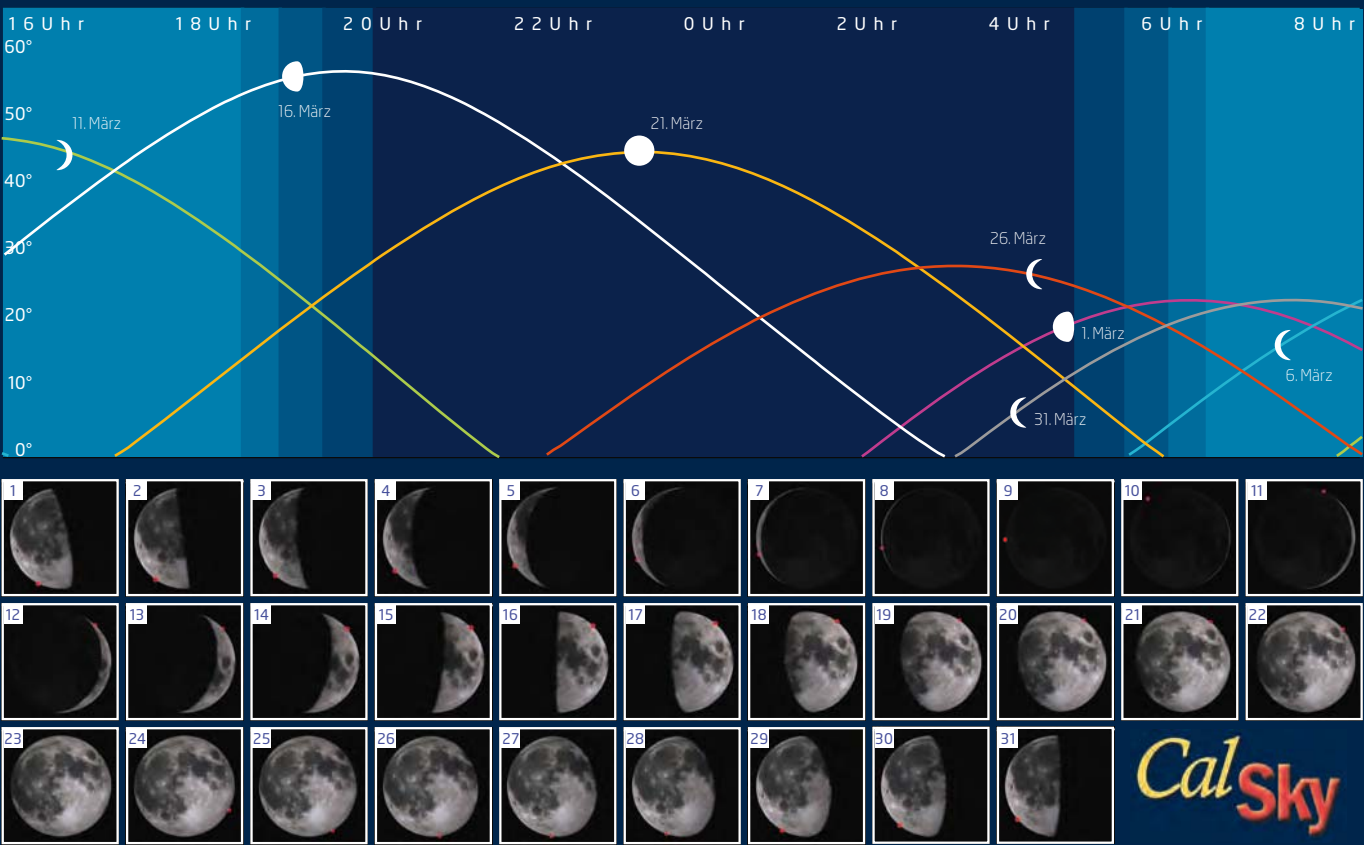
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Der Mond im Februar/März

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



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

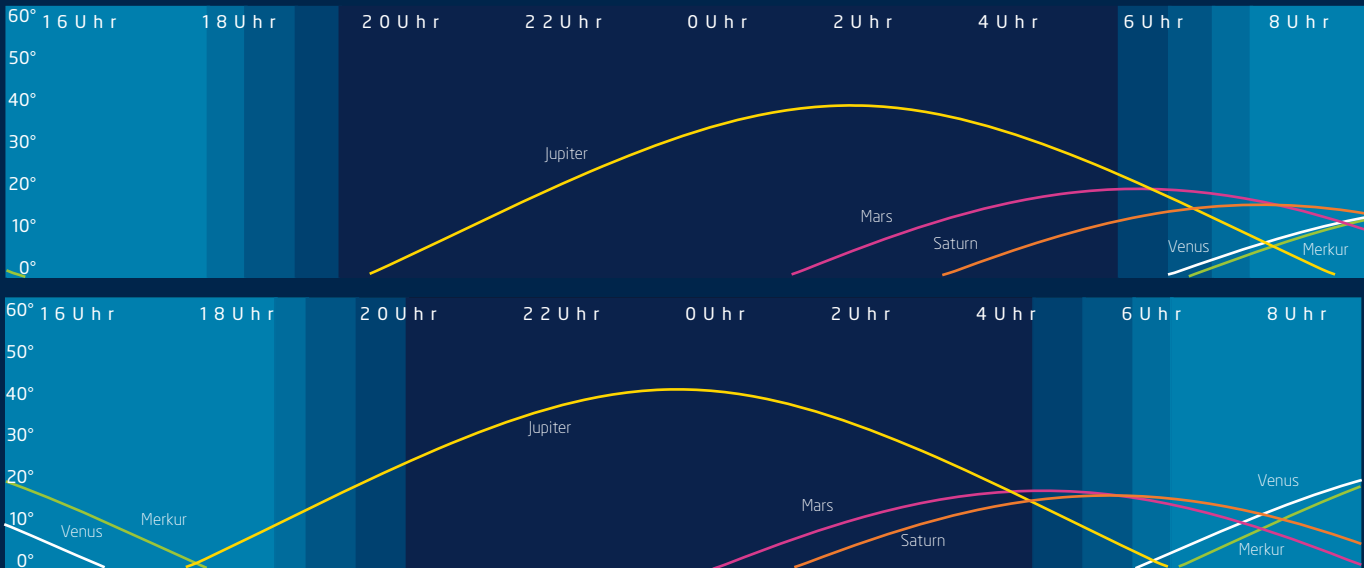


Die Daten und Ansichten auf dieser Doppelseite wurden erstellt mit CalSky für 50° Nord, 10° Ost. Diese Plattform erlaubt Ihnen die exakte Kalkulation für Ihren Beobachtungsort.

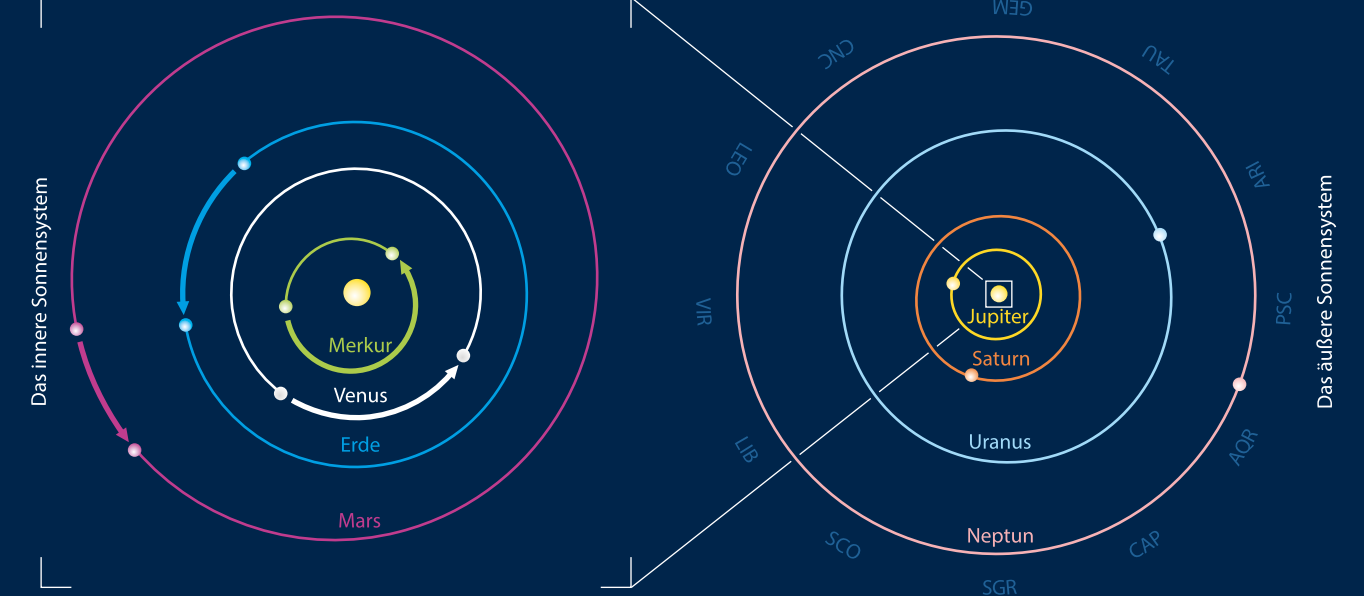
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Die Planeten im Februar/März

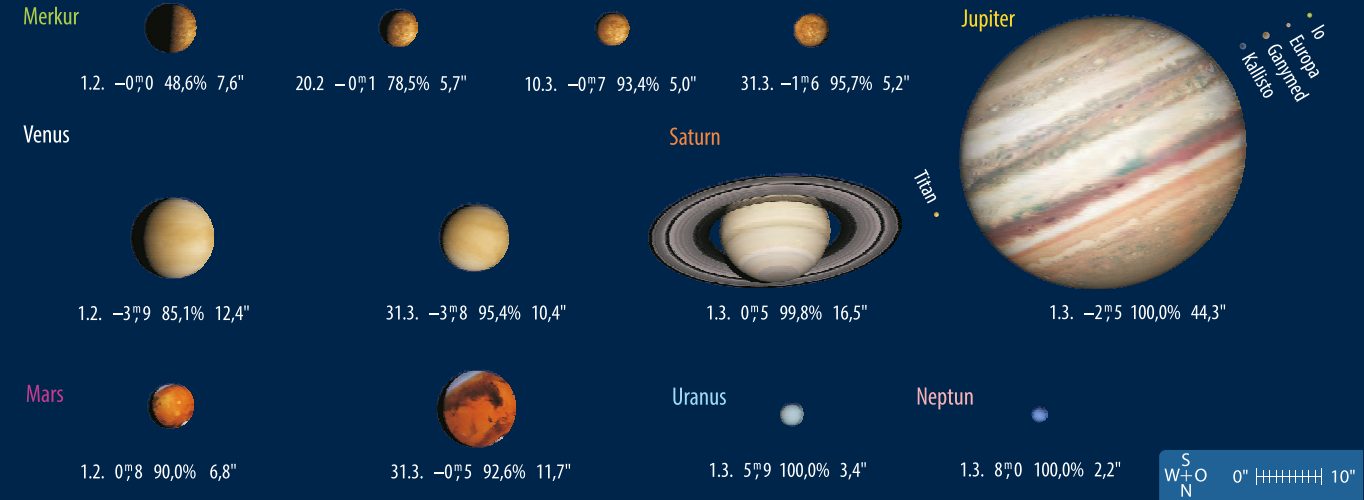
Planeten: Aufgang, Höhe und Untergang im Februar (oben) und März (unten) 2016



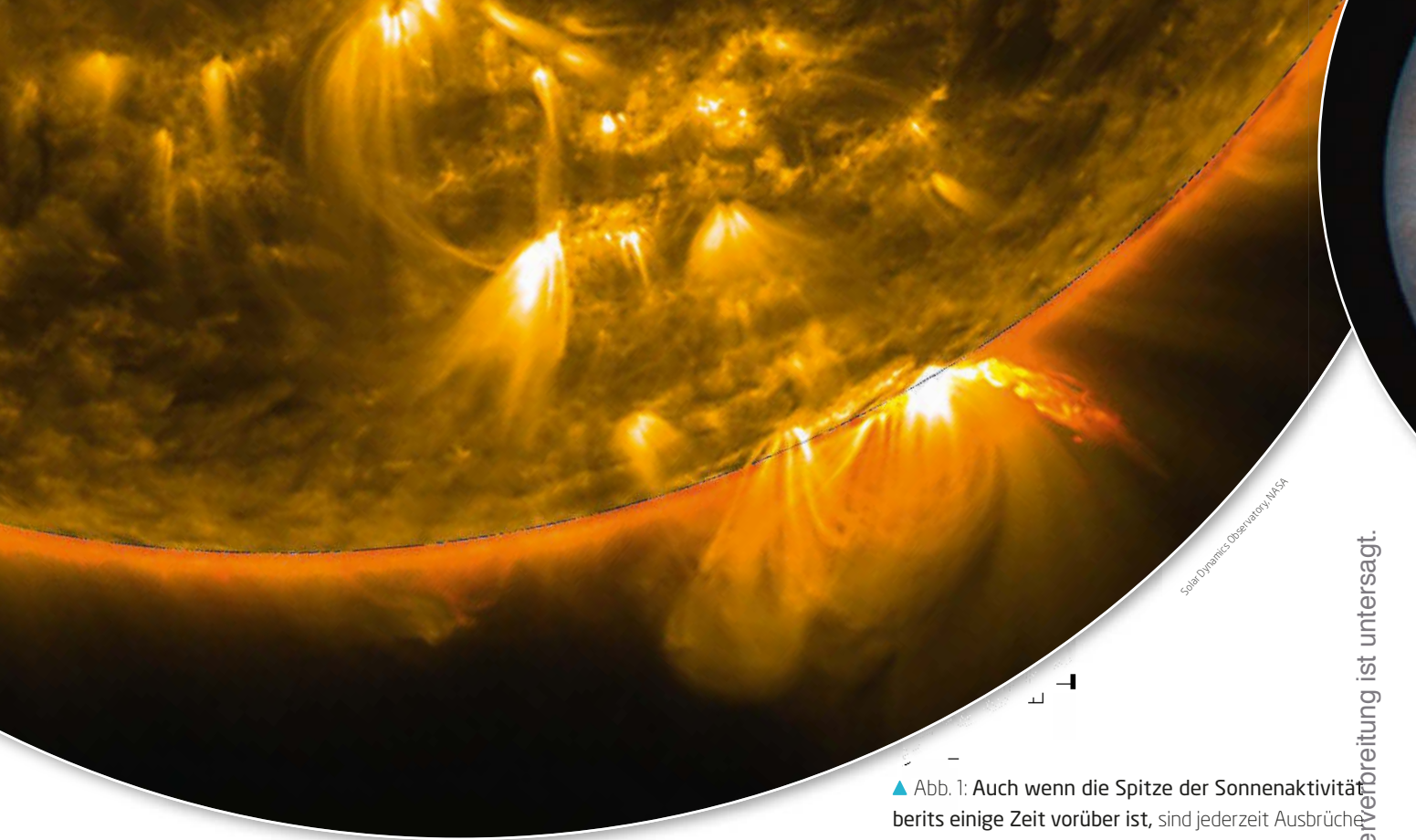
Planeten: Bahnen im Februar und März 2016



Planeten: Anblick im Fernrohr im Februar und März 2016



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



▲ Abb. 1: Auch wenn die Spitze der Sonnenaktivität bereits einige Zeit vorüber ist, sind jederzeit Ausbrüche auf der Sonne möglich, so wie hier am 22.9.2015. Aufnahme im extremen Ultraviolett mit dem Solar Dynamics Observatory der NASA.

Sonne aktuell: Ausbrüche jederzeit möglich

Große Sonnenfleckengruppen sind in der abklingenden Phase des aktuellen Sonnenfleckenzyklus recht selten geworden und nur noch maximal ein- bis zweimal pro Monat zu sehen. In der übrigen Zeit dominieren meist kleine Fleckengruppen die Sonnenaktivität. War die Anzahl der Aktivitätsgebiete im September noch ein wenig höher als im Monat zuvor, so brach sie im Oktober völlig ein und ging fast auf null zurück; ein fleckenfreier Tag wurde jedoch noch nicht erreicht. Erst in der letzten Dekade zog die Aktivität wieder fast auf das Niveau vom August an.

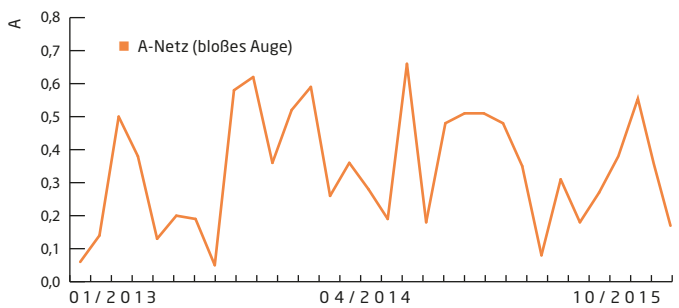
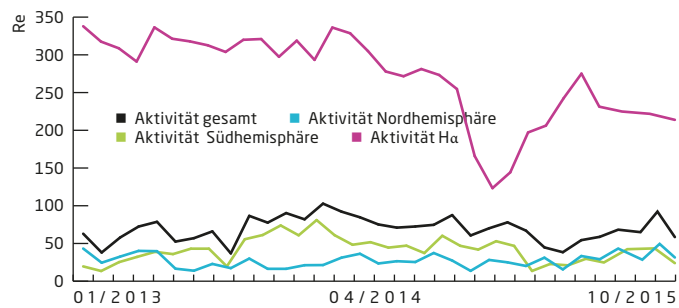
Der allgemeine Aktivitätsrückgang – nur in kurzen Phasen erhöhter Fleckentätigkeit waren mehr als fünf Gruppen gleichzeitig zu sehen – ist symptomatisch für die Zeit nach dem Fleckenmaximum, in der es jederzeit zu kleineren Ausbrüchen kommen kann, die aber die Höhe der Maximumszeit nicht mehr erreichen. Typisch für diese Zeit sind die immer länger werdenden Phasen mit nur wenigen kleinen Flecken. Das korrespondiert gut mit der abnehmenden Zahl neuer Gruppen, von denen im September 20 und im Oktober nur noch 16 beobachtet wurden.

Wer hingegen ein H α -Teleskop zur Verfügung hatte, konnte sich an etlichen (eruptiven) Protuberanzen am Sonnenrand erfreuen, die vor der Sonnenscheibe als dunkle Filamente zu sehen waren. Generell war

die Aktivität im H α -Licht höher als im Weißlicht und so konnten im genannten Zeitraum 20 bzw. acht M-Flares (die zweithöchste Flare-Klasse) registriert werden. Die höchste Klasse X wurde auch dieses Mal nicht erreicht. Allerdings wurden einige Koronale Löcher registriert – Gebiete in der Sonnenkorona mit verminderter Temperatur und Teilchendichte, die zu einem erhöhten Strahlungsfluss führen – die mit Amateurmitteln aber nicht zu sehen sind. Wohl aber wird deren Auswirkungen auf der Erde registriert: Sie sorgen für einen signifikanten Anstieg der solaren Strahlung und können zu Polarlichtern führen. Zwei davon gab es auch in unseren Breiten zu sehen: in der Nacht vom 8. auf den 9. September war ein schwaches visuell-fotografisches und in der Nacht vom 7. auf den 8. Oktober ein auffälliges rot-grünes Polarlicht zu sehen.

Die Vorhersagen zum weiteren Verlauf des gegenwärtigen 24. Fleckenzyklus gehen von einem Minimum in den Jahren um 2020 aus. Das von einigen Wissenschaftlern propagierte Triple-Maximum mit einem kräftigen Aktivitätsanstieg noch 2015 scheint sich dagegen nicht zu bestätigen.

► Manfred Holl



◀ Abb. 1: Jupiter am 14.11.2015 mit orange leuchtendem Großen Roten Fleck. Tiziano Olivetti

◀ Abb. 2: Mars am 14.11.2015 mit einigen hellen Wolken und der weißen Nordpolkappe (unten). Tiziano Olivetti

Planeten aktuell: König Jupiter, Prinz Mars

Jupiter steht am 8. März in Opposition zur Sonne, also ihr genau gegenüber am Nachthimmel, und ist optimal zu beobachten (vgl. S. 26/27). Mit 44,4" misst der Planet im Okular etwa 1/40 des Vollmonddurchmessers. Beim Blick durchs Teleskop erkennt man ab etwa 30× zwei dunkle Wolkenbänder, das nördliche (NEB) und das südliche (SEB) Äquatorialband. Sie sind derzeit etwa gleich breit und dunkel, aber von einigen hellen Störungen (»Rifts«) durchzogen.

Der berühmte Große Rote Fleck sitzt am südlichen Rand des südlichen Bands. Er erscheint derzeit orange gefärbt, seine Position im Rotationssystem II lag im November bei 235°. Interessant ist auch ein kleines Oval am Nordrand des NEB bei 135° (II); laut dem britischen Jupiter-Experten John Rogers ist es die Begleiterscheinung einer Verbreiterung des NEB nach Norden, die für 2015/2016 schon erwartet wurde. Das altbekannte Oval BA im blassen STB ist dagegen kaum zu erkennen, es liegt bei 30° Länge im System II.

Jupiter regiert, aber **Mars** übernimmt bald das Zepter. Der Rote Planet wandert im Februar und März von der Waage in den Skorpion, was ihn an unserem mitteleuropäischen Himmel leider immer tiefer über den Horizont bringt. Das Marsscheibchen wächst parallel stetig, ab dem 13.1. wird die 6"-Marke überschritten, am 20.2. sind 8" erreicht, und die 10" werden am 16.3. überboten. Derzeit bietet sich ein besserer Blick auf die Nordhemisphäre des Planeten. Dort beginnt der Sommer am 3.1.2016. Wenn dieses Heft erscheint, wird die Nordpolkappe schon relativ klein sein und bis April weitgehend abschmelzen. Dadurch gelangt viel Wasserdampf in die Luft, was Wolkenerscheinungen auf dem Planeten wahrscheinlich macht – alles Dinge, die man in einem guten 100mm-Refraktor ab 200× sehen kann. Zur Opposition am 22.5. gibt es im nächsten Heft einen ausführlichen Vorbericht.

► Ronald Stoyan

☛ SURFTIPPS

- Jupiter-Analyse
- Vorbericht Mars 2016

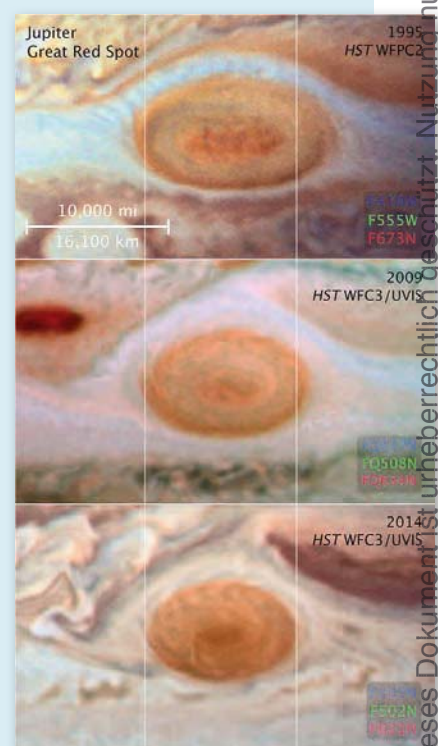
🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/pa01

🔍 IM DETAIL

Schrumpft der Große Rote Fleck?

Im Oktober ging die Meldung durch die Presse: Das riesige Sturmsystem auf Jupiter, der Große Rote Fleck, schrumpft. Tatsächlich sieht es danach aus: 1979 maß die Voyager-Sonde noch einen Durchmesser von 23.000km, heute sind es 16.500km. Dabei hat sich die Ausdehnung in jovigraphischer Breite kaum verändert, der Fleck ist also von einem Oval fast zum Kreis geworden. Auch Daten von Amateurbeobachtern belegen, dass sich dieser Prozess in den letzten Monaten zugespitzt hat: 2014 maß Jupiter noch 15°, 2015 waren es nur noch 12° Durchmesser.

Ähnliche Schrumpfungsprozesse wurden auf Jupiter schon bei anderen Sturmsystemen beobachtet. Dahinter steckt offenbar die Atmosphärenphysik, nach der solch ein Sturmsystem über längere Dauer nur durch Kontraktion stabil bleiben kann. Über das exakte Kreisstadium hinaus dürfte das Spiel nicht gehen. Was dann mit dem Fleck passiert, ist offen – vielleicht verschwindet er einfach vor den Augen vieler tausender Amateur-astronomen? Über den Zeitpunkt wagt jedoch niemand zu spekulieren.



► Abb. 3: Aufnahmen des Hubble Space Telescope dokumentieren die Kontraktion des Großen Roten Flecks in den letzten Jahren.

NASA

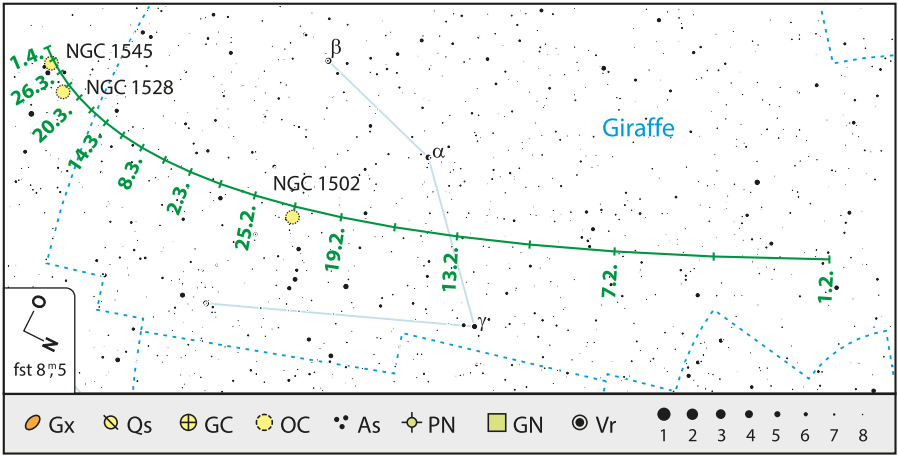
Kometen aktuell: Einmal Catalina, zweimal PANSTARRS

C/2013 US10 (**Catalina**) wird in den kommenden Monaten leider wieder schnell schwächer. Er blieb insgesamt etwas blasser als erwartet und kam nicht über ein Maximum von 6^m0 hinaus. Anfang Februar ist der möglicherweise immer noch 6^m5 helle Komet aber ideal beobachtbar. Er steht zirkumpolar – also ohne unterzugehen – hoch am Nordhimmel im Sternbild Giraffe. Das Zielgebiet ist vom Polarstern aus einfach zu erreichen und in der an hellen Sternen armen Himmels- gegend sollte der Schweifstern gut zu finden

SURFTIPPS

- C/2013 US10 (Catalina) bei Kometeninfo (Fotos und Links)
- Infos zu allen Kometen bei theskylive

 **Kurzlink:** oc1m.de/ka01



▲ Abb. 1: Aufsuchkarte für Komet C/2013 US10 (Catalina) im Februar und März.

sein. Nach der Erdnähe am 17. Januar bewegt sich Catalina zügig Richtung Süden. Bis auf die Nächte rund um den Vollmond am 22. Januar kann er aber den ganzen Monat über sehr gut beobachtet werden. Catalina bleibt ein Objekt für das Fernglas, die Helligkeit wird bis zum Monatsende auf rund 8^m5 zurückgehen. Im März wird die Bewegung des Kometen am Himmel dann langsamer, während er zusehends lichtschwächer wird. Man benötigt bald zumindest ein kleines Teleskop, um ihn noch im südlichen Bereich des Sternbildes Giraffe aufzufinden. Am 17. März erreicht Catalina das Sternbild Per-

seus, hier geht dann die Sichtbarkeitsperiode dieses »Winterkometen« langsam zu Ende. Mit größeren Instrumenten kann er noch bis in den Frühling hinein verfolgt werden. Auch C/2014 S2 (PANSTARRS) steht weiterhin sehr günstig platziert am Nordhimmel – es ist der Überraschungskomet der letzten Monate. Im Herbst steigerte C/2014 S2 seine Helligkeit binnen kurzer Zeit auf 10^m0 und wandert den ganzen Winter über durch die Sternbilder Kleiner Bär und Drache. Während der Schweifstern am 9. Dezember sein Perihel in 2,10AE Abstand durchlief, blieb die Helligkeit konstant bei



▲ Abb. 2: Überraschungskomet C/2014 S2 (PANSTARRS) am 1. November 2015. CCD-Aufnahme mit 8"-Newton bei 560mm. Moravian G2 8300, LRGB 6/4/4/4min. Norbert Mrozek



▲ Abb. 3: C/2013 US10 (Catalina) mit interessanten Schweifstrukturen am 11. Dezember 2015. CCD-Aufnahme mit 8"-Astrograf bei 560mm, FLI PL 16803, LRGB 36/10/10/15min. Gerald Rhemann

rund 9^m5. Anfang Februar finden wir den Kometen zunächst im Sternbild Drache. Er wandert Richtung Nordosten und wechselt zur Monatsmitte in den Kleinen Bären. Dem Kasten des Kleinen Wagens – der Bestandteil des Kleinen Bären ist – nähert sich PANSTARRS nun schon zum zweiten Mal. Am 25. Februar zieht er an γ UMi vorüber und wandert in Richtung Großer Wagen (ein Teil des Großen Bären). Diesen erreicht er Ende März, wobei die Helligkeit dann auf ca. 11^m0 abgenommen haben sollte.

Am Abendhimmel geht die Sichtbarkeit von C/2013 X1 (PANSTARRS) in den nächsten Wochen zu Ende. Anfang Februar sollte der Komet etwa 9^m0 hell sein und steht im Sternbild Pegasus. Von dort wandert er südlich in Richtung Sternbild Fische und verschwindet etwa zur Monatsmitte in der Dämmerung. Während der Sonnennähe im April bleibt C/2013 X1 unbeobachtbar und zum Helligkeitsmaximum im Juni mit vielleicht 6^m5 steht er für uns zu tief am Südhimmel im Sternbild Mikroskop.

Unklar ist die Situation von P/2010 V1 (Ikeya-Murakami). Der periodische Komet sollte im Februar in Erdnähe kommen und befindet sich im Sternbild Löwe in bester Lage am Nachthimmel. Bis Redaktionsschluss war er aber nicht wiederentdeckt worden – er dürfte wesentlich schwächer als die erhofften 9^m0 sein oder sich aufgelöst haben.

► Burkhard Leitner

Kometen im Oktober/November 2015					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erw. Helligkeit
C/2013 US10 (Catalina)	17.8.2014	15.11.2015 (0,82AE)	17.1.2016 (0,72AE)	November 2015 bis April 2016	7 ^m bis 10 ^m
C/2013 X1 (PANSTARRS)	4.12.2013	20.4.2016 (1,31AE)	22.6.2016 (0,64AE)	Dezember 2015 bis Februar 2016	9 ^m
C/2014 S2 (PANSTARRS)	22.9.2014	9.12.2015 (2,10AE)	27.2.2016 (1,83AE)	September 2015 bis März 2016	10 ^m bis 11 ^m
P/2010 V1 (Ikeya-Murakami)	3.11.2010	10.3.2016 (1,57AE)	19.2.2016 (0,62AE)	Dezember 2015 bis 2016	9 ^m bis 11 ^m ?

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

Jetzt am Abendhimmel

Beobachtungsempfehlungen für Februar/März 2016

Sternbild-Streifzüge
Die Zwillinge

Fernglas-Wanderung
Zu Castors Füßen

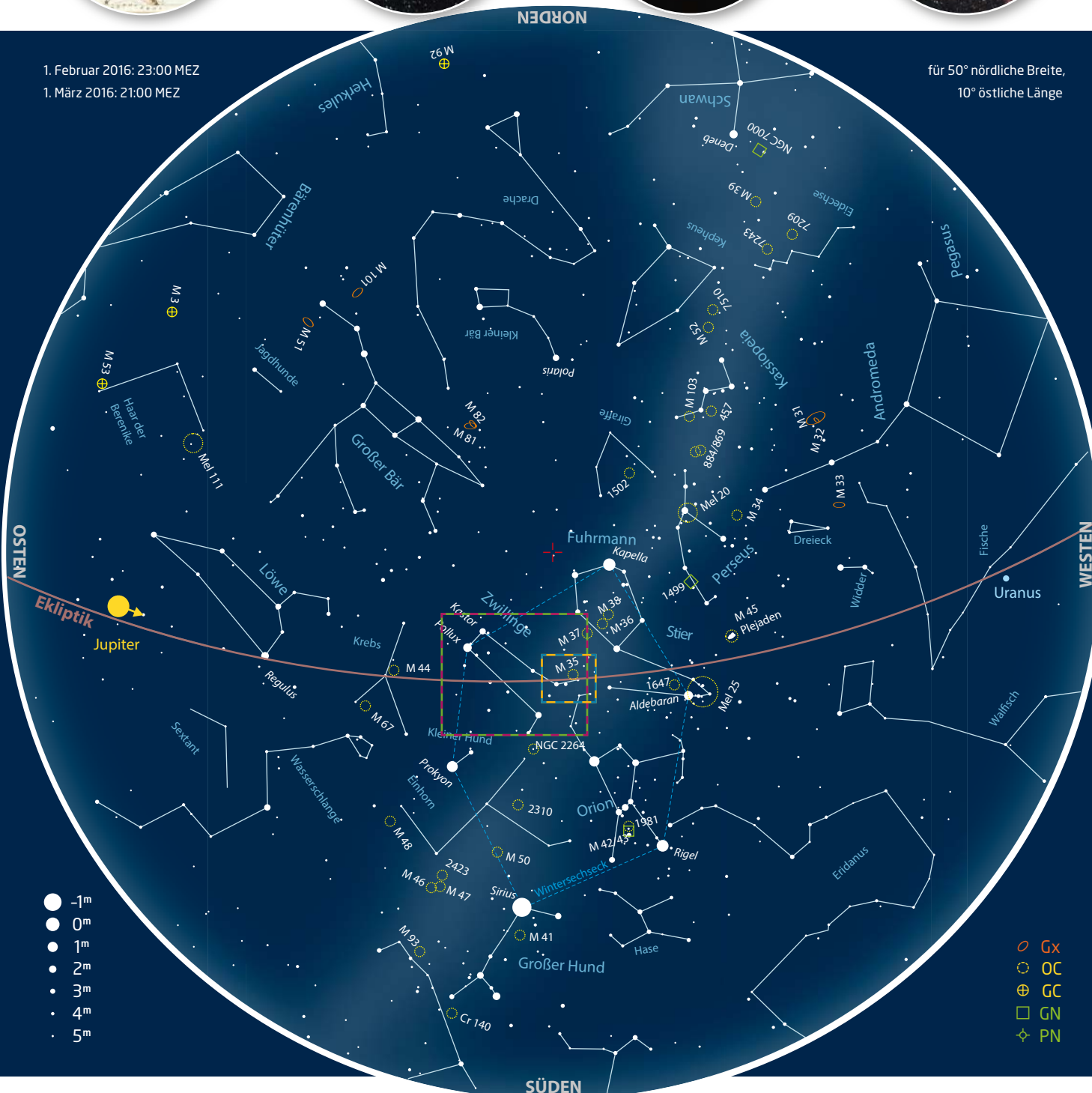
**Deep-Sky-Schätze für
Stadtbeobachter:**
Besuch beim Eskimo

**Deep-Sky-Schätze für
Landbeobachter:**
Supernova-Überrest mit
Rästeln



1. Februar 2016: 23:00 MEZ
1. März 2016: 21:00 MEZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



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

Sternbild-Streifzüge: Die Zwillinge

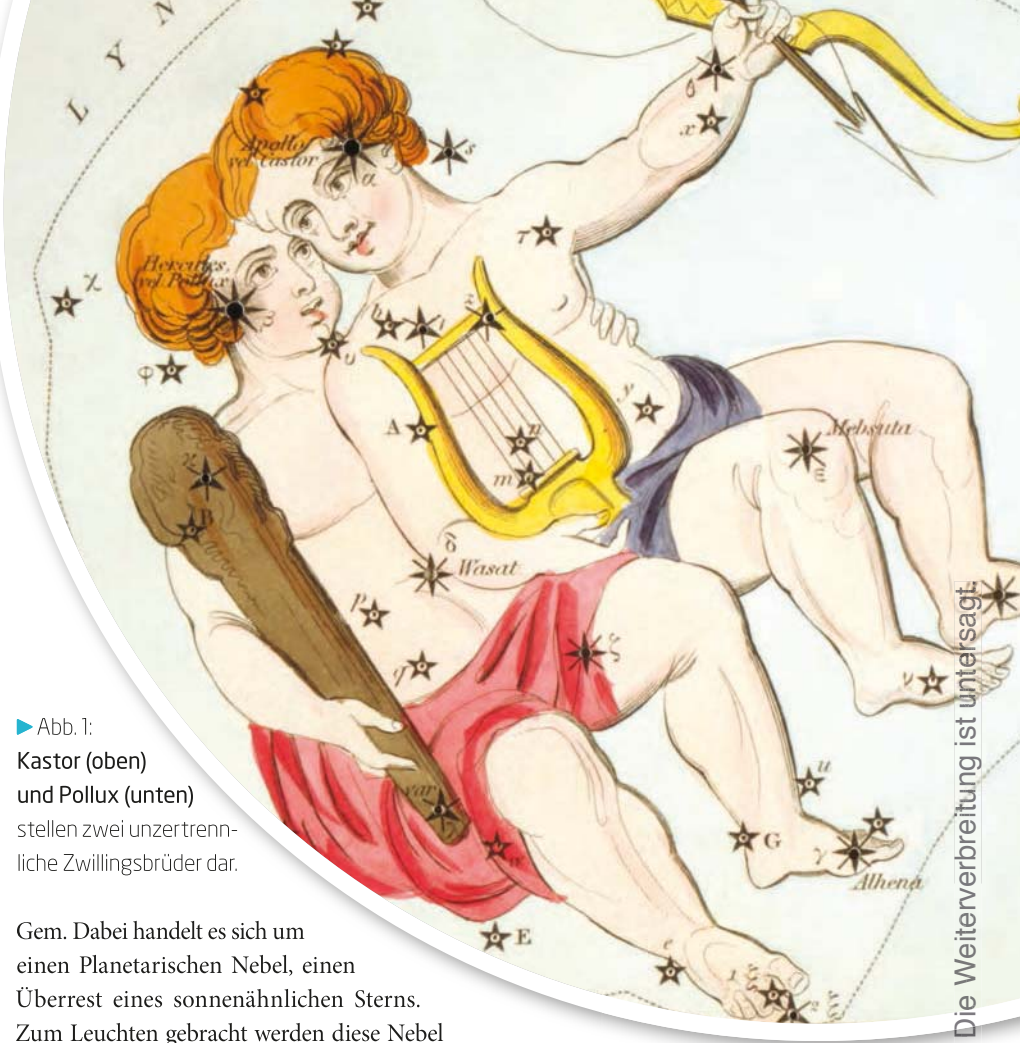
Kastor (α Gem) und Pollux (β Gem), die beiden Hauptsterne des Sternbilds Zwillinge, gehören zu den 25 hellsten Sternen des gesamten Nachthimmels. Während Kastor, der westliche der beiden Zwillingsterne ein einzigartiger Sechsfachstern ist, wobei schon ein 100mm-Teleskop drei Komponenten (die übrigen sind optisch unbeobachtbar) zeigt, ist der hellere Nachbar Pollux – wie vor zehn Jahren bewiesen wurde – die Heimat eines extrasolaren Gasplaneten. Von den beiden hellen Köpfen schließen sich in südwestlicher Richtung zwei Reihen aus weiteren auffälligen Sternen an, wobei γ und η Gem die hellen Fußsterne des Zwillingspaars darstellen.

Zwei aus einem Ei

Das Sternbild stellt die Dioskuren, ein unzertrennliches Brüderpaar dar, das wie so oft in der griechischen Sagenwelt aus einer von Zeus' berühmten Liebschaften hervorging. Polydeukes (lat. Pollux) war der Sohn der Leda und des Göttervaters, der ihr in Gestalt eines Schwans erschien, Kastor (lat. Castor) wurde in der selben Nacht von ihrem Gatten gezeugt. Die sprichwörtlich zweieiigen Zwillinge kamen in zwei Eiern zur Welt, manchmal wird auch nur von einem Ei gesprochen. Als Kastor in einem Kampf starb, bat Pollux seinen Vater Zeus, auch ihn trotz seiner göttlichen Unsterblichkeit sterben zu lassen, damit er seinem Bruder ins Totenreich folgen könne. Zeus gestattete ihm schließlich, dass er fortan mit Kastor zusammen abwechselnd einen Tag im Hades und einen im Olymp verbringen konnte, und seitdem stehen die Zwillinge als Symbol von Geschwisterliebe hoch am Winterhimmel.

M 35 und ein heißer Eskimo

Als schönstes Deep-Sky-Objekt in den Zwillingen gilt der sternreiche Offene Sternhaufen M 35. Unter einem dunklen Himmel beweist der Haufen, der sich nahe des Fußsterns η Gem befindet, dass er schon für Fernglasbeobachter viele Sterne bereit hält. Über 100 sind bereits mit einem 100mm-Fernrohr sichtbar, der benachbarte Haufen NGC 2158 bleibt allerdings nur ein nebliger Lichtschimmer, denn seine Auflösung ist größeren Teleskopen vorbehalten. Ein weiteres Muss auf einer Tour durch die Zwillinge ist der Eskimonebel NGC 2392 bei δ

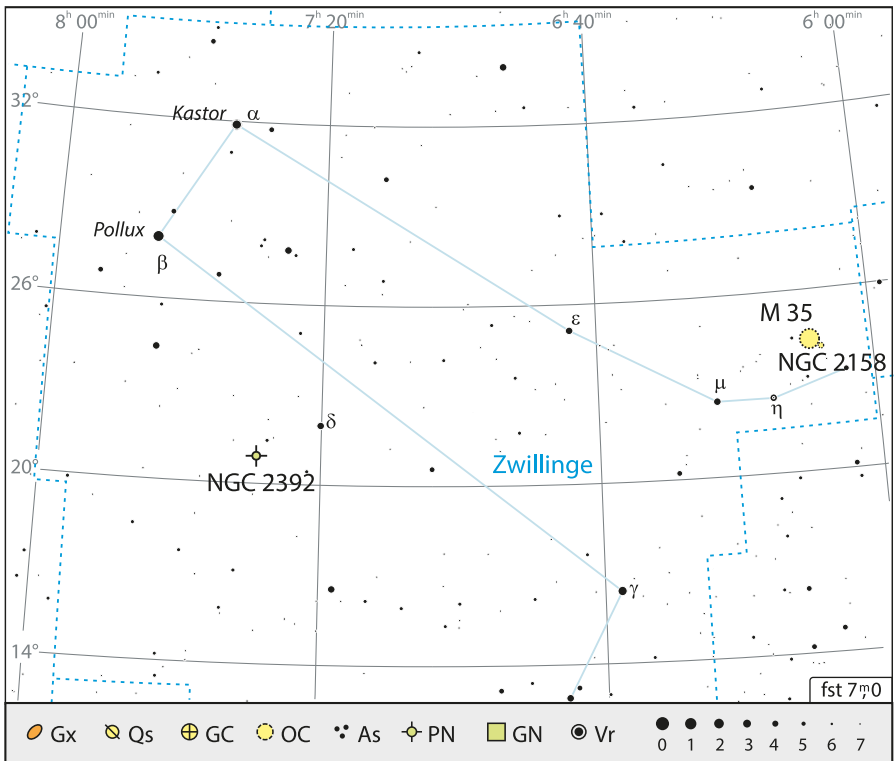


► Abb. 1:
Kastor (oben)
und Pollux (unten)
stellen zwei unzertrennliche Zwillingbrüder dar.

Gem. Dabei handelt es sich um einen Planetarischen Nebel, einen Überrest eines sonnenähnlichen Sterns. Zum Leuchten gebracht werden diese Nebel durch starke UV-Strahlung eines Zentralsterns. Dieser Kern des einstigen Sterns ist der helle und 40.000°C heiße Zentralstern, weshalb der Eskimo alles andere als frieren wird. Dieser Weiße Zwerg ist mit einer Helligkeit von etwa 10^m schon mit einem kleinen Fernrohr erreichbar, das zusätzlich bei hoher Vergrößerung die umge-

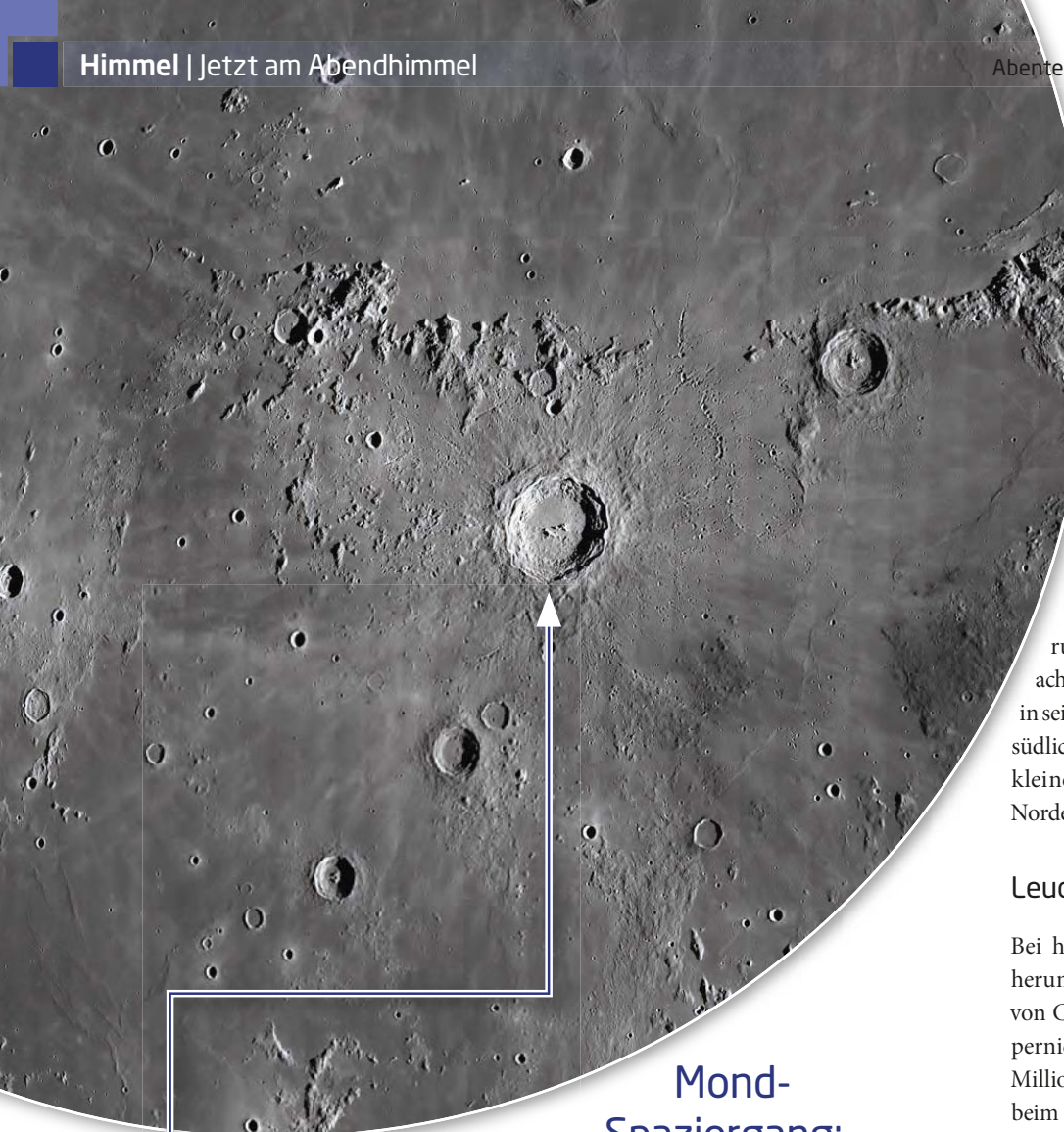
bende Nebelscheibe zeigt. Je mehr Öffnung eingesetzt wird, desto mehr Details werden als zarte Helligkeitsabstufungen wahrnehmbar.

► Nico Schmidt



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

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



▲ Abb. 1: Viele Beobachter bezeichnen Copernicus als den schönsten Mondkrater.



▲ Abb. 2: Copernicus findet man nahe der Mondmitte. Er ist nach dem Ersten Viertel bis kurz vor Vollmond optimal zu sehen.

Mond- Spaziergang: Der König der Mondkrater

Mondkrater mit einem Durchmesser von etwa 20km bis 100km bezeichnet man als Ringgebirge. Diese Krater besitzen einen gleichmäßigen und deutlich definierten Wall. Im Inneren des Kraters sind die Hänge in der Regel terrassenförmig abgestuft und der Grund wird von einem mehr oder weniger großen Zentralberg überragt. Ein besonders schönes Beispiel eines Ringgebirges ist **Copernicus**. Wer ihm einen Besuch mit dem Teleskop abstattet, kann dies leicht nachvollziehen.

Bei Sonnenaufgang

Kurz nach dem Ersten Viertel bei einem Mondalter von etwa neun Tagen nach Neumond beginnt der Sonnenaufgang über dem 93km großen und 3800m tiefen Ringgebirge. Schon jetzt ist der Anblick sehenswert, denn die Hänge des Ostwalls treten als heller Halbkreis aus dem noch unbeleuchteten Kraterinneren hervor. Mit fort-

schreitendem Sonnenaufgang tritt Stufe für Stufe der Hangabrutschungen in das Sonnenlicht. Als letztes erscheinen die Gipfel des zweigeteilten Zentralgebirges als helle Lichtpunkte auf dem noch dunklen Kratergrund. Wenn die Bedingungen es zulassen, lohnt hier eine geduldige Beobachtung über mehrere Stunden hinweg, um das Schauspiel zu verfolgen. Bei höherem Sonnenstand, wenn der Krater weitgehend beleuchtet ist, fällt der Umriss von Copernicus auf: dieser ist mehr als achteckig denn als rund zu bezeichnen. Bei genauer Beobachtung ist zu sehen, dass der Kratergrund in seiner Struktur zweigeteilt erscheint. Die südliche Hälfte ist von einer großen Anzahl kleiner Hügel überzogen, während der Norden viel ebener wirkt.

Leuchtender Strahlenkranz

Bei hohem Sonnenstand um Vollmond herum ist das ausgeprägte Strahlensystem von Copernicus im Ganzen zu sehen. Copernicus ist mit einem Alter von nur 800 Millionen Jahren ein junger Krater und das beim Einschlag ausgeworfene Gestein noch sehr hell. Im Laufe der Zeit »reift« dieses Auswurfmaterial, wird dunkler und ist schließlich nicht mehr von Untergrund zu unterscheiden. Am besten beobachtet man das Strahlensystem bei niedriger Vergrößerung, bei der die gesamte Mondscheibe im Okular sichtbar bleibt. Einzelne Strahlen reichen bis in einer Entfernung von 700km und im Westen überschneiden sie sich mit dem Strahlensystem des kleineren Kraters Kepler.

Genau hingeschaut

Bei gutem Seeing lohnt es, bei höherer Vergrößerung die nähere Umgebung von Copernicus zu untersuchen. Hier ist eine Vielzahl von unterschiedlich großen Einschlägen zu erkennen, die sich in Ketten, Schleifen und Haufen gruppieren. Verursacht wurden diese Kleinkrater durch Gesteinsbrocken, die bei der Entstehung von Copernicus herausgeschleudert wurden. Man bezeichnet diese Einschläge auch als Sekundärkrater. Besonders auffällig ist eine Kette von sich überlappenden Einschlägen direkt nordöstlich von Copernicus.

► Lambert Spix

Fernglas-Wanderung: Zu Kastors Füßen

Unser Streifzug durch den Fernglashimmel führt uns weg von den beiden Hauptsternen des Sternbilds Zwillinge nach Westen bis zur Grenze zum Orion. Von Kastor aus führt eine leicht gebogene Sternreihe zu Tejat Posterior (μ Gem) und Tejat Prior (η Gem). Mit diesen bildet der nördlich liegende Offene Sternhaufen **Collinder 89** ein fast gleichseitiges Dreieck.

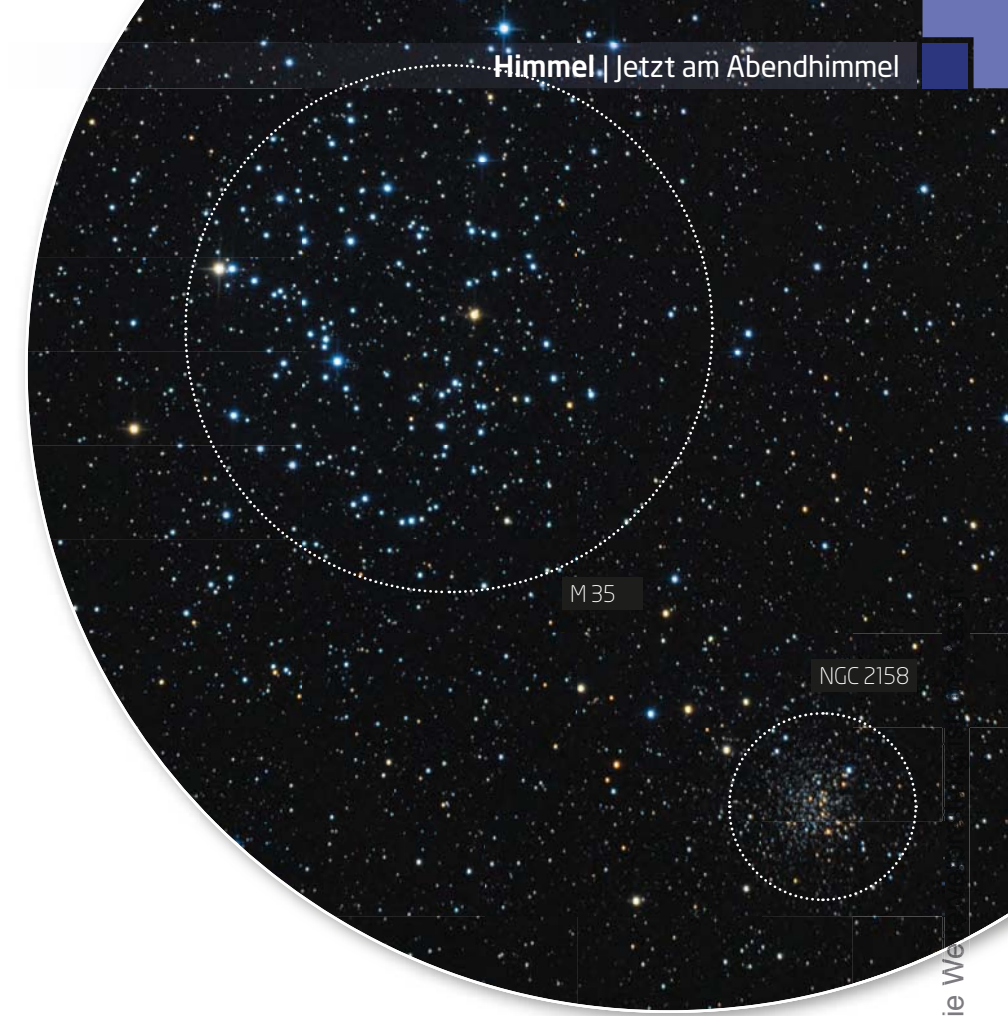
Verschiedenartige Nachbarn

Über einen Vollmonddurchmesser groß, ist er das größte Objekt unserer Tour. Im Fernglas fällt sofort eine Figur aus fünf Sternen auf, die an einen liegenden Weihnachtsbaum oder auch eine Rakete erinnert. Schwächere Sterne sind kaum zu erkennen. Auch fällt die Abgrenzung zur Umgebung schwer, ganz anders als bei dem sich westlich am Rand des Gesichtsfeldes befindlichen **Messier 35**. Unter gutem Landhimmel können wir diesen Offenen Sternhaufen sogar mit bloßem Auge als Nebelfleck erkennen. So richtig interessant wird sein Anblick im Fernglas: Dann löst sich der Nebel in ein Glitzern und Funkeln von etwa 15–30 Sternen innerhalb eines Vollmonddurchmessers auf.

Doppelsterne - oder nicht?

Geht man von Messier 35 über Propus (1 Gem) noch ein knappes Grad nach Westen, stößt man auf einen länglichen Sternknoten, der wie ein nicht ganz getrennter Doppelstern wirkt. Doch ein Blick in einen Sternatlas zeigt: Es handelt sich um einen Sternhaufen namens **NGC 2129**.

Zurück zu Collinder 89 und Tejat Posterior: Noch etwa 2,5° weiter südlich von diesem findet man eine gebogene Kette von vier Sternen. Der südlichste und hellste ist der 4^m-Stern ν Gem. Im Fernglas zeigt sich, dass er fast genau nördlich einen schwächeren Begleiter hat. Zwar ist dieser mit einer Entfernung von 113" leicht vom Hauptstern zu trennen, man muss aber schon genau hinschauen, um das 8^m-Sternchen zu erkennen. Allerdings handelt es sich nur um einen optischen Doppelstern, es gibt keine physische Beziehung zwischen beiden Komponenten.

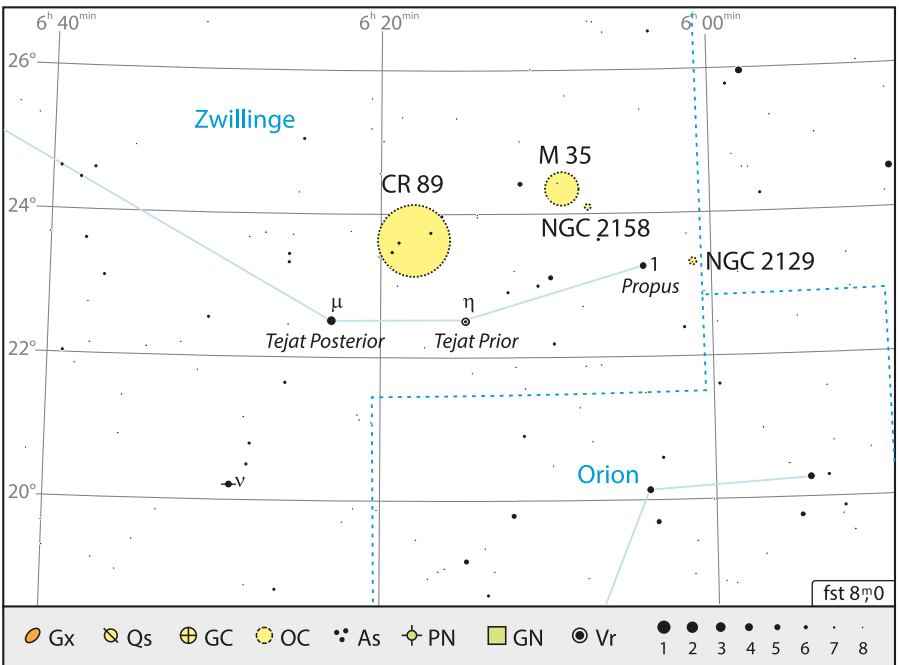


Als besondere Herausforderung zeigt sich unter exzellenten Bedingungen im 10x50-Fernglas am südwestlichen Rand von M 35 ein weiterer Sternhaufen: **NGC 2158**. Da er aber etwa sechsmal so weit von uns entfernt ist wie M 35, erscheint er nur als kleines Fleckchen bzw. »unscharfer Stern«. Eine eindeutige Identifikation gelingt erst mit Hilfe eines Stativs oder höherer Vergrößerung.

▲ Abb. 1: M 35 ist das Highlight der Fernglas-Tour in den Zwillingen. Der Sternhaufen NGC 2158 ist allerdings nur im Teleskop zu sehen.
Marcus Degenkolbe

▼ Abb. 2: Aufsuchkarte für die Fernglas-Tour im Sternbild Zwillinge. Eine Übersichtskarte des Sternbilds ist auf Seite 35 zu finden.

► Kay Hempel

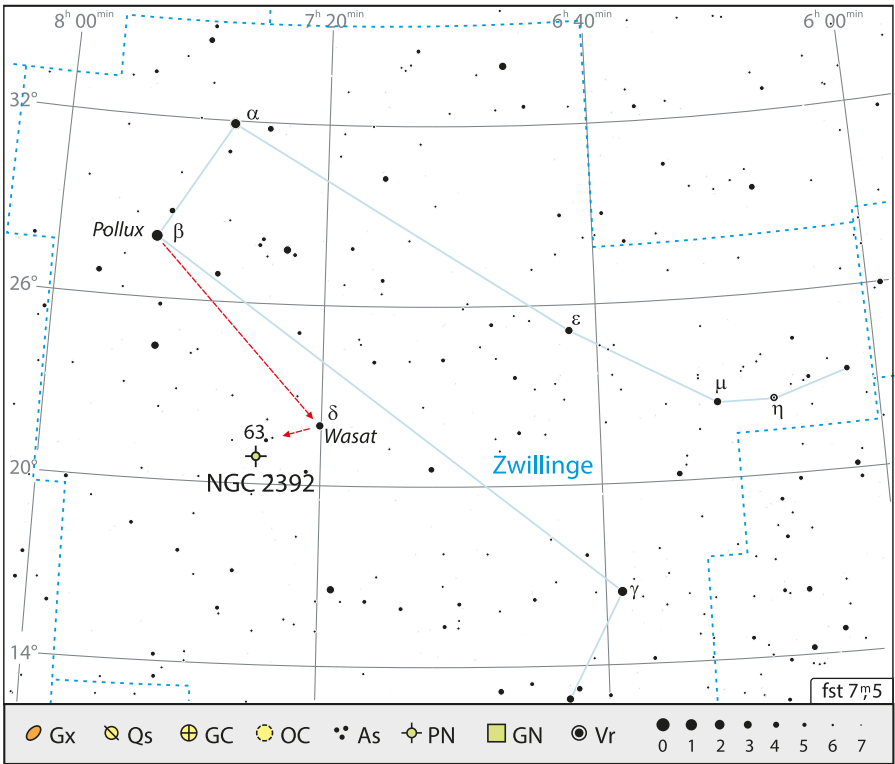


Deep-Sky-Schätze für Stadtbeobachter: Zu Besuch beim Eskimo

Die meisten Sternhauen, Nebel und Galaxien, die unter dem Sammelbegriff Deep-Sky-Objekte zusammengefasst werden, sind an einem dunklen Standort auf dem Land am besten sichtbar. Zu den Ausnahmen gehört der Planetarische Nebel NGC 2392, der den verheißungsvollen Beinamen »Eskimonebel« trägt. Ihn kann man schon mit kleinerem Gerät, etwa mit einem 80mm-Refraktor, anzusteuern.

Der Eskimo-Nebel: Leicht zu finden ...

Wer sich an den faszinierenden Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble orientiert (siehe unten), wird zwar enttäuscht sein. Gleichwohl hat NGC 2392 für den Stadt-Astronomen Überraschendes zu bieten. Vorteilhaft ist zunächst, dass sich der Eskimonebel relativ leicht auffinden lässt. Am besten startet man ein Star-Hopping von Pollux aus in südwestliche Richtung zu δ Gem oder »Wasat«, einem markanten Stern 3. Größe. Nur 2° östlich trifft man auf eine auffällige halbkreisförmig angeordnete Kette von fünf Sternen mit 63 Gem als hellstem Stern. Von 63 Gem geht es dann knapp 1° südöstlich durch sternarmes Gebiet bis zu einer Sternformation, die an ein »Y« erinnert. Nun sollte man sich dem südwestlichen Bereich davon widmen



▲ Abb. 1: Der Eskimonebel NGC 2392 steht im südlichen Bereich der Zwillinge.

und das Augenmerk auf einen schwachen 9^m hellen Lichtpunkt richten.

... und ein überraschender »Doppelstern-Effekt«

Dieser Punkt ist der »Begleitstern« von NGC 2392, der die Entdeckung des in unmittelbarer Nähe befindlichen Nebels besonders spannend macht. Je höher man nämlich vergrößert, umso deutlicher erscheint nun der Eskimonebel als Partner dieses Sterns. Sehr schön wird dann

erkennbar, dass der Stern seinen stellaren Charakter behält, d. h. punktförmig bleibt, während NGC 2392 zunehmend zum Nebelfleckchen und schließlich zu einem Nebelscheibchen mutiert. Schlagartig wird deutlich, warum dieser Nebel als »planetarisch« bezeichnet wird. Das Zusammenspiel dieser beiden als »Doppelstern« erscheinenden Objekte macht – gerade für Stadtbeobachter – den besonderen Reiz des Eskimonebels aus. Dabei hat sich eine Vergrößerung von $110\times$ als ideal erwiesen.

Lassen sich nun mit kleinen Öffnungen Strukturen innerhalb des Nebels erkennen, die man vielleicht sogar als das Antlitz eines Eskimos interpretieren könnte? Der Verfasser war – auch mit viel Fantasie – in dieser Hinsicht leider nicht erfolgreich. Dazu benötigt man wesentlich größere Teleskope, mindestens 300mm Öffnung sind wohl anzusetzen.

Gleichwohl bleibt NGC 2392 durch das relativ problemlose Auffinden und den schönen »Doppelstern-Effekt« ein stets lohnendes Ziel im Sternbild Zwillinge.

► Karl-Peter Julius



◀ Abb. 2: Das Hubble-Weltraumteleskop zeigt die Pracht des Planetarischen Nebels.

Deep-Sky-Schätze für Landbeobachter: Supernova-Überrest mit Rätseln

Am Ende seiner Lebenszeit kann ein Stern unter bestimmten Voraussetzungen in einer gewaltigen Explosion aufleuchten und dabei seine gesamte Galaxie als Supernova überstrahlen. In der Milchstraße sind diese Ereignisse selten und man rechnet mit nur etwa 20 Supernovae pro Jahrtausend. Doch auch wenn wir die meisten Supernovae nicht selbst beobachten können, so hinterlassen sie doch Spuren, wie der Gasnebel IC 443 zeigt.

Die Entdeckung des Nebels führt in das letzte Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts, als die Astrofotografie zunehmend an Bedeutung gewann. Einer der Pioniere der Astrofotografie war Max Wolf. Am 25. und 30. September 1892 machte Wolf an der Heidelberger Sternwarte Aufnahmen der im Vorjahr erschienen Nova Aurigae 1891 (T Aurigae). Er verwendete hierfür Linsen zwischen 63mm und 150mm. Neben der Dokumentation der Nova gelangen ihm auf Basis dieser Aufnahmen sieben Neuentdeckungen von bis dahin unbekannten Nebeln. Das 63mm-Objektiv bot das größte Gesichtsfeld und bildete auch Teile des Sternbilds Zwillinge ab. Hier zeigten sich die als »sehr groß und hell« beschriebenen Nebelmassen von IC 443 und IC 444.

Der Spezialfall eines Emissionsnebels

Bereits auf den ersten Blick unterscheidet sich IC 443 von den anderen Nebelfeldern der Region. In der Tat handelt es sich bei IC 443 um einen Supernova-Überrest. Die Schockwellen der Explosion interagieren mit dem interstellaren Medium und werden für uns durch die bei den Kollisionen entstehenden Emissionen sichtbar. Die Entfernung dieses Nebels beträgt etwa 4900 Lichtjahre. Im Vergleich zu anderen Supernova-Überresten wie im M 1 findet sich im Zentrum kein Pulsar. Dafür existiert in sehr exzentrischer Position an der Südkante des Nebels der Neutronenstern CXOU J061705.3+222127, der in der gleichen Explosion entstand wie der Nebel. Chandra-Aufnahmen zeigen eine Art Bugwelle, die der Stern bei seiner rasanten Bewegung durch die Molekülwolke zieht. Seine genaue Entstehungsgeschichte und die

► Abb. 1: IC 443 ist ein visuell beobachtbarer Überrest einer Supernova. *Rudolf Dobesberger*

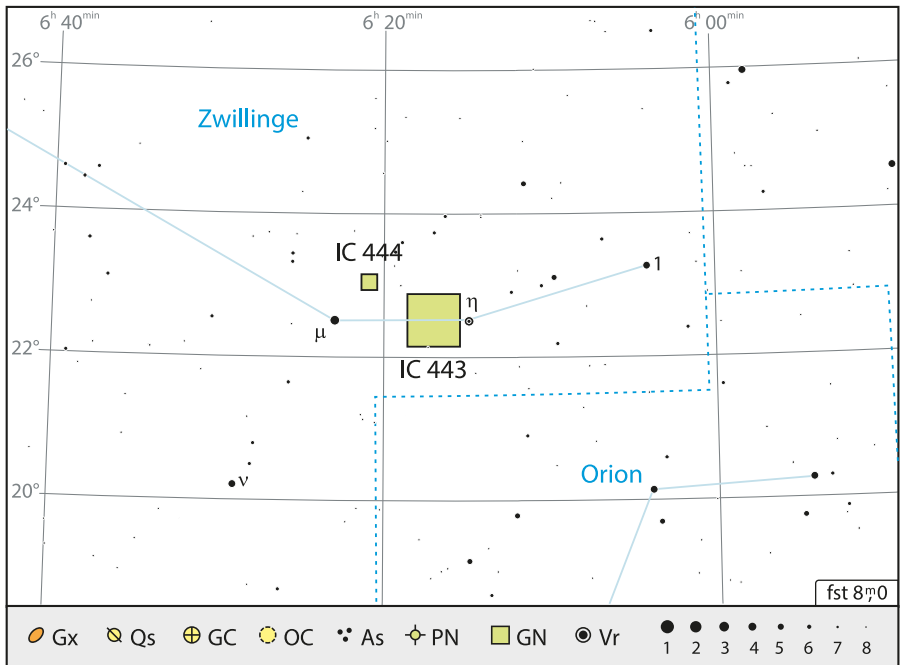
Ursache seiner nahezu parallel zum Zentrum von IC 443 ausgerichteten Bewegung sind aktuell Gegenstand der Forschung. Auch das Alter des Supernova-Überrests ist nach wie vor unsicher, die Berechnungen schwanken zwischen 3000 und 30.000 Jahren.

Mit dem Nebelfilter zum Erfolg

Für die Beobachtung von IC 443 ist generell eine dunkle und transparente Nacht notwendig. Doch auch dann ist selbst mit 250mm Öffnung oft keine Spur vom Nebel erkennbar. Mit einem Nebelfilter ([OIII]- oder UHC-

Filter) ist IC 443 bereits mit 100mm Öffnung erreichbar. Die hellsten Bereiche finden sich im nordöstlichen Bogen. Hier findet sich nördlich eines 10^m7-Sterns der hellste Nebelknoten. Mit indirektem Sehen zieht sich von diesem Knoten ein schwaches Nebelband nach Süden. Ab 400mm Öffnung sind bei mittlerer Vergrößerung zarte Nebelfasern auflösbar, die an Teile des Cirrus-Nebels erinnern. Für Astrofotografen bieten sich neben der klassischen H α -Aufnahme auch Kombinationen aus [OIII]-, H α - und SII-Aufnahmen an.

► Matthias Juchert



► Abb. 2: IC 443 ist einfach zu finden zwischen den Sternen μ und η im Sternbild Zwillinge.

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

Vier auf einen Streich



Die Jupitermonde beobachten

Am 7. Januar dieses Jahres 1610, zur ersten Stunde des folgenden Tages, als ich die Sterne mit dem Fernrohr ansah, zeigte sich mir Jupiter; und weil ich ein wirklich ausgezeichnetes Instrument gebaut hatte, sah ich nahe dem Planeten drei Sterne, zwar klein, aber sehr hell.«

Diese Worte stammen von keinem Geringeren als dem berühmten italienischen Philosophen, Mathematiker, Physiker und Astronomen Galileo Galilei, der mit dieser Beobachtung die vier hellsten Monde des Jupiters entdeckte und damit zum ersten Mal nachweisen konnte, dass es Himmelskörper gibt, die nicht um die Erde kreisen. Dies sprach für das rund 100 Jahre früher entworfene heliozentrische Weltbild von Kopernikus, der die Sonne ins Zentrum des Sonnensystems setzte. Heute werden diese vier Monde zu Ehren ihres Entdeckers auch die Galileischen Monde genannt. Im Einzelnen heißen sie Io, Europa, Ganymed und Kallisto.

Auf den Spuren Galileis

Bei Hobby-Astronomen ist die Beobachtung der Galileischen Monde eine beliebte Disziplin und bereits mit einem optisch guten 8x30-Fernglas kann man die damalige Beobachtung Galileis nachvollziehen. Im Fernglas erscheinen sie als kleine Lichtpunkte sehr dicht bei Jupiter. Dazu ist es hilfreich, das Fernglas auf einem Stativ zu montieren oder wenigstens z. B. an eine Häuserwand fest anzulehnen. Nach wenigen Stunden verändern sich die Positionen der Monde merkbar und es lohnt eine regelmäßige Beobachtung. Da wir von der Seite auf die Bahnebenen der Monde schauen, können die Trabanten auch vor oder hinter der Jupiterscheibe verschwinden. So sind meistens vier der Begleiter Jupiters zu sehen, manchmal aber auch nur drei oder



Abb. 1: Der innerste Mond Io umkreist den Gasriesen Jupiter in 421.600km Entfernung.

zwei gleichzeitig sichtbar. Damit die Monde nicht mit Sternen verwechselt werden und identifiziert werden können, sollte man vorab einen Blick in ein Planetariumsprogramm

werfen. Geeignet dazu ist z. B. das kostenlos erhältliche Programm Stellarium.

Der Blick durch das Teleskop

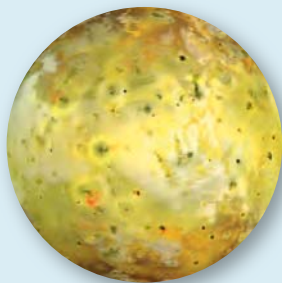
Im kleinen Einsteigerteleskop mit 70mm Öffnung ist der Blick im Prinzip ähnlich wie durch ein Fernglas: Man erkennt die Jupitermonde als kleine Lichtpunkte und auf der jetzt deutlich erkennbaren Jupiterscheibe sind bei guten Bedingungen zwei Wolkenbänder sichtbar. Ein besonderer Leckerbissen, der erst im Teleskop

Kenndaten der großen Jupitermonde			
Mond	Durchmesser	Umlaufzeit	Scheinbare Helligkeit
Io	3643km	1,769 Tage	5 ^m 0
Europa	3121km	3,551 Tage	5 ^m 3
Ganymed	5262km	7,155 Tage	4 ^m 6
Kallisto	4820km	16,689 Tage	5 ^m 7

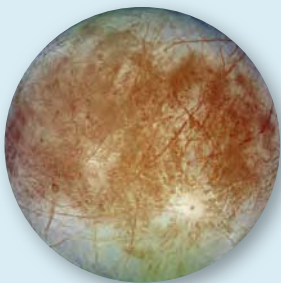
Q IM DETAIL

Steckbrief Jupitermonde

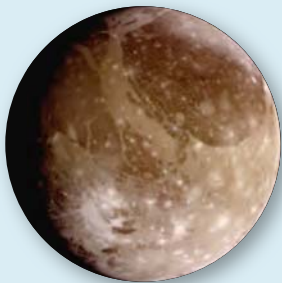
Io
Der innerste Mond Io ist der vulkanisch aktivste Himmelskörper des Sonnensystems. Seine Oberfläche besitzt kaum Impaktkrater und ist ständigen Veränderungen unterworfen. Die auffälligsten Strukturen sind hunderte von vulkanischen Calderen sowie Seen aus geschmolzenem Schwefel. Ablagerungen von Schwefel und Schwefelverbindungen geben dem Mond sein auffällig buntes Aussehen. Auf Io findet sich im Gegensatz zu den anderen Galileischen Monden praktisch kein Wasser.



Europa
Der zweitinnerste Trabant Jupiters ist ein Eismond. Seine Kruste besteht gänzlich aus gefrorenem Wasser und ist eine der hellsten Oberflächen der Monde des Sonnensystems. Die Oberfläche ist relativ glatt und erinnert mit ihren Strukturen an die Polarregion der Erde. Unter dieser Eiskruste wird ein Ozean aus flüssigem Wasser vermutet, der Anlass zu Spekulationen über Formen von Leben auf Europa gibt. Bislang gibt es dafür jedoch keine Hinweise.



Ganymed
Der Eismond Ganymed ist mit einem Durchmesser von 5262km der größte Mond des Sonnensystems und größer als der Planet Merkur. Seine Eiskruste weist viele Einschlagskrater auf, vergleichbar mit dem Erdmond. Nach einem neuen Modell wäre es auch bei Ganymed möglich, dass sich unter der Eiskruste ein salzhaltiger Ozean befindet.



Kallisto
Auch der äußerste Jupitermond besitzt eine Oberfläche aus Wassereis, die im Gegensatz zu den anderen Trabanten sehr dunkel erscheint. Die Kruste ist geprägt von einer Vielzahl von Einschlagskratern. Tatsächlich weist Kallisto die höchste Dichte an Einschlagskratern im Sonnensystem auf. Wie bei Europa und Ganymed befindet sich vermutlich ein flüssiger Ozean aus Salzwasser unter der Kruste.

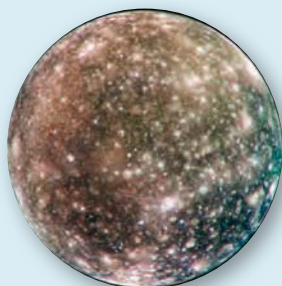


Abb. 3: Io, Europa, Ganymed und Kallisto: vier Jupitermonde mit unterschiedlichem Aussehen.

sichtbar wird, sind die Schattendurchgänge der Trabanten Jupiters. Dabei ziehen die Monde so vor der Jupiterscheibe vorbei, dass der Schatten des jeweiligen Trabanten als winziger tiefschwarzer Punkt auf die Wolkendecke projiziert wird. Die Termine für diese Ereignisse können Sie im Himmels-Almanach zu dieser Zeitschrift nachschlagen

oder im Internet z. B. unter der Adresse www.calsky.com berechnen lassen. Besitzen Sie ein Teleskop mit einer Öffnung von ca. 150mm oder mehr, sind die Monde auch als winzige Scheibchen zu erkennen und in ihrer Größe unterscheidbar.

► Lambert Spix



▲ Abb. 2: Jupiter im Teleskop mit 70mm Öffnung (Simulation).

PRAXISTIPP

Die richtige Vergrößerung

- Für die Beobachtung von Mondschatten genügt ein Vergrößerungsbereich von 60× bis 80×, da für die Sichtung der Schatten keine hohen Vergrößerungen benötigt werden. So bleibt das Bild im Okular scharf und kontrastreich. Entscheidend ist weiterhin, dass die Luft sehr ruhig ist.

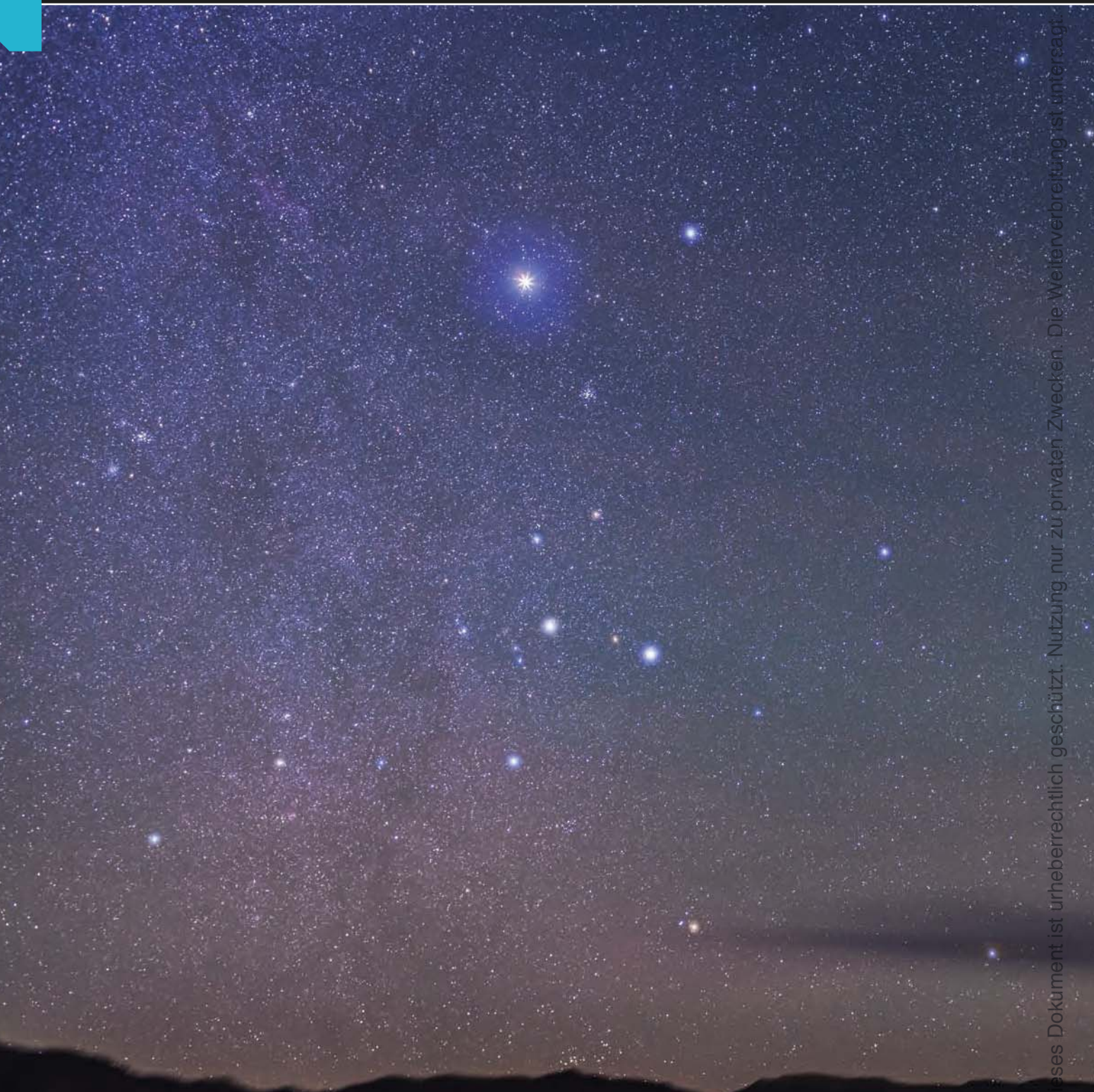
INTERAKTIV



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

Kurzlink: oc1m.de/fb

IM REVIER DES GROSSEN HUNDES



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

Meine Lieblingstour von Sirius zu den Sternhaufen des Winterhimmels

In den ersten drei Monaten eines neuen Jahres bietet sich an klaren Abenden ein herrlicher Blick auf den Wintersternhimmel. Der Abendhimmel wird vom Himmelsjäger Orion beherrscht, welcher von seinen beiden Hunden östlich begleitet wird: dem Kleinen Hund mit Prokyon, und dem darunter stehenden Großen Hund mit Sirius, dem hellsten Stern am Himmel. Der Große Hund befindet sich in der schwach schimmernden Wintermilchstraße und ist dadurch reich an hellen galaktischen Sternhaufen unterschiedlicher Erscheinungsbilder.



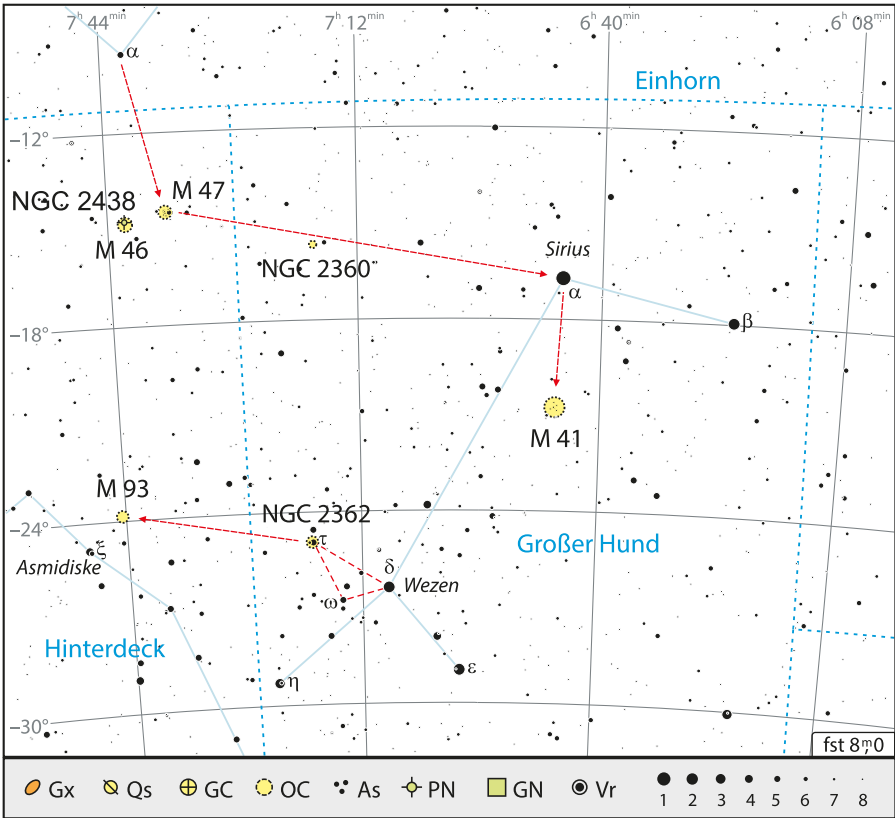
Für den astronomischen Streifzug durch diese Gegend bietet sich **Sirius** als Startpunkt an. Der hellste Stern des Himmels mit $-1,4^m$ wird umgangssprachlich auch als »Hundsstern« bezeichnet. Genau genommen handelt es sich bei Sirius um ein Doppelsternsystem, welches aus dem hellen Sirius A und seinem deutlich lichtschwächeren Begleiter Sirius B mit $8,5^m$ besteht. Mit Amateurteleskopen ist Sirius B nur sehr schwer sichtbar, weil ihn der Hauptstern komplett überstrahlt (vgl. S. 47). Der Begleitstern ist ein bereits erloschener Stern, welcher etwas kleiner als unsere Erde ist, aber 98% der Masse unserer Sonne in sich vereint. Man spricht hier von einem Weißen Zwerg. Sirius A, der etwa die doppelte Masse unseres Heimatgestirns hat, wird dieses Schicksal in etwa einer Milliarde Jahre ebenfalls ereilen, wenn er seinen Wasserstoffvorrat im Kern aufgebraucht hat.

Der Nebelstern nahe Sirius

Von Sirius aus fahren wir zunächst etwa 5° südlich zu einem Juwel am winterlichen Sternhimmel. Unter dunklem, mondlosem Himmel in Deutschland konnte ich bereits mit unbewaffnetem Auge das blasse Wölkchen namens **M 41** erkennen. Um den Sternhaufen wirklich zweifelsfrei mit dem Auge wahrnehmen zu können, ist ein Abend mit sehr guter Horizontdurchsicht empfehlenswert. Je südlicher der Standort ist, an dem sich der Beobachter befindet, umso besser werden die Beobachtungsbedingungen. In Marokko beispielsweise ist

◀ Abb. 1: Das Sternbild Großer Hund wird vom hellsten Stern des Himmels, Sirius, dominiert. In Mitteleuropa ist diese Region in Winternächten über dem Südhorizont zu finden. Alan Dyer

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



▲ Abb. 2: Aufsuchkarte für die Deep-Sky-Tour rund um Sirius.

der 4^m5 helle Sternhaufen bereits sehr leicht als unregelmäßig heller Lichtfleck sichtbar. Dieser Sternhaufen ist ein klassisches Fernglasobjekt. In allen Größenklassen dieser optischen Hilfsmittel bietet sich der schönste Anblick auf dieses prächtige Objekt: M 41 ist komplett aufgelöst und erreicht eine Ausdehnung von etwa 30'. Dabei ist das Gesichtsfeld von Sternen unterschiedlicher Helligkeit übersät. Mit einem 110mm-Teleskop erscheinen gut 60 helle Sterne bei 26-facher Vergrößerung. Auch bei diesen Beobachtungsparametern bietet sich noch ein beeindruckender Anblick. Bei höheren Vergrößerungen geht der Haufencharakter schnell verloren. Mittlerweile sind etwa 100 Mitgliedsterne bis zur 12. Größe bekannt. Viele der Mitglieder sind bereits Rote Riesen bei einem geschätzten Gesamtalter des Haufens von rund 190 Millionen Jahren. Der hellste Vertreter mit 6^m9 ist so ein Roter Riese vom Spektraltyp K in der Nähe des Zentrums des Haufens. Aufmerksame Beobachter können die orange Färbung des Sterns mit der 700-fachen Leuchtkraft der Sonne zwischen den anderen Sternen wahrnehmen.

Der τ -Canis-Majoris-Haufen

Nachdem wir uns am Sternreichtum von M 41 sattgesehen haben, führt der Weg weiter zu einem auf den ersten Blick ziemlich un-

scheinbaren Objekt. Es handelt sich um den Offenen Sternhaufen NGC 2362. Der auch als τ -Canis-Majoris-Haufen bekannte Sternhaufen befindet sich südwestlich von M 41. Er ist einfach zu finden, indem man aus δ CMA (Wezen), ω CMA und τ CMA ein rechtwinkliges Dreieck bildet. Ohne optische Hilfsmittel nimmt man zunächst an dieser Stelle nur den Stern 5. Größe wahr. Auch mit einem Fernglas der Größe 7x50 ist nichts weiter als der hell strahlende τ CMA zu erkennen. Führt man die Beobachtung mit einem 200mm-Teleskop

weiter, ist vorerst auch nur ein unscheinbares Objekt sichtbar, τ CMA dominiert das Bildfeld. Wird die Vergrößerung erhöht, erscheinen um den 4^m5 hellen Hauptstern, der übrigens der hellste Stern des Haufens ist, dicht gedrängt immer mehr lichtschwächere Sterne. Bei 93-facher Vergrößerung erscheint der Sternhaufen aufgelöst, wobei bei indirektem Sehen noch mehr lichtschwächere Sterne vermutet werden. Aufgrund des einmaligen visuellen Erscheinungsbildes ist NGC 2362 für mich eines der interessantesten Himmelsobjekte für kleine und mittlere Teleskope und sollte unter keinen Umständen verpasst werden! Aus physikalischer Sicht zählt NGC 2362 mit einem Alter von kaum fünf Millionen Jahren zu den jüngsten bekannten Sternhaufen überhaupt. Etwa 60 Mitglieder konnten dem Haufen bislang zugeordnet werden. τ CMA ist Teil eines Dreifachsternsystems und könnte dabei in Anbetracht der Entfernung von 4800 Lichtjahren mit der 50.000-fachen Leuchtkraft der Sonne einer der hellsten bekannten Überriesen sein! Seine absolute Helligkeit liegt bei etwa -7^M ! Die beiden Begleiter sind mit 10^m und 11^m wesentlich lichtschwächer.

M 93 auf dem Achterdeck des Schiffs

Nun unternehmen wir einen kurzen Ausreißer in das benachbarte Sternbild Puppis (Hinterdeck). Genau an der Grenze zum Großen Hund befindet sich der helle Offene Sternhaufen M 93. Von NGC 2361 ausgehend genügt ein kurzer Schwenk von gut 5° in östliche Richtung. Praktischerweise befinden sich M 93 und NGC 2362 auf annähernd der gleichen Deklination.

▼ Abb. 3: Der Offene Sternhaufen M 41 ist ein Glanzstück vor allem für Ferngläser. Siegfried Kohlert



Dies erleichtert die Suche. Falls man die Orientierung verliert, kann als Anhaltspunkt der Stern ξ Pup (Asmidiske) dienen.

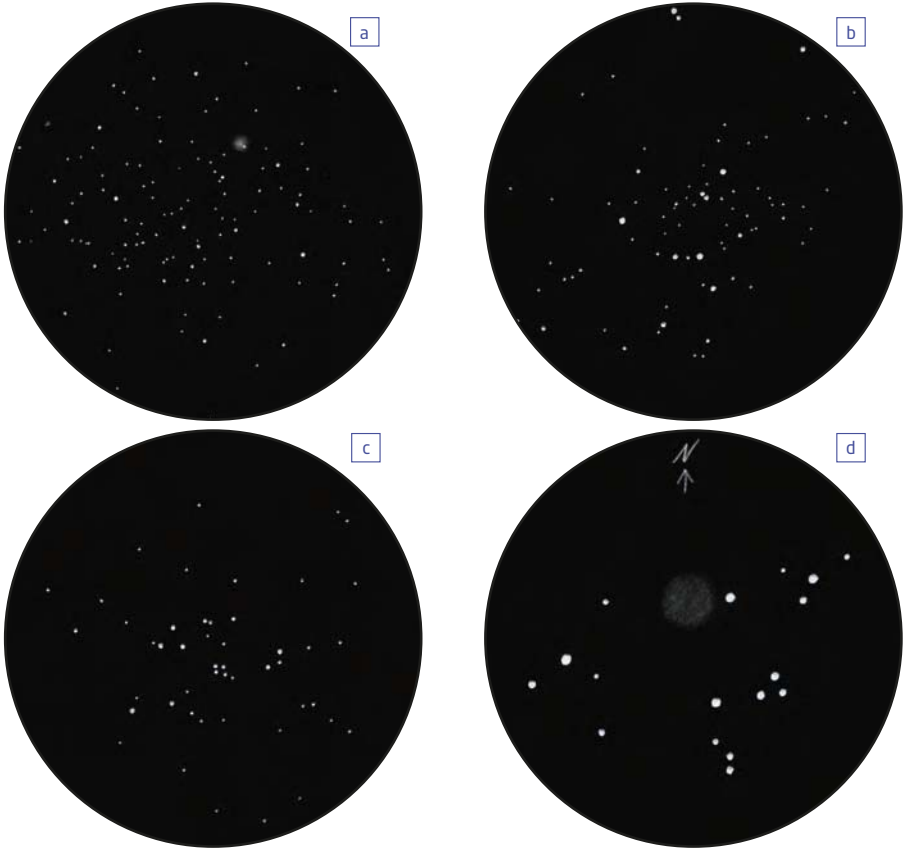
Ein gutes Grad nordwestlich dieses Sterns erscheint im selben Gesichtsfeld eines Fernglases ein kleines, diffuses Sternknäuel. Die Form des Sternhaufens erinnert, markiert durch einige schwache Sterne, an ein auf der Seite liegendes V, welches sich nach Westen öffnet. Bei genauerer Betrachtung mit einem 7×50-Feldstecher fallen weitere schwache Sterne an den Randbereichen des noch in Nebel gehüllten Sternhaufens auf. Das Zentrum bleibt nebelhaft. Diese schwachen Sterne sind die hellsten Mitglieder des Haufens. Bei ihnen handelt es sich um blaue Überriesen der Spektralklasse B9.

Wie viele Offene Sternhaufen ist auch M 93 mit etwa 400 Millionen Jahren recht jung. Jedoch haben sich einige Sterne bereits zu Roten Riesen weiterentwickelt. Im Teleskop kann M 93 ruhig höher vergrößert werden, um die Mitgliedsterne identifizieren zu können. In einem 100mm-Fernrohr können bis zu 50 Sterne von annähernd gleicher Helligkeit gezählt werden. Die charakteristische V-Form ist noch nachvollziehbar, wenngleich das Erscheinungsbild durch die Vielzahl der Sterne etwas verschwimmt.

Zwei Perlen des Wintersternhimmels

Das nächste Ziel, **M 47**, ist unter dunklem Himmel mit 4^m4 leicht mit bloßem Auge zu erkennen. Weil der Offene Sternhaufen einige sehr helle Mitgliedsterne beherbergt, erscheint ohne optische Hilfsmittel an der betreffenden Stelle ein auffälliger Knoten heller Sterne.

Sollte M 47 nicht freisichtig sein, kann α Monocerotis als Ausgangspunkt für die Suche zu Hilfe genommen werden. Nimmt man ein Fernglas zur Hand und schwenkt von diesem Stern ausgehend etwa 4° nach Süden, ist sofort ein Knäuel heller Sterne



▲ Abb. 4: Zeichnungen geben den Eindruck im Okular am besten wieder: M 46 (a), M 47 (b), M 93 (c) und NGC 2438 (d), jeweils mit einem 100mm-Teleskop beobachtet. *Stefan Westphal*

zu erkennen. Der aufmerksame Beobachter kann im 7×50-Fernglas sechs helle Sterne der 5. Größe erkennen. Vier dieser hellen Sterne bilden ein auf dem Kopf stehendes Dreieck. Tatsächlich leuchtet der hellste Stern mit 5^m7 und ist, wie die anderen gut 50 Mitgliedsterne, ein blauer Riese. In einem 80mm-Teleskop erscheint bei 62,5-facher Vergrößerung ein lockerer Sternhaufen. Die hellsten Sterne erreichen 5^m und sind mit Sternen von 9^m bis 10^m vermischt.

Die Dreiecksform, hervorgerufen durch die hellsten Sterne, ist noch gut erkennbar, zieht die Aufmerksamkeit jedoch nicht mehr so stark auf sich. Die fünf in kleinen Optiken bestimmenden Mitglieder sind umgeben von schwächeren Sternen. Obgleich M 47 ein Prachtstück eines Offenen Sternhaufens darstellt, ist er

gleichfalls eines der sternärmsten Objekte seiner Art.

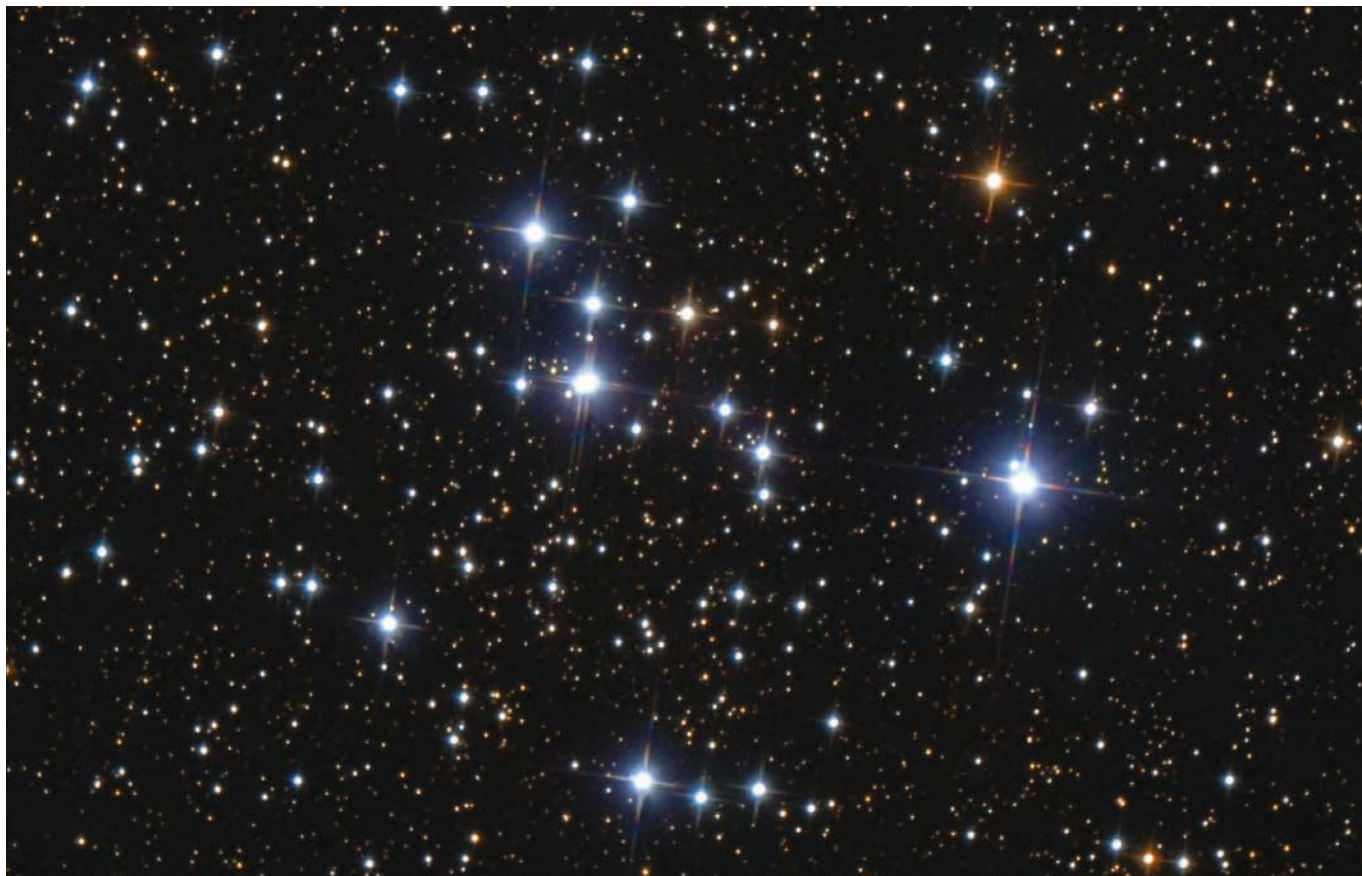
Entfernter Nachbar

Im Gesichtsfeld des Fernglases fällt ein kleines Stück südöstlich von M 47 ein weiterer gleichmäßig heller, leicht ovaler Nebel auf. Es handelt sich hierbei um den optischen Nachbar **M 46**. In Wirklichkeit befindet sich M 46 mit etwa 5500 Lichtjahren gut drei Mal so weit von uns entfernt wie M 47. Daher zeigen sich in ihrer Erscheinung zwei völlig verschiedene Offene Sternhaufen. M 46 bleibt im 7×50-Fernglas nebulös, ist aber durch den hellen M 47 leicht zu finden.

In einem 100mm-Teleskop erscheint ein großes und sehr sternreiches Objekt. Die meisten Sterne sind mit 9^m bis 11^m recht

Deep-Sky-Objekte im Großen Hund						
Name	Typ	R.A.	Dekl.	Abstand/Durchmesser	Helligkeit	Bemerkung
α CMa	Doppelstern	6 ^h 45,1 ^{min}	−16° 43′	9,7″	−1 ^m 4	Sirius
M 41	Offener Sternhaufen	6 ^h 47,0 ^{min}	−20° 44′	40′	4 ^m 5	
NGC 2362	Offener Sternhaufen	7 ^h 18,8 ^{min}	−24° 57′	8′	4 ^m 1	τ CMa-Haufen
M 47	Offener Sternhaufen	7 ^h 36,6 ^{min}	−14° 30′	30′ × 20′	4 ^m 4	
M 46	Offener Sternhaufen	7 ^h 41,8 ^{min}	−14° 49′	20′ × 15′	6 ^m 1	
NGC 2438	Planetarischer Nebel	7 ^h 41,6 ^{min}	−14 44′	1,1′	10 ^m 8	in M 46
NGC 2360	Offener Sternhaufen	7 ^h 17,8 ^{min}	−15° 37′	8′	7 ^m 2	

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



▲ Abb. 5: Der Sternhaufen M 47 ist unter dunklem Landhimmel bereits mit bloßem Auge zu erkennen. *Stefan Westphal*

lichtschwach. Bei 70-facher Vergrößerung nimmt der Haufen fast das gesamte Bildfeld ein und man hat Mühe die Anzahl der Sterne zu überblicken. Einige Mitglieder scheinen mit 8^m etwas heller zu sein. Unweigerlich drängt sich der Verdacht auf, dass diese helleren Sterne auch Vordergrundsterne sein könnten. Zu einheitlich und strukturlos sind die ansonsten schwachen Sterne des Haufens verteilt.

M 46 könnte Schätzungen zu Folge bis zu 500 Sterne beherbergen. 186 Sterne bis zur 13. Größe sind bekannt. Der hellste erreicht 8^m7 und ist ein Hauptreihenstern der Spektralklasse A0 mit der hundertfachen Leuchtkraft der Sonne. Weil M 46 mit ca. 300 Millionen Lichtjahren um einiges älter als sein 78 Millionen Jahre alter »Nachbar« ist, haben sich bereits die ersten Sterne in Rote Riesen weiterentwickelt.

Eine Sternleiche im Getümmel

Außer dieser immensen Fülle an Sternen hält M 46 noch einen Hingucker bereit. Bei bereits 70-facher Vergrößerung wird der Planetarische Nebel NGC 2438 im Getümmel der vielen Sterne sichtbar. Im nördlichen Teil des Haufens zeigt sich dieser als gleichmäßig helle, runde Nebelscheibe. Seine Größe beträgt etwa 30" und sein Rand ist klar begrenzt. Vergrößert man noch etwas höher, zeichnet sich NGC 2438 besser gegen den sternreichen Hintergrund ab.

In Wirklichkeit ist der Überrest eines erloschenen Sterns etwa ein Lichtjahr groß. Der Zentralstern ist mit 17^m5 extrem lichtschwach. Gegenwärtig ist noch nicht genau geklärt, ob der Planetarische Nebel ein physikalisches Mitglied von M 46 ist. Messungen zufolge ist der Nebel nur 2900 Lichtjahre von uns entfernt und würde uns damit näher stehen als der Sternhaufen.

Carolines Cluster

Nach dem Besuch dieser beiden Glanzpunkte schauen wir uns in der näheren Nachbarschaft noch etwas genauer um. NGC 2360 ist ein Offener Sternhaufen, der im Schatten von M 46/M 47 oft übersehen wird.



▲ Abb. 6: Die Schönheit von NGC 2362 hingegen zeigt sich erst im Teleskop. *Jim Thommes*

Das Objekt ist ziemlich einfach zu finden, indem man mit einem Fernglas die Strecke von M 47 zu Sirius langsam abfährt. Etwas mehr als 5° westlich wird dann in einem 7×50-Feldstecher ein kleiner, nebliger Fleck sichtbar. Hier sehen wir nun im Vergleich zu M 47 den mit ein bis zwei Milliarden Jahren erheblich älteren Sternhaufen NGC 2360. Folglich fehlen diesem Haufen auch die jungen blauen Sterne. Die hellsten seiner Mitglieder sind Rote Riesen des Spektraltyps K.

Ein 100mm-Teleskop zeigt bei niedriger Vergrößerung (40×) einen hübschen, kompakten Sternhaufen mit vielen verhältnismäßig lichtschwachen Einzelsternen. Erhöht man die Vergrößerung auf etwa 100-fach, wird das Zentrum in gut 35 lichtschwache Sterne aufgelöst. Entdeckt wurde dieses Objekt im Übrigen von Caroline Herschel am 26. Februar 1783. Es war ihre erste eigene Entdeckung eines Deep-Sky-Objekts.

► Stefan Westphal



▲ Abb. 7: Der Planetarische Nebel NGC 2438 steht vor den Sternen von M 46. *Stefan Westphal*

Stoyans Sky: Sirius B, der Unerreichbare

Es war ein Triumph für Alvan Clark, den großen amerikanischen Teleskopbauer, als sein Sohn Alvan G. Clark am 31. Januar 1862 mit dem gerade fertiggestellten 18,5"-Refraktor (470mm Öffnung) den lange gesuchten Begleiter des hellsten Sterns des Himmels visuell nach-

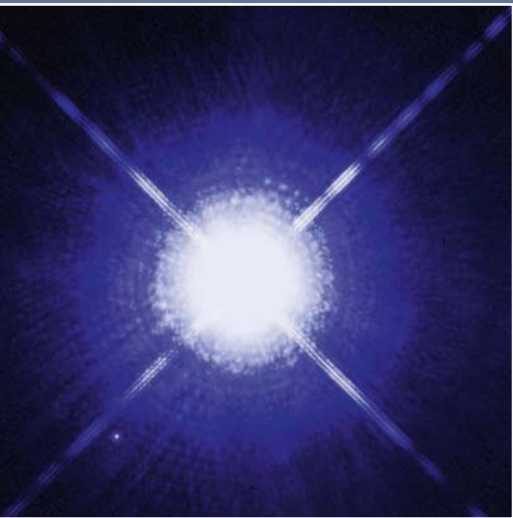
weisen konnte. Noch heute haftet Sirius B der Nimbus des Unerreichbaren an. Dabei reicht unter guten Bedingungen schon ein 100mm-Refraktor aus!

Derzeit verbessern sich die Beobachtungsbedingungen von Jahr zu Jahr, da der Abstand zwischen Sirius A und B wächst. Von derzeit knapp 10" wird sich die Distanz bis 2024 noch auf 11,4" erweitern – das entspricht etwa dem Viertel des Durchmessers von Jupiter. Das ist mit typischen Amateurfernrohren eigentlich bequem zu schaffen.

Das Problem der Sichtung liegt in der enormen Lichtfülle von Sirius A. Sirius B versteckt sich am Rand des Lichtballs, der den Hauptstern umgibt. Man muss deshalb sehr geübt im Indirekten Sehen sein und darf sich nicht von Sirius A blenden lassen. Von Mitteleuropa ist die Sichtung schwierig, weil

die starke Luftunruhe aufgrund des niedrigen Stands von Sirius stört.

Ich hatte den besten Anblick in einem 100mm-Refraktor von Australien aus. In der hereinbrechenden Dämmerung stand Sirius nahe dem Zenit. Der Begleiter war bei 211× und 246× nicht durchgängig zu halten, tauchte aber immer wieder an der gleichen Stelle auf. Von heimischem Boden gelang mir die Sichtung mit 120mm Öffnung, ebenfalls in der Dämmerung. Ein Trick besteht darin, Sirius A außerhalb des Gesichtsfelds zu halten. Dabei sind Okulare mit kleinem Feld und scharfer Feldblende von Vorteil. Mit einem Newton-Spiegelteleskop muss man darauf achten, dass die durch die Fangspiegelstreben hervorgerufenen »Spikes« nicht den Begleiter verdecken. Ich habe Sirius B routinemäßig mit dem 360mm-Newton bei ca. 600× sehen können, wenn die Luft einigermaßen stabil war.



◀ Abb. 1: Sirius fotografiert mit dem Hubble Space Telescope. Sirius B steht unten links.

► Ronald Stoyan



NASA, ESA, Erith Karoschka

▲ Abb. 1: Die Jupitermonde verschwinden regelmäßig hinter dem Riesenplaneten. Misst man genau, lässt sich die Lichtgeschwindigkeit bestimmen.

Ein Däne, Io und das schnelle Licht

Nachweis der Lichtgeschwindigkeit durch Beobachtung der Jupitermonde

Heute genügt schon ein normales 10×50-Fernglas, um eine der bekanntesten Entdeckungen Galileo Galileis nachzubeobachten: Die Jupitermonde zeigten sich dem Italiener als vier helle Lichtpunkte, die den Planeten begleiteten, was für den Beobachter letztlich ein weiteres Indiz für das heliozentrische Weltbild war. Darüber hinaus bemerkte etwas später ein dänischer Himmelsbeobachter, dass die Monde des Jupiter sogar als ungeahntes Messwerkzeug dienen – nämlich für die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit.

Schaltet man eine Schreibtischlampe an, betätigt man den Lichtschalter im Wohnzimmer oder öffnet man den Kühlschrank, wird es sofort hell. Daraus könnte man bereits folgern, dass sich Licht ohne Zeitverlust ausbreitet, denn es erhellt augenblicklich die Umgebung. Aber breitet sich Licht wirklich instantan aus oder hat es doch eine

bestimmte Geschwindigkeit? Bei dieser Fragestellung waren sich schon die Philosophen des antiken Griechenlands uneinig und so sollte zum Beispiel für Aristoteles das Licht unendlich schnell sein, dagegen ging Empedokles von einer endlichen Lichtgeschwindigkeit aus.

Naturforscher wie Empedokles und später Galileo Galilei sollten schließlich recht

behalten. Das Licht ist (im Vakuum) mit 300.000km/s unfassbar schnell unterwegs, aber eben nicht unendlich schnell. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine der fundamentalsten Konstanten der Physik, aus der sich die bekannteste Folgerung ableitet: Der Blick an den Himmel ist immer auch ein Blick in die Vergangenheit. So ist das Mondlicht zu

 PRAXISTIPP

So kann man die Lichtgeschwindigkeit ermitteln

Als Beispiel nehmen wir die Io-Verfinsterungen an den Abenden des 8. März – der Tag der Opposition – und des 16. Mai 2016. Nachdem man mit einer Funkuhr die exakte Uhrzeit der ersten Bedeckung festgehalten hat, wird mit der mittleren (synodischen) Umlaufzeit I_{os} (1,76986 Tage = 152.916 Sekunden) berechnet, wann genau 69 Tage bzw. 39 Io-Umläufe danach der zweite Bedeckungsanfang stattfindet. Anschließend recherchiert man für beide Ereignisse die Jupiter-Erde-Entfernung (z. B. bei www.calsky.de): 4,43535 Astronomische Einheiten am 8. März und 5,05711 AE am 16. Mai, wobei sich also der Abstand um 0,62176 AE vergrößert hat. 1 AE entspricht der mittleren Entfernung Sonne-Erde von rund 150 Millionen Kilometern.

Somit lautet die Frage: Wie lange braucht das Licht, um diese größere Entfernung von umgerechnet ziemlich genau 93 Millionen Kilometern zurückzulegen? Für die zweite Io-Bedeckung muss nun die Zeitdifferenz (in Sekunden) zwischen dem theoretischen Zeitpunkt, die sich aus I_{os} Umlaufzeit ergibt, und der tatsächlich gemessenen Uhrzeit ausgerechnet werden. Im Idealfall beträgt diese Differenz 310 Sekunden (= knapp über 5 Minuten), denn das ist die Zeit, in der das Licht 93 Millionen Kilometer zurücklegt.

Wie nah kommen Sie mit einer eigenen Beobachtung an die Lichtgeschwindigkeit von 300.000 km/s? Melden Sie Ihr Ergebnis an die Redaktion!

uns bereits 1,3 Sekunden unterwegs, das Sonnenlicht benötigt zur Erde etwas über 8 Minuten. Und schaut man zur 2,5 Millionen Lichtjahre entfernten Andromedagalaxie M31, das entfernteste Objekt für das bloße Auge, schaut man tatsächlich 2,5 Millionen Jahre in die Zeit zurück!

Je weiter entfernt, desto später

Doch wie lässt sich die schnellste aller Geschwindigkeiten messen? Vor 340 Jahren diente der von Galileo Galilei entdeckte Jupitermond Io als Messwerkzeug und führte so zum ersten Beweis einer endlichen Lichtgeschwindigkeit. Die Umlaufzeit von Io, der innerste der vier hellsten Monde Jupiters, beträgt rund 1,8 Tage (42,5 Stunden); allerdings gibt es messbare Abweichungen, mit denen sich ab 1668 der dänische Astronom Ole Rømer genauer befasste. Ab 1672 führte er seine Beobachtungen an der Pariser Sternwarte durch, notierte bis 1678 insgesamt mehr als 60 Io-Bedeckungen durch Jupiter – die meisten 1672 und 1673 – und kam zu folgendem Ergebnis: Je weiter sich die Erde von Jupiter beim jährlichen Lauf um die Sonne entfernt, desto später finden die Bedeckungen von Io statt. Die Zeitpunkte von Ios Ein- und Austritten hinter Jupiter sind also vom Ort der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne abhängig.

Rømers Daten machen deutlich, wie sich nach der Opposition (mit der Erdnähe) vom März 1672 die Verfinsterungen verspäteten und dass sie sich nach der darauffolgenden Konjunktion (in der Erdferne) bis zur nächsten Opposition vom April 1673 wieder verfrühten. Mit den damaligen Mitteln berechnete der Däne einen Zeitunterschied von insgesamt etwa 22 Minuten (tatsächlich sind

es gut 16,5 Minuten), was somit die Zeit darstellt, in der das Licht den Durchmesser der Umlaufbahn der Erde zurücklegt.

Das war Rømers korrekte Schlussfolgerung! Damit war mithilfe des Jupitermondes Io als Zeitgeber erstmals experimentell nachgewiesen, dass Licht Zeit braucht und nicht unendlich schnell ist. Rømer hatte sein Ergebnis 1676 der französischen Akademie der Wissenschaften präsentiert und noch im selben Jahr berechnete Christiaan Huygens daraus erstmals einen Wert der Lichtgeschwindigkeit: 213.000 Kilometer pro Sekunde.

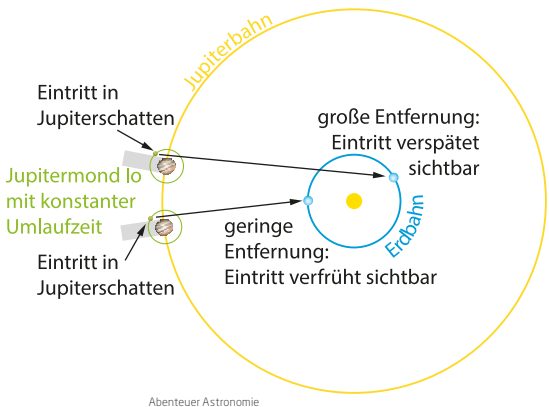
Lichtgeschwindigkeit selbst messen

340 Jahre nach Ole Rømers Beobachtungen ist seine Methode heute mit wenig Aufwand und dem eigenen Teleskop nachvollziehbar. Um die Lichtgeschwindigkeit selbst zu bestimmen, braucht es nur ein Fernrohr, eine Funkuhr und zwei Io-Bedeckungen bei Jupiter, die in einem zeitlichen Abstand (z. B. zur Jupiter-Opposition und zwei Monate

danach) beobachtet werden. Am besten eignet sich das Messen des Zeitpunktes, in dem Io vollständig hinter Jupiter verschwunden ist.

Bei beiden Bedeckungen werden die exakten Zeiten notiert und außerdem ausgehend von der Uhrzeit der ersten Io-Bedeckung die Uhrzeit für das zweite Datum vorausberechnet. Der Vergleich der vorausberechneten und der tatsächlich bei der zweiten Io-Bedeckung gemessenen Uhrzeit liegt in der Größenordnung von einigen Minuten. Die deutlich spätere Ankunft des Lichts entsteht dadurch, dass es einen längeren Weg zur Erde zurücklegen muss. So lässt sich zusammen mit den Angaben der Erde-Jupiter-Entfernung (in Kilometern) und des Laufzeitunterschieds (in Sekunden) die Lichtgeschwindigkeit berechnen (Beispiel siehe Kasten). Allerdings sei noch auf eine möglichst präzise – sekundengenau – gemessene Uhrzeit hingewiesen, denn eine Abweichung von nur einer Sekunde führt schon zu einer Abweichung von rund 10% in der Lichtgeschwindigkeit!

► Nico Schmidt



◀ Abb. 2: Mit dem Jupitermond Io als Zeitgeber wird deutlich, dass sein Licht – je nach Stellung der Erde auf ihrer Umlaufbahn – mal später (nach der Opposition), mal früher (vor der Opposition) bei uns eintrifft. Diese Zeitdifferenz ist schließlich auf die endliche Lichtgeschwindigkeit zurückzuführen, von der sich jeder Teleskopbesitzer selbst überzeugen kann.

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



Abb. 1: Scharf soll es sein, das eigene Astrofoto – umso mehr wenn es sich um ein seltenes Himmelsereignis handelt wie bei der Mondfinsternis vom 28. September.

S. Seip

Geht das noch schärfer?



SURFTIPPS

- Stefan Seips Fotoreisen

Kurzlink: oc1m.de/af01

In der Alltagsfotografie sind Aufnahmen, die durch Unschärfe verdorben sind, zur Seltenheit geworden. Umso mehr ist man enttäuscht, wenn Astro- und Himmelsaufnahmen, möglicherweise solche eines seltenen Ereignisses wie einer totalen Mondfinsternis vom 28. September, die gewünschte Schärfe vermissen lassen. Mit einer perfekten Fokussierung wird der erste Schritt zum scharfen Bild getan.

Unter »Fokussierung« wird die Einstellung der Entfernung verstanden. Streng genommen bildet eine Optik, also ein Fotoobjektiv oder ein Teleskop, nur Objekte scharf

ab, die sich in einer Ebene befinden, die man folglich »Schärfenebene« nennt. Diese Ebene verläuft parallel zum Bildsensor der Kamera. Wie weit sie vom Sensor entfernt ist, wird durch die »Entfernungseinstellung« geregelt. Objekte, die näher oder weiter entfernt sind, werden unscharf abgebildet.

Entfernungseinstellung = Fokussierung

Für Standardaufnahmen bei Tageslicht und klassischen Motiven übernimmt der Autofokus (AF) die Aufgabe der Fokussierung. Damit

der Autofokus (der meisten Kameras) funktionieren kann, werden vergleichsweise helle, kontrastreiche und flächige Motive benötigt. Viele astronomische Motive können mit solchen Attributen nicht aufwarten, so dass der Autofokus seinen Dienst quittiert und manuell fokussiert werden muss. Das Gleiche gilt bei der Fotografie durch Fernrohre, weil diese generell keinen Autofokus zu bieten haben.

Schärfentiefe = Tiefenschärfe

Dass im Alltag so viele scharfe Fotos gelingen, hat neben dem Autofokus auch damit



zu tun, dass die Schärfenebene in Wirklichkeit nicht hauchdünn ist, sondern eine gewisse »Dicke«, eine Tiefe besitzt. Ist der Schärfereich eher dünn, spricht man von einer geringen Schärfentiefe. Synonym darf man auch Tiefenschärfe dazu sagen. Ist der Bereich dick, ist die Schärfentiefe groß. Mit großer Schärfentiefe gelingen auch Fotos,

bei denen Objekte in unterschiedlicher Entfernung in gleicher Schärfe abgebildet werden. Eine große Schärfentiefe sorgt auch dann für scharfe Aufnahmen, wenn der Autofokus die optimale Entfernungseinstellung ein wenig verpatzt hat.

▲ Abb. 2: Die linke Aufnahme verfügt über eine geringe Schärfentiefe, weil die Blende voll geöffnet war (siehe Inset) – die Sterne sind scharf, aber der Fotograf im Vordergrund ist unscharf. Wird die Blende etwas geschlossen, werden sowohl die Sterne als auch der Fotograf scharf abgebildet, weil die Schärfentiefe anwächst (rechtes Bild).

Teleskop-Tuning: Der Tau muss weg

Die vordere Verlängerung des Tubus – meist Taukappe genannt – schirmt das Objektiv gegen den Himmel ab, so dass es nicht kälter wird als die Umgebungsluft, denn das führt zu Taubildung. Für eine noch bessere Wirkung kann man die Taukappe beheizen – zum Beispiel im Selbstbau mit Autospie-

gel-Heizfolie oder Konstantan-Draht. Aber Vorsicht: Handwarm ist längst zu viel des Guten und erzeugt Bildstörungen durch aufsteigende Warmluft.

Die Taukappe kann jedoch viel mehr: Als Gegenlichtblende verhindert sie seitlich einfallendes Störlicht, das den Bildhintergrund aufhellt. Selbst schwaches Streulicht vom Himmel über dem Beobachtungsplatz stört die Beobachtung lichtschwacher Objekte. Gerade Teleskope, die man eher selten mit Taukappe vorfindet – wie Schmidt-Cassegrain- oder Maksutov-Teleskope – sind empfindlich gegen Lichteinfall. Alle Bereiche im Inneren eines Teleskops, die durch die offene Okularhalterung sichtbar sind, sollten daher im Schatten der Taukappe liegen, besonders die Innenwand eines Newton-Tubus im Bereich gegenüber dem Okularauszug.

Daher ist eine Taukappe an jedem Teleskop nützlich, auch wenn sie als Zubehör nicht kommerziell erhältlich ist.

Für den Selbstbau nimmt man schwarzes Moosgummi aus dem Bastelladen oder eine Iso-Matte. Schwarze Velours-Folie auf der Innenseite ist optimal, diese ist besonders



▲ Abb. 1: Unerwünschtes Licht im Tubus: Wo eine Taukappe fehlt, wie bei diesem Schmidt-Cassegrain, macht nicht nur Tau Probleme.

im Streiflicht schwärzer als Schultafellack. Die Taukappe soll mindestens anderthalb Tubusdurchmesser lang und leicht trichterförmig sein. Sitzt sie nicht stramm, kann mit Wäschegummi nachgeholfen werden.

► Sven Wienstein

⇌ INTERAKTIV

Um die volle Konzentration dem Objekt widmen zu können, muss die Ausrüstung einfach praxistauglich sein. Sven Wienstein widmet sich daher leicht umzusetzenden Verbesserungen mit meist erstaunlicher Wirkung. Fragen und Themenwünsche schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unsere Facebook-Seite.

Kurzlink: oc1m.de/fb

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



Wovon hängt die Schärfentiefe ab?

Wer formatfüllende Aufnahmen des Mondes im Sinn hat, muss demnach mit einer geringen Schärfentiefe leben. Mit Ausnahme des Abbildungsmaßstabes arbeiten alle Faktoren in dieser Richtung. Verwendet wird freilich eine lange Brennweite (starkes Teleobjektiv oder ein Teleskop) sowie eine Kamera mit relativ großem Sensor (Spiegelreflex, Systemkamera). Und eine Abblendung kommt

wegen Licht- und Auflösungsverlustes nicht in Frage.

Was ist »Unendlich«?

Benötigt wird Schärfentiefe bei der Fotografie von Himmelskörpern natürlich nicht. Alle infrage kommenden Objekte sind für die Kamera »unendlich« weit entfernt, d.h. es muss bei der Fokussierung nicht zwischen Mond, Sonne und Sternen unterschieden werden. Die geringe Schärfentiefe zwingt uns jedoch,

Faktoren für die Schärfentiefe			
Nr.	Faktor	Schärfentiefe groß	Schärfentiefe gering
1	Blende	Blende geschlossen (z. B. 1:11)	Blende weit auf (z. B. 1:2,0)
2	Brennweite	Kurze Brennweite (»Weitwinkelobjektiv«)	Lange Brennweite (»Teleobjektiv«)
3	Sensorgröße	Kleiner Sensor (Smartphone, z. B. 4,9mm x 3,7mm)	Großer Sensor (z. B. »Vollformat« = 24mm x 36mm)
4	Abbildungsmaßstab	Kleiner Abbildungsmaßstab (z. B. »Landschaftsaufnahme«)	Großer Abbildungsmaßstab (z. B. 1:1 »Makroaufnahme«)

◀ Abb. 3: Scharfe Einzelaufnahme der abnehmenden Mondsichel. Welche Detailfülle in der Aufnahme steckt, wird in der Ausschnittsvergrößerung sichtbar.

Dittiés Idee: Wie man Tauwasser vermeidet



▲ Abb. 1: Das Thermogramm eines Teleskops zeigt, wie die Oberseite des Tubus durch die Infrarotabstrahlung in den Himmel auskühlt und dadurch beschlägt.

Jeder kennt das, wenn man sein Teleskop draußen aufgebaut hat: Kaum hat man so richtig mit dem Beobachten losgelegt, bedeckt sich alles mit einer Wasserschicht. Erst in Form eines feinen Nebels, dann in immer dicker werdenden Tröpfchen. Interessanterweise ist immer die Seite des Teleskops betroffen, die dem klaren Himmel zugewandt ist. Wenn das Objektiv beschlägt, ist der Genuss schnell vorbei. Dabei fällt der Tau nicht wie Regen vom Himmel herab. Tauwasser entsteht dadurch, dass eine Oberfläche Wärme in den Himmel abstrahlt und dabei bis unter die Temperatur abkühlt, bis zu der die Luft ihre Feuchtigkeit als Dampf halten kann, womit sich dann Tauwasser auf der kalten Oberfläche bildet. Es ist keine gute Idee, das Tauwasser auf Objektiven oder Okularlinsen einfach wegzuwischen. Die meisten Wischlappen enthalten immer harte Partikel und Fasern, die die Optik auf Dauer zerkratzen würden. Was schon eher geht, ist Hygienepapier aus reiner Zellulose, aber das kann in der Nässe leicht fusseln.

Viel besser ist es, erst gar keinen Tau zuzulassen, indem man wenigstens das Fernrohrobjektiv vor der Infrarotabstrahlung in den Himmel abschirmt. So funktionieren Taukappen. Übrigens gilt: je länger, desto besser, nur die direkte Sichtachse bleibt offen. Eine Verlängerung ist selbst mit einem starken Blatt Papier und Gummiband möglich und schnell gemacht.

► Georg Dittié

⇐ INTERAKTIV

Georg Dittié ist immer neugierig, etwas Neues in der Astronomie auszuprobieren und möchte seine Erfahrungen an andere weitergeben. Wenn Sie sich Tipps zu einem bestimmten Thema wünschen, schreiben Sie an redaktion@abenteuer-astronomie.de oder auf unserer Facebook-Seite.

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

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

den kritischen Fokuspunkt bestmöglich zu treffen, denn der »Spielraum« nach vorne oder hinten ist extrem gering.

Manueller Fokus

Ist der Autofokus nicht nutzbar oder nicht vorhanden, wird die Fokussierung manuell vorgenommen (MF). Viele Fotoobjektive verfügen über einen Schalter, der auf Autofokus oder Manueller Fokus eingestellt werden kann. Bei anderen Systemen erfolgt die Umschaltung an der Kamera oder im Kameramenü. Dann verwendet man das vom Aufnahmesensor der Kamera erzeugte Livebild (»Live-View«), um durch Drehen des Schärferrings am Objektiv bzw. Okularauszug des Teleskops den bestmöglichen Schärfepunkt einzustellen.

Was noch schiefgehen kann

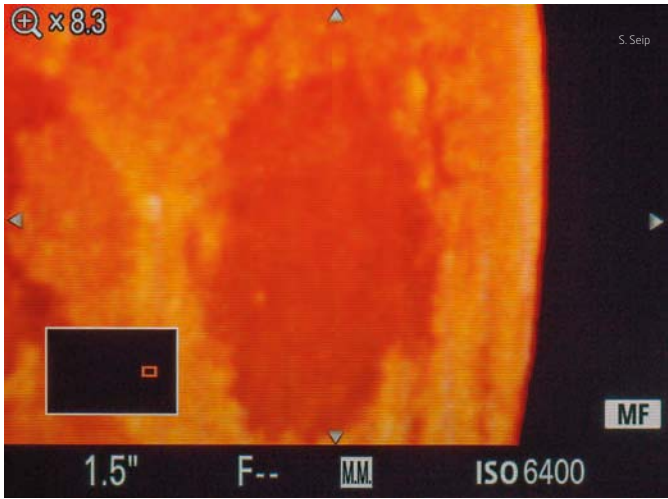
Die Kette zum scharfen Astrofoto hat noch mehr Glieder. Der beste Fokus nützt nichts, wenn andere Faktoren für Unschärfe sorgen. Die wichtigsten drei in Stichworten:

- 1. Abbildungsqualität der verwendeten Optik
- 2. Luftunruhe (»Seeing«)
- 3. Falsch eingestellte Nachführungsgeschwindigkeit (Sterne/Mond)
- 4. Präzision der Nachführung bei längerer Belichtungszeit

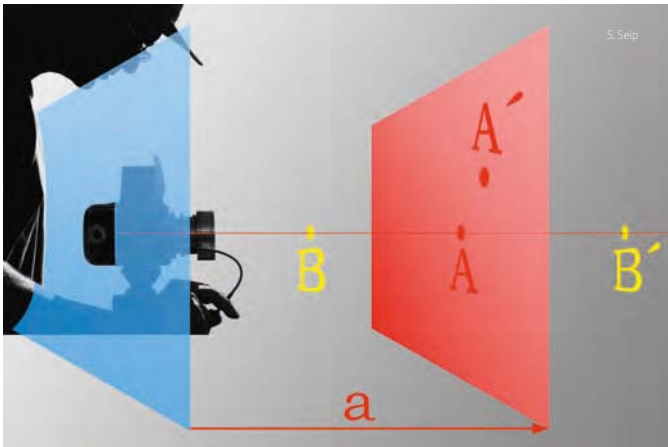
Fazit

Die Schärfe einer Fotografie wird vom schwächsten Glied einer langen Kette limitiert. Schon ein vermeintlich kleiner Fehler macht alle Bemühungen zunichte, daher ist ein sorgfältiges und gewissenhaftes Vorgehen ratsam.

► Stefan Seip



▲ Abb. 4: Mit der Lupenfunktion wird ein relevanter Ausschnitt des Livebildes maximal vergrößert, um die Bildschärfe bestmöglich beurteilen zu können.



▲ Abb. 5: Die Schärfenebene (rot) verläuft parallel zur Sensorebene (blau). Fokussiert wurde auf die Entfernung a, daher werden die Punkte A und A' scharf abgebildet. Bei geringer Schärfentiefe werden B und B' unscharf, da sie näher bzw. weiter entfernt sind.



▲ Abb. 6: Schalter am Objektiv, mit dem zwischen Autofokus (AF) und manueller Fokussierung (MF) umgestellt werden kann.

PRAXISTIPP

So wird es perfekt

- Folgende Tipps sollen dabei helfen, den Fokus exakt zu finden:
- 1. Das Live-View-Bild sollte nicht überbelichtet sein. Gegebenenfalls ist die Belichtungseinstellung anzupassen oder die »Belichtungssimulation« einzuschalten, damit die Kamera keine automatische Helligkeitsanpassung im Live-View vornimmt.
 - 2. Mit der Zoomfunktion der Kamera (nicht die des Objektivs!) wird ein Ausschnitt aus dem Live-View-Bild maximal vergrößert.
 - 3. Der optimale Schärfepunkt wird mehrfach überdreht, um von der anderen Seite erneut scharfzustellen. Durch dieses Annähern von beiden Seiten gewinnt man schnell ein Gespür dafür, wo sich der beste Schärfepunkt befindet.
 - 4. Ist das gewählte Motiv zu lichtschwach, kann ein Ersatzobjekt, zum Beispiel ein heller Stern, zum Fokussieren verwendet werden. Danach schwenkt man die Kamera auf ihr eigentliches Ziel.
 - 5. Bei längerer Aufnahmedauer sollte die Fokussierung von Zeit zu Zeit überprüft und bei Bedarf wiederholt werden. Temperaturschwankungen können eine Fokussverlagerung zur Folge haben. Auch nach großen Teleskopswenks ist eine Kontrolle angebracht.

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

100% JUSTIERT

Schritt für Schritt zur perfekten Newton-Justage

Es gibt mittlerweile viele gute bezahlbare Newtonspiegel. Zu welcher Leistung ein Spiegel fähig ist, zeigt er aber nur, wenn auch die Justage optimal ist. Leider kommt man hier mit den gängigen Hilfsmitteln Laser und Justierokular oft zu widersprüchlichen Ergebnissen. Deshalb sollte der Newton mit beiden Hilfsmitteln justiert werden – so lässt sich auf relativ einfache Art und Weise nicht nur ein guter Justierzustand, sondern auch ein nicht verkipptes Bildfeld einstellen.

Abb. 1: Ein Newton-Spiegelteleskop zeigt nur dann alles, was in ihm steckt, wenn es perfekt justiert ist. Die meisten Sternfreunde verwenden dafür entweder einen Laser (im Bild) oder ein Justierokular – doch erst die Kombination beider Ansätze führt immer zum gewünschten Erfolg.

Wer kennt das nicht: Da wurde vor der Beobachtung der Newton so exakt wie möglich mit dem Laser justiert, dann kommt man mit einem Cheshire-Justierokular, möchte die Laser-Justage überprüfen und muss feststellen, dass die Justage mehr als nur haarscharf daneben ist. Womöglich ist der Laser in sich krumm? Das lässt sich leicht mit der Rotationsmethode überprüfen: Man dreht den Laser im Okularauszug. Bleibt der Lichtpunkt dabei auf einer Stelle stehen, ist der Laser in seinem Gehäuse gut justiert.

Cheshire oder Concenter?

Ausgangslage ist ein grob voreingestellter Newton, wie er im Handel zu beziehen ist, oder wie er nach einer Autofahrt über Schlaglöcher und Feldwege aus dem Auto geladen wird. Es sollten an Haupt-, Fangspiegel und Okularauszug Justierschrauben vorhanden sein. Wichtig ist auch eine Mittenmarkierung auf dem Hauptspiegel.

Neben den üblichen Inbusschlüsseln und Schraubenziehern werden ein Justieroku-

lar und ein Justierlaser benötigt. Allerdings sollte gerade der unerfahrene Newton-Besitzer auch einiges an Zeit einplanen. Während mit einiger Übung ein Newton in wenigen Minuten exakt justiert ist, kann es gerade am Anfang auch durchaus mal länger dauern – deshalb ruhig mal an einem verregneten Sonntagnachmittag üben, die Erfahrung kommt dann rasch.

Welches Justierokular ideal ist, sei dem Benutzer überlassen. Sehr gute Ergebnisse werden mit den Cheshire-Justierokularen und den Concenter-Okularen erreicht. Minimalisten genügt eine Filmdose mit Loch. Die höherwertigen Produkte brauchen weniger Übung, um die Abweichungen, die behoben werden müssen, abschätzen zu können. Allerdings erfordern gerade die teils sehr langbauenden Cheshire-Okulare wiederum einen exakten Sitz im Okularauszug.

Wenn schon ein Justierlaser vorhanden ist, genügt für die hier vorgestellte Methode eine Justierkappe. Der grob voreingestellte Okularauszug nimmt die Justierkappe auf. Jetzt können die Spiegel zueinander justiert werden. Anschließend kann dann der Okular-

auszug mit dem Laser exakt auf die optische Achse ausgerichtet werden.

Schritt 1: Fangspiegel zum Okularauszug ausrichten

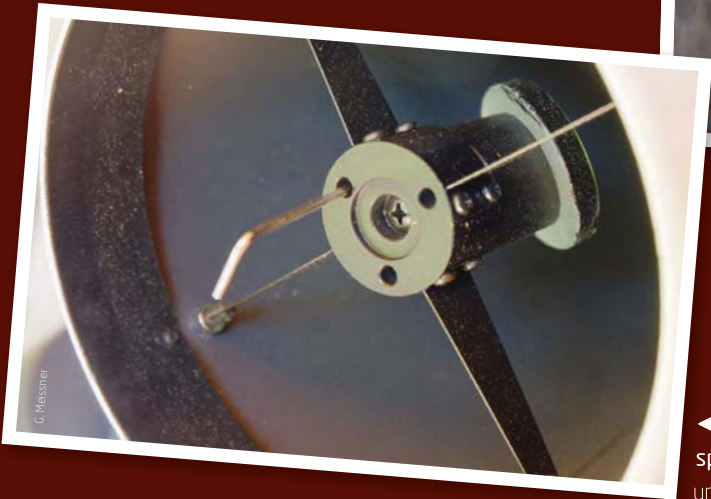
Zunächst muss mittels des Justierokulars die zentrische Lage des Fangspiegels im Okularauszug überprüft werden. Das geht am einfachsten, wenn im Tubus gegenüber dem Okularauszug ein weißes Blatt Papier eingebracht wird. Eventuelle Abweichungen der Fangspiegelposition können über Drehung des Fangspiegels um die Längsachse oder über die Einstellung der Fangspiegelspinne erfolgen. Hierzu wird die zentrale Zugschraube an der Fangspiegelfassung vorsichtig gelöst. Nun kann die Fangspiegelfassung um die Längsachse gedreht werden. Manchmal haben sich die Justierschrauben schon in die Fangspiegelhalterung eingegraben. Das erschwert die feinfühligere Verdrehung des Fangspiegels um die Längsachse, Abhilfe bringen hier Justierschrauben, die ballig enden und sich somit nicht in das Aluminium der Halterung graben können.



◀ Abb. 2: Der erste Schritt: Die Fangspiegelspinne wird eingestellt. Dabei werden die Justierschrauben am Tubusrand gelockert.



▲ Abb. 3: Die Fangspiegelhalterung ist jetzt in der Mitte des Tubus, die Spinnenblätter sitzen gerade und rechtwinklig zueinander. Der Fangspiegel-Offset wurde beim Aufkleben des Fangspiegels berücksichtigt.



◀ Abb. 4: Das Justieren des Fangspiegels selbst erfolgt mit Inbuss- und Kreuzschlitzschraubenschlüssel.

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

Wird die zentrale Schraube gelöst und werden die drei umgebenden Druckschrauben festgezogen, wandert der Fangspiegel in Richtung des Hauptspiegels. Vorsicht, die zentrale Schraube ist nicht beliebig lang – aufpassen, dass die Fangspiegelfassung sich nicht komplett löst! Somit kann der Abstand der Fangspiegelfassung zur Spinne variiert werden. Manche Fangspiegel sind auch nicht genau elliptisch.

Oft hilft es, alle Fangspiegelschrauben zu lösen und den Fangspiegel mit der Hand so lange zu drehen und zu verkippen, bis der Fangspiegelrand zentrisch im Okularauszug zu sehen ist und der Hauptspiegel ebenfalls ungefähr zentrisch zu sehen ist. Jetzt werden die Justierschrauben angezogen, ebenfalls die zentrale Zugschraube, bis sich nach einigen Versuchen die optimale Position zeigt.

Falls die Spinne verstellt werden muss (sie ist meistens mit vier Muttern am vorderen Tubus-Ende befestigt), sollte man immer auch darauf achten, dass die gegenüberliegenden Spinnenbeine miteinander fluchten, sonst hat man anschließend mit aufgefächerten Spikes und anderen Beu-

gungserscheinungen zu kämpfen. Anschließend wird das Blatt Papier wieder aus dem Tubus entfernt.

Schritt 2: Fangspiegel justieren

Sieht man den Fangspiegel schön rund und mittig im Okularauszug, folgt Schritt zwei. Der Fangspiegel muss nun genau auf den Hauptspiegel ausgerichtet werden. Beim Blick in das Justierokular sieht man den Fangspiegel, den Hauptspiegel mit Mittenmarkierung, den Reflex des Fangspiegels als zentrale Obstruktion und die Einblickhilfe mit zentralem Loch.

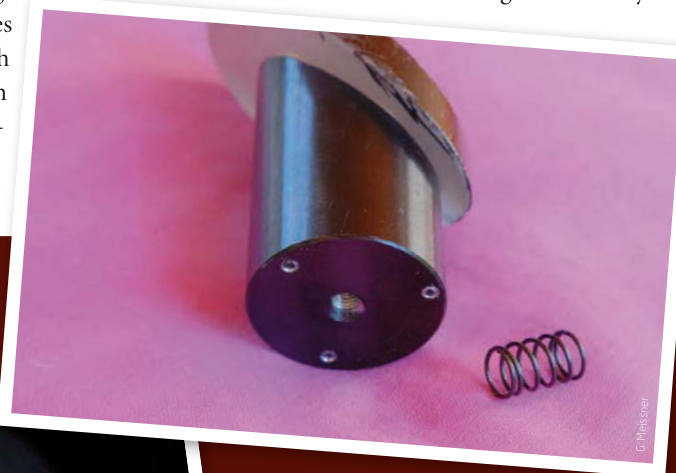
Alles, was man im Hauptspiegel an Reflexen sieht (Fangspiegelspinne usw.), muss vorläufig mental ausgeblendet werden. Mittels der Justierschrauben des Fangspiegels wird der Fangspiegel so lange verstellt, bis der Rand des Hauptspiegels zentrisch im Fangspiegel zu sehen ist. Bei der Benutzung eines Cheshire- oder Con-

center-Justierokulars kann man auch darauf achten, dass die Mittenmarkierung des Justierokulars mit der Mittenmarkierung des Hauptspiegels übereinstimmt. Zuweilen kommt es vor, dass der Fangspiegel nicht mehr zentrisch im Okularauszug zu sehen ist. Eventuell müssen Schritt 1 und Schritt 2 näherungsweise abwechselnd wiederholt werden, bis das Ergebnis passt.

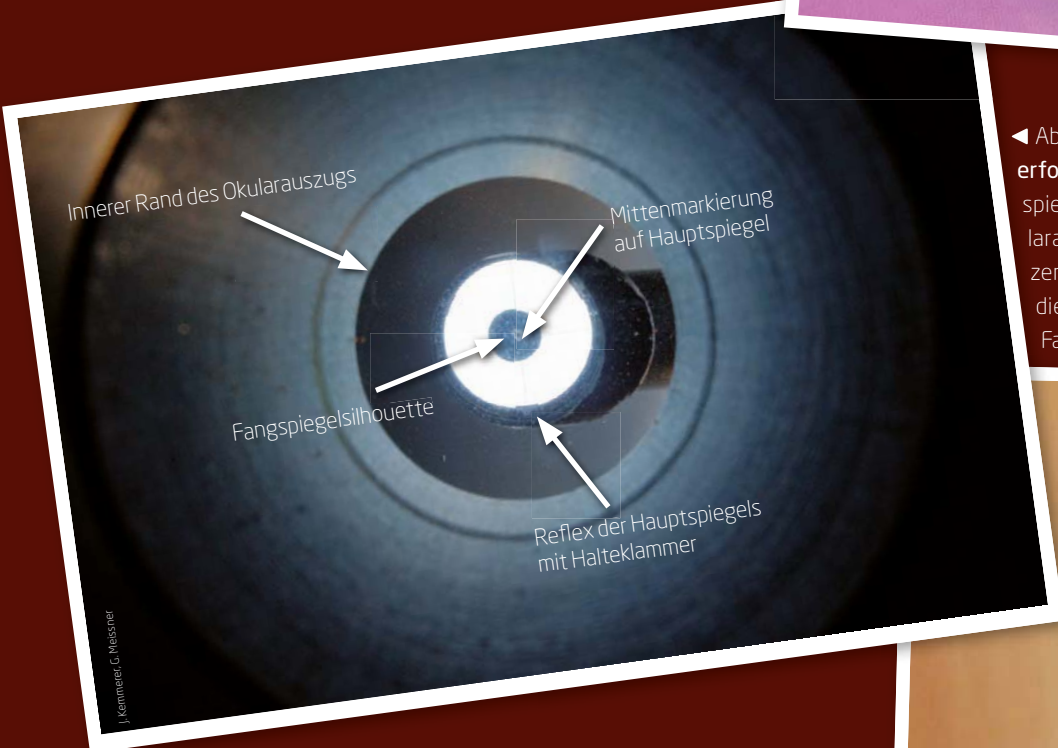
Schritt 3: Hauptspiegel justieren

Hat man ein Ergebnis, wie es in Abb. 6 zu sehen ist erreicht, wird der Hauptspiegel so lange justiert, bis die Mittenmarkierung des Hauptspiegels mit dem Einblicksloch des Justierokulars zusammenfällt. Dazu werden die drei Schrauben, manchmal auch Schraubenpaare an der Rückseite des Tubus verstellt. Bei dem abgebildeten Sky-

► Abb. 5: **Perfektionisten ändern das:** Nicht ballige Justierschrauben graben sich in die Halterung des Fangspiegels, die Feder gehört über die zentrale Kreuzschlitzschraube des Justiermechanismus.



◄ Abb. 6: **Einblick in den Okularauszug nach erfolgreichem Schritt 2:** Der Rand des Fangspiegels ist konzentrisch relativ zum Okularauszug, der Hauptspiegelrand ist konzentrisch zum Fangspiegelrand. Hier sind die Positionierung und die Justage des Fangspiegels abgeschlossen.



► Abb. 7: **Die Justierschrauben am Hauptspiegel:** Die dünnen Schrauben sind Feststellschrauben, sie werden vorher gelöst. Die dicken Schrauben halten die Hauptspiegelfassung gegen den Tubusabschlussring. Zwischen Tubusabschlussring und Hauptspiegelfassung befinden sich jeweils Druckfedern.



IM DETAIL

Fangspiegel-Offset

Wenn die Mitte des Fangspiegels genau auf der optischen Achse des Hauptspiegels liegt, kann es zu einer ungleichmäßigen Ausleuchtung des Bildfeldes kommen. Dieser Effekt tritt umso stärker in Erscheinung, je kürzer das Öffnungsverhältnis des Newtons ist. Deshalb muss der Fangspiegel etwas versetzt (engl. offset) liegen.

Peter Francis stellte in seinem »Newtonian Notes« von 1977 eine Näherungsformel zur Berechnung des Offsets vor:

$$\text{Offset} = D \times d / 4F$$

D = Durchmesser Hauptspiegel, d = kleine Achse Fangspiegel, F = Brennweite des Hauptspiegels

Ohne Berücksichtigung des Fangspiegel-Offsets ist die Ausleuchtung des Bildes im Okularauszug auf der Seite zum Hauptspiegel hin schlechter. Der Offset wird beim Aufkleben des Fangspiegels bzw. beim Befestigen der Fangspiegelfassung berücksichtigt. Es wird nicht durch Verstellen der Fangspiegelspinne erzeugt. Das würde zu ungleichmäßigen Spikes und anderen

Beugungserscheinungen führen. Die Spinne bleibt also zentrisch, der Fangspiegel wird um den errechneten Betrag in Richtung des Hauptspiegels verschoben, also vom Okularauszug weg. Das Offset ist ein eher kleiner Betrag, z. B. wäre die Rechnung für einen 6"-f/5-Newton mit 50mm-Fangspiegel wie folgt:

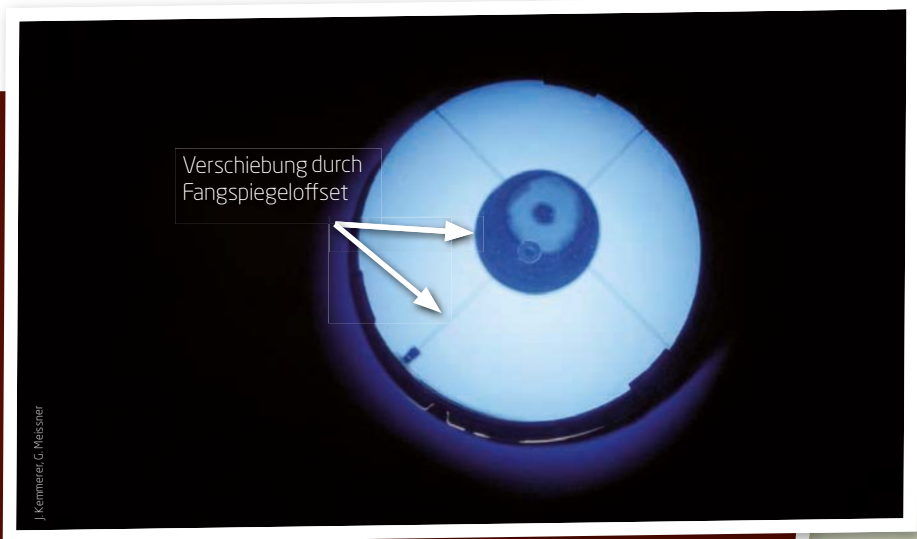
$$\text{Offset} = 150\text{mm} \times 50\text{mm} / (4 \times 750\text{mm}) = 2,5\text{mm}$$

Ist das Offset bei der Montage des Fangspiegels berücksichtigt, muss der Okularauszug so eingestellt werden, dass der Fangspiegel wiederum zentrisch im Okularauszug erscheint. Nicht mehr zentrisch ist dann jedoch der Reflex des Fangspiegels, er erscheint vom Okularauszug weg verschoben. Ob für visuelle Beobachter die genaue Einhaltung des theoretisch errechneten Offsets wichtig ist, daran scheiden sich die Geister. Beim Fotografieren ist die gleichmäßige Ausleuchtung des Bildfeldes sehr erstrebenswert.

SURFTIPPS

- Anleitung von Uwe Pilz
- Bebilderte Anleitung

[Kurzlink: oc1m.de/te01](https://oc1m.de/te01)



▲ Abb. 8: Der Hauptspiegel ist justiert, durch das Offset wirkt der Fangspiegel aber verschoben.



► Abb. 9: Mittels der Justierschrauben des Okularauszuges wird der Laserpunkt in die Mittenmarkierung des Hauptspiegels gebracht.



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

watcher-Newton empfiehlt es sich, zuerst die drei dünnen Feststellschrauben zu lösen – diese fehlen bei größeren Geräten. Nun werden die drei dickeren Schrauben reihum festgezogen (gegen die Kraft von eingebauten Druckfedern). Dann wird durch Lösen der Schrauben unter Sichtkontrolle der Hauptspiegel justiert. Gerade bei längeren Geräten ist eine zweite Person hilfreich: Eine sieht in den Okularauszug und die andere dreht an den Hauptspiegel-Justierschrauben, bis ein Ergebnis wie in Abb. 8 erreicht ist. Evtl. irritiert das Offset des Fangspiegels bei diesem Schritt (vgl. Kasten). Bisher endete die Justage mit diesem Schritt.

Schritt 4: Lasern, um den Okularauszug zu justieren

Um die Justiermethoden zu vereinheitlichen, wird jetzt der Justierlaser gebraucht. Bei der Wahl des Justierlasers ist zu beachten, dass er möglichst wenig Spiel im Okularauszug/Reduzierstück hat. Weiterhin sollte der Justierlaser in sich justierbar sein, vor der Benutzung kann die Justage des Lasers mit der Rotationsmethode (siehe oben) überprüft werden.

Die Ursache unterschiedlicher Justierergebnisse mit Laser und Justierokular liegt in einem leicht verkippten Okularauszug und lässt sich bei vielen Newtons leicht beheben.

Zeigt der Laser nicht auf die Mittenmarkierung des Hauptsiegels, wird dies nicht mit den Fangspiegel-Justierschrauben eingestellt, sondern mit den Justierschrauben des Okularauszuges (Abb. 9). Entweder finden sich drei Paare Zug- und Druckschrauben, oder die Basisplatte des Okularauszuges hat in jeder Ecke ein Schraubenpaar. Sind überhaupt keine Justierschrauben vorgesehen, kann man evtl. durch dünne Beilagscheiben zwischen Tubus und Okularauszug die Position optimieren. Als Ergebnis ist anzustreben, dass der Laser die Mittenmarkierung des Hauptsiegels trifft und dann in sich selbst zurückfällt.



▲ Abb. 10: Aufnahme von M 35 mit einem 5"-f/5Newton mit Komakorrektor, der mit dieser Methode justiert wurde. Auch in den Ecken des APSC-Formats sind die Sterne gleichermaßen kleine Punkte. Also liegt keine Verkipfung des Bildfeldes zur optischen Achse vor.

Wenn die Justier- und Feststellschrauben des Okularauszuges wieder fest angezogen sind, kann es sein, dass man noch ein wenig mit dem Justierokular nachjustieren muss. Anschließend sollten Okular und Laser das gleiche perfekte Justierergebnis zeigen.

Verkipfung eliminiert

Damit ist nun nicht nur der Newton sauber auf der optischen Achse justiert, jetzt ist auch eine evtl. vorliegende Verkipfung der Bildebene eliminiert. Dies ist für Fotografen von Bedeutung, denn die Sternabbildung dürfte somit bei entsprechender

Koma-Korrektur auch in den Ecken weitgehend optimal sein.

Visuelle Beobachter erreichen mit dieser Methode die bestmögliche Randabbildung, die die Teleskop-Okular-Paarung zulässt. Das mag bei Ortho- und Plössl-Okularen noch keine große Rolle spielen. Okulare jedoch, die ein großes scheinbares Bildfeld haben und dabei noch gut am Rand des Feldes korrigiert sind, zeigen bei einem verkippten Okularauszug am Rand unter Umständen eine deutliche Bildverschlechterung. Dieser Effekt ist nicht von der Okularbrennweite abhängig, sondern nur vom scheinbaren Gesichtsfeld, denn kurzbrennweitige Weit-

winkelokulare vergrößern eine eventuelle Verkipfung stärker als langbrennweitige. Nachfolgende Schnelljustagen können nur mit Justierokular oder mit Laser erfolgen, gelegentlich empfiehlt es sich, beide Methoden erneut zu kombinieren.

► Gottfried Meissner

PRAXISTIPP

Justierhilfen für Newton-Teleskope

• **Justierkappe:** Für wenig Geld im Fachhandel zu kaufen oder im Selbstbau hergestellt ist eine Justierkappe aus einem okularseitigen Deckel oder einer Filmdose. Durch die kleine Einblicksöffnung wird immer zentral in den Okularauszug gesehen. Die komplette Justage des Newton-Teleskops ist möglich, auch die

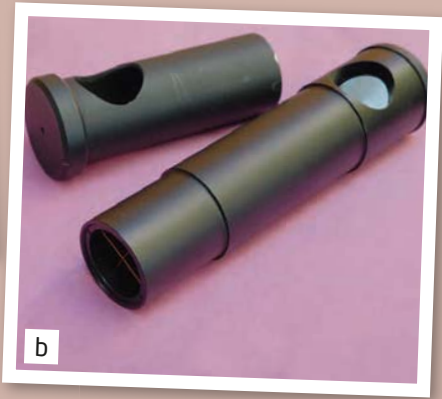
Zentrierung des Fangspiegels. Allerdings kann ein schief zur optischen Achse stehender Okularauszug nicht erkannt werden. Durch die kurze Bauform besteht jedoch keine Verkipfungsgefahr. Die Justierkappe ist somit eine preiswerte Ergänzung zum schon vorhandenen Laser.

• **Cheshire-Justierokular:** Ca. 8-15cm lange Metallröhre, passt genau in den Okularauszug. Durch ein kleines Loch blickt man in die Röhre, die seitlich eine Öffnung hat, damit man auch nachts

mit Taschenlampe justieren kann. Teilweise ist am teleskopseitigen Ende ein Fadenkreuz angebracht (Sight-Tube). Es können beim Newton Fangspiegel, Hauptspiegel und auch der Okularauszug justiert werden. Auf genauen Sitz im Okularauszug achten, sonst fehlerhafte Ergebnisse.

• **Concenter-Justierokular:** Spezialform des Cheshire-Justierokulars. Statt des Fadenkreuzes ist eine transparente Scheibe mit konzentrischen Ringen angebracht. Dadurch lässt sich die zentrische Ausrichtung des Fangspiegels zum Okularauszug leichter bewerkstelligen. Ähnlich wie mit dem Cheshire-Okular lässt sich der Newton komplett justieren.

• **Justierlaser:** Bildet die optische Achse des Newtons ab. Der Justierlaser eignet sich zur Schnelljustage. Die Grundeinstellung des Newtons ist mit dem Laser allein nicht möglich. Bei justiertem Okularauszug können Fangspiegel und Hauptspiegel des Newtons kollimiert werden. Man sollte auf die Justierbarkeit der Laserlichtquelle im Gehäuse achten. Ein sauberer Sitz im Okularauszug ist entscheidend.



◀ Abb. 11: Verschiedene Justiermittel: Einfacher Justierlaser (a), Cheshire-Justierokular einfach und mit Sight-Tube (b), Concenter-Okular (c), Justierkappe aus 1/4"-Okulardeckel gebaut (d).

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



◀ Abb. 1: Eröffnet den Zugang zu einer neuen Welt der Sonnenbeobachtung: Der Quark-Filter-Ansatz am Okularauszug.

Sonnen-Booster

Das Quark Sonnenfilter-Modul von Daystar

Fasziniert habe ich oft Aufnahmen bewundert, die mit Filtern für H α -Beobachtung der Sonne gemacht wurden. Die Anzahl der zu beobachtenden Details ist im Vergleich zur Weißlichtbeobachtung enorm. Aber ein Blick in die Preisliste für derartige Filter ist ernüchternd. Eine Ausnahme stellt das PST von Coronado dar. Allerdings hat man damit nur eine recht bescheidene Öffnung von 40mm zur Verfügung. Außerdem kann man es für sonstige Beobachtungen nicht verwenden. Mein Wunsch war es aber immer, meinen kleinen 80mm-Refraktor für die Sonnenbeobachtung einsetzen zu können.

Eine neuartige Alternative sind die okularseitigen Filtersysteme der Firma Daystar namens »Quark«. Es gibt das Quark-Filtersystem in zwei Ausführungen: Die Variante »Chromosphere« liefert mehr Details auf der Oberfläche, der »Prominence«-Filter ist mehr für die Beobachtung von Protuberanzen ausgelegt. Daystar gibt auf seiner Webseite an, dass Filter mit einer Halbwertsbreite von 3nm bis 5nm (0,3–0,5Å) als »Chromosphere« klassifiziert werden, während solche mit 6nm bis 8nm als »Prominence« in den Verkauf kommen. Der Preis für beide Varianten ist identisch.

Okular statt Objektiv

Das Daystar Quark wird in einem kompakten Karton geliefert. Das eigentliche Filtersystem befindet sich in einem Okularbehälter aus Kunststoff und ist zusätzlich noch in ein weiches Kunststofftuch gewickelt. Außerdem erhält man einen Adapter für die Versorgung des Filters mit 230V-Netzstrom. Was ich allerdings vermisste, war eine Anleitung. Diese kann man sich aber aus dem Internet von der Website des Herstellers herunterladen (vgl. Surftipp).

Das Filtersystem arbeitet mit einem Etalon-Filterelement, das temperiert werden muss.

Deshalb benötigt man eine Stromversorgung, die dies gewährleistet. Zu Hause auf dem Balkon kann man das Netzteil für 230V verwenden, im Feld reicht bereits ein kleiner »Power-tank«, wie er für Handys angeboten wird. Ich verwende einen solchen, er ist so groß und so leicht wie ein Feuerzeug.

Bei der ersten Verwendung ist eine Feinabstimmung des Filtersystems nötig. Dazu muss man einen Knopf drehen. Dies bewirkt eine Anpassung des Filters in 1nm-Schritten und ist in einem Intervall von ± 5 nm möglich. Dieser Vorgang kann ein wenig Zeit in Anspruch nehmen, da dies über Temperaturregelung geschieht. Nach jedem Weiterdrehen sind ei-

BEWERTUNG

In der Praxis

sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis

an jedem Refraktor verwendbar

sowohl Oberflächendetails als auch Protuberanzen sehr gut beobachtbar

Fotografie und Beobachtung per Planetenkamera unkompliziert möglich

Stromversorgung nötig

Temperierung benötigt bis zu 10 Minuten

nicht an Reflektoren verwendbar

bei über 80mm Öffnung ist zusätzlicher Energieschutzfilter nötig

nige Minuten an Wartezeit einzukalkulieren, bis die passende Temperatur erreicht wurde (Diode leuchtet grün). Ob die Justage passt, erkennt man an feinen Veränderungen des Kontrastes und der Randschärfe.

Hat man das einmal erledigt, kann man die Einstellung in Zukunft immer so belassen. Zu Beginn jeder Beobachtung muss man mit einer Wartezeit von 5 bis 10 Minuten rechnen. Beobachtungen sind allerdings sofort möglich. Erst durch die Temperierung tritt eine deutliche Verbesserung der Bildqualität ein.

Überblick und Details

Bei mir kommt der Filter an einem 80/480mm-Refraktor zum Einsatz. 80mm ist laut Hersteller die maximale Öffnung, die noch eine Beobachtung ohne zusätzlichen Energieschutzfilter erlaubt, ein Öffnungsverhältnis von f/4 bis f/8 wird als optimal ange-

Daten des Daystar-Quark-Filtersystems		
Variante	Prominence	Chromosphere
Freie Öffnung	21mm Etalon, 12mm Blockfilter	21mm Etalon, 12mm Blockfilter
Halbwertsbreite	8nm–6nm	5nm–3nm
Stromanschluss	Mini-USB, 5V	Mini-USB, 5V
Lieferumfang	Koffer, Stromkabel, Okularhülse	Koffer, Stromkabel, Okularhülse
Preis	1345€ (D), 1399€ (A)	1345€ (D), 1399€ (A)

geben. Das Quark-System kann sowohl an 2"- als auch an 1¼"-Okularauszügen verwendet werden. Ich nutze ein 2"-Zenitprisma, um maximale Stabilität zu erreichen. Es ist schon ein ungewohntes Gefühl, das Teleskop ohne Objektivfilter in Richtung Sonne zu halten. Aber mir ist keine fühlbare Erwärmung irgendwelcher Teile am Teleskop aufgefallen.

Das Quark-System wirkt wie eine 4,3x-Barlowlinse. Dies macht den Einsatz eines Reducers oder dementsprechend langbrennweitiger Okulare sinnvoll. Ich verwende keinen Reducer, beobachte aber bevorzugt mit einem 24mm-Okular. Damit passt die gesamte Sonne gerade noch ins Gesichtsfeld - vom Hersteller wird 450mm als maximale Brennweite angegeben, bei der die gesamte Sonne auf einmal erfasst werden kann. So hat man einen tollen Überblick über alle Ereignisse. Will ich mal näher ran, so kommt ein 13,4mm-Okular zum Einsatz. Dies erlaubt atemberaubende Beobachtungen von Details auf der Oberfläche und in den Protuberanzen.

Fotografischer Einsatz

Die Sonne erscheint in einem angenehmen tiefroten Licht. Bei guter Durchsicht ist der Hintergrund pechschwarz. So heben sich Protuberanzen wunderbar ab. Es ist mir wichtig darauf hinzuweisen, dass man auch Protuberanzen sehr gut und detailliert beobachten kann. Der Name »Chromosphäre« lässt das vielleicht zuerst nicht vermuten.

Fotografie durch den Filter ist mit einer Webcam oder ähnlichen kompakten Kameras ohne Probleme möglich. Ich nutze eine DMK21AU618.AS von The Imaging Source. Damit ist die Beobachtung der Sonne am Bildschirm des Laptops ein wahres Vergnügen. Man erkennt Details mit enormem Kontrast. Es macht Spaß, die Sonne auf diese Art abzuwandern. Wenn man dann Filme aufnimmt und bearbeitet, sind beeindruckende Ergebnisse möglich.

Fazit

Bei mir hat das Daystar Quark Chromosphäre ein richtiges Sonnenfieber ausgelöst. Man kann kurze Sonnenfenster nutzen, um die Sonne zu beobachten oder gar Bilder zu machen - für mich eine enorme Bereicherung meines astronomischen Betätigungsfeldes.

► Werner Probst

SURFTIPPS

Website des Herstellers

Bezugsquelle: Astroshop

Bezugsquelle: Teleskop Austria

Kurzlink: oc1m.de/FRED

▲ Abb. 2: Drei mit dem Quark-Sonnenfilter und einem 80/480mm-Refraktor aufgenommene Bildbeispiele.

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

61

Wie funktioniert Autoguiding?

Erste Schritte mit PHD Guiding

Abb. 1: Zielsicher zu tief belichteten Aufnahmen: Teleskop mit Autoguiding-Equipment in Aktion.

In diesem Artikel geht es um die ersten Schritte im Umgang mit Autoguiding-Software. Eine kostenfreie Lösung hierfür bietet das Programm PHD Guiding (»Push Here, Dummy«). Dieses hat den Anspruch, besonders leicht bedienbar zu sein (vgl. Surftipp). Unterstützt werden praktisch alle etablierten Nachführkameras.

Das Programm ist übersichtlich gestaltet und ermöglicht damit einen leichten Einstieg in die Thematik. Nach dem Start zeigt sich das Programmfenster: Über das Standard-Menü sind die Grundeinstellungen erreichbar. Unterhalb davon sind das aktuelle Kamerabild und schließlich die Steuerleiste mit den wichtigsten Funktionen zu sehen. Das Programmfenster schließt un-

ten mit einer Statusleiste ab, die wichtige Meldungen zeigt.

Voreinstellungen

Bei erstmaliger Verwendung müssen die nötigen Verbindungen zum Autoguider und zur Montierung eingerichtet werden. Dabei ist es wichtig, ob der PC oder der Autoguider über den ST-4-Anschluss direkt mit der Montierung kommuniziert. Im letzteren Fall muss im Menü unter »Mount« die Option »OnCamera« gewählt werden.

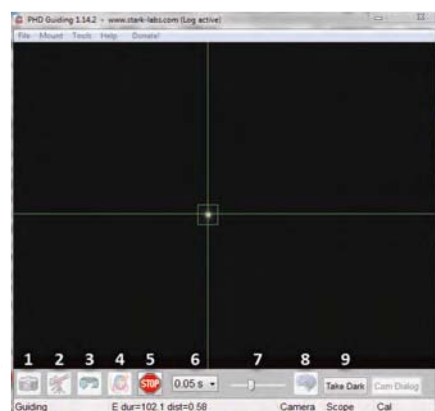
Verwendet man eine Montierung ohne ST-4-Schnittstelle, sondern nur mit serieller Schnittstelle (RS-232), erfolgt die Steuerung mit Hilfe des »ASCOT«-Treibers (vgl. Surftipp).

1. Verbindungen herstellen

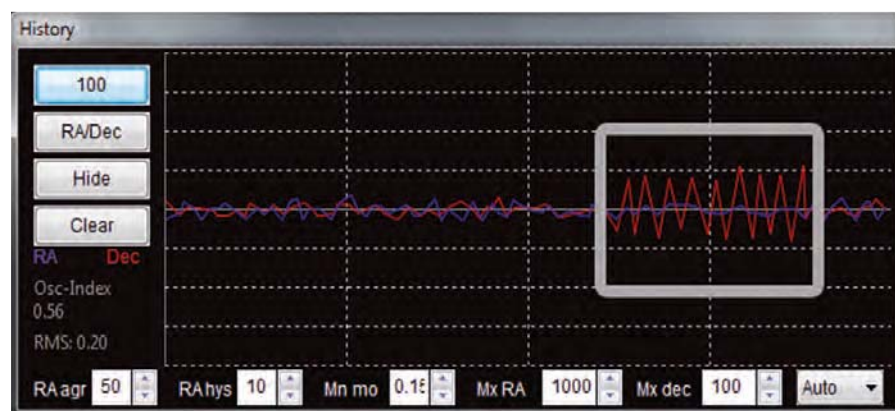
Über die Tasten 1 und 2 werden in dieser Reihenfolge die Verbindungen zur Nachführkamera bzw. Montierung aufgebaut. Bei einer ASCOM-Verbindung öffnet sich das entsprechende Dialog-Fenster.

2. Autoguider vorbereiten

Bei stehender Verbindung bildet das Fokussieren des Autoguiders den ersten Schritt zur Vorbereitung des Systems. Hierfür ist es gegebenenfalls sinnvoll, die Belichtungszeit auf fünf Sekunden zu erhöhen, damit auch stark defokussierte Sterne sichtbar werden. Anschließend tastet man sich im »Loop«-Modus



▲ Abb. 2: Hauptfenster von PHD mit den wichtigen Funktionen.



▲ Abb. 3: Fehlerdiagramm mit ruhiger Nachführung. Der Ausschnitt rechts zeigt eine Schwingung in Deklination aufgrund zu hoch eingestellter Aggressivität.

(Taste 3) schrittweise an die Fokusposition heran. Mit einer Markierung der Fokusposition am Okularauszug kann dieser Vorgang bei den nächsten Malen beschleunigt werden.

Für den Nachführbetrieb sind Belichtungszeiten um eine Sekunde sinnvoll. Ein geeigneter Leitstern darf nicht zu schwach, sollte aber auch nicht überbelichtet sein. Manuell erfolgt die Auswahl durch einfaches Anklicken des gewünschten Sterns. Daraufhin wird in der Statusleiste ein »S/N«-Wert angezeigt, der bei der Beurteilung des Leitsterns hilft. Er gibt an, wie gut sich der Stern vom Untergrund abhebt. Zu empfehlen sind Werte von 4,0 oder höher. Steht kein geeigneter Leitstern zur Verfügung, kann das Bildfeld über die Leitrohrschellen, einen Exzenter oder den Off-Axis-Guider verstellt werden.

Ist die richtige Einstellung gefunden, sollte noch ein Dunkelbild mit Deckel auf der Öffnung der nachführenden Optik aufgenommen werden (Taste 9), um Hotpixel zu korrigieren. Das Dunkelbild wird daraufhin automatisch von jedem weiteren Bild abgezogen. Wird die Belichtungszeit verändert, muss ein neues Dunkelbild erstellt werden. Ist bei der Aufnahme etwas schief gelaufen, kann das fehlerhafte Dunkelbild über das Menü »Tools/Erase Dark« gelöscht werden.

3. Kalibration

Bevor es mit der Nachführkorrektur losgehen kann, muss der Autoguider noch kalibriert werden. Das bedeutet, PHD Guiding muss lernen, wie und wie stark die Montierung auf die Steuerbefehle reagiert. Ist der Loop-Modus noch aktiv, wird er nun beendet. Mit einem anschließenden Klick auf Taste 4 beginnt PHD Guiding mit der Kalibration. Nacheinander werden in beiden Achsen Steuersignale gegeben und man kann beobachten, wie der Leitstern sich langsam bewegt.

Die Kalibration kann mit dem Parameter »Calibration step« in den Einstellungen (Tas-

te 8) für die verwendete Nachführ-Brennweite optimiert werden. Bei 500mm sind beispielsweise 1000ms sinnvoll, bei langen Brennweiten um 2000mm sind kürzere Kalibrationsschritte von 250ms ratsam.

War die Kalibration erfolgreich, geht das Programm sofort zum Nachführen über. In der Statusleiste erscheint dann die Meldung »Guiding« und die Sternmarkierung ist grün.

4. Autoguiding-Prozess und Feineinstellungen

Das Funktionieren der Nachführung kann mit den Fehlerdiagrammen, die über das Menü »Tools/Enable Graph« zugänglich sind, kontrolliert werden. Ein blauer und ein roter Graph stellen die Abweichungen in Rektaszension und Deklination dar. Mögliche Probleme:

Schwache Leitsterne verliert das Programm eventuell irgendwann. Dies erkennt man an einer gelben Sternmarkierung. Hier helfen nur ein hellerer Leitstern, eine längere Belichtungszeit oder der Parameter »Noise reduction« (siehe unten).

Funktioniert die Nachführkorrektur nicht richtig, driftet der Stern mit der Zeit von der Sollposition weg. PHD Guiding macht dies mit einer roten Warnmeldung erkennbar. Eine häufige Ursache sind eine fehlerhafte Kabel-Verbindung mit der Montierung oder ein zu großes Getriebeispiel.

Weiterhin gibt es einige wichtige Parameter, erreichbar über Taste 8, die die Qualität der Nachführkorrektur beeinflussen. Dazu muss gesagt werden, dass es universell richtige Parameter nicht gibt. Die optimalen Einstellungen müssen für jedes Teleskop individuell gefunden werden. Die folgenden Hinweise können helfen:

RA Aggressiveness: Die Aggressivität ist ein Maß dafür, wie stark das Programm auf einen Nachführfehler reagieren soll. Für eine Optimierung beobachtet man das Fehlerdiagramm. Ist die Aggressivität zu niedrig eingestellt, braucht der Guider zu lange, um den Leitstern nach einem Nachführfehler wieder zu zentrieren. Der Wert sollte dann in Schritten von zehn erhöht werden. Ist der Wert zu hoch eingestellt, beobachtet man hingegen ein Übersteuern – der Stern »pendelt« dadurch um die Sollposition (vgl. Abb. 3). Es ist hier jedoch das Zusammenspiel mit der nachfolgend beschriebenen Hysteresse zu beachten!

RA Hysteresis: Die Hysteresis ist eine Reaktionschwelle. Der kleinste Fehlerwert, ab dem korrigiert werden soll, kann hier geän-

⇌ 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: oclm.de/fb](https://www.facebook.com/weigandmario)

dert werden. Ist die Schwelle zu niedrig, reagiert das Guiding-System auf Seeing-bedingte Schwankungen, was ähnlich wie bei der Aggressivität zu einem Übersteuern führen kann. Dieser Wert wird ebenfalls in Schritten von zehn optimiert.

Noise reduction: Bei schwachen Leitsterne kann man sich hier mit einem Pixel-Binning helfen. 2x2 oder 3x3 Pixel können zusammengefasst werden, um den S/N-Wert zu verbessern. Gleichzeitig wird aber die Auflösung verringert. Bei einem Leitrohr sehr kurzer Brennweite kann sich die Qualität der Nachführkorrektur durch Pixel-Binning jedoch verschlechtern. Wichtig: Verändert man diese Einstellung, ist ein neues Dunkelbild nötig!

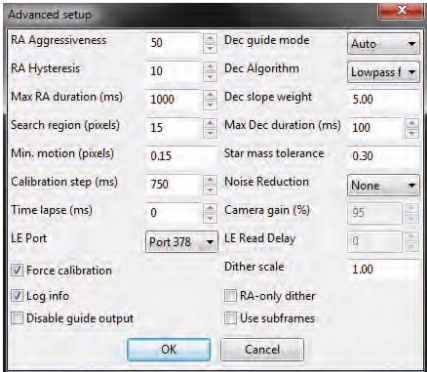
Bei den restlichen Parametern werden die Voreinstellungen im Allgemeinen nicht verändert. Dem korrekt nachgeführten, langbelichteten Astrofoto steht nun nichts mehr im Wege!

► Mario Weigand

➤ SURFTIPPS

- PHD Guiding-Webseite
- ASCOM-Treiber

[Kurzlink: oclm.de/wt01](https://www.oclim.de/wt01)



▲ Abb. 4: Fenster für die erweiterten Einstellungen.

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

10 STUNDEN WETTLAUF

Mein Messier-Marathon in Arizona

Abb. 1: Der fantastische Himmel von Arizona war der Schauplatz meiner Messier-Jagd. Links der Lichtdom von Phoenix – selbst in der Wüste ist man vor Lichtverschmutzung nicht gefeit.

Jeder, der neu in die Beobachtung des Sternenhimmels einsteigt und mit dem Fernrohr nach Zielen außerhalb unseres Sonnensystems sucht, kommt sehr bald mit dem Messier-Katalog in Berührung. Den ganz unterschiedlichen Deep-Sky-Objekten dieser Sammlung ist gemeinsam, dass sie alle relativ hell sind. Die Messier-Objekte sind über den ganzen bei uns sichtbaren Himmel verstreut. Sie alle zu sehen ist ein Traum vieler Sternfreunde – wenn es geht, sogar innerhalb einer Nacht.

Nur in der zweiten Märzhälfte gibt einen Zeitraum, in dem bei uns in Mitteleuropa – bei passenden Rahmenbedingungen – fast alle dieser Objekte innerhalb einer einzigen Nacht beobachtet werden können. Aber eben nicht alle 110: Um das schaffen zu können, muss man etwas weiter nach Süden reisen ...

Ein altes Flugfeld im Nirgendwo

Freitag Nachmittag, 20. März 2015: Julian – mein Freund und Kollege aus der Sternwarte – und ich hatten unser Ziel erreicht, ein altes Flugfeld in der Halbwüste Arizonas,

etwa 140 Kilometer westlich von Phoenix; die letzten Kilometer wurden wir noch von einem hilfsbereiten Gleichgesinnten über die Sandpiste gelotst, nachdem wir etwas hilflos neben der Ausfahrt des Highways gestanden hatten. Hinter uns lag eine Woche Rundreise im Campervan, mit Abstechern zu Sehenswürdigkeiten wie dem Grand Canyon oder dem Monument Valley. Unser erster Anlaufpunkt waren Jennifer und Tom gewesen, auch Amateurastronomen, und Tom hatte uns für diese Woche sein 10"-Dobson-Fernrohr mitgegeben, mit dem wir zwei ausgezeichnete Beobachtungsnächte in den Bergen bei Flagstaff erleben durften.

Nun waren wir also angekommen, aber das war nicht irgendein Ort im Nirgendwo, sondern der Standplatz des alljährlich stattfindenden »All Arizona Messier Marathon«. Da trifft sich eine Gruppe von Leuten, die das Ziel hat, so viele Messier-Objekte wie möglich in nur einer Nacht zu sehen, und wir waren mit dabei – dieses Mal als die Teilnehmer mit der weitesten Anreise. Insgesamt wurden 68 Autos gezählt und etwa 100 Personen am Platz, von denen allerdings nicht alle am Marathon teilnahmen. Der Zeitpunkt passte auch: Es war Neumond, und wir lagen innerhalb des idealen 10-tägigen Zeitfensters, in dem man hier – auf einer nördlichen



▲ Abb. 2: Dieser schöne 15-Zöller sollte Julians Gerät für den Marathon werden. Tom nahm gerade die letzten Einstellungen vor.

Breite von $33,5^\circ$ – eine Chance hat, alle 110 Messier-Objekte zu sehen. Vor fünf Tagen hatte die Wettervorhersage noch nicht so gut ausgesehen, aber je näher das Wochenende rückte, desto besser wurden die Prognosen. Jetzt hatten wir strahlend blauen Himmel.

Eine Nacht zum Reinschnuppern

Die kommende Nacht auf Samstag wurde überwiegend klar, es war aber noch nicht »ernst« – der offizielle Termin für das spezielle Ereignis lag erst eine Nacht später. Der Standort war für einen Messier-Marathon wie geschaffen, da er einen fast freiem Horizont nach allen Seiten bot; das ist wichtig, weil einige der gesuchten Objekte sehr niedrig stehen. Ich hatte diese Nacht schon einmal zum Üben verwendet und dabei gleich eine ganze Reihe von Messier-Objekten im 10-Zöller eingestellt. Es wurde allerdings zunehmend feuchter, was – wie mir Einheimische versicherten – hier absolut selten vorkommt. Das wäre für den Marathon natürlich gar nicht gut und würde einen Erfolg ernsthaft in Frage stellen. Denn dann könnte es passieren, dass Okulare und Fangspiegel andauernd beschlagen sein würden; Lamar, unser Nachbar am Platz, versprach mir vorsorglich Handwärmer, die man bei Bedarf an den Fangspiegel klemmen könnte.

Unter diesen Bedingungen legte ich mich irgendwann aufs Ohr, um dann aber morgens gegen 4:00 wieder auf den Beinen zu sein. Es war wieder etwas trockener, und ich verfolgte mit meinem Feldstecher das weitere Geschehen am Osthimmel. Eines wurde bald klar: Etliche der besonders südlichen Objekte, die ich bei einem persönlichen Marathon am Alpenrand nur unter Schwierigkeiten oder gar nicht gesehen hatte – auch weil sie bereits in der hellen Morgendämmerung »ertranken« –, waren hier aufgrund der um über 14° südlicheren Deklination viel leichter zu bekommen.

Ein entspannter Samstag

Wir hatten alles im Auto, was wir brauchten: Mit Kocher und Kühlbox, die wir gleich mit gemietet hatten, und genügend Stauraum unter den Sitzen konnten wir uns jederzeit selbst versorgen. Nach einem gemütlichen Frühstück sahen wir uns auf dem Platz um, besorgten Marathon-T-Shirts und kamen mit anderen Teilnehmern sehr nett ins Gespräch. Einige der Amerikaner sprachen auch etwas deutsch, sei es von der Schule her, oder sei es, dass ihre Väter mal als Soldaten in Deutschland stationiert gewesen waren.

Am frühen Nachmittag dann das Wiedersehen mit Tom und Jennifer, und sie hatten wie verabredet das 15"-Fernrohr mit im

Gepäck, das Julian als Gerät für seinen Marathon dienen sollte. Sie moderierten später auch eine Tombola im Zuge einer Zusammenkunft, zu der Veranstalter Rick gegen fünf Uhr geladen hatte, um die Regeln und den Ablauf des Marathons zu erklären und ein fertiges Abendessen auszugeben. Das lief alles ganz locker und gut gelaunt ab. Am Weg zurück zu unserem Platz dann ein Blick zum Himmel: Der sah sehr gut aus, zwar mit ein paar Zirren, die sich nach Meinung der Einheimischen aber bald verziehen würden. Ich spürte schon eine gewisse Spannung, als ich neben dem Fernrohr auf die Nacht wartete. Der Marathon hatte einen durchaus sportlichen Aspekt, wenn man ihn ehrgeizig anging, und das wollte ich tun.

Der schwierige Einstieg in der Dämmerung

Nach einem schönen Sonnenuntergang tauchten allmählich die ersten Sterne auf, und als tief am Südhorizont auch Canopus zu erkennen war, wurde es ernst, und ich war gleich richtig gefordert: Es galt, zuerst die beiden Galaxien M 77 und M 74 einzustellen, denn die standen bei Einbruch der Dunkelheit schon ziemlich tief im Westen und würden bald untergehen. Es dauerte aber, bis es dunkel genug war, und dann blieb nur wenig Zeit, denn bald schon steckten sie



▲ Abb. 3: Gegen 17 Uhr bat Veranstalter Rick zu einer Vorbesprechung. Gleich im Anschluss fanden hier auch eine Tombola und ein Abendessen statt.

zu tief unten im Horizontdunst. M 77 ist das leichtere Ziel und war mein erstes Messier-Objekt der Nacht; wenig später standen Tom und ich bei Julian am 15-Zöller und konnten auch ihm zur Sichtung gratulieren.

M 74 ist dagegen eine viel härtere Nuss, weil viel ausgedehnter und deutlich weniger flächenhell; damit hebt sie sich im Kontrast zum noch aufgehellten Dämmerungshimmel viel schlechter vom Hintergrund ab. Hier schaffte ich es erst rund 20 Minuten später, und nur mit indirektem Sehen: Man blickt etwas neben das Ziel, weil die meisten der für die Nachtsicht entscheidenden Stäbchenzellen auch nicht zentral auf der Netzhaut des Auges liegen – dann kann man besonders schwaches Licht besser erkennen. Das war schon schwierig, und mir kam dabei sehr zugute, dass ich mir die Position schon vorab ganz genau eingeprägt hatte. Julian versuchte sich auch lange an M 74, konnte die Galaxie aber nicht erkennen. Ich riet ihm, zum nächsten Objekt zu wechseln, denn inzwischen drohten noch weitere Messier-Objekte im Horizontdunst zu versinken.

Es geht ganz locker weiter

Die nächsten Stunden hatte ich überhaupt keinen Zeitdruck mehr, ich war mit den Positionen der Messier-Objekte gut vertraut. An Toms Fernrohr lief das meist in drei Schritten ab: Zur groben Peilung eines Objektes benutzte ich den Telrad-Sucher, um – über das bloße Auge – mittels Leuchtpunkt einen Stern in der Umgebung einzustellen. Danach wechselte ich zum Sucherfernrohr, um in das direkte Um-

feld des Zielobjektes zu gelangen. Und schließlich hatte ich im Weitwinkelokular das Objekt selbst identifiziert. Manchmal nahm ich auch, wie etwa im Virgo-Galaxienhaufen, mehrere Objekte in einem Rutsch am Okular mit. Zum Glück hielt sich das Ausmaß an Feuchte im Gegensatz zur Vornacht in Grenzen, Okulare und Fangspiegel blieben durchgehend frei.

Einige Leute legten sich zwischendrin für ein paar Stunden aufs Ohr, und ich schaute auch mal bei unseren Nachbarn Lamar und

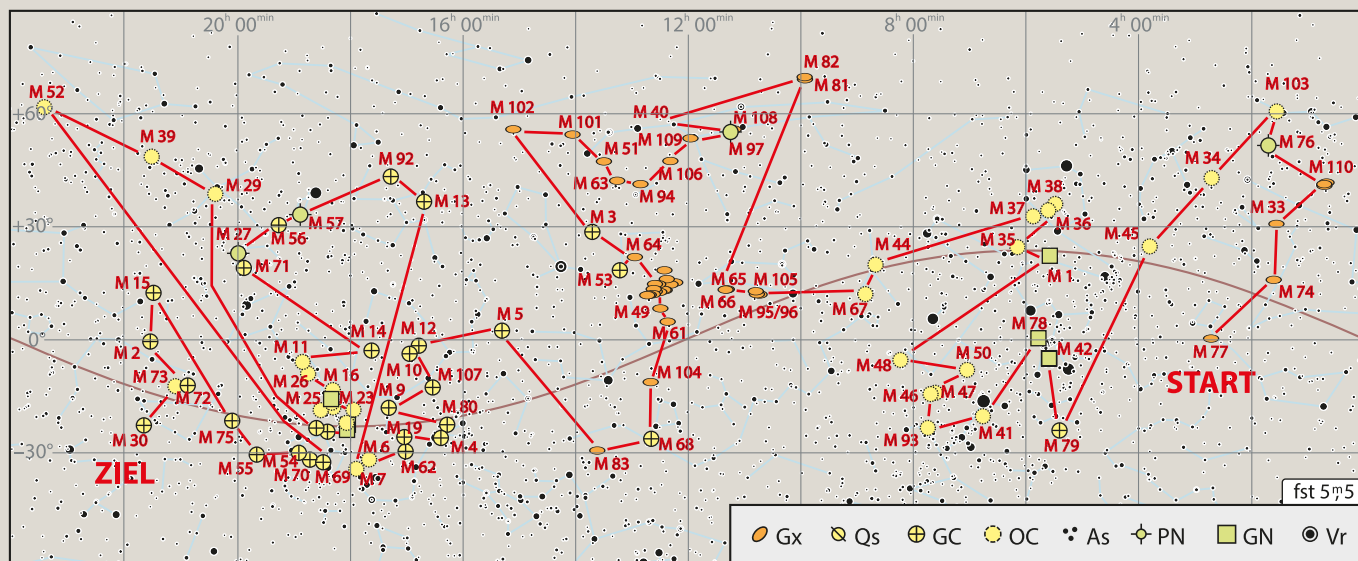
Paul vorbei, um an ihren großen Fernrohren ein paar schöne Objekte zu »naschen« – sie waren nur so zum Beobachten bekommen und nahmen am Marathon gar nicht teil. Und an Julians 15-Zöller sahen wir auch Omega Centauri, den hellsten Kugelsternhaufen des Himmels, der bei uns in Mitteleuropa gar nicht zu sehen ist – sehr eindrucksvoll, und nur »mal so« eingestellt, denn er ist gar kein Messier-Objekt. Jennifer war dann mit dabei, als ich auf dem »Marathonpfad« die sommerliche Milchstraße entlangwanderte, um dann tief im Süden die vielen Messier-Sternhaufen im Sternbild Schütze aufzulesen. Gegen Morgen hin war noch etwas Geduld gefragt, weil ein paar der Messiers genau im Lichtdom von Phoenix aufgingen, und es dauerte, bis sie sich daraus befreit hatten. Das war aber alles noch nicht kritisch, und bis dato war mir kein Objekt ausgekommen.

Das spannende Finale am Morgen

Schließlich fehlte nur noch M 30. Das war das schwierigste Objekt überhaupt, weil dieser Kugelsternhaufen noch ganz tief unten am Horizont stand, als sich der Morgenhimmel bereits rapide aufzuhellen begann. Ich hatte mir die umliegenden Sternmuster vorab genau eingeprägt und wusste daher genau,



▲ Abb. 4: Vor der Kulisse der zum Untergang bereiten Wintersternbilder stellt Julian hier ein Messier-Objekt ein. Er hatte sich die vorhergehende Woche konzentriert vorbereitet und eine genaue Reihenfolge der Messiers erarbeitet – mit Angabe der Seite, wo sich das jeweilige Objekt im Sternatlas befindet.



▲ Abb. 5: **Im Zickzackkurs über den Himmel:** Von den Messier-Objekten am Abendhimmel (rechts) führt uns der Marathon – hier eine der möglichen Routen – im Lauf von 10 Stunden bis hin zu denen am Morgenhimmel (links)

von welchem Zeitpunkt an M 30 schon »da« – also aufgegangen – war. Erst einmal sah ich an der Stelle aber nichts, und da fiel mir ein Okular mit höherer Vergrößerung ein, das ich als Reserve bereitgelegt hatte – um bei Bedarf noch etwas an Kontrast heraus-
holen zu können.

Also wechselte ich die Okulare, nur hatte ich das andere Teil vorher nie getestet, und nun stellte sich heraus, dass ich damit gar nicht in den Fokus kam. Für die Suche nach passenden Adaptern war jetzt aber wirklich keine Zeit – nur noch wenige Minuten, und die Dämmerung würde zu hell, um noch irgendeine Chance auf Erfolg zu haben. Also wieder das alte Okular reingetan, und nach ein paar Versuchen – alles mit indirektem Sehen – tauchte etwas an Aufhellung an der richtigen Stelle

auf, nicht durchgängig zu halten, aber
blickweise wahrzunehmen.

Knackpunkt M 30

Ich konnte diesen Eindruck wiederholen, der war aber noch grenzwertig, und es war nicht auszuschließen, dass hier der Wunsch der Vater der Sichtung war. Tom stand nicht weit weg, und bevor ich offiziell »110!« meldete, wollte ich noch seine Bestätigung. Ich bat ihn mal reinzuschauen, ohne die Position zu spezifizieren. Er sah M 30 sofort, und das genügte mir, um zu sagen: Ich habe alle 110 Messier-Objekte geschafft!

Rick schätzte das Zeitfenster auf etwa fünf Minuten ein, in dem man eine Chance hatte, M 30 zu erkennen. Insgesamt hatten 12 Teilnehmer alle 110 Objekte gesehen,

und Tom hatte mit seinem sehr kleinen 10x30-Feldstecher 109 Messier-Objekte gesehen, alle bis auf M 30 – das war eine extreme Leistung! Julian hatte schließlich alle »normalen« 108 Objekte geschafft, auch ein sehr schöner Erfolg – im Gegensatz zu mir musste er ja richtig arbeiten und sich die Positionen der meisten Objekte erst im Sternatlas herausuchen.

Das war ein tolles Erlebnis, und nach ein paar Stunden Schlaf sind wir mit Jennifer und Tom noch zum Mittagessen gefahren: zum Abschied – für sie ging es im Anschluss nach Hause, und für uns noch eine weitere Woche nach Kalifornien.

► Ben Nagorsen

Q IM DETAIL

Der Messier-Katalog

Charles Messier (1730-1817) war ein französischer Astronom, der zwischen 1760 und 1785 13 Kometen entdeckte. Er begann damit, »fixe« Himmelsobjekte zu katalogisieren, um diese von möglichen Kometen einfacher unterscheiden zu können, und veröffentlichte 1781 eine Aufstellung von 103 Himmelsobjekten – die später noch auf 110 Objekte ergänzt wurde, dem heutigen Messier-Katalog. Messier hat mit Fernrohren bis zu 200mm Öffnung beobachtet, deren optische Qualität deutlich schlechter war als heute üblich; die Objekte seiner Liste sind daher alle ziemlich hell, sonst hätte er sie nicht sehen können.

Die Messier-Objekte reichen von der Galaxie M 82 im Norden, mit einer Deklination von fast $+70^\circ$, bis zum Offenen Sternhaufen

M 7 im Süden, mit einer Deklination von fast -35° . Um von einem bestimmten Ort der Erde aus alle Messier-Objekte sehen zu können, muss der Beobachter daher auf einem Breitengrad stehen, der höchstens 90° südlicher als die Deklination von M 82 ist, also $70-90 = -20^\circ$. Gleichzeitig darf die Position höchstens 90° nördlicher als die Deklination von M 7 sein, also $-35 + 90 = +55^\circ$. Innerhalb dieses Bereichs gibt es ein kleineres Fenster – etwa zwischen dem 5. und 40. Breitengrad gelegen – in dem es einen Zeitraum gibt, zu dem man theoretisch alle 110 Objekte innerhalb einer Nacht sehen kann. Dieser Zeitraum ist um den 20. Breitengrad herum am längsten, so etwa drei Wochen – also ist das die optimale Breite für einen Messier-Marathon.

Ein himmlisches Baby

Ein Schmalbandfilter-Bild des Embryonebels IC 1848

▲ Abb. 1: Der Embryo-Nebel IC 1848, aufgenommen mit einem 12"-Fotonewton mit Reducer bei 1163mm Brennweite, G53F-Montierung, CCD-Kamera QSI583wsg, 3nm-Astrodon-Schmalbandfilter [SII], H α , [OIII], insgesamt 21 $\times$ 3 $\times$ 300s mit Binning 2-1-2, nachbearbeitet in PixInsight.



Sighard Schröbler



Sighard Schröbler

▼ Abb. 2: Giftig grün kommen die Bilder aus der Farbkombination im PixInsight-Skript. Kein Grund zur Sorge, das ist der Normalfall! H α zeigt praktisch die gesamte erleuchtete Region, daher muss Grün dominieren. Besser als schon im Abgleich Grün zu reduzieren ist die nachträgliche Grün-Entfärbung mit der SCNR-Funktion, weil so Details aus dem Grünkanal erhalten bleiben.

Sonne, Mond und Planeten waren früher die Ziele der Wahl, aber das ist heute nicht mehr meine Distanz. Es zieht mich weiter raus. Diverse Ereignisse mögen als Ursache herhalten, ein Venustransit im Nebel, eine Astroreise, um einen Kometen zu beobachten, der hinter der Sonne verdampfte. Irgendwie hatte ich der d/dt-Astronomie abgeschworen, wollte keine »besonderen Himmels-Ereignisse« mehr beobachten, weil das doch sehr oft schief geht. Eigentlich ist das Universum jede Nacht da draußen. Es muss nur klar sein, dann kann man es sehen. Und so ging die Entwicklung direkt in Richtung Deep-Sky, vom Sternentstehungsgebiet bis hin zu Gravitationsbögen, deren Licht sich vor über 12 Milliarden Jahren auf den Weg machte.

Aber solche Extrem-Aufnahmen sind nicht eindrucksvoll vom fotografischen Standpunkt. Atemberaubend sind die Bilder immer dann, wenn mit einer hochgezüchteten Ausrüstung allzu leichte Ziele abgebildet werden, nur um dann über Details zu staunen, die zu finden man nicht für möglich gehalten hätte. Vieles hat sich verbessert – nicht nur der Quantenwirkungsgrad der Kamera. Es sind auch die heute verfügbaren, lichtstarken Teleskope mit

gut auskorrigiertem Bildfeld und die digitale Dunkelkammer, die diese neue Qualität in Aufnahmen ermöglichen. Was jedoch die wenigsten Sternfreunde ahnen: Es sind die Filter, die am meisten beitragen und zwar insbesondere die sehr schmalbandigen. Sie sind nicht jedermanns Sache, weil man sich erst einmal überwinden muss, in Falschfarben mit physikalischer Bedeutung zu fotografieren. Am Ende ist jedoch klar, wieso man das macht. Es geht wie schon immer zuvor nur darum, was in den Aufnahmen an Details erkennbar ist.

Schmalband funktioniert nicht für jedes Himmelsobjekt, aber diese Technik führt zu einer gewissen Umkehr der Schwierigkeiten. Was mit der DSLR an zarten Nebeln unter urbanem Himmel kaum erreichbar scheint, wird mit Schmalband zur wahren Freude. Viele Fotografen scheuen jedoch den Aufwand, Falschfarben abzugleichen und bleiben bei H α -Aufnahmen in Schwarzweiß. Das ist völlig in Ordnung und als die CCD-Kamera für mich neu war, dauerte es bestimmt ein Jahr, bis die Begeisterung über tiefe H α -Bilder soweit nachließ, dass LRGB-Bilder an die Reihe kamen.

Noch einmal zurück zum Universum, dass jeden Tag gleich aussieht: Es ist eine Illusion! Fotografiert man Objekte im Abstand von Wochen, Monaten und Jahren, dann finden sich Änderungen auf der Skala von Wochen, Monaten und Jahren. Das zeigte mir überdeutlich Rainer Späni, der mich nach einer Vergleichsaufnahme von NGC 1333 vom letzten Oktober fragte. Rainer und Christian vom astroteamCERES waren schon länger an der Sache dran und hatten einen der seltenen veränderlichen Nebel entdeckt, in dem sich ein Lichtecho ausbreitet. Caltech und Palomar haben es inzwischen bestätigt. Quintessenz: Wenn man die Ausrüstung ausreizt, bleibt man vor Entdeckungen nicht verschont. Es genügt jedoch nicht, die Bilder auf der Festplatte abzulegen, man muss sie auch anschauen! Es war dann ein richtiges Abenteuer, das Gefundene zu publizieren, aber das ist eine andere Geschichte.

Um also den Kreis zu schließen, hier eines meiner »pretty pictures«. Mich faszinieren die Details in den Globulen, die Gebiete, in denen Sonnen entstehen, die Schönheit, mit der sie vergehen und der Tanz, den wechselwirkende Galaxien unter Einwirkung der Schwerkraft aufführen. Ich staune über Massen von Dunkler Materie, die so schwer sind, dass sie Licht verbiegen und werde dieses Staunen hoffentlich nie verlernen.

► Sighard Schröbler

➤ SURFTIPPS

- Website des Autors
- Aufnahme und Nachbearbeitung im Detail

🔗 Kurzlink: oc1m.de/af01

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

In die Tiefe des Deep-Sky



▲ Abb. 1: Der **Bubble-Nebel NGC 7635** (rechts) mit dem Offenen Sternhaufen M 52 (links oben) und dem Planetarischen Nebel K 3-89 (links unten). CCD-Aufnahme, 1.10.2015, 22:00 MEZ, 10"-Newton bei 1000mm, G2-8300, 11×8min (L), 10×8min (R), 8×8min (G), 8×8min (B), 19×15min (H α), 11×15min ([OIII]).
Tommy Nawratil



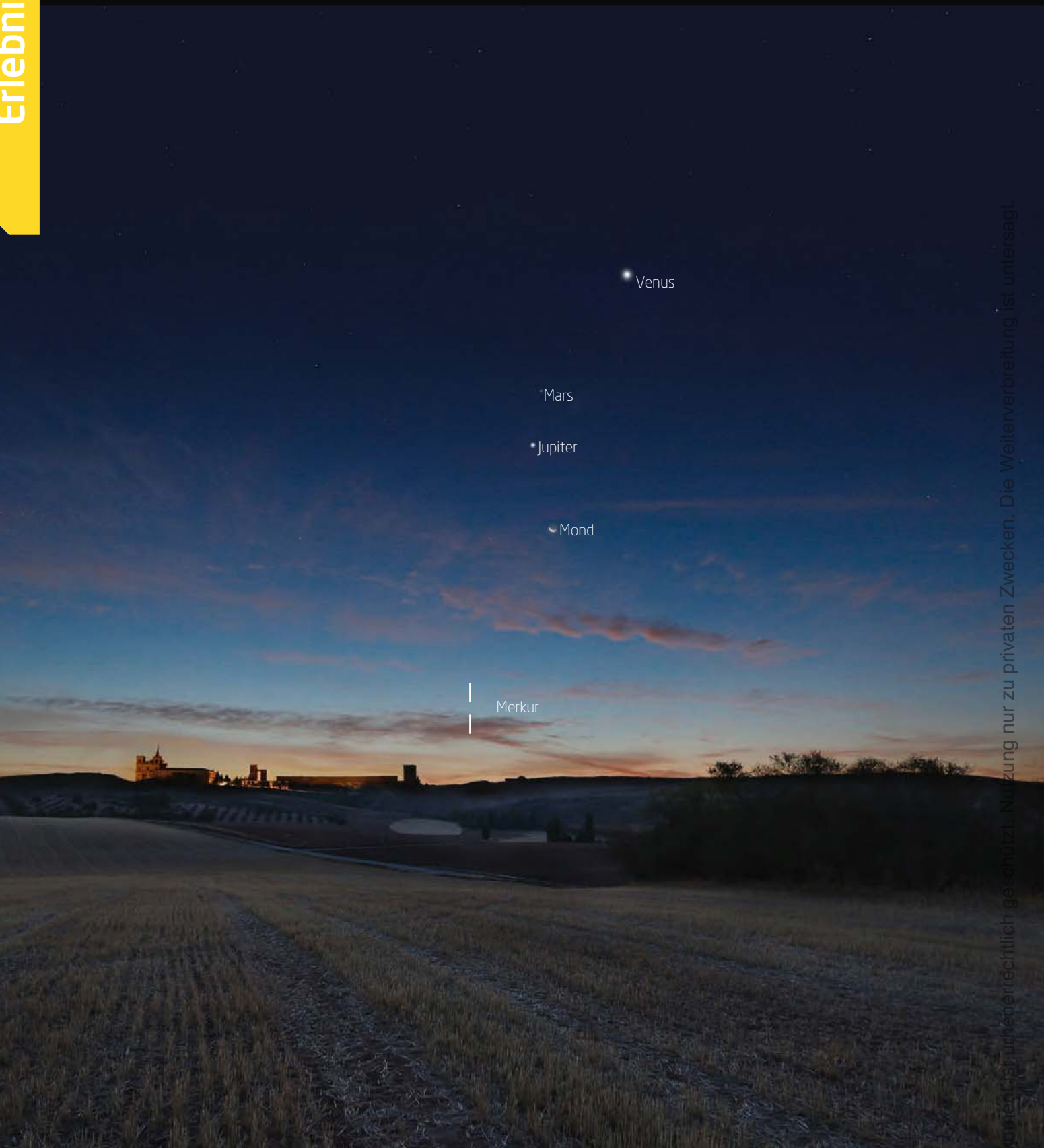
▲ Abb. 2: **Das Feuerrad der Spiralgalaxie M 101.** CCD-Aufnahme, 13.3.2014, 8"-Cassegrain bei 1150mm, SBIG ST8300M, 46×8min, 8×8min (je RGB), Baader LRGB-Filter. *Michael Deger*

▼ Abb. 3: **Der Galaktische Nebel NGC 1491** im Sternbild Perseus wird nicht so oft fotografiert – eigentlich schade! CCD-Aufnahme, 31.10.2015, 6,2"-Refraktor bei 1120mm, Moravian G3 11000m, G2 8300m, 30×30min (H α), 8×30min ([OIII]), 3×10min (je RGB). *Dieter Beer, Reinhard Wallner*



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

Planeten auf Parade



▲ Abb. 1: **Planetenparade am Morgenhimmel** des 10.10.2015, 07:06 MESZ, fotografiert von Uclès/Spanien aus. Für dieses Bild wurden insgesamt 300 Fotos geschossen mit Belichtungszeiten zwischen 0,1s bis 30s. Es war ein wunderschönes Erlebnis in einer grandiosen Gegend mit unvergesslichen Momenten – gekrönt von einer Morgendämmerung, die ihresgleichen suchte.

Digitalfoto, Canon EOS 700D bei 1600 ISO, 10/22mm-Objektiv bei 17mm Brennweite, Blende 5,6. Robert Pölzl, Lukas Demetz



▲ Abb. 2: **Die Meteore der Tauriden** waren heuer gut zu sehen. Dieses Foto gelang von unserer Partner-Sternwarte Gahberg im Salzkammergut/Österreich. Die Blickrichtung geht nach Norden ins Alpenvorland mit den vielen Gemeinden, die unter der Nebeldecke liegen. 13.11.2015, 3:22 Uhr MEZ Canon 1000D, 50mm-Objektiv, 25s. *Erwin Fillimon*

▼ Abb. 3: **Ein weiterer Tauriden-Meteor** am 12.11.2015, 18:46 MEZ. Digitalfoto, 21mm-Objektiv, Blende 2,8, Sony A7s, 2×100s, Nachführung mit Star Adventurer. *Ulrich Metz*



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

Vor 100 Ausgaben: interstellarum 1

MK 65 – Ein Erfahrungsbericht

Vor 21 Jahren habe ich für interstellarum 1 einen Artikel über das Intes MK65-Maksutov-Teleskop geschrieben. interstellarum war das Kind von Ronald Stoyan, den ich in Anfang der 1990er Jahre in Nürnberg kennengelernt habe. Noch heute beeindruckt mich die Jupiterbeobachtungen, die Ronald mit vielen, damals sprachlosen Amateuren in Nürnberg teilte; er hatte mit einem Kaufhaus-Teleskop beobachtet!

Der 6"-Maksutov löste meinen Vixen 102M mit 1000mm Brennweite ab. Vixen war damals die einzige weitverbreitete Fernrohrschmiede aus Asien, heute wird der Markt von Achromaten, Apochromaten, Newtons und Dobsons aus Fernost nahezu überschwemmt.

Viel ist seitdem passiert, der Maksutov ist um die halbe Welt nach Australien gereist und hat 2013 einen neuen Besitzer in Sydney im australischen Bundesland New South Wales gefunden. Ich beobachte, seit ich mit meiner Familie 2001 nach Melbourne umgezogen bin, den Südhimmel. Zuerst mit dem Maksutov, seit 2007 mit einem 12"-Dobson, dem 2013 ein feiner Takahashi-Refraktor folgte. Der Takahashi hat den Maksutov abgelöst und mich wieder zurück gebracht zu den Anfängen meiner Zeit als Hobbyastronom: dem fehlerfreien Sternbild eines guten Refraktors und mit dem Takahashi jetzt auch farbrein.

Beim Beobachten pendle ich zwischen Dobson und Takahashi, unsere Tochter studiert jetzt in Holland und so pendeln wir auch zwischen Europa und Australien. Lustig ist das Bild im Artikel von vor 20 Jahren mit

meinem Töchterchen Clara daneben, noch lustiger wenn man bedenkt, dass das Stativ nur knapp einen Meter hoch war zum Beobachten im Sitzen.

► Peter Haberberger

► Abb. 1: Offensichtlich wirkt die frühkindliche Astronomie-Prägung auch heute noch: Tochter Clara mit ihrem Vater Peter bei der nächtlichen Beobachtung am Teleskop.



Peter Haberberger

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

INTERAKTIV

Vor 21 Jahren wurde interstellarum gegründet, die Vorgängerzeitschrift von Abenteuer Astronomie. Wir blicken in jedem Heft 100 Ausgaben zurück und lassen die ursprünglichen Autoren von damals zu Wort kommen. Das entsprechende Originalheft in voller Länge finden Sie kostenlos auf www.abenteuer-astronomie.de zum Download.

Kurzlink: oc1m.de/abas

INSTRUMENTARIUM

MK 65 Ein Erfahrungsbericht Peter Haberberger

Bisher war ich ein Refraktoran. Dies hat sich nun geändert. Stein des Anstoßes ist die Offerte eines 150mm Maksutovs russischer Produktion. Seit einiger Zeit werden, zuerst in den USA und jetzt auch bei uns, Maksutov Teleskope vom russischen Hersteller Intes angeboten. Die Qualität der Teleskope wird als echter Geheimtipp bezeichnet. Ich wollte dem nachgehen und habe ein solches Teleskop zum Test bestellt. Sollte es meinen 4"-Refraktor deutlich an Planeten übertreffen, wollte ich es erwerben. Der Astroversand Markus Ludes ließ sich sofort auf einen „Kauf auf Probe“ ein. Nach ein paar Tagen erhielt ich das Teleskop in einem Koffer aus billigem Kunstleder.

Das Teleskop kann in verschiedenen Ausstattungen auch ohne Montierung erworben werden. Ich wählte die Ausführung MK-65 Tubus mit Optik 150/1500, 6x30 Sucher, Zenitspiegel incl. 1 1/4 Zoll Drehfokussierung und Photoadapter. Diese Ausstattung ist die preisgünstigste Version. Es sind auch Versionen mit Hauptspiegelfokussierung und Celestron-Anschluss, sowie 2 Zoll-Versionen lieferbar.

Erste Auffälligkeit: auf die Innenseite des Koffers sind zwei Metalldeckel mit dem Teleskopanschlussgewinde genietet. Auf diese Deckel kann der Fokussiertrieb und der Photoanschluss werden. Allein diese Deckel sind schon einzigartig, kein anderer Hersteller fertigt noch solch aufwendige Staubschutzdeckel.

Das Teleskop besteht aus einem dickwandigen Aluminiumtubus mit 2 (vorne) bis 4 mm (hinten) Wandstärke. Die Optik ist auf der Vorderseite mit einem Staubschutzdeckel aus Aluminium verschlossen. Die Rückseite hat zum Anschluss des Fokussiertriebes und des Photoadapters ein Gewinde mit einer freien Öffnung von 38 mm. Das Gewinde ist beim MK-65 nicht Celestron-kompatibel.

Auf der Oberseite ist ein Handgriff angebracht, beidseitig des Griffes sind je zwei Gewindebohrungen für den Sucher und weiteres Zubehör. Auf der Unterseite des Teleskops ist ein Aluminiumblock mit zwei 1/4" und einem 3/8" Photogewinde zur Befestigung des Teleskops auf einer Montierung angeschraubt. Die Gewinde sind nicht in Aluminium geschlitten, sondern in verschleißfeste Stahleinsätze, die wiederum im Aluminiumblock eingelassen sind!

Die Mechanik macht einen sehr soliden Eindruck, solider als ich es von meinem Refraktor her kenne. Die Meniskuslinse ist beidseitig vergütet und von vorne in den Tubus montiert. Zum Beseitigen von Staub kann die Linse nach dem Entfernen von 6



Schrauben leicht entnommen werden. Dies ist auch nötig, da das Gerät für meinen Geschmack zuviel Staub im Rohr hatte. Durch Ausblasen war dieser jedoch leicht zu beseitigen. Das Aus- und Einbauen der Meniskuslinse verändert die Justage des Gerätes nicht, da die Meniskuslinse in einer genauen Passung sitzt.

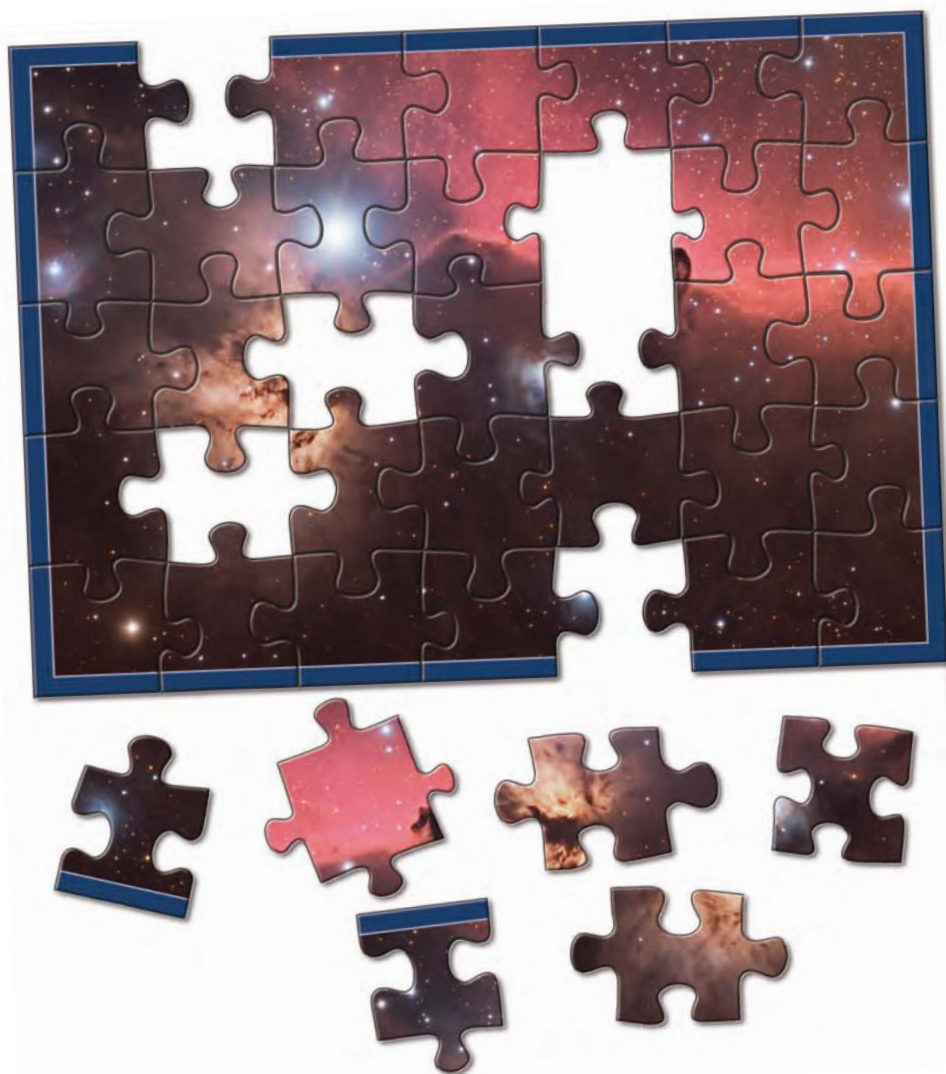
Die Teleskopinnenseite und das Blendrohr sind matt lackiert. Der Spiegel ist sauber und frei von oberflächlichen Fehlern und ist durch jeweils drei Zug- und Druckschrauben voll justierbar. Der Spiegel sitzt fest, da das Gerät zum Glück nicht über eine Hauptspiegelfokussierung verfügt!

Der Zenitspiegel bildet mit dem Fokussiertrieb eine Einheit. Am Teleskop wird er mit einer ringförmigen und griffigen Überwurfmutter befestigt. Durch leichtes Lösen der Mutter kann das Prisma um die optische Achse des Teleskops gedreht werden. Dies ermöglicht den Einblick von fast jeder Seite. Auf der Okularseite des Zenitspiegels ist in



Astro-Bilderrätsel: Raten und gewinnen!

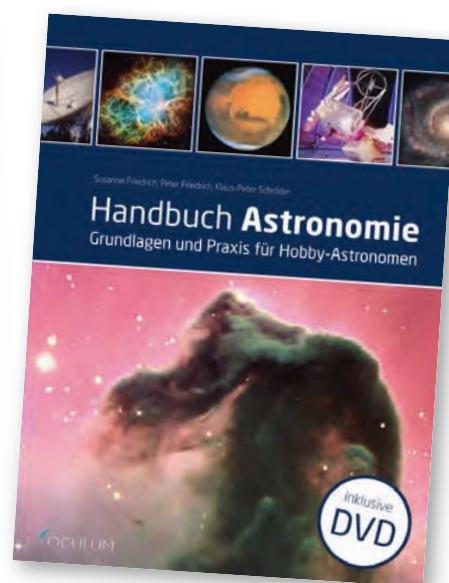
Rätsel-Spaß der Extra-Klasse steuert unser Autor Steffen Behnke in jeder Ausgabe durch sein Bilderrätsel bei. Gesucht wird ein astronomisches Objekt, verlost werden unterschiedliche astronomische Buchtitel aus dem Oculum-Verlag. Können Sie mit Ihrem Wissen punkten? Dann ist unser Bilderrätsel genau das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



Unter Ausschluss des Rechtswegs verlosen wir 3 Exemplare unserer Neuheit »Handbuch der Astronomie« im Wert von je 69,90 Euro. In diesem einmaligen Werk sind Grundlagen und Praxis für Hobby-Astronomen erläutert.

Handbuch der Astronomie

Susanne Friedrich, Peter Friedrich,
Klaus-Peter Schröder
560 Seiten, Hardcover, 280cm × 210cm,
durchgehend farbig



Bitte teilen Sie uns Ihre Lösung sowie Ihren Namen und Ihre Anschrift bis zum 5.2.2016 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 einmalige Standardwerk für Astronomen.

GEWINNER

Die Gewinner des Preisausschreibens in interstellarum 100 sind:

- **Frank Rudolph** Polarlicht-Flug für 2 Personen
- **Michael Meng** Nikon Fernglas 10×70 IF SP WP
- **M. Bosch** Nikon Fernglas 7×50 IF SP WP

Herzlichen Glückwunsch!

ALEXANDER GERST

Er war unser Mann im All: Alexander Gerst, Geophysiker und Vulkan-Experte, war vom 28. Mai bis 10. November 2014 an Bord der ISS und begeisterte viele Menschen durch seine über die sozialen Medien geteilten Eindrücke aus dem All. Abenteuer Astronomie hat ihn zu einem Interview getroffen.

Abenteuer Astronomie: Sie haben durch Ihren Raumflug dazu beigetragen, dass unser Thema – der Blick nach oben – wieder in den Fokus gerückt ist. Durch soziale Medien haben Sie viele Menschen für Ihre Raumfahrtmission begeistert. Wenn Sie aus der ISS ins All geblickt haben, was haben Sie gesehen?

Gerst: Wir schauen tatsächlich meistens in Richtung Erde. Aber blickt man in einer mondlosen Nacht auf die Milchstraße, sieht man erstaunliche Farben – rot, grün, braun! Sterne scheinen ganz ruhig, flackern aber wie Blinklichter, wenn sie über der Erde aufgehen – ich dachte zuerst, da ist ein anderes Raumschiff unterwegs. Das Sonnenlicht blendet extrem, es ist kein angenehmes Licht wie auf der Erde, sondern irgendwie »kosmisch kalt«. Auch das Mondlicht blendet enorm. Was einen umhaut, ist der Anblick von Polarlichtern, wir sind manchmal durch so eine Aurora durchgeflogen. Sternschnuppen sind unter einem, daran muss man sich erst mal gewöhnen.

Abenteuer Astronomie: Wie würden Sie die Himmelsqualität beschreiben im Vergleich zu guten Standorten auf der Erde?

Gerst: Die Sicht auf den Sternhimmel ist noch besser als von der Atacama-Wüste aus. Man sieht unglaublich viele Sterne – und erkennt die Sternbilder vor lauter Sternen nicht mehr, nicht mal den Großen Wagen.

Abenteuer Astronomie: Ist das ähnlich unbehaglich wie aus dem Flugzeug, wo Innenbeleuchtung oder optisch nicht planes Glas stört?

Gerst: Die Innenbeleuchtung muss komplett abgestellt werden – jede einzelne LED – oder mit Klebeband überklebt werden. Auch

die Außenbeleuchtung muss ausgeschaltet werden. Die anderen Astronauten haben dabei mitgeholfen, außerdem gab es Unterstützung von der Bodenkontrolle. Wir haben da oben eine Kuppel zum Rausgucken, die Cupola, die hat eine Anti-Kratz-Beschichtung, ist aber deshalb teilweise trüb wie im Flugzeug. Besser ist die Kuppel im russischen Segment.



◀ Abb. 1:
Alexander Gerst
mit Chefredakteur
Ronald Stoyan.

Abenteuer Astronomie: Sie haben beeindruckende Timelapse-Aufnahmen von der ISS aus gemacht. Welche Kameras und Optiken hatten Sie dazu verwendet?

Gerst: Dafür habe ich die Nikon-Kameras D2Xs, D3, D4 benutzt, dazu mein Lieblingsobjektiv 58mm f/1,4, außerdem ein Fisheye-Objektiv.

Abenteuer Astronomie: Tritt beim Blick aus der ISS auf die Erde irgendwann eine »Sättigung« ein?

Gerst: Ja schon, in dem Sinne, dass der Anblick der Erde mit der Zeit normal wird. Man lernt den Planeten kennen, irgendwann schaut man nur noch kurz raus und weiß sofort, wo man ist. Was als Erstes auffällt, ist, wie unglaublich dünn unsere Atmosphäre ist.





▲ Abb. 2: Ein ganz besonderes Selfie: Alexander Gerst im Außeneinsatz in 400km über der Erde.

Abenteuer Astronomie: Erkennt man große geologische Strukturen der Erde mit bloßem Auge aus dem Orbit besser als auf Satellitenfotos?

Gerst: Auf jeden Fall. Leute, die wie ich Geophysiker sind, würden begeistert sein. Man fliegt ja an der Erde vorbei und sieht sie dabei aus verschiedenen Winkeln und bei verschiedenen Beleuchtungssituationen. Natürlich sieht man Küstenlinien, Flüsse, Wälder oder Wüsten, die erstaunlich farbig sind. Von oben fallen viele Dinge ins Auge, z. B. der Aralsee mit seinem Rest Wasser und dem ehemaligen Seeboden. Auch menschengemachte Veränderungen der Landschaft sind zu sehen, z. B. die

unterschiedliche Form von Feldern, die sind z. B. in den USA oft rund. Städte heben sich oft nicht sehr von der Umgebung ab. Viele Strukturen versteht man nicht, wenn man auf der Erdoberfläche davor steht, sondern erst, wenn man sie im Zusammenhang sieht. Das geht mit dem Blick aus dem Orbit.

Abenteuer Astronomie: Haben Sie schon mal (auf der Erde) durch ein Teleskop geschaut? Besitzen Sie eines?

Gerst: Ich war mal in Chile in der Atacama-Wüste und konnte dort Teleskope eines

Freundes benutzen. Ich hätte gern ein Teleskop, habe aber praktisch keine Zeit, damit zu beobachten.

Abenteuer Astronomie: Haben Sie die Sonnenfinsternis 1999 erlebt und wenn ja, wie und wann?

Gerst: Nein, leider nicht, ich war bei einem Termin in den USA. Aber ich habe die partielle SoFi dieses Jahr verfolgt. Es wäre sicher auch beeindruckend, eine Sonnenfinsternis von oben aus der ISS-Perspektive zu sehen.



INTERAKTIV

Dies ist unsere neue Rubrik für Astrokids zwischen 8 und 14 Jahren. Dieses Projekt haben Grundschüler in der 3. Klasse durchgeführt. In den nächsten Folgen zeigen Klassen und Astro-AGs weitere spannende Projekte. Wenn du eines der Experimente nachgemacht hast, schreibe uns doch an redaktion@abenteuer-astronomie.de eine E-Mail!

Experiment Eierlandung: Von den Marssonden lernen

Wie schwer ist es, eine Raumsonde auf einem anderen Körper zu landen, z. B. auf dem Mars? Eines der Probleme besteht darin, die große Geschwindigkeit, mit der so eine Sonde unterwegs ist, bei der Landung abzubremesen. Die Raumfahrt-Ingenieure müssen sich dabei ganz schön den Kopf zerbrechen. Hier auf der Erde kannst du das in einem Experiment selbst nachstellen – mit einem ganz einfachen Ei.

Leider landeten die ersten Mond- und Planetensonden nicht so perfekt und komfortabel wie die Apollo-Mondfähre »Eagle« oder die Marssonden »Viking« und »Pathfinder«. »Lunik« und »Ranger« waren die ersten russischen und amerikanischen Mondsonden. Sie gingen voll auf Kollisionskurs mit ihrem Ziel. Eine gute

Technik zur weichen Landung stand damals noch nicht zur Verfügung. Leider ereigneten sich in der Geschichte der Raumfahrt auch Missionen, die statt mit einer geglückten Landung in einem Desaster endeten. So zerschellten der »Mars Polar Lander« und »Beagle 2« wahrscheinlich auf der Marsoberfläche. Der »Mars Climate Orbiter« verglühte bei einer Marslandung. Die chinesische Raumsonde »Yinghuo-1« und das Space-Shuttle »Columbia« zerbrachen beim Eintritt in die Erdatmosphäre.

Das Problem:

Insbesondere die erfolgreichen Marsmissionen beflügelten jedoch die Phantasie der Ingenieure und lieferten eine Menge neuer Ideen und Ansätze für weiche Landungen. Alles dreht sich dabei um das Problem, wie man die enorme Geschwindigkeit der Sonden »vernichten« kann. Dabei müssen die Ingenieure noch etliches beachten:

◀ Abb. 1: Wie gelingt es, ein ganz normales Hühnerei aus 6 Metern Höhe sicher zu landen? Eine Möglichkeit könnte ein Fallschirm sein. Dieser »Ei-Lander« erinnert ein bisschen an die gute alte Apollo-Kapsel. Drei Astronauten landeten damit weich auf dem Ozean. So einfach hast du es leider nicht, denn der Erdboden ist viel härter.

1. Bleibt meine Nutzlast unbeschädigt?
2. Ist die Sonde so leicht wie möglich?
3. Sind die Kosten so gering wie möglich?
4. Ist das Gesamtsystem so einfach und zuverlässig wie möglich?

Das Experiment:

Über die Kosten musst du dir keine Gedanken machen. Dein Bastelmaterial ist sehr preiswert. Eigentlich kannst du alles für dein Experiment mit etwas Glück zu Hause finden. Lande ein rohes Ei aus einer Höhe von mindestens sechs Metern heil auf hartem Boden! Verwende dazu möglichst wenige von den dir zur Verfügung gestellten Materialien! Nimm bei den Fallversuchen auf jeden Fall Mama oder Papa mit! Du kannst deine »Marssonde« z. B. aus einem Fenster im 2. Stockwerk fallen lassen.

Das Material:

Für den Versuch brauchst du:

- 1 kleine Rolle Klebeband
- 4 Schaschlik-Stäbchen und vier Zahnstocher
- 1 Luftballon
- 1 Papierserviette oder ein Blatt Papier
- 2m Nähgarn
- 1 Stück Styropor (3cm × 3cm × 1cm)

Hinweis: Du musst nicht alle Materialien verwenden.



Q IM DETAIL

Jannis' Bericht

Als ich erfuhr, dass wir ein Hühnerei aus sechs Metern Höhe hinunterfallen lassen sollten, ohne dass es zerbricht, war ich baff! Ich dachte nicht, dass es mir gelingen würde, da ich nur bestimmte Dinge für den Versuch zur Verfügung hatte.

- Klebeband? Kann ich damit wirklich mein Ei bruchsticher verkleben?
 - Holzstäbchen? Können die das Ei wirklich irgendwie halten?
 - Papier? Kann ich damit das Ei einpacken?
- Es dauerte nicht lange und ich stellte fest, dass keine dieser Ideen gut war: Die Schwerkraft, mit der das Ei hinunterfiel, war einfach viel zu stark. Das Ei wurde, egal wie man es auch verpackte, beim Hinunterfallen so schnell, dass es immer am Boden zerbrach.

Also musste etwas her, was gegen die Schwerkraft »ankämpft«. Luft kann fliegende Objekte »bremsen«. Allerdings muss dazu die Oberfläche,



die auf die Luft trifft, möglichst groß und stabil sein. Das Ei selber ist oval, hat also fast gar keinen Luftwiderstand.

Da kam mir eine Idee:

Ich baue eine Art »Fallschirm« aus dem Papier, das erst wackelig ist, dann aber durch zwei Holzstäbchen stabilisiert wird. Mit den übrigen Stäbchen und dem Klebeband hänge ich das Ei an den »Fallschirm« - in etwa so, wie eine Gondel an einem Heißluftballon hängt.

Letztendlich zog die Schwerkraft das Ei als schwerstes Teil der ganzen Konstruktion nach unten, so dass das Papier als »Fallschirm« seine volle Wirkung zeigte. Leider war es trotzdem noch zu schnell und zersprang.

Annikas Bericht

Als ich von der »Eierlandung« gehört habe, habe ich gedacht, dass das unmöglich ist. Als ich dann das Material gesehen habe, hatte ich schon eine Idee, wie ich das Ei verpacken könnte. So habe ich das dann auch gemacht.

Als alle fertig waren, haben wir die Eier fallen lassen:

Fünf von elf Eiern sind tatsächlich heil gelandet! Die meisten von uns hatten oben eine Art Fallschirm dran. Der Fallschirm hat die Eier im Flug gebremst. Ein Ei hatte keinen Schirm - es ist hart auf der Erde gelandet. Ich habe gedacht: »Es ist bestimmt kaputt«. Aber es war ganz geblieben. Der Junge hatte es so gut verpackt, dass es tatsächlich heil unten ankam. Das Tollste an diesem Versuch war, dass jeder von uns eine andere Idee hatte, wie er das Ei fliegen lassen wollte. Am coolsten waren natürlich die Eier mit Fallschirm.



Die Durchführung

Probiere bitte nicht aus, was geschieht, wenn ein Ei in der Küche auf den Boden fällt. Ich glaube, das Ergebnis kennst du gut: Da bleibt nur noch ein unansehnlicher Brei übrig. Dein Ei soll aber einen Fall aus sechs Metern Höhe heil überstehen. Es kommt unten mit fast 40km/h an! Was geschieht mit einem Auto, das mit dieser Geschwindigkeit gegen

eine Betonwand gefahren wird? Überleg mal, welche Aufgabe ein Sicherheitsgurt wohl hat? Was bewirkt ein Airbag? Was ist eine Knautschzone? Seit diese tollen Erfindungen in unsere Autos eingebaut wurden, gibt es viel weniger Tote und Verletzte. Ein Pilot, der aus seinem Düsenjet mit dem Schleudersitz aussteigen muss, kommt dank seines Fallschirms unverletzt am Boden an.

Überlege, wie du diese Erfindungen stark vereinfacht nachbauen kannst. Womit könntest du eine Knautschzone bauen? Was eignet sich als Fallschirm oder als Airbag oder Sicherheitsgurt? Wenn du einzelne Ideen erst mal ausprobieren willst, nimm dazu ein hart gekochtes Ei. Wenn die Schale gebrochen ist, musst du noch bessere Ideen finden.

► Kurt Hopf, Grundschule Hof-Krötenbruck



▲ Abb. 2: Mit diesem Material sollte es dir gelingen, dein Ei heil zu landen.



▲ Abb. 3: Ziemlich viel »Weltraum-Restmüll« bleibt von den Versuchen übrig. Raumfahrt war leider noch nie sehr umweltfreundlich.

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

Aufregung zur Mondfinsternis

Panikmacher schürten Ängste wie im Mittelalter

Himmelsereignisse wie Sonnen- und Mondfinsternisse sind für Esoteriker, Weltuntergangsfanatiker und Panikmacher immer willkommene Anlässe, um ohne viel Hintergrundwissen auf vermeintliche Katastrophen hinzuweisen, die dann nie eintreten. So war es auch in den Tagen vor der totalen Mondfinsternis am 28. September 2015. Aufgrund der in Erdnähe stattfindenden Verfinsterung des Mondes war viel von einem »Blutmond« und seinen schädlichen Einflüssen die Rede (vgl. auch Seite 84). Tatsächlich gab es in der Vergangenheit wegen der elliptischen Mondbahn immer wieder Finsternisse, bei denen der Erdrabant deutlich näher an der Erde stand als dieses Mal. Tatsächlich passierte dann auch nichts und selbst der Mond erschien während der Totalität wesentlich dunkler als angenommen, sodass von einem »Blutmond« wahrlich nicht die Rede sein konnte.

Als wäre das nicht genug, tauchten Mitte September in verschiedenen astronomischen und vor allem nichtastronomischen Internetforen zum Teil haarsträubende Fragen nach einem Meteor auf, der zur Zeit der Mondfinsternis am 28. September 2015 auf die Erde stürzen sollte. In einem Horrorszenario malten sich einige Autoren der Beiträge gleich einen kompletten Weltuntergang aus. Dahinter verbergen sich offenbar weit verbreitete Ängste und Befürchtungen, die aus Unkenntnis geboren sind und zuletzt im Mittelalter üblich waren. Ein roter Mond – wie auch eine verfinsterte Sonne – kündigten danach stets ein göttliches Strafgericht für die verdorbene menschliche Gesellschaft an, das nur durch religiöse Handlungen vermieden werden konnte.

Die Diskussion auf Astrotreff.de zu diesem Thema ist zwar schon ein wenig älter. Sie darf aber als exemplarisch für viele jeder Grundlage entbehrenden Sensationsmeldungen zu astronomischen Ereignissen stehen. Solche Katastrophenmeldungen verbreiten sich dank

Internet in immer kürzeren Abständen und verunsichern mitunter auch Sternfreunde.

Nach einer kurzen Klärung der unterschiedlichen Begrifflichkeiten Meteor, Meteoroid und Meteorit wurde schnell die

Ursache für die vielen Anfragen gefunden. Es war eine von vielen Zeitschriften, Blogs und vor allem nichtastronomischen Onlineforen unkritisch übernommene Nachricht über den nahen Vorübergang eines Kleinkörpers zur Zeit

Salzburg24.at > News > Weltuntergang am 28. September: Diese Theorien machen das Netz verrückt

Weltuntergang am 28. September: Diese Theorien machen das Netz verrückt

22. September 2015 14:18



Geht es nach den Verschwörungstheoretikern ist der Blutmond am 28. September ein Zeichen dafür, dass etwas Schlimmes passiert. - © dpa/A9999 Db Volkmar Brockhaus

Die Blutmond-Nacht am 28. September sorgt für zahlreiche Spekulationen und Verschwörungstheorien. Viele im Netz sind sich sicher: Noch dieses Monat wird die Welt untergehen. Wir haben für euch die drei gängigsten Apokalypse-Szenarien herausgesucht.



▲ Abb. 1: Aufregung um die Totale Mondfinsternis vom 28. September 2015 im Netz. Auch die Astronomie-Szene ließ die Panikmache nicht kalt.

Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Kommentare

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

der Mondfinsternis. Konkret handelte es sich um den am 21. Oktober 2014 von russischen Astronomen auf der automatisch arbeitenden Kislovodsk Solar Station des Pulkowo-Observatoriums bei St. Petersburg entdeckten Asteroiden 2014 UR 116. Da war er bereits zum zweiten Mal entdeckt worden. Zuerst hatte man ihn am 1. Dezember 2008 im Rahmen des Mt. Lemmon Survey, Teil des Catalina Sky Survey, gefunden, mit dem man nach erdnahen Asteroiden fahndet. Messungen hatten ergeben, dass er einen Durchmesser von 300m bis 400m aufwies.

Aus dem vermeintlich nahen Vorübergang wurde dann ein Absturz, der weite Teile Europas und Russlands verheeren sollte. Eine der wenigen aufklärenden Blogbeiträge zu dem Thema stammt von Abenteuer-Astronomie-Kolumnist Florian Freistetter, der klarstellte, dass das Objekt in den kommenden 150 Jahren keinem Planeten des Sonnensystems näher als rund 2 Mio. km kommt, was der mehr als fünffachen Mondentfernung entspricht. Und so stellte sich die Meldung als eine von Sensationsgier geprägte heraus, an der nichts dran war.

Deep Sky - das Salz in der Suppe

Die Beobachtung von Sternhaufen, Nebeln und Galaxien ist für sehr viele Sternfreunde der Inbegriff des astronomischen Beobachtens. Zu einer visuellen Deep-Sky-Beobachtung – damit werden alle Objekte bezeichnet, die sich außerhalb unseres eigenen Sonnensystems befinden – gehört weit mehr als das reine Schauen durch das Okular und das Erkennen der sich darin zeigenden Objekte. Dies wird in dem in mehreren losen Folgen fortgesetzten Beobachtungsbericht hintergründig aufgezeigt.

Ein Einsteiger berichtete dort über seine Beobachtungen mit einem 200/1200mm-Dobson im Garten seines Hauses. Neben der Aufzählung der beobachteten Objekte – vorwiegend aus dem Messier- und NGC-Katalog – wird auf weitere Aspekte der Beobachtung wie das Auskühlen des Teleskops, die eigenen körperlichen Bedürfnisse, die sinnvolle Bekleidung aufgrund der in der Nacht abnehmenden Temperatur sowie Tau- und Fokusprobleme eingegangen.

► Abb. 2: Nächtliche visuelle Beobachtungen machen in der Gruppe mehr Spaß und haben durch Kenntnisse anderer Sternfreundinnen und Sternfreunde auch einen nicht zu unterschätzenden Lerneffekt. *Astrotreff, Tobias Ahrens*

Während der Beobachtung kam auch ein neuer 2"-UHC-Filter zum Einsatz, der beim Orionnebel M 42 gegenüber einem anderen, älteren 1¼"-Modell deutlich bessere Strukturen sowohl im Innern als auch außerhalb des Nebelgebietes zeigte. M 1, den Krebsnebel im Sternbild Stier, ließ er wesentlich heller erscheinen. Diskutiert wurde die unterschiedliche Wirkung von UHC- und [OIII]-Filtern. Während erstere als eine Art universaler Nebelfilter angesehen werden können, bringen [OIII]-Filter vor allem eine Kontraststeigerung bei Supernova-Überresten und Planetarischen Nebeln und führen gleichzeitig zu einer Verbesserung der Sichtbarkeitsbedingungen in lichtverschmutzten Gegenden.

Die Erfahrung zeigt allerdings, dass beide Filter bei Galaxien, Sternhaufen und Reflexionsnebeln zu viel Licht schlucken, einige Regionen in Galaxien wie M 33 aber hervorheben. In dem bereits seit 2014 ununterbrochen laufenden Thread sind mittlerweile Berichte verschiedener Beobachter enthalten und es werden auch schwache Objekte – etwa des NGC-Katalogs – diskutiert, die naturgemäß sehr unterschiedlich wahrgenommen werden.

► Manfred Holl

⇐ INTERAKTIV

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 Beobachter dennoch von großem Interesse sein können.

Astrotreff

➤ SURFTIPPS

- Meteortreffer
- Erklärung des Phänomens
- Visuelle Deep-Sky-Beobachtungen

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/nn01



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

Reingelegt vom »Blutmond«

Kaum einen Artikel konnte man vor der letzten totalen Mondfinsternis im September 2015 finden, der das Himmelsschauspiel nicht als »Blutmond« ansprach. Dies sei ein bekannter Spitzname oder gar traditioneller Ausdruck für eine totale Mondfinsternis wurde insinuiert, immer schon in Gebrauch gewesen und ja auch so passend: Schließlich schimmert der Mond in der Umbra ja noch blass rot.

Doch seltsam: Kein Amateur-astronom erinnerte sich daran, Mondfinsternisse in jungen Jahren mit dem morbiden Begriff belegt zu haben. Wer täuscht sich da, die Medien beim Legitimationsversuch für einen sensationsheischenden Begriff oder die Astronomen? »Big Data« für den Hausgebrauch gibt rasch Auskunft: Der Google Ngram Viewer, der die Worte in zigtausenden gescannter Bücher durch die Jahrhunderte statistisch erfasst, weist »Blutmond« in der deutschsprachigen Literatur überhaupt nicht nach. In der englischsprachigen werden zwar Spuren eines »blood moon« im 20. Jahrhundert gefunden, aber »lunar eclipse« war stets um viele Größenordnungen verbreiteter.

Mit Google auf Spurensuche

Auch Google kann man historisch einsetzen, indem die Suche auf bestimmte Zeiträume beschränkt wird: Vor 2008 gibt es kaum »Blutmond«-Treffer und wenn, dann praktisch immer im Zusammenhang mit Esoterik oder Fantasy. Die totale Mondfinsternis vom August 2008 war die erste, für die Massenmedien gelegentlich »Blutmond« verwendeten, während dies bei der Finsternis vom Juni 2011 schon weit verbreitet war. Trotzdem behauptete eine bekannte Astro-Webseite ebenfalls 2011, »Blutmond« sei ein »umgangssprachlicher«

▼ Abb. 1: Der »Superblutmond« vom September 2015 – oder einfach nur eine totale Mondfinsternis?



Begriff für Mondfinsternis: So schnell wird ein Mythos geboren.

Oder vielmehr gezielt in die Welt gesetzt: Es war Anfang 2008 gewesen, als in christlich-fundamentalistischen Kreisen der USA erstmals die bizarre These aufkam, die Abfolge der vier totalen Mondfinsternisse von April 2014 bis September 2015 – eine in Wirklichkeit gar nicht seltene »Tetrade« – sei ein dramatisches Omen. Denn die als »Blutmonde« angesprochenen Finsternisse fielen alle auf wichtige jüdische Feiertage, bei einem stark Mond-basierten Kalender auch keine so große Überraschung.

Die Saat geht auf

Die »Blutmond«-Saat war gesät, und als 2013 ein anderer einflussreicher US-Prediger mit dem Buch »Four Blood Moons: Something is About to Change« die apokalyptischen Behauptungen aufwärmte, gab es kein Halten

mehr. Heute liefert »blood moon« an die zehn Millionen Google-Treffer. Und da Verrücktheiten aus Amerika irgendwann bei uns ankommen, traten auch die Blutmonde ihre Reise über den Atlantik an. Die »Blutmonde« legten eine Punktlandung hin, fiel doch die erste gut in Europa sichtbare totale Mondfinsternis seit sieben Jahren auch noch mit einem »Supermond« zusammen. Auch diese heutzutage verbreitete Bezeichnung für einen Vollmondtermin nahe des erdnächsten Punktes der elliptischen Mondbahn stammt nicht aus der Astronomie, sondern wurde vor wenigen Jahren von einem Astrologen erfunden.

**Kein Entkommen:
»Superblutmond« 2015**

Immerhin ist so die Elliptizität der Mondbahn breiten Kreisen bekannt geworden. Totale Mondfinsternisse nahe des Perigäums (erdnächster Punkt) sind übrigens auch nicht selten und treten einige Mal im Jahrzehnt ein, das nächste Mal schon 2019: Dass eine Pressemitteilung der NASA irrtümlich eine extreme Seltenheit beschwor, heizte im September 2015 den »Superblutmond«-Rummel noch zusätzlich an. Mancher mag nur deswegen zu unchristlicher Stunde – welch Ironie – der schönen und ungewöhnlich dunklen (blutleeren?) Mondfinsternis ansichtig geworden sein, andere bedauern nun zu Unrecht, ein extrem seltenes Schauspiel verpasst zu haben. Wie, Sie glauben es immer noch nicht, dass »Blutmond« eine ganz junge Erfindung ist? Kleiner Tipp: Dies war das einzige Wort in diesem Text, das Word konsequent als Rechtschreibfehler markierte ...

► Daniel Fischer

Ein Blinder erforscht das Weltall

Astronomie kann auch für Sehbehinderte spannend sein

»Wieso machst du das? Da hast du doch eh nichts von!« – »Wie willst du da mitreden? Du siehst das doch gar nicht!« – Solche verwunderten Fragen werden mir immer wieder gestellt, wenn ich als von Geburt an vollblinder Mensch über mein Lieblingshobby, die Astronomie, spreche.

Seit etwa 25 Jahren befasse ich mich mit dem Weltraum. Beruflich ist es seit 15 Jahren meine Aufgabe, für die Studierenden mit Seheinschränkung der Karlsruher Hochschulen Lösungen zu finden, damit sie ein Studium im naturwissenschaftlich-technischen Umfeld absolvieren können. Es ist mir eine große Freude und ein Anliegen, besonders die Astronomie für Menschen mit Seheinschränkung zugänglich zu machen.

Astronomie macht Geräusche

Meine Begeisterung für Wissenschaft und Technik war es, die mich zur Astronomie brachte. Sie verzweigt sich in derart viele Disziplinen, dass sie sich hervorragend als inklusives Hobby betreiben lässt – gemeinsam mit Sehenden oder mit Menschen mit anderen Einschränkungen. Seit vielen Jahren leite ich regelmäßig eine Freizeit des Evangelischen Blinden- und Sehbehindertendienstes Baden, die sich in erster Linie an junge Erwachsene richtet. Ich wähle dafür Themen aus, die Religion, Philosophie und Naturwissenschaften miteinander verbinden.

Viele dieser Themen streifen die Astronomie, denn die Sonne, »der Stern, von dem wir leben«, geht uns alle an.

Die Sonne sendet ein unglaublich spannendes »Radio-Programm«, ein Rauschen, dessen Intensität und Lautstärke sich verändert, je nachdem, was auf dem Stern gerade vor sich geht. Der Jupiter hingegen sendet ein aufgeregtes Knattern und Tacken aus.

Wissender Begleiter

Das Weltall ist also kein Ort der Stille, wie man vielleicht denken könnte, sondern bietet

unzählige weitere, nicht visuelle Facetten. Abends den Himmel nicht betrachten zu können, bedeutet für mich keine Einbuße. Zum einen habe ich taktile Materialien entwickelt, die mir eine Vorstellung des Sternhimmels mit seinen wichtigsten Sternbildern geben. Zum anderen ist es für mich

ein Hochgenuss zu erleben, wie sich die medial überreizte Welt der jungen Menschen entschleunigt, wenn wir bei einer Freizeit abends gemeinsam auf einer Wiese liegen.

Ganz leise und ergriffen beginnen die Teilnehmer plötzlich, miteinander über das zu sprechen, was sie am Himmel



▲ Abb. 1: Der Autor tastet konzentriert ein 3D-Modell eines Himmelskörpers ab.

sehen. Ich steuere zu den Sternbildern passende Geschichten aus der griechischen Mythologie oder andere Anekdoten bei, die ich frei erzähle oder im Dunkeln aus meinen Braille-Dokumenten vorlese. Die Materialien, die ich austeile, sind taktil und gleichzeitig farbig gestaltet. So können die sehenden Teilnehmer über ihre visuelle Wahrnehmung hinausgehen und wir können uns darüber austauschen. Den technisch Interessierten zeige ich Astronomie-Apps auf meinem Smartphone. Das Gerät ist der perfekte Eisbrecher, weil es die jungen Menschen fasziniert, wie ich das Touch-Handy ohne Augen bedienen kann.

Erfüllende Beschäftigung

Nicht zuletzt bin ich verrückt genug, um ein Teleskop und ein Mikroskop zu besitzen. Ich kam zu beidem durch meine Nichten und Neffen, die heute erwachsen sind und deren Kinder mittlerweile hineinblicken, wenn sie mich besuchen. Es war frustrierend,

wie viele Spiele wir nicht gemeinsam spielen konnten, weil alles so visuell ist. Spiele wie Mau-Mau, Mühle und Mensch ärgere Dich nicht! gingen noch, aber Siedler oder Sagaland funktionierten überhaupt nicht. Aus diesem Grund suchte ich ein Hobby für uns alle. Bald erwies sich der Blick durch mein Mikroskop oder des Nachts durch mein Teleskop als die erfüllendste Beschäftigung für meine Nichten und Neffen. Zwar habe ich nicht mit der Astronomie begonnen, um eine Beschäftigung für die Kinder zu finden, habe aber durch sie erkannt, wie mächtig die Astronomie im Erlangen einer ganzheitlichen Weltsicht ist und wie viel Potenzial sie dem inklusiven Miteinander bietet.

Inklusion am Himmel

In der Gesellschaft muss sich in dieser Hinsicht noch einiges ändern. Oft werde ich gefragt, ob ich die Bücher des Physikers Stephen Hawking kenne. Jedoch nicht etwa wegen deren Inhalt, sondern weil er – zwar

völlig anders als ich – auch behindert ist. Damit wird einer der größten Physiker und Astronomen des letzten Jahrhunderts über seine Behinderung definiert. Dabei war schon Johannes Kepler, der größte Astronom des letzten Jahrtausends, in Folge einer Pockenerkrankung stark seheingeschränkt. Hätte er nicht seinen Astronomie-Kollegen Tycho Brahe als präzisen Beobachter an seiner Seite gehabt, ist es fraglich, ob er zu seinen bahnbrechenden Keplerschen Gesetzen gefunden hätte, die bis heute für die Weltraumforschung grundlegend sind.

Mit meiner Mission der »Inklusion am Himmel« konnte ich sogar den Vorstand der Astronomischen Gesellschaft, eine der ältesten astronomischen Vereinigungen Europas, begeistern. Es ist nicht einfach, dort ohne Kontakte Mitglied zu werden, aber mein Engagement für die Astronomie-Freizeiten hat überzeugt und seit Mai 2013 bin ich das erste und einzige blinde Mitglied.

► Gerhard Jaworek

Nachruf: Hanns Ruder (1939–2015)

So umfassend und energisch wie Professor Hanns Ruder (3.11.1939–17.10.2015) hat wohl niemand in Deutschland die Astronomie betrieben: als Wissenschaftler, als Hochschullehrer, als Funktionär, als Wissenschafts-Popularisierer mit allen Mitteln, als Amateurastronom und Förderer anderer Amateure und sogar als Unternehmer mit eigenen Firmen. Viele Sternfreunde kannten Ruder vor allem als Top-Referent auf ihren Tagungen: Wie er stundenlang das Publikum fesseln und auch alten Hasen noch immer etwas Neues bieten konnte, daran erinnern sich nun viele seiner Zuhörer im Web, wo – Youtube sei Dank – auch Aufzeichnungen von einigen seiner Vorträge überdauern.

Die Nähe zur volkstümlichen Astronomie war Ruder quasi in die Wiege gelegt worden: Frühe Kinderlähmung schloss ihn von manch typischer Beschäftigung aus, und so baute er bald seine ersten Teleskope aus Ofenrohren und hatte schon als Teenager in Nürnberg eine eigene Sternwarte. Eine Laufbahn als Physiker folgte, die schließlich 1982 zum Ruf an die Universität von Tübingen führte,

wo (genauer: in Wurmlingen) die Familie ihre neue Heimat fand, auch nach seiner Emeritierung 2006.

Wissenschaftlich konzentrierte sich Ruder – der u.a. auch Präsident der Astronomischen Gesellschaft war – in Tübingen auf die Relativitätstheorie und vor allem Wege, wie man ihre überraschenden Effekte visualisieren konnte. Die Krönung war das seit 2005 vielerorts aufgestellte »Einstein-Fahrrad« mit Videoprojektion der Tübinger Straßen bei stark herabgesetzter Lichtgeschwindigkeit. Aber auch die Entwicklung ungewöhnlicher Teleskope wie Auswerteverfahren blieben Ruders Leidenschaft: So engagierte er sich etwa in der islamischen Welt mit optischen Instrumenten zum Nachweis schmaler Mondsicheln, leitete oder unterstützte aus seinem Tübinger Büro (mit Privatfahrtstuhl) mehrere High-Tech-Firmen mit Projekten weit über die Physik hinaus und eröffnete Amateurastronomen den projektbezogenen Zugang zu diversen Sternwarten, die er mit betrieben hat. Der breiteren Öffentlichkeit aber wird Hanns Ruder vor allem als überaus sympathischer Didaktiker in Erinnerung



GRUR - Deutsche Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht e.V.

▲ Abb. 1: So kannte man Hanns Ruder – in typischer Pose bei einem seiner unzähligen öffentlichen Vorträge, hier 2008 als Festredner bei der Jahrestagung der GRUR.

bleiben, der noch über seinen Krebstod hinaus glänzt: So wird etwa im November in Neukirchen b. Hl. Blut eine Astronomie-Ausstellung eröffnet, an der er bis zuletzt mit gearbeitet hat.

► Daniel Fischer

► SURFTIPPS

- Nachrufe zu Hanns Ruder

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/hr01](https://oc1m.de/hr01)



▲ Abb. 1: Im Audimax der Uni Kiel trafen sich Astronomen aus dem deutschen Sprachraum - unter anderem zum Austausch über Öffentlichkeitsarbeit.

»»Outreach«« in Kiel

Die Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft vom 14.-18.9.2015

Das Internationale Jahr der Astronomie 2009 hat in Deutschland einige unsichtbare Spuren hinterlassen, vor allem bei der Vernetzung in der astronomischen Öffentlichkeitsarbeit. Zum einen gibt es seit 2010 am Rande der Jahrestagungen der Astronomischen Gesellschaft immer ein mehrstündiges Meeting zum »Public Outreach in der Astronomie«, das kostenfrei besucht werden kann. Und es wird schon seit Jahren an einem großen Web-Portal gearbeitet, das die »Astronomie in Deutschland« – so der Titel – auf breitestmögliche Weise präsentieren und nützlich verlinken soll: Die Teilnehmer des bereits sechsten Outreach-Meetings am 16. September in Kiel konnten ausgiebig den noch nicht freigeschalteten Prototypen begutachten.

Die Teilnehmer erwartete ein buntes Programm. So wurde angeregt über die »skandalöse« Sonnenfinsternis im März 2015 debattiert (und Versagen auf vielen Ebenen konstatiert) und das plötzliche Verschwinden der Astronomie im einst vorbildlichen Schul-Curriculum Baden-Württembergs und die schwindende Unterstützung für Kleinplanetarien im Osten Deutschlands beklagt.

Auf der Positivseite wurden dagegen Fortschritte bei dem im Bau befindlichen großen Besucherzentrum der ESO in Garching, wobei die inhaltlichen Aspekte und die praktische Präsentation noch diskutiert werden.

Das Highlight 2015

Fraglos war der Vortrag von Gerhard Jaworek zur »Inklusion am Himmel: Astronomie für sehbehinderte Menschen« der Höhepunkt der Veranstaltung. In Eigeninitiative hat er astronomisches Lehrmaterial und viele neue Ideen entwickelt und veröffentlicht dieses Jahr sogar ein Buch über seine außergewöhnlichen persönlichen Erfahrungen. Weitere Informationen zu Gerhard Jaworek finden Sie in unserem Bericht auf Seite 85.

Astronomiedaten in 3D

Auch auf dem folgenden Konferenz-Dinner der AG-Tagung gab es eine bemerkenswerte Entwicklung für die astronomische Popularisierung zu sehen: Das Heidelberg Institut für Theoretische Studien demon-

strierte die Darstellung großer astronomischer Datenmengen per Virtueller Realität. Daten werden auf einem Laptop aufbereitet und per WLAN an ein Smartphone übertragen, das in Echtzeit ein Bildpaar berechnet und auf dem Display darstellt, vor dem ein Stereobetrachter sitzt. Noch ist das ein Tool für »echte« Astronomen, aber die Anwendungen für die weite Verbreitung astronomischer Inhalte sind buchstäblich unbegrenzt – zumal die zusätzliche Hardware kaum etwas kostet und die Software frei sein wird. Ein Grund mehr, zum nächsten Outreach-Meeting zu kommen: wahrscheinlich am 14. September 2016 in Bochum.

► Daniel Fischer

☛ SURFTIPPS

- Homepage der Meetings

☞ **Kurzlink:** oc1m.de/be01

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!

Baden-Württemberg

Bühler Sterngucker e.V.
Adresse: Immensteinstr. 13,
77815 Bühl
www.buehler-sterngucker.de

Vereinstreffen

Mittwochs 20:00 Uhr in den
ungeraden Kalenderwochen

Veranstaltungen im März:

19.3. Tag der Astronomie

Schweiz

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

Sternwarte jeden Mittwoch
ab 19 Uhr geöffnet,
zusätzlich Veranstaltungen
des Planetariums
jeden Mittwoch, Freitag,
Samstag und Sonntag

Nordrhein-Westfalen

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

Veranstaltungen im Februar/März:

5.2. 18:30 Uhr und 21:00 Uhr:
Sternenwanderung
6.2. 19:00 Uhr und 21:30 Uhr:
Sternenwanderung
27.2. 19:00 Uhr und 21:30 Uhr:
Sternenwanderung
4.3. 19:30 Uhr und 22:00 Uhr:
Sternenwanderung
5.3. 19:30 Uhr und 22:00 Uhr:
Sternenwanderung
11.3. 19:30 Uhr und 22:00 Uhr:
Sternenwanderung
12.3. 19:30 Uhr und 22:00 Uhr:
Sternenwanderung

Bayern

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

Öffentliche Führung

jeden Freitag ab 20 Uhr

Österreich

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

Vereinstreffen am 2. Freitag im Monat

19:00 Uhr im Gasthof Hellermann
in Lenzing

WERDEN SIE PARTNER-STERNWARTE!

Wir freuen uns über Ihre Anfrage an
marketing@oculum.de.



◀ Abb. 1: Junge Mädchen ans Teleskop: Das ist eines der Ziele der »MINT-Girls Regensburg«.

Q IM DETAIL

MINT-Girls Regensburg wurde 2014 mit seinem Projekt »Mars-Mission« wissenschaftlich begleitet und schulpädagogisch evaluiert. Die Initiatoren erhielten für dieses Projekt den mit 5000 Euro dotierten Gleichstellungspreis der Universität Regensburg.

➤ SURFTIPPS

- Die MINT-Girls im Netz

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/ao01

MINT-Girls erobern den Mond

Die MINT-Girls Regensburg bearbeiten in ihrem zweiten großen Projekt den »Moon Walk«

MINT-Girls Regensburg« ist eine Initiative der Universität Regensburg (UR) und der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg (OTH). Die Initiative will Mädchen und jungen Frauen die faszinierende Welt von Naturwissenschaft und Technik näherbringen und auf Studiengänge im natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereich neugierig machen.

Im aktuellen Projekt »Moon Walk« nehmen 16 Schülerinnen der zehnten und elften Jahrgangsstufe aus Gymnasium oder Fachoberschule/Berufsschule teil. Das Projekt bietet über einen Zeitraum von sieben Monaten zahlreiche Vorlesungen, Workshops und Experimente, die sich thematisch am roten Faden »Mond« orientieren:

- Technik des Mondflugs (Raketen- grundgleichung, Antriebs- arten, Treibstoffberechnungen)
- Optische und Infrarot-Spektroskopie
- Digitale Bildverarbeitung (Erstellung hochauflöser Aufnahmen von Sternen und Planeten in Kooperation mit der Sternwarte Regensburg)
- Bau und Programmierung von Mondrobotern
- Triangulierung und Kartografie
- Chemische Kreisläufe (z. B. Wassersynthese auf dem Mond)
- Teambasierte Erarbeitung des Themas »Autarke Energieversorgung von Robotern auf dem Mond« mit Präsentation

Gemeinsam mit der Fakultät für Kunst- erziehung bauen die Teilnehmerinnen eine Mondlandschaft, auf der die Mondroboter vorgegebene Aufgaben erfüllen müssen: drei unterschiedliche Arten der Robotersteuerung, Suche nach thermischen Unregelmäßigkeiten, Suche nach Bodenschätzen sowie Reflexions- Spektrometrie des »Mondgesteins«. Am Ende des Projektes präsentieren die MINT-Girls ihre Roboter und Forschungsergebnisse dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das bereits zum zweiten Mal Kooperations- partner der MINT-Girls aus Regensburg ist.

► Stephan Giglberger, Armin Gardeia, Sven Seeberg



▲ Abb. 1: Die Sternwarte in Kreuzlingen, der Nachbarstadt von Konstanz am Bodensee, zieht auch deutsche Sternfreunde an.

Sternwarte und Planetarium Kreuzlingen

Die Sternwarte und das Planetarium stehen am Ortsrand von Kreuzlingen etwas erhöht mit einem fantastischen Blick auf Kreuzlingen, Konstanz und den Bodensee. Ursprünglich wurde die Anlage am Rande von Kreuzlingen gebaut, durch das städtische Wachstum befindet sich die Sternwarte heute im Siedlungsgebiet. Es steht nicht nur ein großer Parkplatz zur Verfügung, auch mit den öffentlichen Verkehrsmitteln ist die Einrichtung gut erreichbar.

Aus der Geschichte der Sternwarte

Im Jahre 1961 wurde die »Astronomische Gruppe Kreuzlingen« gegründet, welche sich auf dem Gebiet der heutigen Sternwarte zur Beobachtung des nächtlichen Himmels traf. Mithilfe eines 300mm-Newton-Spiegelteleskops und dem unermüdlichen Einsatz vom Gründer der Gruppe konnten immer wieder neue Anhänger gefunden werden.

Der Mitglieder- und Freundeskreis der »Astronomischen Gruppe Kreuzlingen« wuchs stetig und schon bald entstand der Wunsch nach einer Sternwarte. Diskussionen bis in die späten Abendstunden brachten die Gruppe immer näher an ein größeres Projekt. Im Juni 1969 wurde an die Stadt Kreuzlingen ein Gesuch gestellt, von der Stadt Land im Baurecht zu erhalten. Keine

14 Tage später folgte die positive Antwort vom Stadtrat Kreuzlingen.

1970 begann die Verwirklichung. Mit vermehrten öffentlichen Tätigkeiten wurde auf das Projekt aufmerksam gemacht und mit der Spendensammlung begonnen. Im Umgang mit den Behörden und auch wegen des angewachsenen Vermögens drängte es sich auf, die bestehende Gruppe in einem Verein zu organisieren. So wurde am 8. Januar 1972 die Astronomische Vereinigung Kreuzlingen (AVK) gegründet und einen Monat später auch die »Stiftung Sternwarte« ins Leben gerufen.

Am 24. Oktober 1976 fand die offizielle Einweihung der Sternwarte statt. Ausgerüstet mit einem Cassegrain-Spiegelteleskop, Brennweite 5000mm, Öffnung 500mm, und einem 125mm-Refraktor, konnte der Betrieb aufgenommen werden. Zuvor wurde vieles von den Mitgliedern selbst gebaut (die Schulkasse des damaligen Vereinspräsidenten half auch tatkräftig mit).

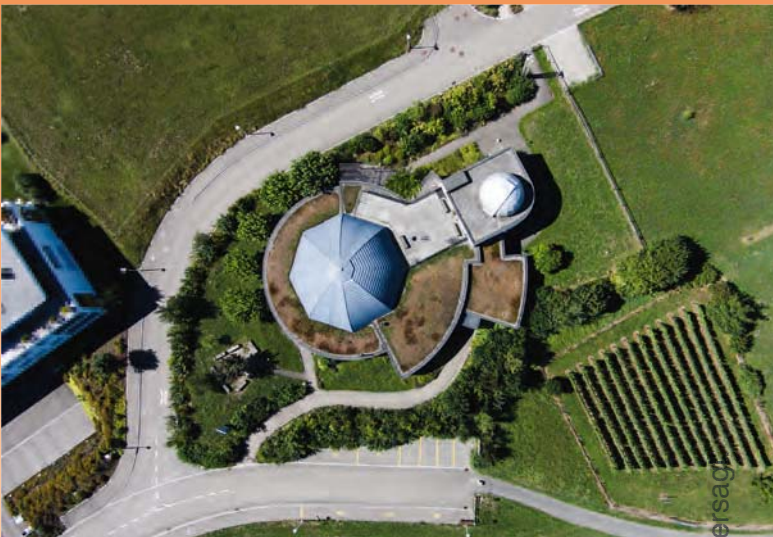
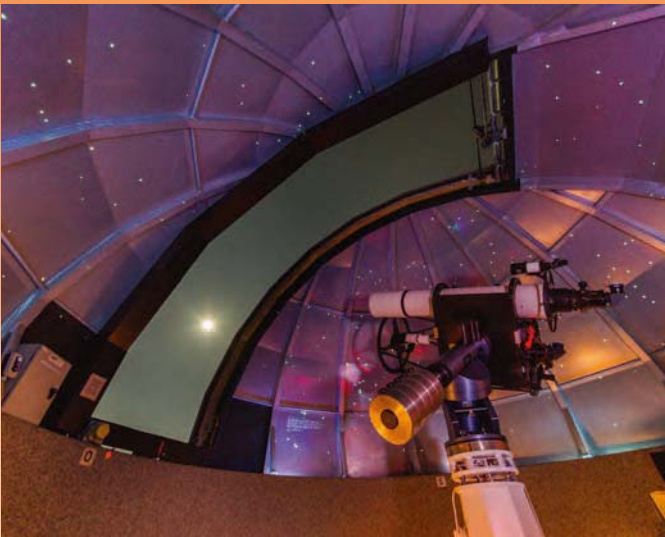
Ein Planetarium entsteht

Als Volkssternwarte war auch stets der Wunsch vorhanden, das bestehende Angebot noch attraktiver und so die Astronomie einem breiteren Publikum schmackhaft zu machen. Noch fehlte aber die Möglichkeit, den Gästen unabhängig vom Wetter den Sternhimmel zu zeigen.

Im Jahr 2002 wurde die Sternwarte Kreuzlingen nach längerer Planungs- und Bauphase mit einem Planetarium erweitert, bestückt mit dem Projektor ZKP 3 der Firma Zeiss. Das Planetarium bietet Platz für 70 Personen und ist barrierefrei. Das Programm umfasst Kinder- und Erwachsenenshows, welche jeweils zwischen 20 und 60 Minuten dauern. Der Betrieb einer solchen Anlage ist jedoch für einen Verein eine spezielle Herausforderung. Die gezeigten Programme sind alle von der Astronomischen Vereinigung Kreuzlingen selber produziert. Vom Drehbuch bis zu den Aufnahmen im eigenen Tonstudio und der Programmierung der Show – alles erfolgt ehrenamtlich und nimmt doch einige Stunden an Freizeit in Anspruch.

Ein Verein und seine große Anlage

Noch bereits vor der Jahrtausendwende konnten auch zwei Planetenwege in Betrieb genommen werden. Während der südliche entlang von Naturschutzgebieten und Wäldern führt, kommt man beim nördlichen Planetenweg grenzüberschreitend in den Genuss vom Bodenseeufer und seinen Vorzügen. Noch heute trifft man immer wieder Schulklassen auf den Planetenwegen an, welche dieses Angebot nutzen und einen Eindruck der Dimensionen unseres Sonnensystems bekommen.



▲ Abb. 2: Die Ausstattung der Sternwarte und des Planetariums ist hervorragend.

Zum dreißigjährigen Jubiläum der Sternwarte wurde unser Instrumentarium mit einem Heliostaten bereichert. So können Sonnenbeobachtungen in den Vortragsraum projiziert und einer größeren Gruppe gleichzeitig gezeigt werden.

Dank dem Einsatz der Stiftung, welche als Eigentümerin der Anlage diese auch in einem zeitgemäßen Zustand wissen möchte, konnten 2011 in der Sternwarte die Hauptinstrumente ersetzt werden. Mit einem Cassegrain-Spiegelteleskop von 510mm Öffnung und 3450mm Brennweite als Hauptinstrument und einem Refraktor mit 193mm Öffnung und 1450mm Brennweite als Sekundärinstrument stehen uns zwei ausgezeichnete Instrumente zur Beobachtung und für die Astrofotografie zur Verfügung.

Auf der zur Anlage gehörenden Terrasse mit wunderbarem Blick auf die Bodenseeregion kommen im Weiteren noch ein PST zur Sonnenbeobachtung, sowie ein Großfeldstecher mit 45°-Einblick und ein 250mm-Dobson mit Gitterrohrtubus zum Einsatz.

Die Zukunft unserer Anlage

Der technische Fortschritt und seine Folgen machen auch vor uns nicht halt. Wie in den anderen europäischen Planetarien mussten auch wir uns mit der Digitalisierung beschäftigen. Dem Medium Dia wurde durch den Beamer der Rang abgelaufen und so werden auch bei uns im Planetarium die Bilder laufen lernen.

Rechtzeitig zum 40-Jahres-Jubiläum dürfen wir mit der Modernisierung des Planetariums in ein neues Zeitalter starten. Der Projektor ZKP 3 wird in Zukunft mit dem Zeiss-Projektionssystem Velvet ergänzt, und zusammen mit der Software »Powerdome III« wird diese Kombination für ein völlig neues Erlebnis sorgen. Vom reinen Planetarium werden wir uns zu einem Film-Theater verwandeln und können so an den Ideen unserer Vorgänger anknüpfen: Eine Anlage zu betreiben, welche der Schuljugend und der Öffentlichkeit dienen soll.

► Bruno Leitz

Q IM DETAIL

Sternwarte und Planetarium Kreuzlingen
Breitenrainstrasse 21
CH-8280 Kreuzlingen

► SURFTIPPS

- Website Sternwarte und Planetarium Kreuzlingen

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/kreuz



Termine für Sternfreunde

Februar/März 2016

20.2.2016: Astronomie-Treff Hückelhoven (ATH)

D-41836 Hückelhoven

5.3.2016: Die lange Messier-Nacht

D-08289 Schneeberg

18.–20.3.2016: 35. Treffen des Arbeitskreises Meteore

D-99826 Lauterbach

18.–20.3.2016: 8. Deep-Sky Meeting (DSM)

D-72534 Hayingen-Indelhausen

19.3.2016: Astronomietag 2016

bundesweite Veranstaltungen

⇌ INTERAKTIV

Planen Sie eine Veranstaltung? Melden Sie uns Ihren Termin möglichst frühzeitig an:

redaktion@abenteuer-astronomie.de.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/trm01

Marktplatz

Novitäten und Nachrichten von Herstellern und Händlern. Diese Inhalte werden von unseren Sponsoren gestellt und sind nicht redaktionell bearbeitet.



Kowa: 1¼"-Astro-Okulare auf Spektiven und Teleobjektiv

Ein seit kurzem erhältlicher, sehr einfacher Adapter macht es möglich, 1¼"-Okulare mit Kowa-Spektiven (Serie TSN-880/770) oder dem Kowa-Teleobjektiv (bei Verwendung des Prismenadapters TP88EC-1) zu kombinieren. Dieser Artikel trägt die Bezeichnung „Astro 1,25 KS“ und kann sowohl unabhängig als auch in Kombination mit dem kürzlich auf den Markt gebrachten TSN-EX16 Extender verwendet werden.

Bei alleiniger Verwendung des Astro 1.25 KS wird der Adapter einfach in den Spektivkörper bzw. die Prismeneinheit des Teleobjektives geschraubt und danach kann ein 1¼"-Okular eingeführt und mittels 2er Rändelschrauben arretiert werden.

Der Astro 1.25 KS kann aber auch in den TSN-EX16 Extender geschraubt werden, der dann am Zubehörgewinde eines TSN880/770 Spektivs oder des Prismenadapters festgeschraubt wird. Dann wird die vom TSN-EX16 verursachte 1,6-fache Vergrößerung vom Astro-Okular genutzt.

Dies bedeutet eine weitere, beträchtliche Erhöhung des Nutzungsgrades des Kowa-Spektivsystems hinsichtlich astronomischer Anwendungsbereiche.

Der Astro 1.25 KS ist im Fachhandel erhältlich, wobei die unverbindliche Preisempfehlung Euro 29,90 beträgt.

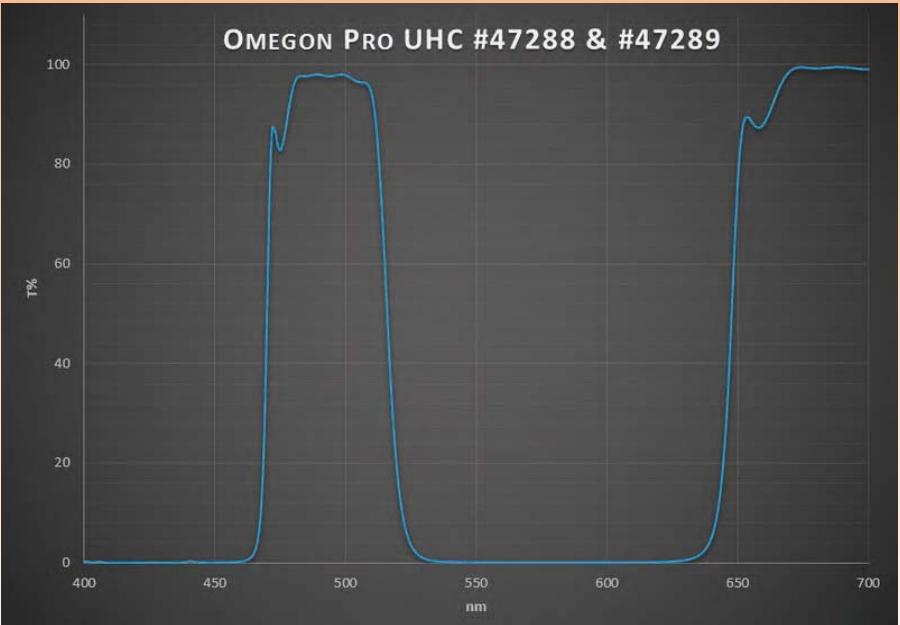


Astroshop: Jetzt kann jeder Okular-Filter messen lassen

Der Landsberger Astronomie- und Teleskophändler Astroshop.de bietet ab sofort einen neuen Service an: Filtermessungen. Die optische Werkstatt wurde mit einem modernen UV-VIS-Spektrophotometer erweitert. Damit ist es ab sofort möglich, Transmissionskurven von Filtern zu

bestimmen. Die Bandbreite der Messungen reicht von 190-1100 Nanometern, also vom UV-Bereich bis in das infrarote Licht. Beim Kauf eines Nebelfilters sind viele Hobbyastronomen unsicher. Kaufe ich einen hochwertigen Filter? Lässt mein Filter die richtigen Wellenlängen passieren? Wer einen

Nebelfilter kauft, interessiert sich für diese Fragen. Denn wer will nicht die maximale Leistung bei der Beobachtung genießen? Da kann ein exakt gefertigter Filter hilfreich sein. Astroshop.de beantwortet diese Fragen nun zuverlässig und objektiv. Kostenlos bietet der Fachhändler diesen Service für alle Omegon-Pro-Nebelfilter an: »Damit erhält jeder Käufer ein individuelles Testprotokoll. Einen besseren Beweis für die Qualität des Filters gibt es nicht«, erklärt Konstrukteur Pedro Pereira. Jeder Kunde kann gegen eine geringe Gebühr von EUR 19,90 seine eigenen Filter zum Testen einschicken. Dafür erhält man eine genaue Auswertung, welche die Transmissionskurve auf einen Nanometer genau angibt. Wer Interesse an einer Messung hat, kann sie im Onlineshop www.astroshop.de unter der Art.Nr. 49198 oder per Email in Auftrag geben.



Bresser: Neue Serie von Brillenträgerokularen von Explore Scientific

Explore Scientific hat sich in den letzten Jahren durch konstante Qualität auf höchstem Niveau und einige aufsehenerregende Neuheiten einen Namen im Okularbereich gemacht. Das gigantische 30mm-Okular mit 3" Steckhülse und 100° Gesichtsfeld und das Okular mit dem derzeit größten Eigengesichtsfeld, das 9mm 120°, haben den Ruf als innovative Qualitätsmarke gefestigt. Nun stellt Explore Scientific eine weitere Neuheit vor: die neuen Okulare der 92° LER Serie. LER steht hier für »Long Eye Relief« – großer Augenabstand. Alle Okulare dieser Baureihe werden Augenabstände von mehr als 18mm aufweisen. Die beiden ersten Brennweiten – 17mm und 12mm – weisen Augenabstände von 22mm bzw. 20mm auf. Die Okulare wurden speziell für die Bedürfnisse von Beobachtern mit Brille und großen,

schnellen Teleskopen entwickelt. Große Dobsons profitieren außerordentlich von großen Eigengesichtsfeldern – das Auffinden der Objekte wird so erheblich erleichtert. Das Ziel der Entwicklung dieser Okularreihe war es, Okulare höchster Qualität mit ausgezeichneter Schärfe auf der Achse und im Feld auch bei schnellen Teleskopen mit einem bisher nicht möglichen Beobachtungskomfort für Brillenträger zu verbinden. Dazu wurde ein hoher Aufwand getrieben – bei langen Augenabständen sind sehr große Linsendurchmesser Pflicht. Das Ergebnis hat Kometenentdecker David Levy so kommentiert: »Das beste Okular, das ich je hatte. Es zeigte mir Strukturen durch mein Teleskop, die ich niemals zuvor gesehen habe.«



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

Buch: Mars – Der rote Planet zum Greifen nah

Bildgewaltige Bücher zur Astronomie und Raumfahrt sind eine Spezialität des britischen Autors und Astronomen Giles Sparrow. Sein jüngstes Werk ist ganz dem Planeten Mars gewidmet. Im Jahre 1965 gelang der Raumsonde Mariner 4 die erste Nahaufnahme unseres äußeren Nachbarn. Seit dieser Zeit wird er regelmäßig von Orbitern, Landern und Rovern besucht. Giles Sparrow hat das angefallene Bildmaterial gesichtet und geordnet. Im zentralen Kapitel seines Buches stellt er auf je einer bis zwei Doppelseiten eine marsianische Landschaftsformation vor. Um jede Formation im größeren Kontext einordnen zu können, sind diesem Kapitel vier Gesamtansichten des Mars mit je unterschiedlichem zentralen Längengrad vorangestellt. Auf diesen Karten ist die Lage der beschriebenen Landschaft markiert.

Noch vor diesem zentralen Atlasteil umreißt der Autor die bekannten Fakten über den Mars – von seinem inneren Aufbau

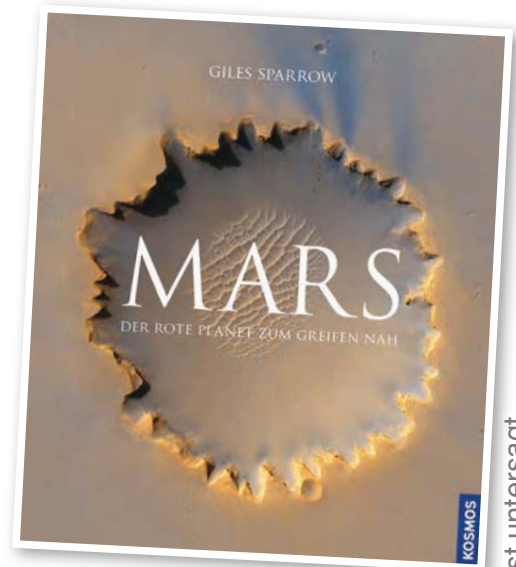
und Vulkanismus, seiner Atmosphäre und Klimageschichte, bis hin zur Frage nach Wasser und Leben. Dieser Wissensteil macht ein Drittel des Buches aus.

Im Anschluss an die bildgewaltige Darstellung der Marslandschaft stellt Giles Sparrow ausführlich die Marsorbiters und -rover unseres Raumfahrtzeitalters vor. Dazu gehört auch der europäische Orbiter Mars Express, dessen Bildmaterial einen beträchtlichen Anteil des Buches ausmacht.

Eine Doppelseite ist der Marsbeobachtung mit Amateurmitteln gewidmet. Für echte Praxistipps ist das natürlich viel zu wenig.

Der Mars ist das große Ziel der bemannten Raumfahrt. Dank der detailreichen Bilder erscheint uns der Mars zwar zum Greifen nahe, doch unseren Nachbarn persönlich zu besuchen, bleibt vorerst ein Traum.

► Stefan Taube



IM DETAIL

Giles Sparrow: Mars – Der rote Planet zum Greifen nah, Kosmos-Verlag, 2015, ISBN 978-3-440-14615-6, 39,99€

Android- / iOS-App: The Night Sky Pro

Bei der Entwicklung virtueller Planetariumsprogramme für Smartphones und Tablets sind deutliche Entwicklungsschübe zu beobachten: Aktuell tauchen immer mehr Programme einer dritten Generation auf, die vor allem um Informationen und neue Informationswege erweitert sind.

Die App beeindruckt durch ihre Informationsfülle

Die für Android und iOS erhältliche App »The Night Sky Pro« ist dieser neuen Generation zuzurechnen. Sie bietet nicht nur alle Funktionen eines virtuellen Planetariums, sondern zudem auch die Möglichkeit die in der Darstellung des Himmels verwendete Strahlung zu variieren: Ein Regler am unteren Bildschirmrand kann hierzu von Radiowellen über Mikrowellen und Infrarot, Gamma-

strahlen, Röntgenstrahlen bis hin zur UV-Strahlung verschoben werden. Zudem sind in der App Lichtverschmutzungskarten ebenso enthalten wie eine stündliche und wöchentliche Vorhersage der nächtlichen Beobachtungsbedingungen. Die App ist darüber hinaus eng mit sozialen Medien verknüpft, so dass Objekte, Ansichten und Ereignisse aus der App in soziale Netzwerke gepostet werden können. Der Nutzer kann zu jedem Objekt auch Kommentare oder Beobachtungsberichte in der App eingeben, die dann bei anderen Nutzern angezeigt werden, wenn diese das Objekt auswählen.

Auch die Form, wie die App mit dem Anwender kommuniziert, hat sich weiterentwickelt: Neben der interaktiven Ansicht der App auf dem Smartphone oder Tablet informiert die App auch in der Mitteilungszentrale des Devices über die Beobachtungsbedingungen in der kommenden Nacht – und auf einer Smartwatch bietet sie nicht nur aktuelle Informationen zu Beobachtungsbedingungen, sondern u. a. eine Verbindung zu anderen Beobachtern in der Region. Insgesamt ist die App »The Night Sky Pro« ein Tool für die Social-Media-Generation.

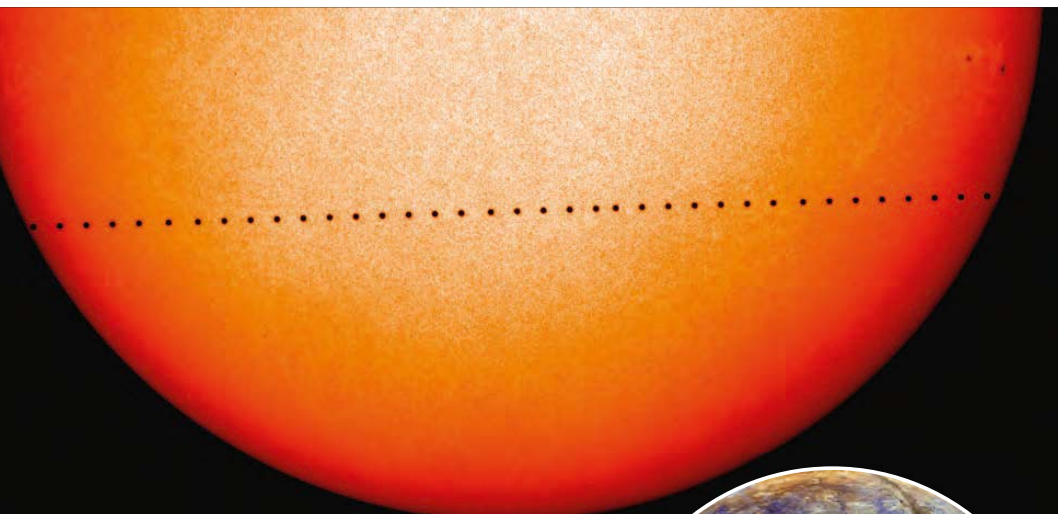
IM DETAIL

iOS-App: The Night Sky Pro, 80 MB, Version 3.6.1, iOS 7.0 oder höher, 1,99 Euro

Android-App: The Night Sky Pro, 48 MB, Version 3.0.3, Android 4.0 oder höher, 1,99 Euro

► Ullrich Dittler

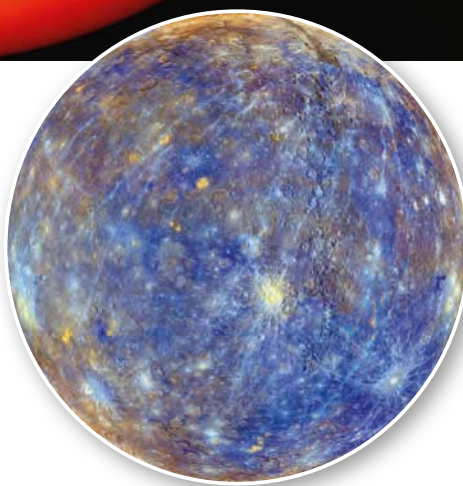
Abenteuer Astronomie 2, im Handel ab 24. März



▲ **Merkur vor der Sonne:** Dieses seltene Ereignis erwartet uns am 9. Mai! Wir bereiten Sie darauf vor.



▲ **Ein besonderes Erlebnis:** An Bord der fliegenden Sternwarte SOFIA von DLR und NASA.



▲ **Was wissen wir heute über Merkur?** Ein aktueller Blick auf den innersten Planeten des Sonnensystems.

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, Mediadata, Preise
anzeigen@abenteuer-astronomie.de

Facebook

facebook.com/abenteuer-astronomie

Twitter

twitter.com/abenteuer-astronomie

Impressum

Abenteuer Astronomie
 ISSN 2366-3944

Verlag

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

Geschäftsführung

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Ronald Stoyan

Redaktion

Daniel Fischer, Paul Hombach

Kolumnen

Dr. Steffen Behnke, Prof. Ullrich Dittler, Daniel Fischer, Dr. Florian Freistetter, Dr. Georg Dittlé, Kay Hempel, Manfred Holl, Paul Hombach, Karl-Peter Julius, Matthias Juchert, Burkhard Leitner, Dr. Andreas Müller, Stefan Seip, Lambert Spix, Ronald Stoyan, Stefan Taube, Dr. Mario Weigand

Korrektur

Verena Tießen, Frank Gasparini, Manfred Holl, Paul Hombach, André Knöfel

Anzeigenleitung

Marion Faisst

Abo-Service

Melanie Jessen

Herstellung

Philipp Heide (Leitung), Andrea Reiss, Ronald Stoyan

Grafik

Andrea Reiss, Dr. Frank Gasparini, Arnold Barmettler, Eduardo Arriola

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), interstellare Deep Sky Atlas (isDSA), Fotografischer Mondatlas (FMA)

UNSERE PARTNER & SPONSOREN

Crowdfunding

Startnext



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
 Sternwarte Kreuzlingen
 Sternwarte Regensburg

Privatpersonen

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

Medien

Astrotreff Astroforum
 CalSky.com
 CCD-Guide

Wir danken allen

Unterstützern herzlich!