

Titelbild: Der Sternhimmel in 360° – so wie in der Realität – mittels Fulldome-Projektionstechnik auf eine Planetariumskuppel projiziert. Im Bild tummeln sich nicht nur die Sterne, sondern auch die Besucher des STATT-Teleskoptreffen 2013 bei St. Andreasberg im Harz. *Michael Schomann*



➤ DIE NEUE IS-APP



Jetzt auch digital: Ob zuhause oder unterwegs, ob Android, iOS oder PC/Mac – mit der neuen »interstellarum-App« haben Sie interstellarum stets zur Hand und erhalten komplette Einzelhefte bequem per Fingerzeig.

Zur Einführung stellen wir Ihnen die vollständige Ausgabe 93 als kostenlose Leseprobe bereit!

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/app

➤ DAS NEUE PLUS-ABO



Für nur 8€ mehr erhalten Abonnenten interstellarum nun auch digital – zusätzlich zum gedruckten Heft. Holen Sie sich das neue »Plus-Abo«!

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/abo

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die digitale Astrofotografie bietet Möglichkeiten, die vor wenigen Jahren noch undenkbar waren. Zeitraffer-Sequenzen des Nachthimmels, digital zusammengesetzt aus hunderten von Einzelbildern, werden schon seit Jahren von vielen Sternfreunden erstellt. Neu ist die Möglichkeit, diese Zeitraffer des gesamten Himmels für die Fulldome-Projektionsfläche eines professionellen Planetariums zu erstellen. Wie dies geschieht – von der Aufnahmetechnik mit einer Standard-DSLR bis zur Vorführung im Planetarium Wolfsburg – zeigt Michael Schomann in seinem Beitrag ausführlich (Seite 50).

Haben Sie unsere App schon getestet? Inzwischen sind die Versionen für alle Endgeräte und Plattformen verfügbar: Ob iPad oder iPhone, ob Android oder PC – die neue Art interstellarum zu lesen funktioniert an fast allen digitalen Lesegeräten. Zusätzlich haben Sie die Möglichkeit, Beiträge zu kommentieren und zu teilen, und ihre Annotationen über mehrere Endgeräte zu verwalten. Dies ist nicht nur für die aktuelle Ausgabe möglich, sondern für alle Hefte seit der Nummer 86. Abonnenten bieten wir diesen Service für nur 8 Euro mehr im Jahr an – testen Sie unser Plus-Abo.

Auch 2014 war die Beteiligung an unserem Fotowettbewerb wieder enorm. Im Juli und August hatten unsere Leser das Wort und konnten aus zwei mal zehn Motiven die Sieger bestimmen. Wer gewonnen hat und die hochwertigen Preise unserer Partner Teleskop-Austria, astroshop.de und Vixen Europe einstreicht, sehen Sie in der Galerie (Seite 60). Die Preise werden wie im Vorjahr auf der Astromesse AME am 13. September in Villingen-Schwenningen vergeben – wir laden alle Leser dazu herzlich ein.

clear skies,

Ronald Stoyan

360° im Zeitraffer

Fulldome-Projektion digitaler Astrofotos

Hintergrund

Forschung aktuell

- 8 Kosmische Kette aus
19 Riesen-Sternhaufen
- 9 Monde glimmen auch
in Jupiters Schatten
- 9 Das Hubble Ultra Deep
Field – jetzt noch bunter

Amateure & Wissenschaft

- 10 Profis & Amateure
Mit Micro-Fun zu fernen Welten

Hauptartikel

- 12 **Kleinplanet oder Komet**
*Die neue Sortierung der
Kleinkörper im Sonnensystem*

NEWSLETTER



Alle zwei Wochen aktuelle Nachrichten aus der Welt der Astronomie. Jetzt online lesen!

[Kurzlink: oc1m.de/n1](https://oc1m.de/n1)

Himmel

Ereignisse

- 18 **Tanz der Trabanten**
*Jupitermond Europa bedeckt
Kallisto am 27. November*
- 19 Saturn wird verschluckt
- 19 Normalität eingetreten

Sonnensystem

- 22 **Sonne aktuell**
Nichts Neues von der Sonne
- 23 **Planeten aktuell**
Durststrecke für Planetenbeobachter
- 24 **Kometen aktuell**
*Komet Siding Spring verfehlt
Mars ganz knapp*

Sternhimmel

- 27 **Objekt der Saison für
Einsteiger**
M 31
- 28 **Objekt der Saison für
Stadtbeobachter**
M 103
- 29 **Objekt der Saison für
Landbeobachter**
NGC 772

Praxis

Deep-Sky

- 32 **Und sie bewegen sich doch**
*Nachweis von Eigenbewegungen
in Deep-Sky-Objekten und
ihrer Umgebung*

Mond

- 36 **Im Hochland der Gesundheit**
Eine Mondtour zum Terra Sanitatis

Know-how

- 40 **Schritt für Schritt**
*Wie kann man die
Plejaden zeichnen?*

DIE NEUE IS-APP



Jetzt auch digital: Mit der neuen **interstellarum-App** lesen Sie interstellarum bequem auf Ihrem Smartphone, Tablet oder PC!

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

Und sie bewegen sich doch

32

Kleinplanet oder Komet

Die neue Sortierung der Kleinkörper im Sonnensystem



12

Sonnenfotografie 3.0

42

Fotowettbewerb



60

Stern-Freunde



70

Technik

Test

42 Sonnenfotografie 3.0

Vier USB3-Kameras im Vergleich

Astrofotografie

50 360° im Zeitraffer

Fulldome-Projektion digitaler Astrofotos

Know-how

56 Schritt für Schritt

Wie verändert Lichtverschmutzung die Gesamtblendungszeit bei der Deep-Sky-Fotografie?

Beobachtungen

Galerie

60 Fotowettbewerb

Die Sieger des Fotowettbewerbs von interstellarum, Teleskop Austria, Astroshop.de (nimax GmbH) und Vixen Europe

Objekte der Saison

64 Leser beobachten

NGC 869/NGC 884, NGC 752 und NGC 925

Rückblick

67 Leuchtende Nachtwolken

Szene

Menschen

70 Stern-Freunde

»Helden« unserer Zeit – Detlef Koschny im Porträt

Bericht

72 Feuer & Flamme

Das Internationale Teleskop-treffen Vogelsberg 2014

Rezensionen

73 Citizen Science

73 Android- und iOS-App: AudioHimmelsführungen

Termine

74 Termine für Sternfreunde

Nachruf

75 Paul Wild (1925–2014)

Astro-Markt

75 Private Kleinanzeigen

75 Gewerbliche Anzeigen

VIDEO-PODCAST



Alle zwei Monate informiert und unterhält Sie unser Video-Podcast »interstellarum Sternstunde«.

Aktuell in Ausgabe 23 vom 5.9.2014!

Kurzlink: oc1m.de/iss

- 360° Fulldome-Zeitraffer mit der 6D

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken



Kosmische Kette aus 19 Riesen-Sternhaufen

von Daniel Fischer

NASA, ESA/Hubble und Grant Tremblay (ESO)

Der Galaxienhaufen SDSS J1531+3414 wirkt als starke Gravitationslinse, die zwei weit dahinter stehende Galaxien zu blauen Bögen verbiegt. Dadurch verrät sich auch, dass er rund 500 Billionen Sonnenmassen hat. Dieses neue Hubble-Bild zeigt ferner, dass die beiden dominanten elliptischen Galaxien im Haufenzentrum gerade (bzw. vor 4 Mrd. Jahren, denn wir sehen sie 10 Mrd. Jahre nach dem Urknall) verschmelzen. Dabei ist eine Kette aus 19 gigantischen Sternhaufen entstanden, wie man sie in einer solchen Umgebung noch nie gesehen hat: Die jungen Sterne sorgen ebenfalls für einen blauen Schimmer. Das aus den Galaxien herausgerissene Gas ist ziemlich äquidistant alle 3000Lj zu einem solchen Haufen kollabiert, übrigens derselben Physik folgend, die Regen in Tropfen und nicht etwa langen Fäden fallen lässt.

Monde glimmen auch in Jupiters Schatten

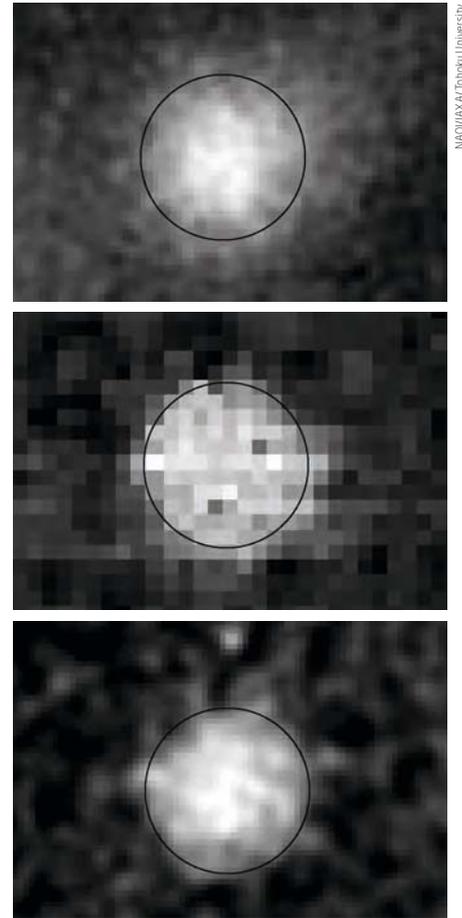
Seltsame Wege geht manchmal die Astronomie: Da wollten japanische Astronomen die Jupitermonde im Schatten des Planeten als schwarze Scheibchen benutzen, um mit ihnen das schwache extragalaktische Hintergrundlicht EBL (extragalactic background light) im nahen Infraroten abzudecken und den überlagerten Anteil des Zodiaklichts ermitteln, um das wahre EBL zu berechnen. Doch stattdessen mussten sie verblüfft feststellen, dass Europa und v.a. Ganymed und Kallisto bei einer Wellenlänge um 1,5µm auch im Kernschatten Jupiters noch deutlich zu sehen waren!

Eine aktive Emission der Monde oder Auroraerscheinungen sind nicht plausibel. Als wahrscheinlichste Erklärung schlagen die japanischen Forscher vor, dass Dunst in der Atmosphäre Jupiters etwas Sonnenlicht in den Kernschatten des Planeten streut, das die Monde beleuchtet: Das würde auch erklären, warum Europa deutlich blasser als die anderen beiden bleibt: weil er sich näher am Planeten und damit tiefer im Schatten befindet.

Über systematische Beobachtungen dieser Art ließe sich in diesem Szenario etwas über Schichten der Jupiteratmosphäre erfahren, die bisher kaum erforscht sind. Leider ist dies nur mit Großteleskopen auf der Erde bzw. dem Hubble Space Telescope möglich, denn die Helligkeit der finsternen Monde im J-Band liegt gerade einmal bei der 20. Größenklasse.

Die Monde haben im Jupiterschatten nur ein Millionstel bis Zehnmillionstel ihrer Helligkeit in praller Sonne: Kein Wunder, dass der Effekt bis jetzt übersehen wurde. Aber er könnte sogar für die Exoplanetenforschung interessant werden, um das Transmissionspektrum der Jupiteratmosphäre zu messen: wie bei jupiterartigen Exoplaneten im Transit vor ihren Sternen.

► **Abb. 2: Egal ob mit dem Subaru-Teleskop auf Hawaii oder von Hubble gesehen:** Auch im Schatten des Planeten Jupiter glimmen seine Monde eindeutig – vermutlich durch Sonnenlicht, das die Planetenatmosphäre überraschend in seinen Kernschatten streut.



wecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Das Hubble Ultra Deep Field – jetzt noch bunter

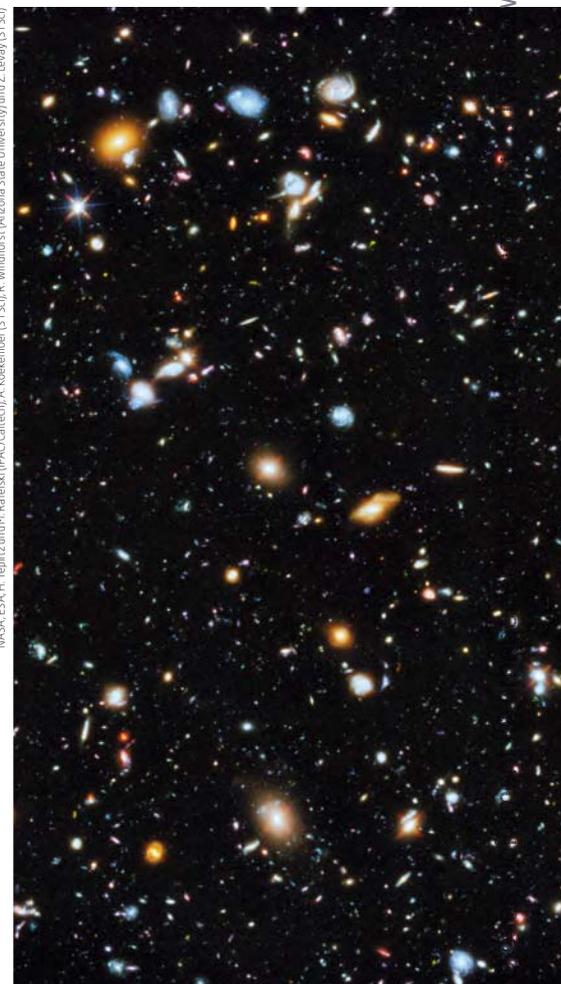
Die damals tiefste – also in der Summe am längsten belichtete – Aufnahme eines kleinen Himmelsausschnitts ist schon zehn Jahre alt: Das Hubble Ultra-Deep-Field (HUDF) hatte nach 400 Erdumkreisungen des Weltraumteleskops und zwei Wochen Gesamtbelichtungszeit rund 10000 Galaxien aus dem frühen Kosmos sichtbar gemacht.

In den vergangenen Jahren ist das HUDF nun noch »tiefer« geworden: Auch im Ultravioletten wurde kräftig belichtet, zur »Ultra-Violet Coverage of the Hubble Ultra-Deep-Field« (UVUDF). Aus dem gesamten Material, nunmehr von 841 Erdumkreisungen, ist schlussendlich ein neues Komposit entstanden, das jetzt den Spektralbereich 150nm bis 1,6µm abdeckt und schon als das farbigste Bild des Kosmos überhaupt gefeiert wird.

Die Ergänzung ist fundamental: Zwischen 200nm und 350nm strahlen für irdische Beobachter die jüngsten Sterne aus einer Zeit von vor fünf bis zehn Milliarden Jahren – damals war die Sternbildungsrate in der kosmischen Geschichte am höchsten. Das Bild zeigt z.B., dass die Sternentstehung damals die gesamten Galaxien bis in ihre Außenbereiche hinein

erfasste. Diese Beobachtungen mit Hubble zu machen, war wesentlich: Seinem angeblichen Nachfolger, dem James Webb Space Telescope, werden die jüngsten Sterne aus den letzten 9 Mrd. Jahren der kosmischen Geschichte entgehen, weil es im Ultravioletten blind ist.

► **Abb. 3: Das Ergebnis** der »Ultraviolet Coverage of the Hubble Ultra Deep Field« (UVUDF) in einer Falschfarbendarstellung, bei welcher der Farbraum UV bis nahes IR in den sichtbaren komprimiert wurde; Hubbleaufnahmen durch jeweils mehrere benachbarte Filter trugen zu einer Grundfarbe bei.



☛ SURFTIPPS



- Originalarbeit zum Galaxienhaufen
- Pressemitteilung dazu
- Originalarbeit zu den Jupitermonden
- Pressemitteilung dazu
- Pressemitteilung zum UVUDF

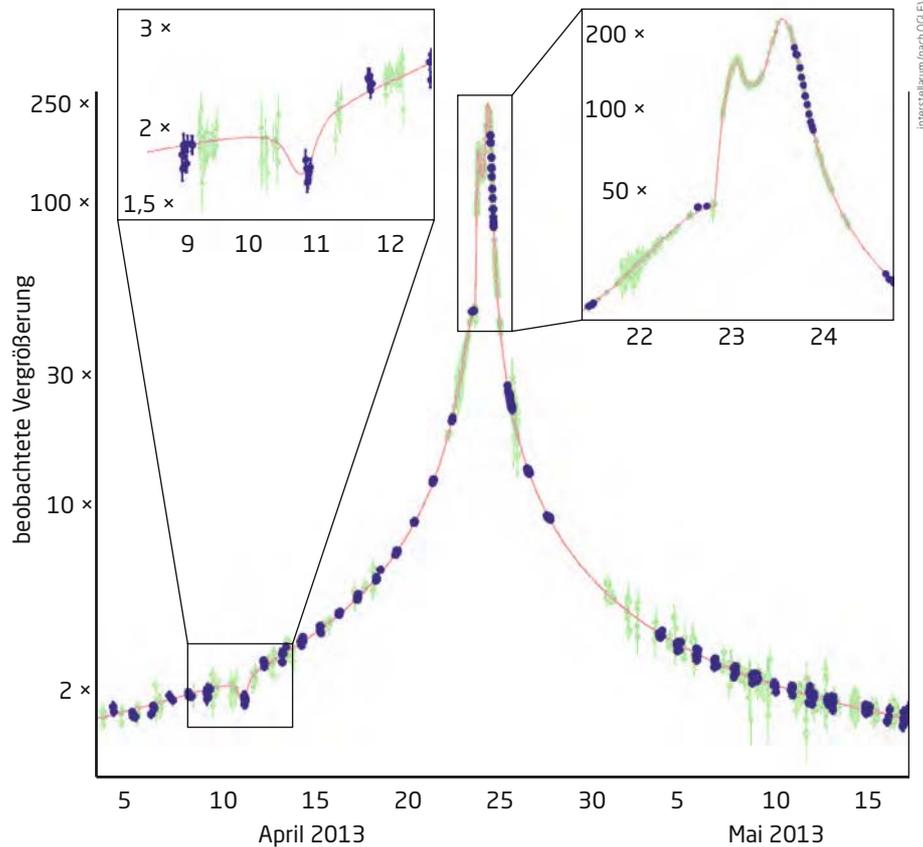
🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/06wc

Profis & Amateure Mit Micro-Fun zu fernen Welten

Die Veröffentlichung sorgte diesen Juli für Schlagzeilen: Planet eines Doppelsterns mit doppelter Erdmasse entdeckt und dabei knapp so weit von einem der beiden M-Zwerges entfernt wie die Erde von der Sonne. Eine bis dahin nicht gesehene Kombination, aber noch interessanter als dieser (unbewohnbar eiskalte) Planet war die Methode seiner Entdeckung. Sterne wie Planet hatten sich überhaupt nur bemerkbar gemacht, weil sie dicht an der Sichtlinie zu einem helleren, aber weiter entfernten Stern vorbeigezogen waren: Sie wirkten als Gravitationslinsen und verstärkten sein Licht auf markante Weise. Microlensing wird dieser Vorgang genannt – und inzwischen jedes Jahr über 2000 Mal beobachtet. Mehrere Überwachungsprogramme halten mit eigens dafür errichteten Teleskopen – großen CCD-Mosaiken – energisch nach interessanten Lichtkurven Ausschau.

Alle registrierten vergangenes Jahr das Ereignis OGLE-2013-BLG-0341, benannt nach dem Optical Gravitational Lensing Experiment mit einem 1,3m-Teleskop in Chile. Dieses schlug zuerst Alarm, als einer der 100 Millionen ständig fotometrierten Sterne heller zu werden begann. Da derlei inzwischen häufig detektiert wird, bedarf es besonderer Umstände, um zu weiteren Beobachtungen aufzurufen: Eine markante Delle in der ansteigenden Flanke der Lichtkurve war ein Hinweis auf einen Planeten in dem System. So kam μ FUN ins Spiel, gesprochen »Micro-Fun« – eine Abkürzung für Microlensing Follow-Up Network: Die University of Ohio koordiniert ein Netzwerk weiterer Sternwarten, die gemeinsam die Lichtkurve so dicht wie möglich abdecken, und nicht zum ersten Mal beteiligten sich Amateurastronomen.

Die Lichtkurven interessanter Microlensing-Maxima sind nämlich alles andere als glatt: Wenn sich die beiden Sterne besonders nahe kommen (im Linsenjargon: Annäherung an die Kaustik), schnell der Linseneffekt urplötzlich nach oben – die nächsten Stunden sind dann entscheidend: In der genauen Form der Extraspitze steckt die meiste Information. Profisternwarten sind nur selten in der Lage (oder Willens), lange geplante andere Beobachtungen dafür zu unterbrechen. Aber die Amateurastronomen von μ FUN sind »allzeit bereit« und tragen regelmäßig Wichtiges zu Microlensing-Lichtkur-



◀ Der Verlauf des Microlensing-Ereignisses OGLE-2013-BLG-0341, bei dem der nahe der Sichtlinie vorbeiziehende Doppelstern samt Planet charakteristische Spuren hinterließ. Die Doppelspitze der Kurve geht dabei auf Effekte nur desjenigen Sterns zurück, um den der Planet kreist; der andere hatte sich – hier nicht gezeigt – bereits ein knappes Jahr früher durch ein breites, flaches Linsenmaximum verraten. Die blauen Datenpunkte stammen vom OGLE-Teleskop selbst, die anderen von μ FUN; darunter sind immer wieder Messungen beteiligter Amateurastronomen.

ven bei: Bei OGLE-2013-BLG-0341 wies der Amateur Ian Porritt auf Neuseeland als Erster auf das Erreichen der Kaustik hin. Er sah den gelinsten Stern – in einer Wolkenlücke! – plötzlich sehr viel heller als vorher.

Am Ende trugen zu der Lichtkurve neben den drei Überwachungsteleskopen OGLE (in Chile), MOA (auf Neuseeland) und Wise (Israel) sechs weitere Sternwarten bei: eine professionelle in Chile – und fünf von Amateuren! Wie der Erfolg Porritts zeigt, ist die Teilnahme an μ FUN sogar etwas für Standorte mit schlechter Wetterstatistik: Die über die Jahre sehr produktive Sternwarte im wolkenigen Auckland z.B. hatte sich genau deswegen schon vor zehn Jahren auf Microlensing-Follow-Ups verlegt.

Die gemeinsamen Profi- und Amateur-Erkenntnisse über OGLE-2013-BLG-0341 sind vielfältig: Planeten können sich auch dann um Sterne bilden, wenn diese einen Begleiter (hier wohl ein roter Zwerg, 10AE bis 15AE entfernt) besitzen. Bei der detaillierten Analyse der besonders gut abgedeckten Lichtkurve wurde überdies eine subtile Wirkung der Schwerkraft des Planeten auf die gesamte Lichtkurve ge-

funden, die bisher noch nie erkannt worden war. Damit öffnet sich ein ganz neues effizientes Fenster für die Exoplaneten-Jagd per Microlensing. Und das bedeutet im Umkehrschluss: Je mehr – erfahrene und engagierte! – Amateurastronomen bei μ FUN einsteigen, desto häufiger könnten die Erfolge werden. Jeder Beobachter wird am Ende als vollwertiger Co-Autor aufgeführt!

► Daniel Fischer

► SURFTIPPS



- Originalarbeit
- Pressemitteilung der Ohio State University
- Homepage OGLE
- Homepage μ FUN
- Homepage von Ian Porritt
- Zur Rolle kleiner Teleskope (PDF)
- Zur Problematik der Planetenbildung

🔗 Kurzlink: oc1m.de/06nw

Kleinplanet oder Komet?

Die neue Sortierung der Kleinkörper
im Sonnensystem

von Daniel Fischer



Die Grenzen verschwimmen: Nicht nur reist so mancher inaktive Kleinplanet auf einer kometengleichen Ellipsenbahn um die Sonne, umgekehrt zeigen immer wieder einmal Bewohner des Kleinplaneten-Hauptgürtels kometenartige Aktivität: Zeit für eine Bestandsaufnahme dieser mysteriösen »aktiven Kleinplaneten«.

Bis 1996 war die Welt noch in Ordnung: Es gab die Kleinplaneten, Felsbrocken überwiegend auf nahezu kreisförmigen Bahnen im Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter, und zum anderen die Kometen auf meist hochexzentrischen Bahnen, die in Sonnennähe aktiv werden und dann leuchtende Köpfe und sogar Schweife bilden. Wenn ein Körper auf solch einer Ellipse die Aktivierung verweigerte, dann war es eben ein alter Kometenkern, der seine Vorräte an flüchtigen Substanzen verbraucht hatte.

Beschaffenheit wie Bahnen schienen beide Gruppen klar zu trennen: Auch heute noch ist kein plausibler dynamischer Mechanismus bekannt, der einen Kometenkern auf eine Kreisbahn in den Hauptgürtel schieben könnte. Zudem bestimmt die berühmte Eisgrenze oder »snow line« im Sonnensystem, wo sich flüchtige Bestandteile aus der Urzeit des Sonnensystems als Eise halten konnten – dort, wo die Kometen die meiste Zeit ihrer Orbits verbringen. Der Kleinplanetengürtel dagegen liegt innerhalb der Eisgrenze und musste frei von Eisresten sein.

Der erste Hauptgürtel-Komet

Der Anfang vom Ende dieser bequemen Sicht auf das Sonnensystem kam – gänzlich unbenutzt – vor 35 Jahren: 1979 wurde der Hauptgürtel-Körper 1979 OW7 entdeckt, der sich die nächsten Jahre gänzlich unverdächtig verhielt. Aber 1996 sichteten Eric Elst und Guido Pizarro bei dem inzwischen als 1996 N2 wiederentdeckten Himmelskörper einen langen Staubschweif: Er schien sich spontan in einen Kometen verwandelt zu haben! War da ein kosmischer Unfall im Kleinplanetengürtel passiert, mit dem Zusammenstoß zweier Kleinplaneten und schlagartiger Stauffreisetzung, die zu dem Schweif geführt hatte? Oder hatte sich hier ein echter Komet enttarnt, mit Aktivität, die von Eisresten unter seiner Oberfläche angetrieben wurde?

Erst als 133P/Elst-Pizarro, wie der Himmelskörper inzwischen kometengleich katalogisiert ist, in den folgenden Jahren zwei weitere Male aktiv wurde, schied die Kollisionshypothese aus: War ein einzelner Zusammenstoß noch plausibel gewesen, waren dies wiederhol-

◀ Abb. 1: Die Grenzen zwischen Kleinplaneten und Kometen – hier repräsentiert durch (243) Ida und 9P/Tempel – verschwimmen zusehends. Leider hat noch keine Raumsonde einen Kometen auf einer Asteroidenbahn oder umgekehrt besucht, so dass es von den Protagonisten dieses Artikels keinerlei Nahaufnahmen gibt.



▲ Abb. 2: Der Hauptgürtel-Komet P/2010 A2 (LINEAR) – hier auf einer Hubble-Aufnahme vom 29. Januar 2010 – ist einer der mysteriösesten Fälle aus der Grauzone zwischen Kleinplaneten und Kometen: Mindestens drei einander ausschließende Hypothesen für seine Aktivierung wurden schon in der Literatur vertreten. Der Kometenkern oder Kleinplanet selbst ist der helle Punkt ganz außen: Irgendwie hat er es geschafft, die komplexe Staubstruktur zu erzeugen.

te Einschläge auf dem Himmelskörper sicher nicht. Außerdem ließ sich die Form von Elst-Pizarros Staubschweif bei seiner Wiederkehr 2002 nur durch anhaltende Aktivität des Objekts und kein Impulsereignis erklären.

Mal Kleinplanet, mal Komet

Zu diesem Zeitpunkt hatten Himmelsmechaniker klar gemacht, dass es – von extrem exotischen chaotischen Szenarien einmal abgesehen – keinen plausiblen Weg gibt, auf dem ein Kometenkern aus den beiden großen Reservoiren jenseits des Neptuns, dem Kuiperergürtel und der Oort'schen Wolke, in den Hauptgürtel der Kleinplaneten und dort auf eine Kreisbahn gelangen konnte: eine Schlussfolgerung, die auch heute noch gilt.

Offensichtlich war 133P ein echter Bewohner des Kleinplanetengürtels seit dem Beginn des Sonnensystems (als Jupiters Schwerkraft verhinderte, dass sich zwischen ihm und Mars ein weiterer Planet bilden konnte) – mit einem Reservoir an flüchtigen Komponenten, gut geschützt unter der festen Kruste und nur gelegentlich angezapft, um Phasen kometengleicher Aktivität einzuleiten. Die Eislinie lag damit teilweise näher an der Sonne als gedacht.

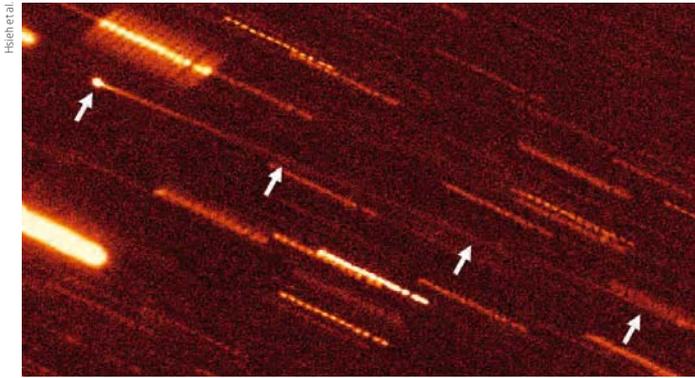
Dieses Szenario wurde rasch die Standarderklärung solcher »Hauptgürtel-Kometen«, von denen bis heute rund ein Dutzend gefun-

den wurden. Das Gesamtbild dieser Exoten im Sonnensystem hat sich dann doch als viel komplizierter erwiesen.

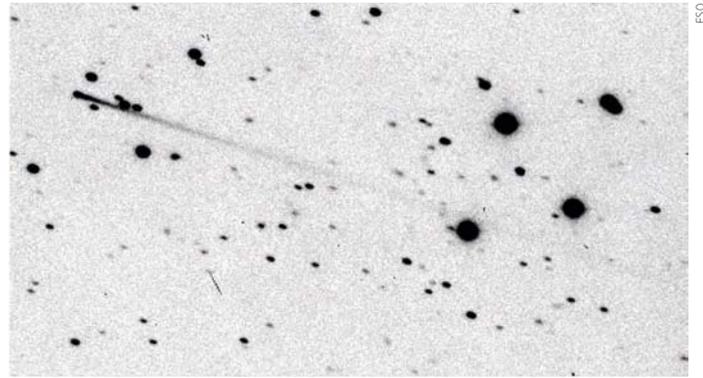
Zoo der Hauptgürtel-Aktivitäten

Im Jahr 2005 waren fast gleichzeitig die nächsten beiden Hauptgürtel-Kometen entdeckt worden, deren Definition eine große Halbachse zwischen 2,0AE und 3,2AE und eine Periheldistanz von mindestens 1,6AE fordert: Zu 133P/Elst-Pizarro gesellten sich die Kometen 176P/LINEAR und 238P/Read. Bald folgten noch P/2008 R1 (Garradd), P/2010 R2 (La Sagra, eine Amateurentdeckung aus Spanien), der Asteroid Nr. 300163 alias 2006 VW139 und schließlich in jüngster Zeit P/2012 F5 (Gibbs), P/2012 T1 (PANSTARRS), P/2013 P5 (PANSTARRS) und P/2013 R3 (Catalina-PANSTARRS). Dazu kommen noch zwei weitere Fälle von Aktivität im Hauptgürtel, P/2010 A2 (LINEAR) und (596) Scheila, die aber so weit aus dem Rahmen fallen, dass sie meist wieder extra gelistet werden.

Überhaupt zeigt schon die Vielfalt der zugeordneten »Hausnummern«, dass sich die Verwalter der Kleinkörper im Sonnensystem mit diesen Zwitterwesen schwer tun: Objekte mit permanenten Nummern für periodische Kometen wie 133P spielen ebenso mit wie provisorische Kometencodes (etwa P/2008 R1)



▲ Abb. 3a: Der erste entdeckte Hauptgürtel-Komet 133P/Elst-Pizarro auf einer Aufnahme des 2,2m-Teleskops der University of Hawaii von 2002: Die Pfeile markieren seinen extrem langen und schmalen Staubschweif.



▲ Abb. 3b: Eine der ersten Aufnahmen des ersten Hauptgürtel-Kometen 133P/Elst-Pizarro, noch aus dem Entdeckungsmonat August 1996: Das »Danish« 1,5m-Teleskop zeigte einen über 8' langen Staubschweif, der nicht einmal ganz ins Bildfeld passte.

und permanente Kleinplanetennummern wie 300163 – und der Asteroid 596 trägt sogar schon ein Jahrhundert lang einen eigenen Namen »Scheila«.

Abgeschirmtes Eis

Ähnlich abwechslungsreich sind die bis heute vorgeschlagenen Erklärungen für die Aktivität dieser Himmelskörper geworden, die mitunter so weit von klassischen Kometen entfernt sind, dass der Begriff »Hauptgürtel-Kometen« zunehmend durch »aktivierte Kleinplaneten« verdrängt wird: Er passt besser zu den diskutierten Szenarien aller Art. Die Vorstellung von Kleinplaneten, die sich noch Eis aus der Urzeit des Sonnensystems erhalten haben, ist für Aktivität im sonnenfernen Bereich des Hauptgürtels plausibel: Hier haben Modellrechnungen gezeigt, dass Eis Jahrmilliarden überstehen kann, wenn es nur hinreichend gut von felsigem Material abgedeckt ist. Interne Prozesse oder kleine Kollisionen legen die Eisreservoirs frei, und für 100 bis 1000 Jahre kann der Kleinplanet Komet spielen, wobei allerdings der genaue Prozess der Stauffreisetzung und Schweifausbildung just beim Prototypen 133P/Elst-Pizarro noch nicht verstanden ist [1]. Der grundlegende Mechanismus funktioniert indes sogar zu gut: 133P hätte nach Jahrmilliarden längst alles Eis verloren.

Eine Familienangelegenheit

Diese Erkenntnis führt zu einer weiteren Hypothese: Jene Kleinplaneten im äußeren Bereich des Hauptgürtels, die heute zuweilen Aktivität zeigen, sind Fragmente eines größeren Mutterkörpers, von dem sie erst in astronomisch jüngster Vergangenheit absplitterten. So waren ihre Eisvorräte lange geschützt und sind erst jetzt der interplanetaren Umwelt ausgesetzt. Es gibt sogar einen Kandidaten für die Quelle der auf diese Weise aktivierten Kleinplaneten: den 200km-Kleinplaneten (24) Themis, dessen Umlaufbahn eine Verwandtschaft mit den Bahnen

mehrerer aktiver – sowie etlicher inaktiver – Kleinplaneten aufweist.

(24) Themis macht sich auch sonst verdächtig: Seine Oberfläche ist nämlich von einer dünnen Eisschicht bedeckt! Da dieses Eis unter Sonnenbestrahlung rasch sublimiert und – als Wasserdampf – in den Raum verschwindet, muss es aus dem Inneren des Kleinplaneten nachgeliefert werden. Offenbar sind bei der Entstehung der Themis-Familie – mit über 500 bekannten Mitgliedern eine der größten überhaupt – einige Brocken herausgebrochen, die besonders gut mit eben diesem Eis ausgestattet sind: darunter die ersten überhaupt entdeckten Hauptgürtel-Kometen 133P und 176P und vielleicht auch 238P.

Auch wenn sich vor allem der erstere und der letztere mit wiederkehrender Aktivität schon fast wie richtige Kometen gebärden: Gas konnte auch in diesem Phasen bei bislang keinem einzigen Hauptgürtel-Kometen nachgewiesen werden, die Produktion bleibt unter der Nachweisgrenze.

Mehr als ein Mechanismus

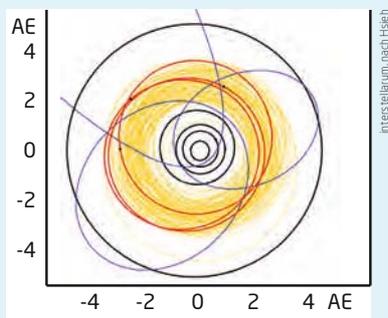
Mit diesen Einsichten hätte es sein Bewenden haben können, zumal auch der ein halbes Jahr lang aktive P/2012 T1 (PANSTARRS) in diese Kategorie passt [2], aber die Astronomen, die sich mit diesen Exoten des Sonnensystems befassen – und offenbar auch die Natur – sind da einfallsreicher: Gleich fünf weitere Mechanismen für die Aktivierung von Kleinplaneten – im Sinne der Freisetzung von zumindest etwas Staub – sind schon postuliert worden.

Nur eine geringe Rolle und sicher niemals die alleinige dürften zwei direkte Wirkungen des Sonnenlichts spielen: Dabei würde bereits auf den Kleinplanetenoberflächen vorhandener Staub entweder durch elektrostatische Aufladung oder durch den Strahlungsdruck

BASISWISSEN

Kleinplaneten-Hauptgürtel

So ist das innere Sonnensystem jenseits der Erdbahn aufgebaut:



- schwarz die Bahnen der großen Planeten, von innen Merkur, Venus, Erde, Mars und Jupiter;
- orange und überwiegend zwischen Mars und Jupiter die Kleinplaneten, die erkennbar eine bestimmte Zone besiedeln, die naheliegenderweise Hauptgürtel genannt wird;
- rot die Bahnen der ersten drei entdeckten Hauptgürtel-Kometen, alle im äußeren, sonnenfernen Bereich des Hauptgürtels umlaufend; und
- blau drei typische »normale« Kometen, die auf wesentlich elliptischeren Bahnen um die Sonne ziehen und sich auch wesentlich weiter als der Hauptgürtel von ihr entfernen.

der Sonne in Bewegung gesetzt. Vielversprechender wären thermische Effekte durch die Sonnenstrahlung, die unter bestimmten Umständen zum Aufbrechen eines Kleinplanetenkörpers führen könnten: Solch ein Mechanismus ist für (3200) Phaethon vorgeschlagen worden, den Mutterkörper der Geminiden, der zwar auf einer kometenähnlichen Bahn um die Sonne läuft, sich ansonsten aber wie ein Kleinplanet verhält und doch – gewissermaßen als »Felsenkomet« – den vielen Staub freigesetzt haben muss. Auch ein zweiter kleinerer Kleinplanet scheint ein Bruchstück von Phaethon zu sein.

Von destruktiver Rotation ...

Für mindestens zwei aktive Kleinplaneten des Hauptgürtels kommt ein kurioser Mechanismus in Frage, bei dem die Rotation des Himmelskörper immer weiter zugenommen hat, bevor er entweder durch die Zentrifugalkraft auseinanderbrach oder zumindest Teile von ihm abbrachen.

Dieses Schicksal ist offenbar P/2013 R3 und P/2013 P5 widerfahren. Letzterer läuft im inneren Kleinplanetengürtel um die Sonne, wo er schon alles Eis verloren haben sollte. Dennoch zieht sich seine Aktivität über Monate hin, wie die Auswertung sowohl von Hubble- als auch von erdgebundenen Aufnahmen seines halben Dutzends komplexer und variabler Staubschweife zeigt: Damit scheidet eine einmalige Kollision als Erklärung seiner Aktivität ebenso aus. Die meisten Auswerter tippen stattdessen auf einen schnell rotierenden Körper, der sich durch die Fliehkraft am Äquator allmählich selbst zerlegt [3, 4].

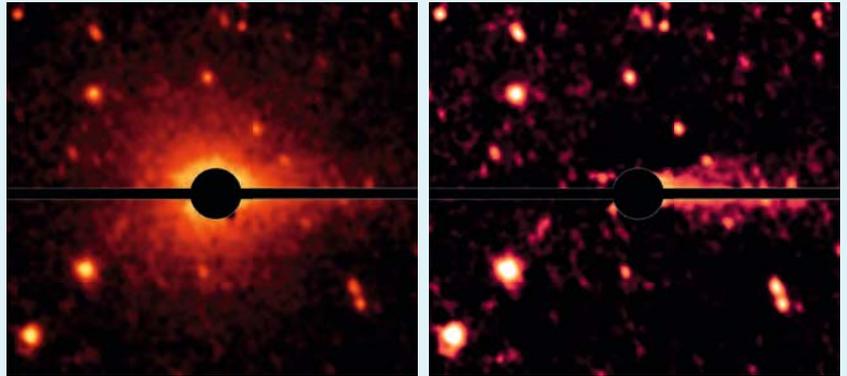
Allerdings wurde auch schon ein anderes Szenario für die Staubschweife vorgeschlagen: Darin reiben zwei Einzelkörper aneinander, was zeitweise zu Absplitterungen führt [5]. P/2013 P5 wäre dann ein »contact binary«, der allmählich dabei ist, zu einem länglichen Kleinplaneten zu verschmelzen.

... bis zur völligen Zerstörung

Die Ursache für immer schnellere Rotation eines Kleinplaneten wäre ein permanentes Drehmoment durch die Sonneneinstrahlung und verzögerte thermische Abstrahlung, was YORP-Effekt genannt wird – und vermutlich zur kompletten Zerstörung von P/2013 R3 geführt hat. Schon bei der Entdeckung dieses unscheinbaren Kometen war aufgefallen, dass dieser Bewohner des Kleinplaneten-Hauptgürtels nicht gesund und sein Kern schon im Zerfall begriffen war. Bei diesem Prozess

IM DETAIL

Kometen, die Kleinplaneten spielen



▲ Eine Aufnahme des NASA-Infrarotsatelliten Spitzer vom vermeintlichen Kleinplaneten 3552 (Don Quixote), der eine eindeutige Koma zeigt. In der rechten Version wurde sie subtrahiert, um auch noch einen Schweif sichtbar zu machen.

Der umgekehrte Fall, bei dem sich inaktive Kleinkörper auf kometenähnlichen Bahnen bewegen, ist schon viel länger bekannt als die Hauptgürtel-Kometen und auch auf den ersten Blick weniger überraschend: Jedem Kometen, der wiederholt in Sonnennähe kommt, werden irgendwann alle flüchtigen Bestandteile ausgetrieben sein. Zurück könnte dann etwas bleiben, das sich wie ein Kleinplanet verhält.

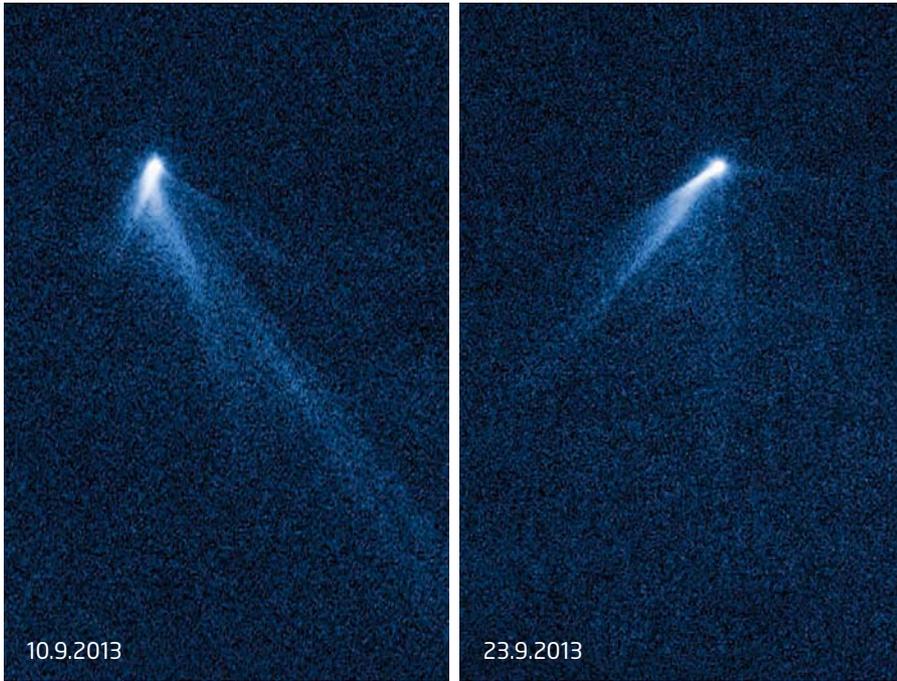
Oft werden auch neue Kleinkörper auf kometenartigen Bahnen gefunden, die zunächst keine Aktivität zeigen, weil sie der Sonne noch zu fern sind. 2013 UQ4 war so ein Fall, mit einer Exzentrizität von 0,95 und einer Umlaufperiode von 105 Jahren bei einer Bahnneigung von 145°. Dass es in Wirklichkeit ein Komet war, der in Sonnennähe doch noch aktiv werden würde, galt schon bei der Entdeckung als ausgemacht. Und tatsächlich mutierte er dieses Jahr zum Kometen P/2013 UQ4 (Catalina). Dem Kleinplaneten 2011 MM4 steht eine solche Umwandlung vielleicht noch bevor: Dieser vermeintliche Kleinplanet stammt womöglich gar aus der Oort'schen Wolke [9].

Eine systematische Untersuchung von 123 Kleinplaneten auf kometenähnlichen Bahnen – mit Hilfe von Archivdaten mehrerer Infrarotsatelliten – hat gezeigt, dass 80% von ihnen eine geringe Albedo von unter 10% haben, was für »ausgebrannte« Kometenkern spricht. In ungefähr 25 Fällen war die Albedo dagegen höher, wobei diese Kleinplaneten oft zu den erd-

nahen gehörten: Das spricht dafür, dass es sich dabei eher um echte Kleinplaneten handelt, die durch chaotische Resonanzen mit Planeten auf kometenartige Bahnen gedriftet sind [10]. Eine andere Analyse, diesmal allein aufgrund der Bahneigenschaften, hat nur einen sehr kleinen Anteil von erdnahen Objekten mit so instabilen Umlaufbahnen gefunden, dass es früher einmal Kometen gewesen sein könnten: Praktisch alle erdnahen Kleinkörper sind damit echte Kleinplaneten – während im Umkehrschluss alte Kometen in der Regel einfach zu Staub zerfallen und nicht als kleinplanetenähnliche Körper durchs All ziehen [11].

Aber auch hier gibt es wieder Ausnahmen: Da wäre z.B. der erdnahe Asteroid (3552) Don Quixote – der neuerdings Komet spielt. Der Verdacht hatte bereits seit seiner Entdeckung vor über 30 Jahren bestanden: Seine stark elliptische Bahn, die sich der Erde von außen nähert, aber auch bis über die Jupiters hinaus reicht, wie auch die geringe Albedo machten es sehr wahrscheinlich, dass dieser vermeintliche Kleinplanet in Wirklichkeit ein Kometenkern ist, der nur eben inaktiv geworden war. Oder bei dem man nur scharf genug hinschauen musste: Mit dem Infrarotsatelliten Spitzer konnten letztes Jahr prompt eine Kometenkoma und ein Staubschweif nachgewiesen werden [12]. Jetzt muss der immerhin drittgrößte erdnahe Kleinplanet in eine andere Schublade der Kleinkörper des Sonnensystems verschoben werden.

NASA, ESA, D. Jewitt (University of California, Los Angeles), J. Agarwal (Max Planck Institute for Solar System Research), H. Weaver (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory), M. Murcher (STScI) und S. Larson (University of Arizona)



◀ Abb. 4: Die erstaunlichen Staubschweife des Objekts P/2013 P5 auf Hubble-Aufnahmen vom September 2013 in zwei Wochen Abstand voneinander: Die rasanten Veränderungen lassen sich durch ein Modell gut erklären, bei dem ein »zu schnell« rotierender Kleinplanet am Äquator immer wieder Staub verliert.

wurde danach mehrfach mit dem Hubble Space Telescope beobachtet: In mindestens zehn Fragmente hatte sich dieses Objekt aufgelöst, jedes mit einer eigenen kleinen Staubschweif [6, 7].

Auch wenn sich die Morphologie des kosmischen Wracks deutlich von P/2013 P5 unterscheidet, passt auch der YORP-Mechanismus am besten. Nur dass es diesmal zu einem »profunderen strukturellen Versagen« kam statt nur dem sporadischen »Abheben« der obersten Bodenschicht (Regolith). Ein dritter Kandidat für teildestruktive Rotation als Aktivitätsauslöser ist schließlich P/2010 A2 (LINEAR), der 2009 mit einem Schlag einen außergewöhnlichen Staubschweif ausbildete.

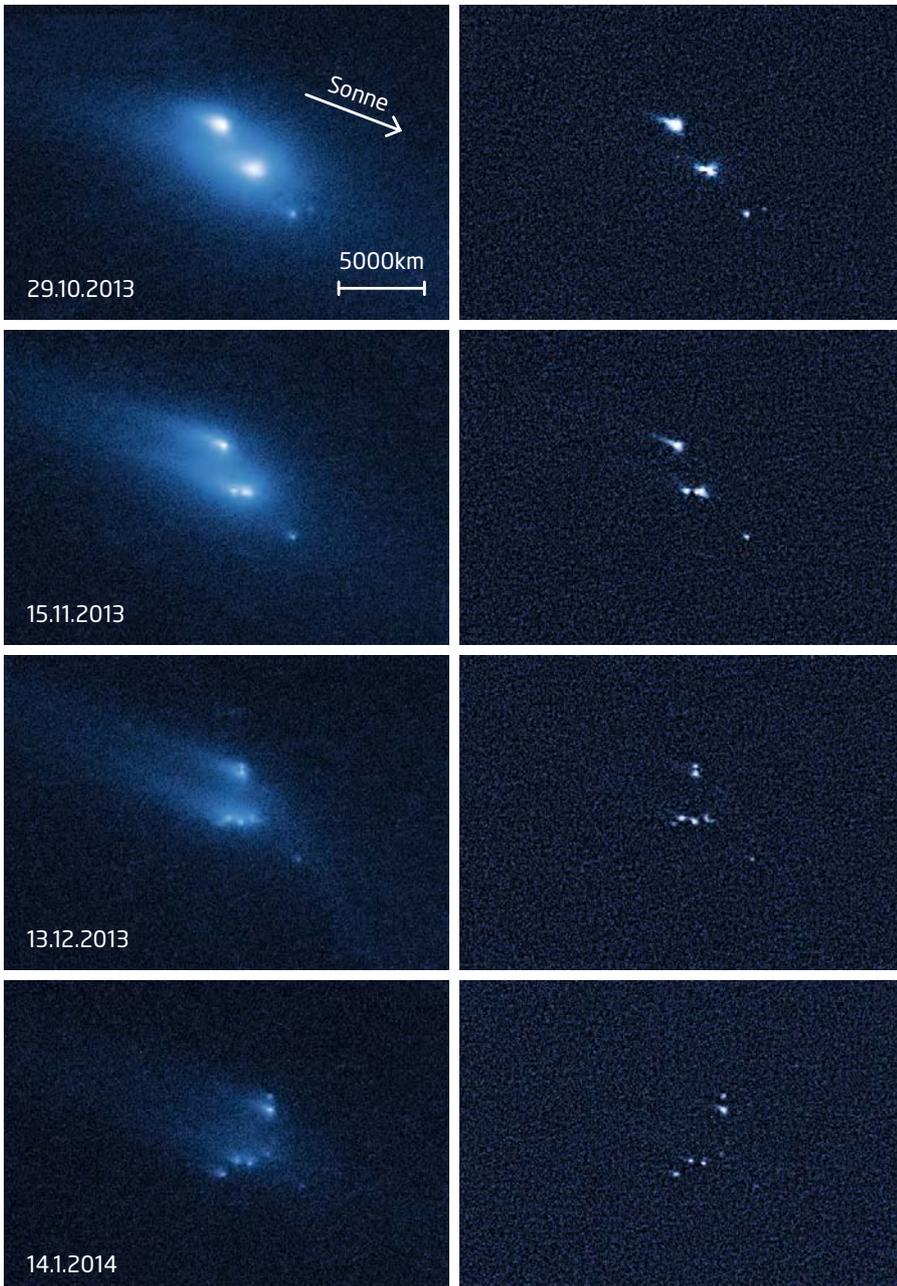
Kollisionen nicht ausgeschlossen ...

Was das viel beachtete Schicksal von P/2010 A2 (LINEAR) – dem heute noch ein 1 Mio. km langer Staubstrich durch den Raum folgt – tatsächlich bewirkte, ist allerdings so umstritten wie bei kaum einem anderen aktiven Kleinplaneten: Neben zu schnell gewordener Rotation und internen Prozessen kommt hier auch eine Kollision mit einem anderen Kleinplaneten in Frage.

Zusammenstöße zweier ansonsten unverdächtigter Kleinplaneten, die weder mit Eis bestückt waren noch sich zu Tode rotierten, sind der dritte Mechanismus, der fraglos zu Aktivität im Hauptgürtel führen kann: Spektakulär vorgeführt hat dies nämlich Ende 2010 der bis dahin völlig friedlich auf seiner Bahn dahinziehende (596) Scheila. Mit einem Mal umgab diesen einst durch den deutschen Astronomen August Kopff entdeckten Kleinplaneten eine markante, aber kurzlebige Koma: Die einfachste Erklärung ist der Impact eines 35m bis

◀ Abb. 5: Der Zerfall von P/2013 R3, dokumentiert vom Hubble Space Telescope im Herbst und Winter 2013/14: links die Originalaufnahmen, rechts geschärfte Versionen, die die Fragmente, in die das Objekt zerfiel, einzeln zeigen. Jedes hatte auch einen kleinen Schweif – eindeutig ein zerbröselter Komet also? Die Auswerter verneinen dies: Vielmehr hat sich hier ein Kleinplanet durch zu schnelle Rotation vollständig aufgelöst.

NASA, ESA, D. Jewitt (UCLA)



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

► Abb. 6: **Staubstrukturen** um den Kleinplaneten (596) Scheila auf einer Hubble-Aufnahme vom 27. Dezember 2010: Zu erkennen sind zwei Flügel und ein scharfer Stachel, alles zwanglos als Folgen einer einmaligen Kollision mit einem anderen, kleineren Kleinplaneten zu modellieren.

100m großen Brockens auf den 113km großen Kleinplaneten, der rund 100000 Tonnen Staub herausgeschlug und einen vielleicht 300m großen Krater hinterließ. Der Strahlungsdruck der Sonne formte dann aus der Staubwolke die charakteristischen Schwingen der Koma.

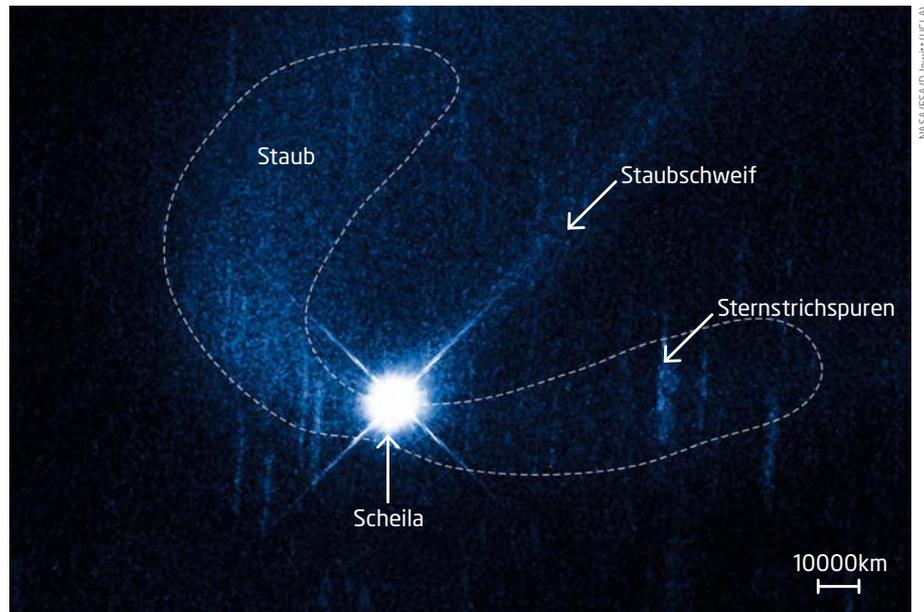
... jedoch eher selten

Die Impact-Interpretation für solche Einzelfälle ist auch statistisch gesehen plausibel: So weit man über die Raumdichte von Kleinplaneten im Hauptgürtel weiß, müsste es innerhalb weniger Jahre zu derartigen Zusammenstößen kommen, und auch die punktuelle Aktivierung von P/2012 F5 (Gibbs) passt in dieses Bild [8].

Das runde Dutzend aktiver Kleinplaneten aller beschriebenen Typen, das bislang aktenkundig geworden ist, macht nur einen verschwindend geringen Anteil aller Kleinkörper des Sonnensystems aus. Doch sie sind für die Planetenforschung interessant: So passt die Bahn des Rotationsopfers P/2013 P5 Bahn zur Kleinplanetenfamilie Flora: Das macht ihn noch einmal besonders interessant, denn Splitter von Flora-Kleinplaneten gelten als eine der Hauptquellen von Meteoriten – insbesondere den LL-Chondriten – auf der Erde. Und bei eindeutigen kosmischen Unfällen wie bei Scheila lässt sich wie im Labor untersuchen, was mit Staub im Sonnensystem geschieht, der zu einem einzigen Zeitpunkt freigesetzt und dann dem Strahlungsdruck der Sonne überlassen wurde.

Mehr als nur Exoten

Am interessantesten ist aber jene Untergruppe aktiver Kleinplaneten im äußeren Hauptgürtel, die mit ihren Eisvorräten ein drittes Kometenreservoir des Sonnensystems bilden, neben dem Kuipergürtel und der Oortschen Wolke – jedes dieser Reservoirs hat eine ganz andere Vergangenheit und Entwicklungsgeschichte. Wie viele eisgefüllte Kleinplaneten noch im Hauptgürtel auf ihre Aktivierung warten, ist völlig unklar – aber genau dieses verborgene Eis könnte letztlich dafür verantwortlich sein, dass es Leben auf der Erde gibt, denn als die Erde – weit innerhalb der Eisgrenze – entstand, fehlte dem Planeten alles Wasser.



Von später abgestürzten Kometen aus dem äußeren Sonnensystem, wie oft vermutet wurde, stammen die Ozeane der Erde vermutlich nicht: Die Isotopenverhältnisse des Sauerstoffs passen bei kaum einem Kometen, wo sie gemessen werden konnten. Stattdessen sind eishaltige Kleinplaneten des äußeren Hauptgürtels die zurzeit naheliegendste Quelle des irdischen Wassers: Genau dieselben Körper, die sich heute noch als »aktive Kleinplaneten« zuweilen als Kometen offenbaren.

Auch Zwergplaneten betroffen?

Auch der einzige im Hauptgürtel beheimatete Zwergplanet, Ceres, sondert nämlich zuweilen Wasserdampf ab, wie der Infrarotsatellit Herschel festgestellt hat. Ob dies eine Sublimation von Eis wie bei einem Kometen oder gar eine Art Kryovulkanismus ist, lässt sich allerdings nicht erkennen, und genauso unklar ist, wie der Zwergplanet überhaupt zu nennenswerten Eisvorräten gekommen ist. Ein Hauptgürtel-Komet der »klassischen« Sorte ist Ceres sicher nicht, hat aber ihnen gegenüber einen gewaltigen Vorteil: Zu diesem Himmelskörper ist bereits die Raumsonde Dawn unterwegs, die schon im kommenden Frühjahr in eine Umlaufbahn einschwenken wird – und zum ersten Mal Aktivität im Hauptgürtel ganz direkt beobachten könnte.

- [1] D. Jewitt et al., Hubble Space Telescope Investigation of Main-Belt Comet 133P/Elst-Pizarro, arxiv.org/abs/1402.5571
- [2] H. Hsieh et al., Main-Belt Comet P/2012 T1 (PANSTARRS), arxiv.org/abs/1305.5558
- [3] D. Jewitt et al., The Extraordinary Multi-Tailed Main-Belt Comet P/2013 P5, arxiv.org/abs/1311.1483

- [4] F. Moreno et al., Intermittent dust mass loss from activated asteroid P/2013 P5 (PANSTARRS), arxiv.org/abs/1312.5895
- [5] O. Hainaut et al., Continued activity in P/2013 P5 PANSTARRS – The comet that should not be, arxiv.org/abs/1401.5740
- [6] D. Jewitt et al., Disintegrating Asteroid P/2013 R3, arxiv.org/abs/1403.1237
- [7] M. Hirabayashi et al., Constraints on the Physical Properties of Main Belt Comet P/2013 R3 from its Breakup Event, arxiv.org/abs/1406.0804
- [8] R. Stevenson et al., Characterization of Active Main Belt Object P/2012 F5 (Gibbs): A Possible Impacted Asteroid, arxiv.org/abs/1209.5450
- [9] C. de la Fuente Marcos & R. de la Fuente Marcos, Large retrograde Centaurs: visitors from the Oort cloud?, arxiv.org/abs/1406.1450
- [10] Y. Kim et al., Physical Properties of Asteroids in Comet-like Orbits in Infrared Asteroid Survey Catalogs, arxiv.org/abs/1405.2989
- [11] J. Fernández et al., Assessing the physical nature of near-Earth asteroids through their dynamical histories, arxiv.org/abs/1405.1448
- [12] M. Mommert et al., The Discovery of Cometary Activity in Near-Earth Asteroid (3552) Don Quixote, arxiv.org/abs/1312.0673

► SURFTIPPS

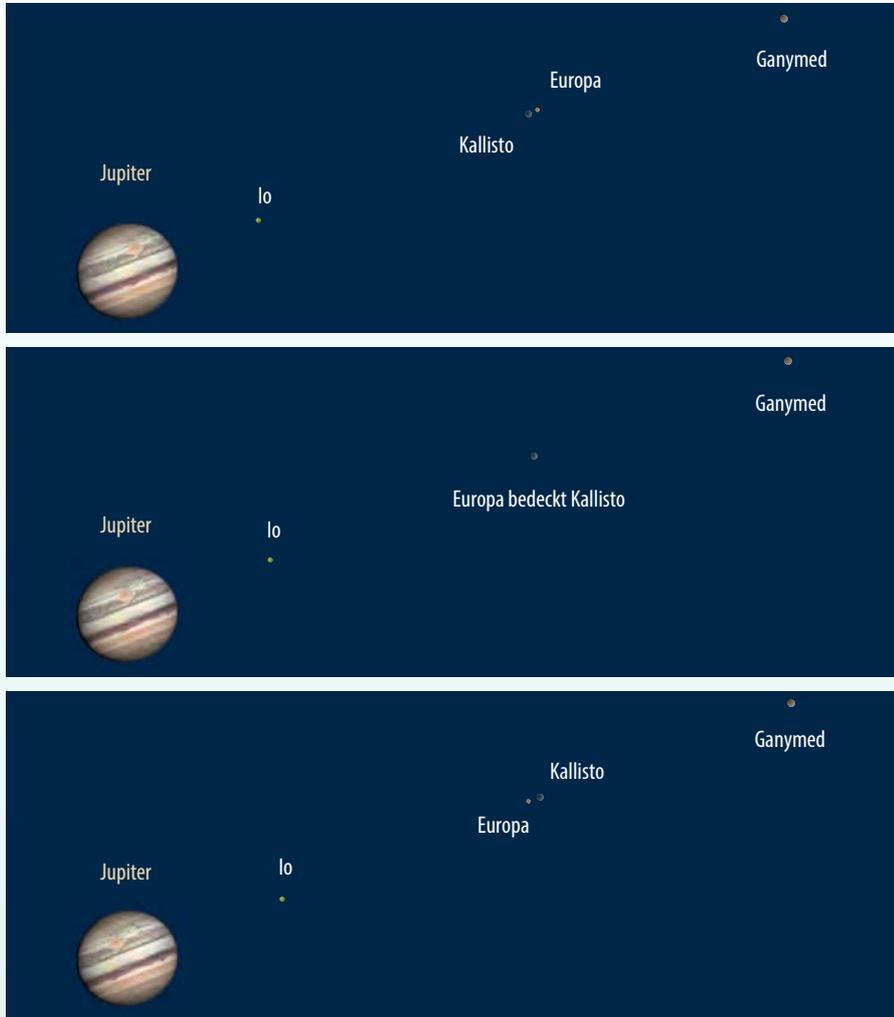


- Webseite von Jewitt
- Langer Review von Jewitt
- Webseite von Hsieh

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/06fw

Tanz der Trabanten

Jupitermond Europa bedeckt Kallisto am 27. November



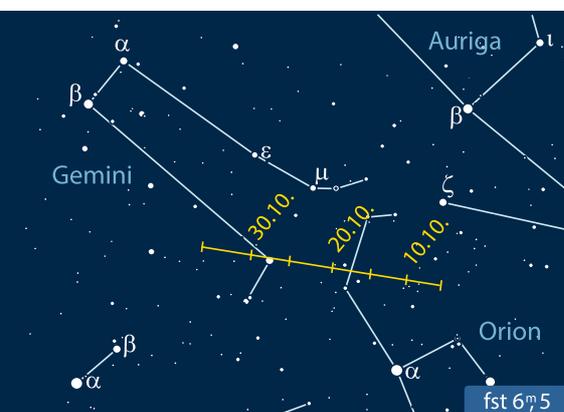
▲ Abb. 1: **Anblick der Monde** am 27.11. um 22:49 MEZ, 23:09 MEZ und 23:29 MEZ

► André Knöfel

Etwa alle sechs Jahre blicken wir von der Erde aus in die Bahnebene der Jupitermonde. Dabei kommt es für einige Monate zu der Situation, dass wir gegenseitige Bedeckungen und Verfinsterungen der Monde beobachten können. Das aktuelle Beobachtungsfenster für solche Ereignisse öffnete sich Ende September und schließt sich Mitte Juni nächsten Jahres.

Bedingt durch den relativ späten Aufgang von Jupiter im Laufe der Nacht können die meisten Erscheinungen erst in den frühen Morgenstunden beobachtet werden (siehe Tabelle Astronomische Ereignisse). Eine Ausnahme bildet die Bedeckung von Kallisto durch Europa am späten Abend des 27. November. Allerdings ist die Höhe Jupiters von ca. 10° über dem östlichen Horizont zu diesem Zeitpunkt nicht optimal. Die mit einem Durchmesser von 3121 km fast erdmondgroße Europa hat dabei eine Helligkeit von $5^m,9$ und die mit 4821 km zwar deutlich größere, aber durch ihr Albedo von 19% schwächere Kallisto erstrahlt mit $6^m,6$.

Das Schauspiel startet um 23:04 MEZ, wenn Europa beginnt, sich vor Kallisto zu schieben. Um 23:09 MEZ steht Europa fast zentral vor Kallisto und weitere fünf Minuten später ist der Austritt schon wieder vollzogen. Visuell wird man aber schon früher die beiden Monde nur als scheinbar ein einziges Objekt sehen.



▲ Abb. 2: **Drift des Orioniden-Radianten** zwischen dem 5.10. und 5.11.

Halleys Erben

Maximum der Orioniden am 22. Oktober

Die Orioniden sind ein Strom, dessen kometarischer Ursprungskörper kein Unbekanntes ist: 1P/Halley, der sich mit einer Umlaufzeit von rund 76 Jahren um die Sonne bewegt. Zwischen 2006 und 2009 hatte der Strom an mehreren Tagen eine deutlich erhöhte Aktivität von 40–70 Meteoren pro Stunde. Die Ursache war Material, das auf einer 6:1 Resonanz zu Jupiter die Sonne umkreiste und dort konzentriert war. Das Maximum in diesem Jahr wird am Abend des 21. Oktober erwartet, dann allerdings nur mit einer Aktivität von ca. 25 Meteoren pro Stunde.

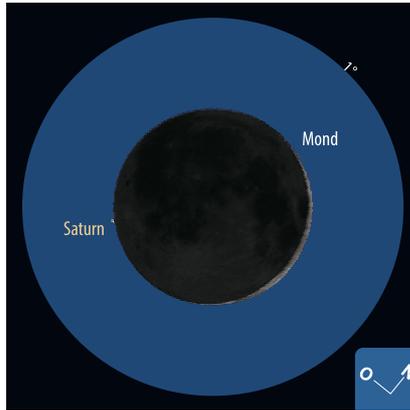
Der Radiant befindet sich bei R.A. $6^h 20^m$, Dekl. $+16^\circ$ zwischen Orion und den Zwillingen und geht kurz vor Mitternacht auf, so dass Beobachtungen erst in der zweiten Nachthälfte sinnvoll sind. Das Maximum ist nicht ausgeprägt, allerdings wurden in der Vergangenheit auch einige Tage vor und nach dem eigentlichen Maximum einige Submaxima beobachtet, so dass sich auch in diesem Zeitraum Beobachtungen lohnen, zumal der Mond in diesem Jahr nicht stört.

► André Knöfel

Saturn wird verschluckt Mond bedeckt Saturn am 25. Oktober

Wenn der Mond den Ringplaneten bedeckt, ist das immer wieder ein interessanter Anblick im Fernglas oder Teleskop. So wird es auch am Abend des 25.10. wieder sein, allerdings unter sehr schwierigen Beobachtungsbedingungen.

Die Bedeckung beginnt nämlich nur wenige Minuten nach Sonnenuntergang und die schmale Mondsichel mit dem benachbarten Saturn steht nur wenige Grad über dem Horizont. Dabei befinden sich beide Himmelskörper im Nordwesten des Beobachtungsgebietes noch einige Grad höher über dem Westhorizont als im südöstlichen Teil. Dies wird allerdings damit erkaufte, dass die Sonne im Westen gerade verschwindet,



▲ Abb. 3: Saturn kurz vor der Bedeckung durch den Mond.

während sie im Osten bereits einige Grad unter dem Horizont steht.

► André Knöfel

Bedeckungsbeginn von Saturn am 25.10.

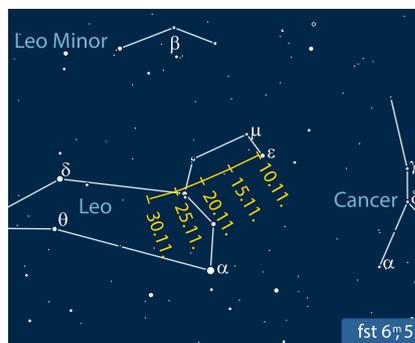
Ort	Bedeckungsbeginn	Mondhöhe	Sonnenhöhe
Hamburg	18:12:29 MESZ	5°	-2°
Bonn	18:15:02 MESZ	8°	0°
Potsdam	18:17:06 MESZ	4°	-4°
Nürnberg	18:21:36 MESZ	6°	-3°
Zürich	18:23:41 MESZ	8°	-1°
Wien	18:29:17 MESZ	3°	-7°

Normalität eingetreten Maximum der Leoniden am 17. November

In den Jahren um den Jahrtausendwechsel war dieser Meteorstrom in den Medien präsent, da seine Aktivität von fast 5000 Meteoren pro Stunde die aller bekannten Meteorströme deutlich übertraf. Der Periheldurchgang des Ursprungskometen 55P/Tempel-Tuttle liegt nun bereits 16 Jahre zurück – und die Aktivität der Leoniden ist wieder auf Normalwerte zurückgegangen. Nur noch 15 Meteore pro Stunde werden während des Maximums erwartet.

Der Radiant bei R.A. 10^h 8^m, Dekl. +22° im westlichen Teil des Sternbildes Löwe geht erst am späten Abend auf, so dass sinnvolle Beobachtungen der Leoniden ab Mitternacht möglich sind. In diesem Jahr fällt das Maximum am 17. November um 23:00 MEZ in den Zeitraum des abnehmenden Mondes, so dass die Beobachtungen nicht durch Mondlicht gestört werden.

Neben dem eigentlichen Maximum werden auch weitere Submaxima vorhergesagt: Mikhail Maslov erwartet am 17. November



▲ Abb. 4: Drift des Leonidenradianten zwischen dem 10. und 30.11.

um 17:00 MEZ einen leichten Anstieg der Rate und Jeremie Vaubaillon hat berechnet, dass die Erde am 21. November um 10:17 MEZ auf früher abgesonderten Staub, den »Dust Trail« aus dem Jahre 1567 trifft, als der Ursprungskomet in Sonnennähe Material verlor. Dabei wird sich die Rate wohl nur geringfügig erhöhen. Beide Ereignisse sind zwar von Europa aus nicht beobachtbar, zeigen aber, dass Beobachtungen auch außerhalb des Maximumszeitpunktes sinnvoll sein können.

► André Knöfel

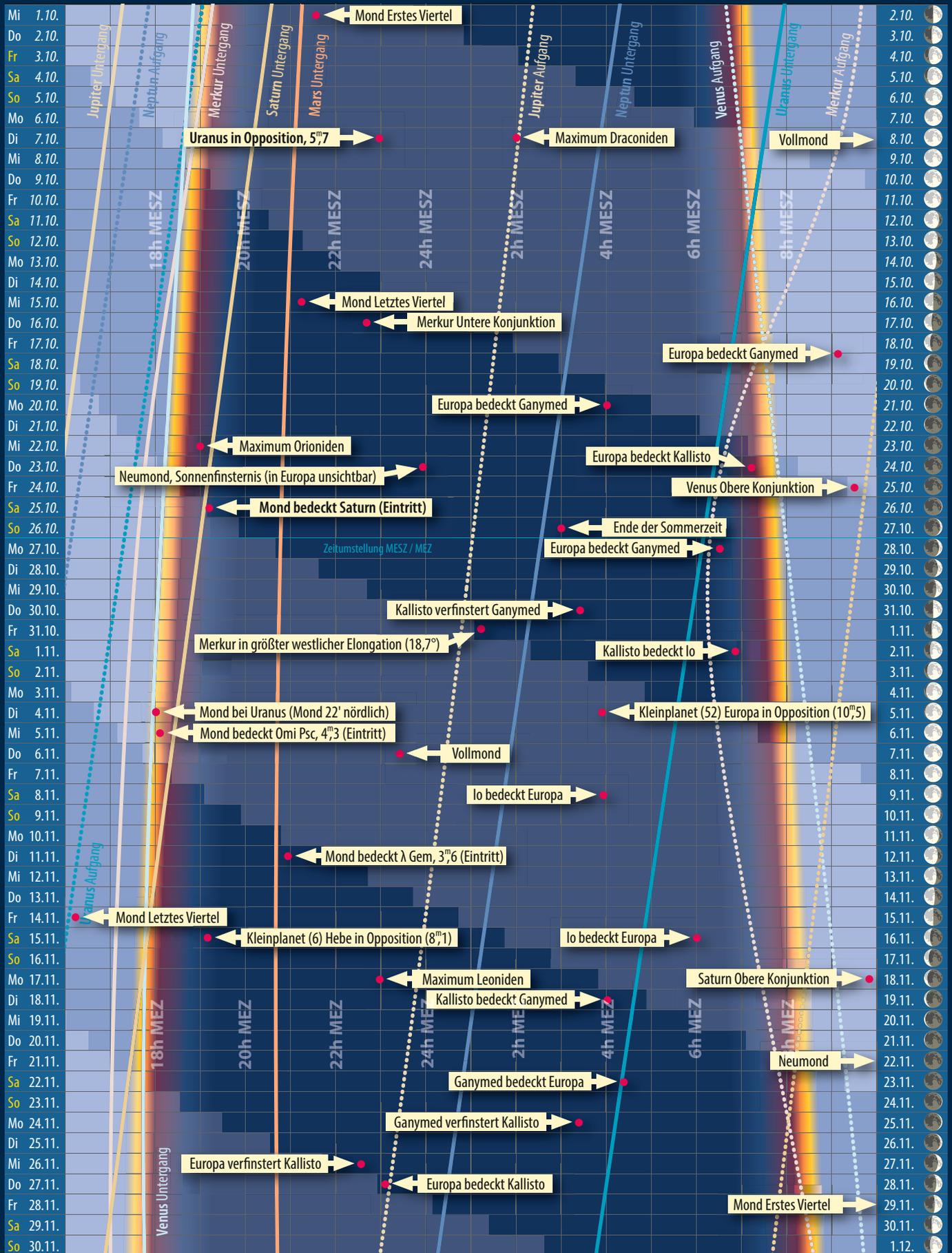
Astronomische Ereignisse im Oktober/November

1.10.	21:33 MESZ	Mond Erstes Viertel
7.10.	22:58 MESZ	Uranus in Opposition (5 ^m ,7)
8.10.	2:00 MESZ	Maximum Draconiden, Dauer: 6. – 10.10., ZHR=10–30 variabel
8.10.	12:51 MESZ	Vollmond
15.10.	21:12 MESZ	Mond Letztes Viertel
16.10.	22:40 MESZ	Merkur Untere Konjunktion
21.10.	4:01 MESZ	Europa bedeckt Ganymed, Dauer: 3min
22.10.	19:00 MESZ	Maximum Orioniden, Dauer: 2.10. – 7.11., ZHR=25
23.10.	23:57 MESZ	Neumond, Sonnenfinsternis (in Europa unsichtbar)
24.10.	07:08 MESZ	Europa bedeckt Kallisto, Dauer: 3min
25.10.	9:31 MESZ	Venus Obere Konjunktion
25.10.	19:14 MESZ	Mond bedeckt Saturn (Eintritt)
26.10.	3:00 MESZ	Ende der Sommerzeit
28.10.	6:32 MEZ	Europa bedeckt Ganymed, Dauer: 8min
31.10.	3:26 MEZ	Kallisto verfinstert Ganymed, Dauer: 131min
1.11.	1:14 MEZ	Merkur in größter westlicher Elongation (18,7°)
2.11.	6:53 MEZ	Kallisto bedeckt Io, Dauer: 19min
4.11.	18:00 MEZ	Mond bei Uranus (Mond 22' nördlich)
5.11.	3:54 MEZ	Kleinplanet (52) Europa in Opposition (10 ^m ,5)
5.11.	18:03 MEZ	Mond bedeckt Omi Psc, 4 ^m ,3 (Eintritt)
6.11.	23:23 MEZ	Vollmond
9.11.	3:57 MEZ	Io bedeckt Europa, Dauer: 2min
11.11.	20:52 MEZ	Mond bedeckt λ Gem, 3 ^m ,6 (Eintritt), Austritt: 21:01 MEZ
14.11.	16:15 MEZ	Mond Letztes Viertel
15.11.	19:07 MEZ	Kleinplanet (6) Hebe in Opposition (8 ^m ,1)
16.11.	06:07 MEZ	Io bedeckt Europa, Dauer: 3min
17.11.	23:00 MEZ	Maximum Leoniden, Dauer: 6.–30.11., ZHR=15
18.11.	9:50 MEZ	Saturn Obere Konjunktion
19.11.	4:02 MEZ	Kallisto bedeckt Ganymed, Dauer: 7min
22.11.	13:32 MEZ	Neumond
23.11.	4:26 MEZ	Ganymed bedeckt Europa, Dauer: 1min
25.11.	3:18 MEZ	Ganymed verfinstert Kallisto, Dauer: 89min
26.11.	22:32 MEZ	Europa verfinstert Kallisto, Dauer: 35min
27.11.	23:04 MEZ	Europa bedeckt Kallisto, Dauer: 10min
29.11.	11:06 MEZ	Mond Erstes Viertel

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

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

Dämmerungsdiagramm für Oktober/November 2014

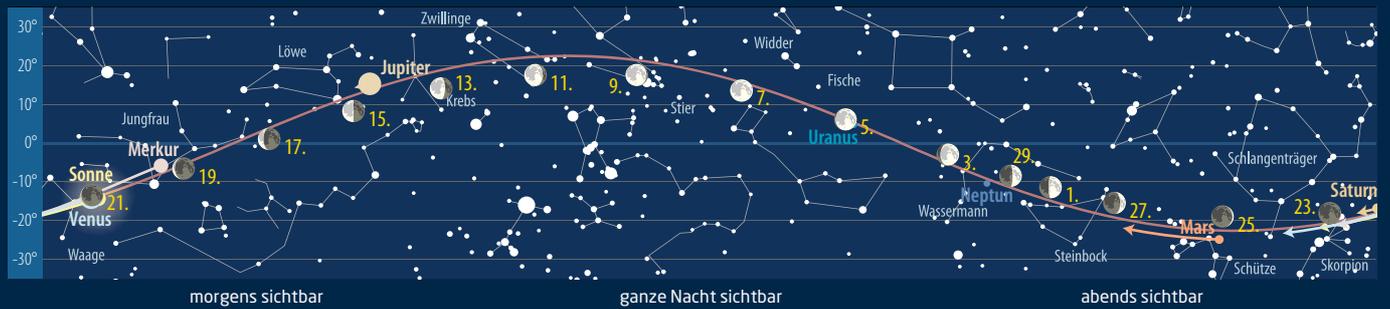


Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

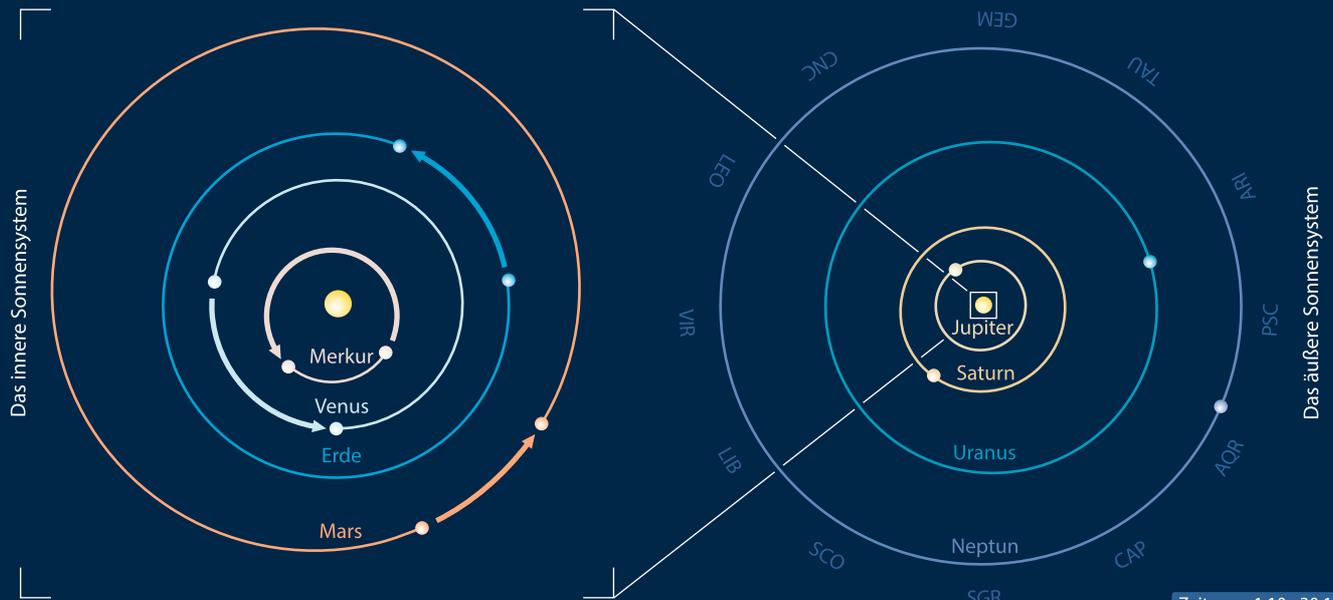
Der Lauf der Planeten im Oktober 2014



Der Lauf der Planeten im November 2014



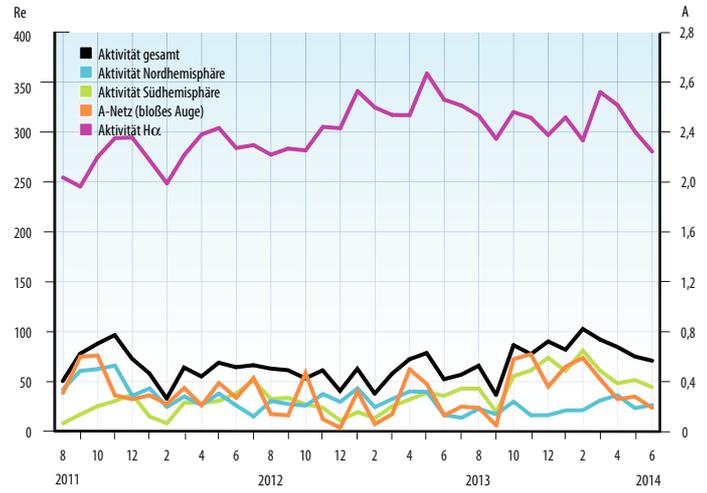
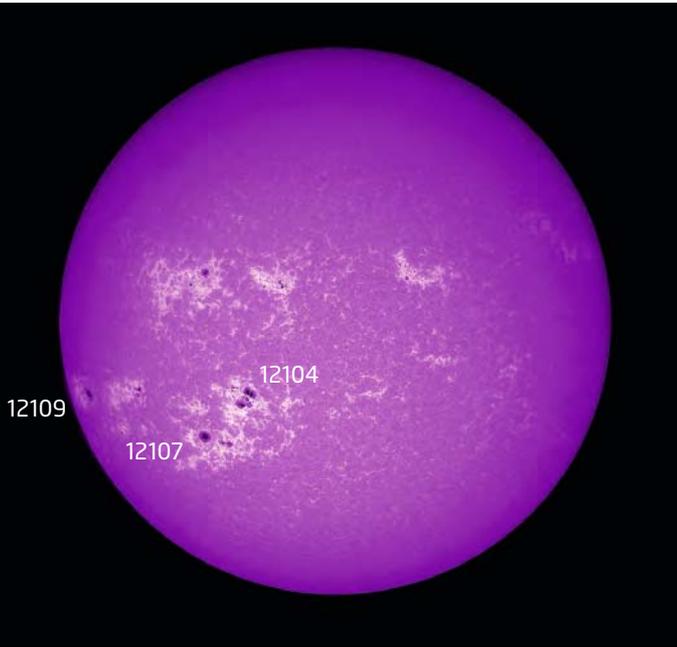
Die Planeten auf ihren Bahnen im Oktober/November 2014



Die Planeten im Fernrohr im Oktober/November 2014

Planet	Date	Mag.	Elong.	Dist.	Notes
Merkur	1.10.	0 ^m 4	39,6%	8,1"	
	20.10.	3 ^m 5	3,3%	9,7"	
Venus	1.10.	-3 ^m 9	99,4%	9,8"	
	30.11.	-3 ^m 9	98,9%	9,9"	
Mars	1.10.	0 ^m 8	88,6%	6,1"	
	30.11.	1 ^m 0	92,3%	5,1"	
Jupiter	10.11.	-0 ^m 8	82,8%	5,7"	
	30.11.	-1 ^m 0	99,2%	4,7"	
Saturn	1.10.	0 ^m 5	100,0%	15,2"	Titan
	1.11.	0 ^m 5	100,0%	15,2"	
Uranus	1.11.	5 ^m 7	100,0%	3,7"	
	1.11.	7 ^m 9	100,0%	2,3"	
Neptun	1.11.	7 ^m 9	100,0%	2,3"	
	1.11.	7 ^m 9	100,0%	2,3"	

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



◀ Abb. 1: Sonne am 3.7.2014 im CaK-Licht. Der Fleckenkomplex aus AR 12104 und 12107 überlebte mehr als eine Sonnenrotation. CCD-Aufnahme, 11:00 MEZ, 2,8"-Refraktor bei 500mm, GS3-U3-28S5M, Lunt CaK-Modul. Ullrich Dittler

Sonne aktuell Nichts Neues von der Sonne

Die Sonnenaktivität zeigte sich im Mai und Juni einmal mehr mit nur einigen Veränderungen und verharrte auf fast gleicher Höhe (das SILSO in Brüssel meldete Monatsmittel von 75,2 und 71,0). Es wurden 27 bzw. 34 neue Fleckengruppen registriert. Im Gegensatz zu früheren Sonnenfleckenzyklen ist das aktuell ausgesprochen wenig, aber im normalen Bereich. Obendrein konnte in beiden Monaten ein nahezu gleichförmiger Aktivitätsverlauf beobachtet werden. Jeweils etwa im ersten Monatsdrittel erfolgte ein Aktivitätsschub und zum Monatsende hin ein Einbruch mit deutlich zurückgehenden Relativzahlen.

Während der Schübe stieg die Zahl der beobachtbaren Fleckengruppen auf bis zu zwölf an, in ruhigen Phasen ging sie auf drei zurück. Beiden Monaten gleich war auch die Aktivitätsverteilung zwischen den Hemisphären: Es dominierte stets der Süden gegenüber dem Norden. Der sich seit Februar

entwickelnde Rückgang der Aktivität lässt sich derzeit schön bei den E- und F-Gruppen ablesen, denn von diesen gab es im Mai lediglich vier bzw. eine und im Juni nur drei bzw. eine.

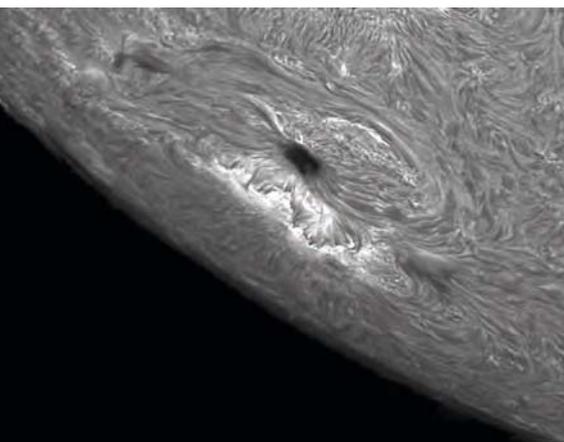
Bemerkenswert war im Grunde nur ein Fleckenkomplex, bestehend aus den zwei Aktiven Regionen. Diese wanderten als AR 12080 und 12085 Anfang Juni das erste Mal über die Südhalbkugel, bei der nächsten Rotation Ende Juni dann als AR 12104 und 12107. Die geringe Häufigkeit solcher langlebiger Aktivitätszentren ist Indiz für ein stabiles lokales Magnetfeld und Beleg für den weiterhin sehr schwachen 24. Sonnenfleckenzyklus. Ein ähnliches Bild ergab sich bei den Flares: in beiden Monaten konnten nur jeweils 3 M-Flares und am 10. und 11. Juni zwei X-Flares beobachtet werden, die in puncto Polarlichter folgenlos blieben.

Seit dem letzten Höhepunkt im Februar 2014 geht die Aktivität der Sonne langsam zurück. Dabei fiel das Maximum der Aktivität für die Südhalbkugel mit einem Monatsmittel von 81,0 just in diesen Monat, während es auf der Nordhalbkugel mit 66,1 bereits im November 2011 erreicht worden war.

Unterschiedliche und in größerer zeitlicher Distanz eintretende Maxima und Mi-

nima der beiden Hemisphären sind nichts Ungewöhnliches und belegen, dass im ersten Teil des Zyklus eher der Norden, im zweiten eher der Süden die Aktivität bestimmte. Für die Gesamtaktivität liegt das Maximum bisher immer noch im November 2013, nach einem vorläufigen, niedriger liegenden Höhepunkt im Februar 2012; und das an dieser Stelle schon angedeutete Triple-Maximum ist noch möglich.

► Manfred Holl



◀ Abb. 2: Die Aktive Region 12109 am 3.7.2014 im H α -Licht. CCD-Aufnahme, 14:15 MESZ, 6"-Refraktor bei 2300mm, Skyris 618 M, Solar-spektrum 0,3Å-Filter. 40% von 2000 Einzelaufnahmen mit AutoStakert 2.0 bearbeitet, Feintuning mit Photoshop. Ernst Elgaß

INTERAKTIV

Teilen Sie Ihre Fotos und Zeichnungen der Sonne, oder bestimmen Sie anhand eigener Beobachtungen die H-alpha-Relativzahl! Alle eingesandten Ergebnisse werden auf sonneaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06kc](http://oc1m.de/06kc)

SURFTIPPS

- Heliophysikalisches Observatorium Debrecen
- Stanford Solar Center

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06we](http://oc1m.de/06we)

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

Planeten aktuell

Durststrecke für Planetenbeobachter

Wenn dieses Heft erscheint, haben Jupiter, Mars und Saturn den Abendhimmel verlassen. Damit bahnt sich eine Durststrecke für Planetenbeobachter an, sofern man nicht in den frühen Morgenstunden **Jupiter** beobachten will.

Letzte Beobachtungen im Juni 2014 zeigten den Riesenplaneten in normalem Zustand mit zwei dunklen Äquatorbändern. Der Große Rote Fleck verabschiedete sich bei 215° Länge (System II). Das Oval BA, auch bekannt als »Red Junior«, das ihm im Juni nachfolgte, dürfte ihn mittlerweile bereits überholt haben. Als Besonderheit gab es am 3. Juni die Gelegenheit, drei Mondschatten gleichzeitig auf Jupiter zu sichten (vgl. »Im Detail«).

Mars hat sich für längere Zeit von der Beobachtungsliste verabschiedet. Die letzten Ergebnisse zeigten, dass der kleine Rest der Nordpolkappe auch den Sommer überstand. Gleichzeitig blieb die Wolkenaktivität hoch.

Saturns Atmosphäre zeigte keine Auffälligkeiten. Die Nordhemisphäre der Planetenkugel lugte im Juni wieder hinter den Ringen hervor. Zur nächsten Sichtbarkeit 2015 wird sich die Ringöffnung weiter geschlossen haben.

► Ronald Stoyan

► **Abb. 1: Mars sagt »Auf Wiedersehen«:** Am 25. Mai zeigt sich schon eine deutliche Phase, während die Nordpolkappe und eine Wolke über dem Hellas-Becken auffallen. 11"-SCT bei 10050mm, DMK21AU618.AS, RGB-Filter, Brennweitenverlängerung mit Baader FFC (3,75x), Astronomik RGB-Filter Typ 2c, pro Kanal ca. 550 Bilder genutzt, RRGB-Bild, R-Kanal auch als Luminanzbild. *Frank Meyer*

► **Abb. 2: Saturn zeigt seine Schönheit, aber kaum Details.**
 Oben: 29.5.2014, CCD-Aufnahme, 23:57 MESZ, 9,25"-SCT bei 5400mm, ASI120MM, Baader RGB-Filter. *Michael Schröder*
 Unten: 30.5.2014, CCD-Aufnahme, 23:11 MEZ, 14"-SCT bei 9970mm, ZWO ASI120MM, 5733x0,087s (L), 7644x0,051s (R), 4556x0,042s (G), 3352x0,034s (B), IR-/RGB-Filter, Aufnahme: Firecapture, Bearbeitung: AutoStakkert!2, WinJupos, Registax6, Fitswork, Photoshop. *Udo Zlender*

IM DETAIL

Dreifacher Mondschatten auf Jupiter



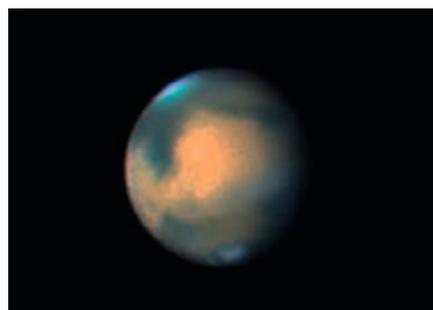
Am Abend des 3.6.2014 ereignete sich das seltene Ereignis, dass drei Mondschatten auf der Jupiterscheibe sichtbar waren. Der Beginn des Ereignisses sollte in die Tagstunden fallen. Erst zum Ende stand die Sonne unter dem Horizont. Jupiter war weniger als 40° von der Sonne entfernt. Die Fotografie wurde dadurch zu einer sportlichen Herausforderung.

Am 3.6. war der Himmel über München sehr dunstig. Visuell war Jupiter im Teleskop kaum zu erkennen. Mit einem IR-Passfilter gelang es, den Kontrast fotografisch etwas zu verbessern. Zusätzlich

wurde bei der DMK-Kamera der Gamma-Wert nach unten verschoben. Zu Beginn standen neben den drei Schatten auch noch zwei Monde vor dem Planeten.

Leider war zu diesem Zeitpunkt das Seeing besonders schlecht. Zum Ende hin wurden die Bedingungen immer besser und nach Sonnenuntergang waren in der Dämmerung trotz der Horizontnähe auch einige Farbfotos möglich. Aus den Serien im Infraroten und im Visuellen wurden zwei Animationen erstellt (vgl. Surftipps).

► Bernd Gärken



INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Fotos und Zeichnungen der Planeten. Alle eingesandten Ergebnisse werden auf planetenaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06wm](http://oc1m.de/06wm)

SURFTIPPS



- Animation des dreifachen Jupitermondshattens

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06rr](http://oc1m.de/06rr)

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

INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Fotos und Zeichnungen aktueller Kometen! Alle eingesandten Ergebnisse werden auf kometenaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft.

[Kurzlink: oc1m.de/06du](https://oc1m.de/06du)

NASA, ESA, J-XU (Planetary Science Institute)

◀ Abb. 1: Komet Siding Spring am 31.3.2014. Aufnahme mit dem Hubble Space Telescope.

ligkeitswerte erreichen. Von den Kameras der beiden Mars-Rover werden dann interessante Aufnahmen erwartet, von den fünf in der Umlaufbahn befindlichen Sonden – etwa der erst im September eingetroffenen MAVEN-Sonde der NASA – Messdaten und Bilder.

Von der Erde aus ist C/2013 A1 leider weit schwieriger zu beobachten und der Komet wird auch nur eine maximale Helligkeit von etwa 8^m,5 erreichen. Vom Sommer bis zur Erdnähe Anfang September stand der Schweifstern tief am Südhimmel und zieht seither in Richtung Norden. Dennoch reicht es hierzulande nur für eine sehr bescheidene Abendsichtbarkeit mit Horizonthöhen von maximal 10°. Anfang Oktober steht Siding Spring für mittlere nördliche Breiten unbeobachtbar im Stachel des Skorpions. Am 8. passiert er den Offenen Sternhaufen M 6, am 11. erreicht er das Sternbild Schlangenträger. Eine Beobachtung des etwa 8^m,5 hellen Kometen bleibt bei abnehmendem Sonnenabstand aber weiterhin sehr schwierig. Am Abend des 19. Oktober kommt es zum Vorbeiflug – zur Zeit der engsten Begegnung, um 20:30 MESZ, sind die beiden Himmelskörper für Mitteleuropa bereits untergegangen. Wer das seltene Ereignis verfolgen möchte, muss eine Reise in den Süden – bevorzugt ins südliche Afrika – in Kauf nehmen. Statistisch gesehen ist ein so knapper Vorbeiflug eines Kometen an einem inneren Planeten nur alle 100000 Jahre zu erwarten.

Eine Woche nach der Mars-Passage ist Siding Spring dann bereits in Sonnennähe. Die Helligkeit beginnt abzunehmen und obwohl der Komet rasch nach Norden wandert, schrumpft der Sonnenabstand und die Sichtbarkeitsbedingungen verbessern sich auch im November nur noch wenig. Am 7. November wechselt C/2013 A1 ins Sternbild Schlange, doch bei einer Elongation von 40° endet die sehr eingeschränkte Sichtbarkeit für Mitteleuropa wieder.

Kometen aktuell Komet Siding Spring verfehlt Mars ganz knapp

Am 3. Januar 2013 entdeckte Robert McNaught am Siding Spring Observatorium in Australien einen neuen Kometen. **C/2013 A1 (Siding Spring)** befand sich zu diesem Zeitpunkt noch außerhalb der Jupiterbahn, als erste Bahnrechnungen ein spektakuläres Ergebnis brachten: Der Schweifstern schien mehr oder weniger auf Kollisionskurs mit Mars und sogar ein Einschlag auf dem Planeten war denkbar. Verbesserte Berechnungen brachten im Laufe des Jahres dann aber Gewissheit, dass C/2013 A1 Mars nicht treffen, aber doch sehr knapp daran vorbeifliegen wird. Zu dieser Begegnung kommt es am Abend des 19. Oktober, wenn der weniger als 1km große Kern des Kometen Mars um nur 0,00096AE oder 138000km verfehlen wird. Zum Vergleich: Die knappste bekannte Annäherung eines

Kometen an die Erde erreichte Komet Lexell 1770 mit 0,015 AE oder 2,2 Mio. km.

Die Koma von C/2013 A1 sollte nach Schätzungen dann etwa 150000km Durchmesser aufweisen und damit den Planeten streifen. Nicht auszuschließen ist, dass sich während der mehrstündigen Passage Staubpartikel der Koma in Mars-Meteore verwandeln werden. Für die den Planeten umkreisenden Raumsonden wurde die Gefahr durch solche Partikel, die mit rund 50km/s auftreffen, als gering eingestuft. Intensive Beobachtungen der Entwicklung des Kometen – insbesondere der Staubproduktion – sollen das Risiko weiter minimieren. HST, SWIFT und NEOWISE hatten den Kometen daher im Laufe des Jahres bereits im Visier.

Für einen Beobachter auf dem Mars könnte der Komet bei der Annäherung negative Hel-

Kometen im Oktober/November					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2012 K1 (PANSTARRS)	19.5.2012	27.8.2014 (1,05AE)	31.10.2014 (0,95AE)	Februar bis Juli 2014, September bis Oktober 2014, Januar 2015	6 ^m bis 7 ^m
C/2013 A1 (Siding Spring)	3.1.2013	25.10.2014 (1,40AE)	5.9.2014 (0,89AE)	Oktober bis November 2014	8 ^m bis 10 ^m



▲ Abb. 2: C/2013 A1 (Siding Spring) am 6.7.2014. CCD-Aufnahme, 12"-Astrograph bei 1136mm, FLI ML 8300, 30min (L), 15min (je RGB). Aufnahme aus Namibia. *Gerald Rhemann*

Anfang Oktober noch am Morgenhimmel zu sehen ist C/2012 K1 (PANSTARRS). Der etwa 6^m5 helle Komet kann zu Beginn der astronomischen Morgendämmerung etwa 15° hoch im Südosten beobachtet werden. Er wandert vom Sternbild Wasserschlange ins Hinterdeck. Ab der Monatsmitte wird es schwierig, den südlich einer Deklination von -25° stehenden Schweifstern noch aufzufinden. Im letzten Monatsdrittel verschwindet PANSTARRS Richtung Südhemisphäre und kommt erst im Januar zurück an den Abendhimmel. Dann wird seine Helligkeit wieder auf rund 10^m0 abgenommen haben.

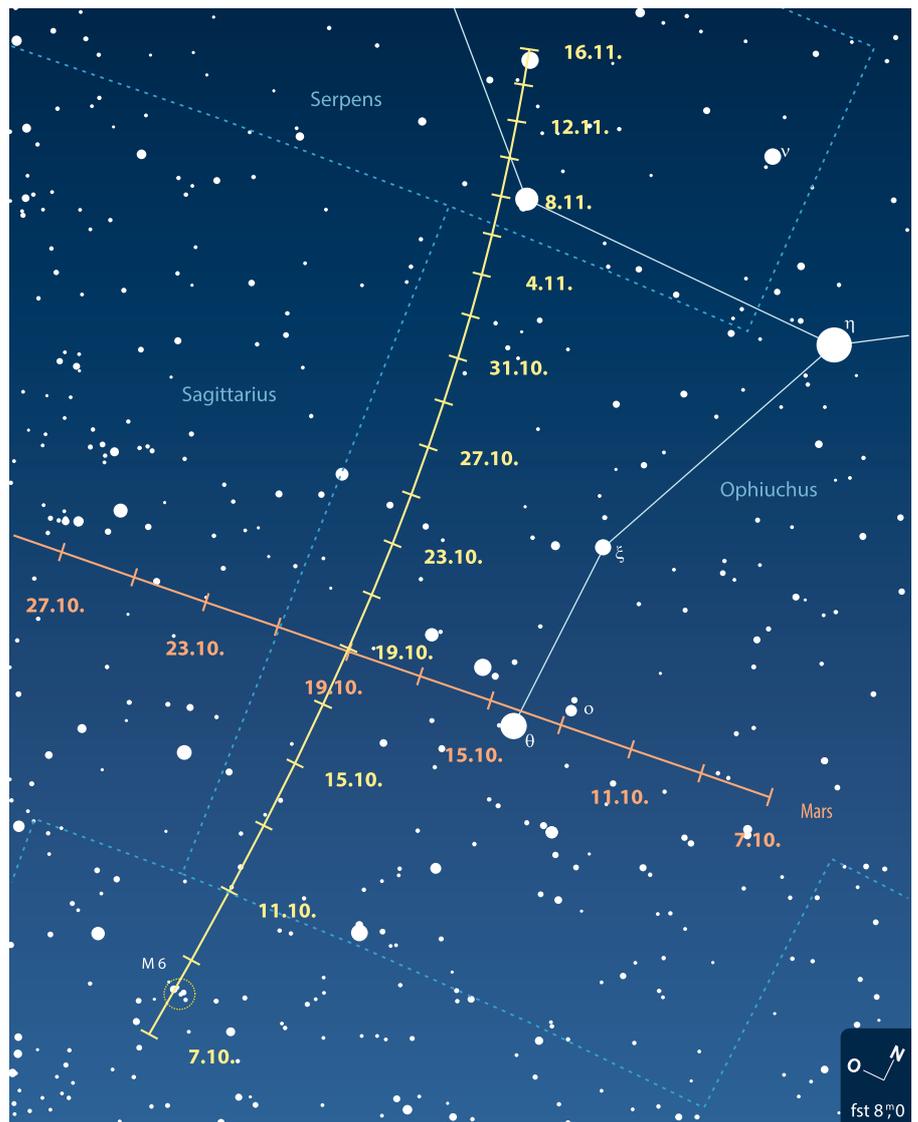
► Burkhard Leitner

SURFTIPPS



- interstellarum-Kometengalerie
- NASA Seite zum Kometen Siding Spring
- NASA Beobachtungskampagne zum Kometen Siding Spring
- Komet Siding Spring Live-Daten

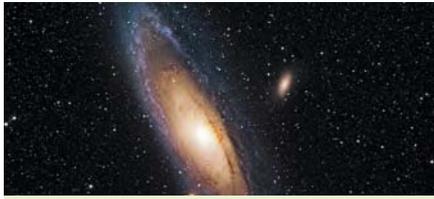
Kurzlink: oc1m.de/06ww



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

Objekte der Saison

Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November 2014



für Einsteiger

M 31 (Gx)



für Stadtbeobachter

M 103 (OC)

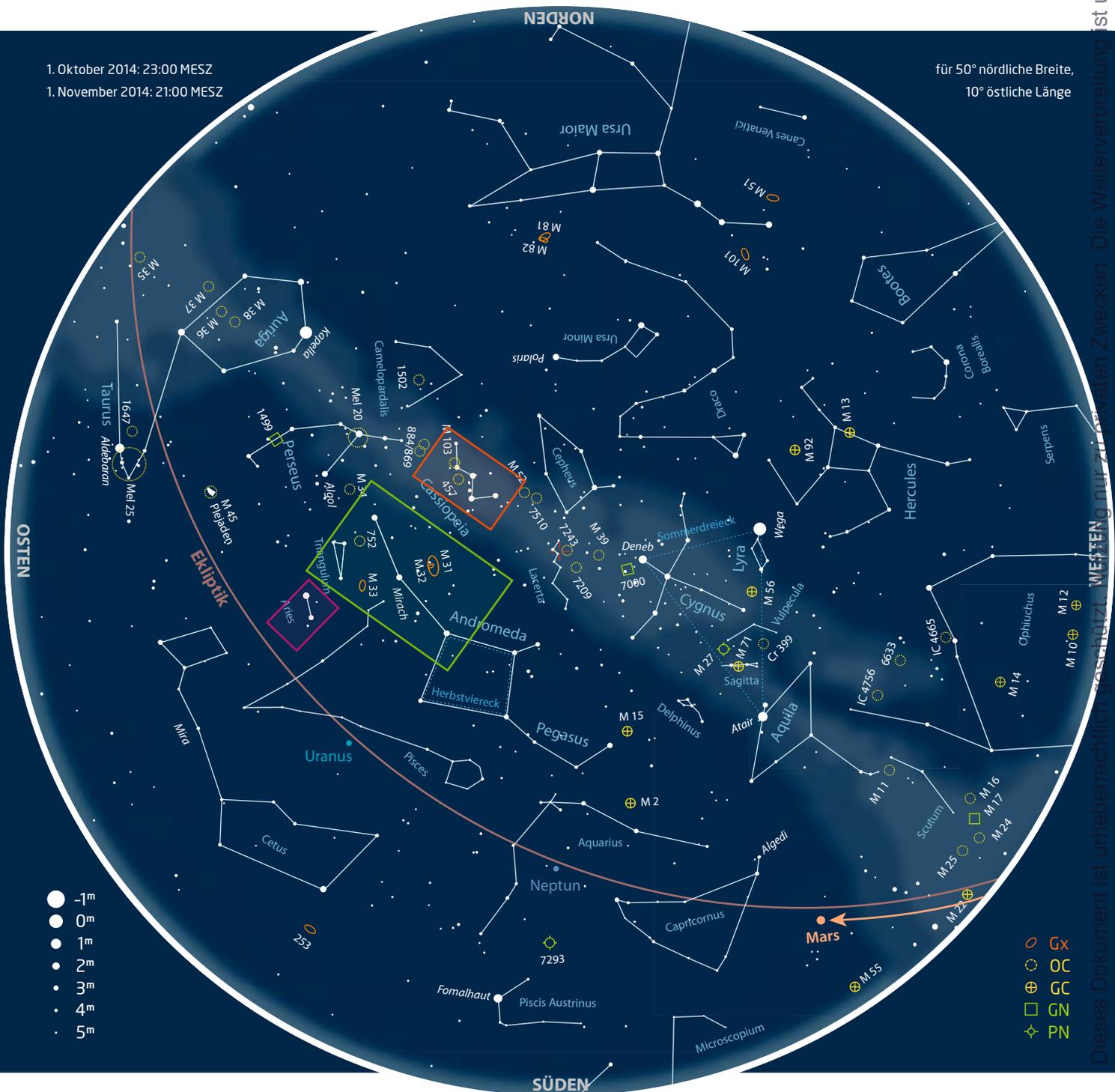


für Landbeobachter

NGC 772 (Gx)

1. Oktober 2014: 23:00 MESZ
1. November 2014: 21:00 MESZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



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

Für Einsteiger: M 31

Was M 13 für die Objektklasse der Kugelsternhaufen ist (vgl. interstellarum 95), ist M 31, die Andromedagalaxie, für die Objektklasse der Galaxien: Beide Beobachtungsobjekte stehen ganz oben auf der Wunschliste des Einsteigers in die Hobby-Astronomie. M 31 ist leicht mit dem bloßen Auge zu erkennen (vgl. Praxistipp) – wenn der Himmel nicht zu aufgehellt ist. Die erste Erwähnung der Galaxie beruht daher auch auf einer freizügigen Beobachtung: der persische Gelehrte Abd-al-Rahman Al Sufi beschrieb M 31 um das Jahr 964 n. Chr. als »kleine Wolke« im Sternbild Andromeda. Die mittelalterlichen Aufzeichnungen gerieten aber in Vergessenheit, so dass erst dem deutschen Astronomen Simon Marius am 15.12.1612 eine Wiederentdeckung mit dem gerade erfundenen Teleskop gelang. Der Eintrag in den Messierkatalog als M 31 erfolgte schließlich am 3. August 1764.

M 31 ist eine typische Balken-Spiralgalaxie in etwa 2,5 Mio. Lj Entfernung. Unsere eigene Milchstraße sähe ihr aus entsprechendem Abstand betrachtet wohl zum Verwechseln ähnlich. Die Andromedagalaxie ist allerdings mit 130000Lj bis über 200000Lj Durchmesser deutlich größer, besitzt aber vermutlich weniger Masse als unsere Galaxis [1, 2]. M 31 besitzt ein ganzes System von Begleitgalaxien, von denen die beiden M 32 und M 110 die hellsten sind. Außerdem

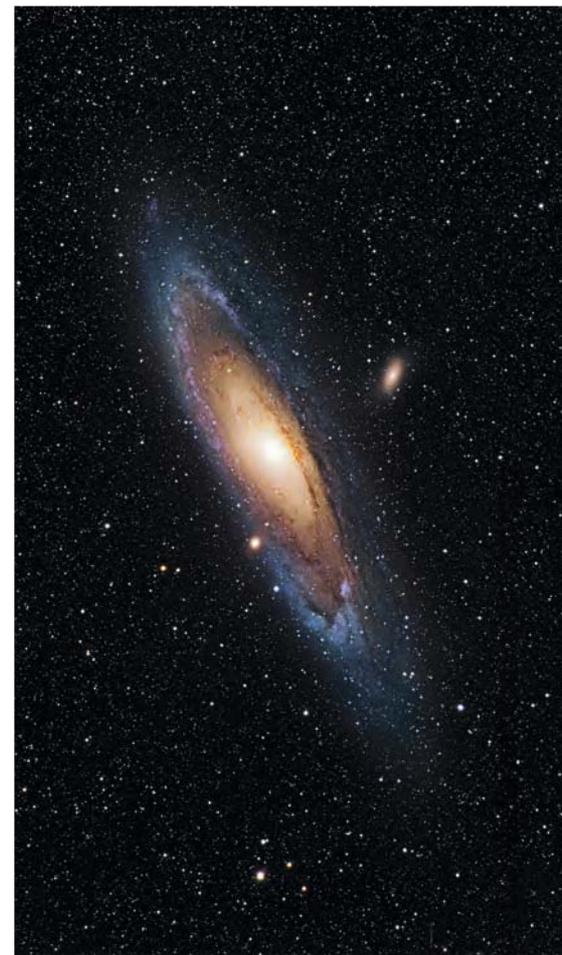
bildet sie zusammen mit der Galaxie M 33 im Sternbild Dreieck und unserer Milchstraße den Kern der lokalen Galaxiengruppe, die gravitativ aneinander gebunden ist.

Das Aufsuchen von M 31 gestaltet sich auch für den Einsteiger relativ einfach: Der mittlere Stern der Andromedakette, β And, wird als Erster im Sucher anvisiert. Nordwestlich dieses Sterns und rechtwinklig zur Andromedakette findet sich μ And und etwas weiter in die gleiche Richtung schließlich ν And. Die Galaxie ist nun bereits im Sucher direkt westlich von ν And zu sehen. In Stadtnähe wird man nur den Zentralbereich der Galaxie erkennen können, der sich als kleines nebliges Oval mit einem hellen Kern darstellt. Unter einem dunklen Landhimmel und in einer mondlosen Nacht werden auch die lichtschwächeren Außenbereiche erkennbar – nun präsentiert sich die Andromedagalaxie als 3° lange Ellipse in Nordost-Südwest-Ausrichtung. Möchte man die Galaxie im Ganzen betrachten, ist also ein möglich großes wahres Gesichtsfeld erforderlich.

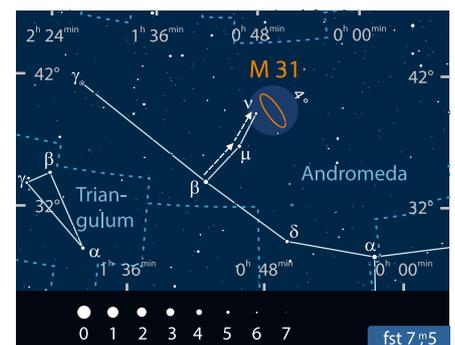
► Lambert Spix

- [1] Evans, N.W., Wilkinson, N.I.: The Mass of the Andromeda Galaxy, MNRAS 316, 929 (2000)
- [2] Ibata, R. et al.: On the Accretion Origin of a Vast Extended Stellar Disk around the Andromeda Galaxy, Astrophys. J. 634, 287 (2005)

▼ Abb. 2: M 31 im Teleskop mit 60mm Öffnung, Vergrößerung 50×. Links in Stadtnähe, rechts unter dunklem Landhimmel. Lambert Spix



▲ Abb. 1: Die Spiralstruktur von M 31 kommt so deutlich nur auf Fotografien zum Vorschein. Die Begleitgalaxien M 32 und M 110 gehören ebenso wie M 31 und unsere Milchstraße zur lokalen Galaxiengruppe. Immo Gerber

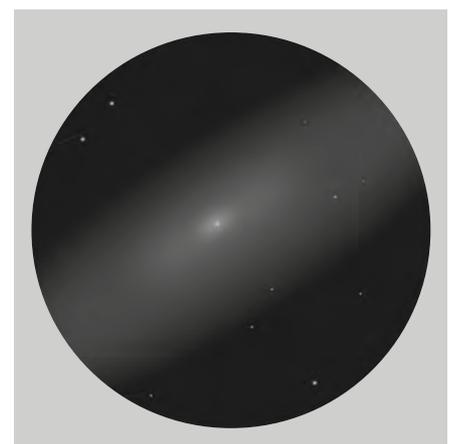
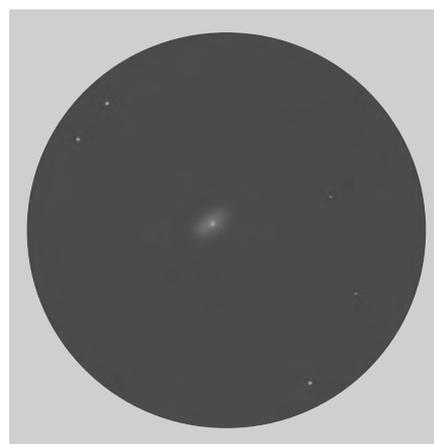


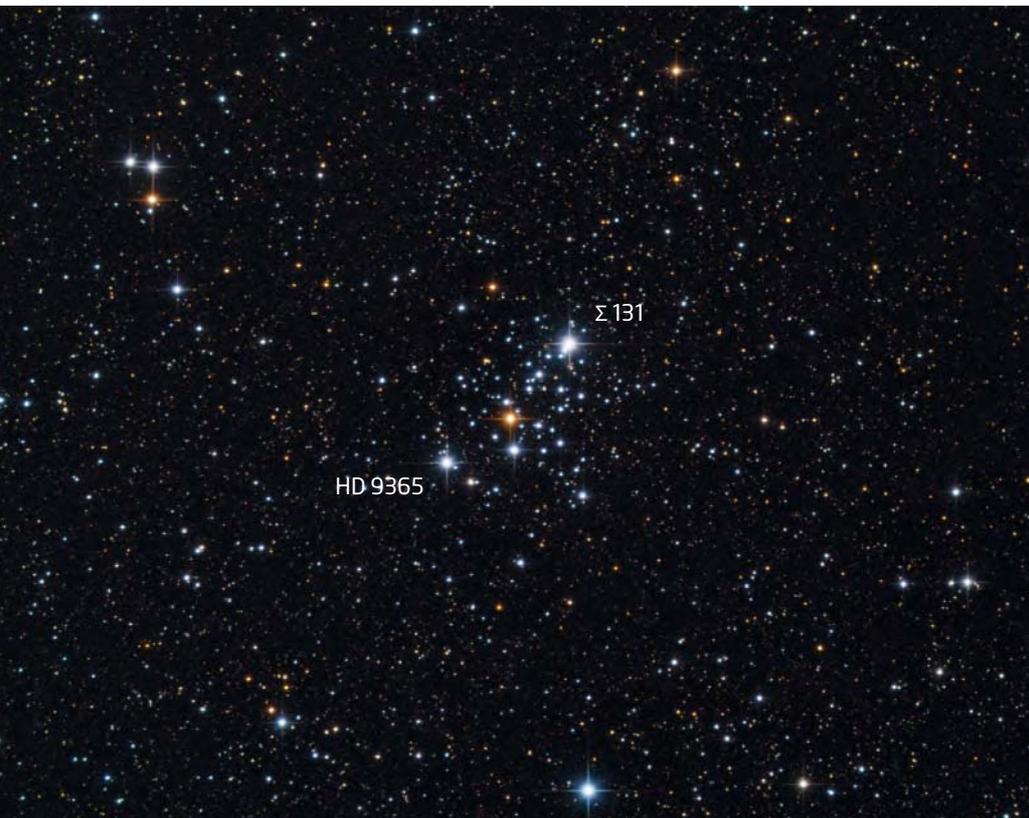
PRAXISTIPP

Tipps für das bloße Auge: M 31

Nach dem einfachen Aufsuchen über die Sternkette β , μ und ν And sollte M 31 selbst unter hellem Vorstadthimmel (ab etwa 5^m0) noch als unscharfer Fleck erkennbar sein. Unter besseren Bedingungen können auch die Randbereiche der Galaxie wahrgenommen werden; die scheinbare Ausdehnung des jetzt deutlich ovalen Nebels wächst mit der Himmelsqualität auf bis über 3,5° × 1° unter Alpenhimmel.

► Kay Hempel





▲ Auf länger belichteten Aufnahmen mit vergleichsweise hoher Vergrößerung zeigt sich die ganze Schönheit vom M 103: der Kontrast zwischen helleren und schwächeren Sternen unterschiedlicher Farben. *Bernhard Hubl*

Für Stadtbeobachter: M 103

Leicht zu finden – aber schwer aufzulösen. So lässt sich der Charakter des im Sternbild Kassiopeia gelegenen Offenen Sternhaufens M 103 kurz umschreiben. In der Deep-Sky-Beobachtungsliteratur wird M 103 häufig vernachlässigt, weil es in der Kassiopeia vermeintlich attraktivere Sternhaufen gibt (z.B. M 52) und selbst NGC-Objekte in seiner unmittelbaren Nachbarschaft mit größerem Sternreichtum aufwarten können (z.B. NGC 663, 654, 457). So herrscht denn auch allgemeine Verwunderung darüber, warum ausgerechnet dieser

1781 von Pierre Méchain entdeckte Haufen Aufnahme in die berühmte Messier-Liste gefunden hat [1].

Stadtbeobachter werden dies vielleicht anders sehen, denn M 103 kann man durchaus als ein ideales City-Objekt für »helle Nächte« ansehen: Mit vier lichtstarken Sonnen siebter und achter Größe ist der Sternhaufen auch am aufgehellten Himmel ein auffälliges Objekt, das zudem nur 1° ost-südöstlich von δ Cas (Ruchbah) entfernt liegt und daher keine längere Suche oder gar ein ausgedehntes Starhopping erfordert. Von Ruchbah aus braucht man das Teleskop nur 0,5° östlich zu schwenken, um auf ein markantes Dreieck mit Sternen 7. Größe zu stoßen. Von dort aus sind es zu M 103 nur 45' in nordöstliche Richtung.

Bei 25-facher Vergrößerung ergibt sich ein schönes Bild: M 103 zeigt sich deutlich als eine gestreckte Kette von vier Sternen. Die Mitte bildet ein schwächeres Sternpaar, ein Stern davon auffallend rötlich. Der nördlichste Stern der Kette ist der Doppelstern Σ (Struve) 131, dessen 7^m 3 und 9^m 9 helle Komponenten 13,8" voneinander entfernt sind. Doppelsterne mit diesem Abstand lassen sich in der Regel relativ un-

problematisch und schon bei geringer Vergrößerung sicher trennen. Problematisch ist hier jedoch die Magnitudendifferenz zwischen den beiden Sonnen, wobei die B-Komponente mit 9^m 9 so schwach ist, dass sie von der A-Komponente überstrahlt wird und nur relativ schwer aufzufinden ist. Das Problem liegt nicht so sehr in der Trennung, sondern darin, die B-Komponente (Positionswinkel 144°) vor dem hellen Hintergrund überhaupt zu entdecken. Sehr umstritten ist allerdings, ob Σ 131 überhaupt ein physikalisches Mitglied des Sternhaufens ist, der mit 7500Lj zu den entferntesten Haufen der Messier-Liste zählt [2]. Auch bei dem rötlichen Stern des mittleren Sternpaares – ein Roter Riese mit einer scheinbaren Helligkeit von 8^m 5 – soll es sich lediglich um einen Vordergrundstern handeln. Gleiches gilt für den hellen Stern am südöstlichen Ende der Sternkette (HD 9365).

So liegt denn auch die wahre Herausforderung bei der Beobachtung von M 103 darin, zumindest einige der insgesamt auf 170 Sterne geschätzten Mitglieder [3] aufzulösen und damit einen Eindruck von dem Haufencharakter des Objekt zu bekommen, dessen tatsächliche Ausdehnung auf 16Lj geschätzt wird [2]. Am Stadthimmel dürfte dies nur bei entsprechend hoher Vergrößerung und mit Hilfe einer großen Öffnung gelingen. So blitzten im 8-Zoll Spiegelteleskop des Verfassers bei 78× fünf bis zehn Lichtpunkte im Bereich zwischen Σ 131 und dem Roten Riesen auf – dies allerdings nur bei indirektem Sehen. Mit dieser Beobachtungstechnik lässt sich unter Umständen sogar die häufig beschriebene »Dreiecksform« von M 103 erahnen.

► Karl-Peter Julius

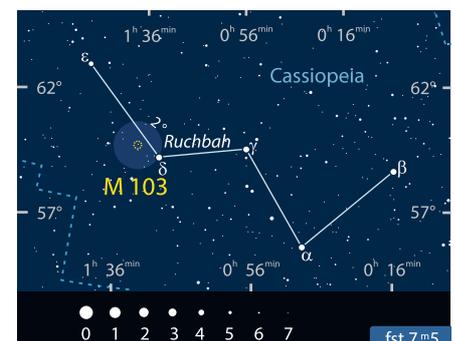
- [1] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, 5. Auflage, Oculum-Verlag, Erlangen (2014)
- [2] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [3] Koch, B.; S. Korth: Die Messier-Objekte, Kosmos-Verlag, Stuttgart (2010)

PRAXISTIPP

Fernglastipp: M 103

Auch in Stadtnähe ist der Offene Sternhaufen als kleiner Sternknoten im Fernglas erkennbar. Aufgrund der geringen Größe von M 103 sind hier Ferngläser mit höherer Vergrößerung ab 15× im Vorteil.

► Lambert Spix



Für Landbeobachter: NGC 772

Der Widder ist ein kleines, aber auffälliges Sternbild des nördlichen Herbsthimmels. Es wird in ganzer Länge von der Ekliptik durchzogen, wodurch immer wieder Objekte des Sonnensystems das Sternfeld bereichern. In der Antike befand sich hier auch der Punkt der Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche, der deshalb auch als »Widderpunkt« bezeichnet wird. Mittlerweile ist dieser Punkt aufgrund der Präzessionsbewegung der Erdachse in das Sternbild Fische weitergewandert. Neben den Objekten des Sonnensystems finden sich auch einige interessante Ziele für Deep-Sky-Beobachter. Das hellste von ihnen ist die Galaxie NGC 772.

NGC 772 zählt zu den zahlreichen Entdeckungen des deutsch-englischen Astronomen Wilhelm Herschel. Er fand die Galaxie als eines von fünf Objekten in der Nacht des 29. November 1785 [1]. Herschel beschrieb NGC 772 als sehr hell, groß, rund und nicht einfach auflösbar. Möglicherweise vermutete Herschel aufgrund schwacher Strukturen, dass es sich um einen unaufgelösten Sternhaufen handelt. Weitere Erkenntnisse brachten erst die Beobachtungen mit Lord Rosses riesigem »Leviathan«. Bei den Beobachtungen wurden mehrere Male Verzweigungen oder Arme vermutet, ohne diese klar definieren zu können. Am 3. November 1855 entdeckte Mitchell mit diesem Teleskop zudem die hellste Begleitgalaxie NGC 770.

Die Entfernung der Galaxie beträgt immerhin 113 Mio. Lj [2], womit sie etwa doppelt so weit entfernt ist wie die Galaxien des Virgohaufens. NGC 772 ist eine besonders große Spiralgalaxie mit einem Durchmesser von fast 230000Lj. Damit übertrifft sie die Milchstraße oder die Andromedagalaxie deutlich. Die Form der Galaxie wird oft mit einem Apoptroph verglichen, denn sie verfügt über einen dominierenden, mit hellen Sternent-

strebungsgebieten durchsetzten Spiralarm. NGC 772 besitzt aufgrund ihrer Größe eine ganze Reihe von Begleitgalaxien. Der hellste Begleiter NGC 770 ist eine elliptische Galaxie und befindet sich in einem projizierten Abstand von 3,5' von der Hauptgalaxie, was etwa 108000Lj entspricht [3]. Auf tief belichteten Aufnahmen zeigt NGC 770 eine deutliche Interaktion mit NGC 772. Die einwirkenden Kräfte haben sowohl in Richtung des Kerns der Hauptgalaxie als auch in die entgegengesetzte Richtung Gezeitenschweife ausgebildet. Direkt westlich von NGC 770 besitzt die Galaxie noch zwei weitere Begleiter, die eine außergewöhnlich große Rotverschiebung zeigen. Aufgrund dessen wurde das Gesamtsystem auch als Arp 78 in den Atlas of Peculiar Galaxies von Halton Arp aufgenommen. Im Jahr 2003 bot NGC 772 die seltene Gelegenheit, zwei Supernovae vom Typ II gleichzeitig in einer Galaxie zu beobachten. Die SN 2003hl und SN 2003iq erreichten beide etwa 16^m.

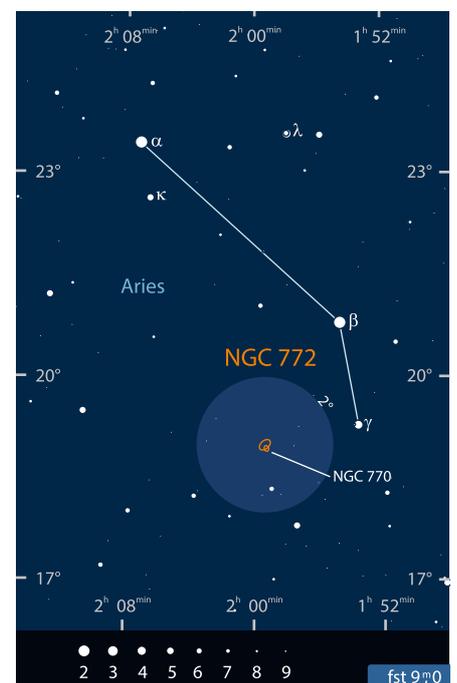
Die Galaxie lässt sich mit Hilfe des Sterns γ Ari relativ leicht auffinden. Mit einer Helligkeit von 10^m3 und einer Flächenhelligkeit von 13^m9 konkurriert NGC 772 mit den schwächsten Messier-Galaxien wie M 91 oder M 98. Somit handelt es sich um kein klassisches Beobachtungsobjekt für Ferngläser, auch wenn geübte Augen die Galaxie vielleicht schon mit einem 10x50-Fernglas erhaschen können. Kleine Teleskope zeigen einen deutlichen ovalen Nebelfleck. Mit 8" ist bei mittleren Vergrößerungen der Ansatz des hellsten Spiralarms erkennbar. Das Zentrum der Galaxie sitzt asymmetrisch im ovalen Halo. Etwas südlich der Galaxie ist mit indirektem Sehen zudem die kleine flächenhelle Begleitgalaxie NGC 770 wahrnehmbar. Ab 16" zerfällt der dominierende Spiralarm in mehrere Fragmente. Ein interessantes Projekt ist die Beobachtung weiterer Begleitgalaxien. Astrofotografen sollten aufgrund der Entfernung zu langen Brennweiten greifen, um die Galaxie gut aufgelöst abzubilden.

Canada-France-Hawaii-Telescope/Ceelum



▲ NGC 772 ist eine große Galaxie im Sternbild Widder. Durch Interaktion mit der Nachbargalaxie NGC 770 erscheint sie deutlich asymmetrisch.

- [1] Steinicke, W.: Historic NGC/IC: www.klimaluft.de/steinicke/ngcic/Expl_HistNGCIC.htm (2014)
- [2] Pignatelli, E. et al.: Modelling gaseous and stellar kinematics in the disc galaxies NGC 772, 3898 and 7782, MNRAS 323, 188 (2001)
- [3] Geha, M. et al.: NGC 770: A Counterrotating Core in a Low-Luminosity Elliptical Galaxy, Astron. J. 129, 2617 (2005)



► Matthias Juchert

INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Beobachtungsergebnisse! Alle eingesandten Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen zu den Objekten der Saison werden auf interstellarum.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft. Die komplette Übersicht finden Sie auf S. 80.

Kurzlink: oc1m.de/06fc

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

Und sie bewegen sich doch

Nachweis von Eigenbewegungen in Deep-Sky-Objekten und ihrer Umgebung

von Harald Strauß

Digitized Sky Survey, H. Strauß

▲ Abb. 1: Eigentlich erscheinen Sterne oder Deep-Sky-Objekte immer gleich. Doch wenn man über Zeiträume von Jahren und Jahrzehnten Astrofotos vergleicht, fallen doch Veränderungen auf – zum Beispiel die Expansion des Crab-Nebels. Diese drei Aufnahmen aus den 1950er- (blau) und 1990er-Jahren (grün) sowie eine aktuelle Aufnahme des Autors (rot) zeigen dies eindrucksvoll.

Pretty Pictures sind das Ziel der meisten Astrofotografen. Doch es steckt mehr in so manchen Astrofotos, als selbst ihre Autoren ahnen: Vergleicht man eigene aktuelle Fotos mit Bildern älterer fotografischer Kataloge, lassen sich auf fast jedem Motiv Veränderungen nachweisen. Dazu gehören Eigenbewegungen von Sternen oder Veränderungen in Nebelstrukturen.

Bewegungen von Sternen am Himmel ergeben sich zwangsläufig, da in unserer Heimatgalaxie alle Sterne um das galaktische Zentrum kreisen. Aufgrund der großen Entfernungen von der Sonne erscheinen diese Bewegungen jedoch sehr klein. Erst Edmond Halley hat Anfang des 18. Jahrhunderts erstmals Veränderungen beim Vergleich seiner gemessenen Sternpositionen mit jenen von Hipparch (134 v. Chr.) festgestellt und bestimmt.

Bewegungskomponenten

Die wahre Bewegung eines Sterns im Raum setzt sich aus zwei Bewegungskomponenten zusammen: Einmal die Bewegung quer zu unserer Sichtlinie, die als Verschiebung eines Sterns am Sternhimmel gesehen wird und als Eigenbewegung definiert ist. Außerdem gibt es eine Bewegung des Sterns auf uns zu oder von uns weg, die man nicht sehen, aber mit dem Doppler-Effekt messen kann.

Der Stern mit der größten bekannten Eigenbewegung ist Barnards Pfeilstern, ein Roter Zwerg und nach α Centauri der uns am nächsten gelegene Stern. Seine relative Geschwindigkeit zu unserem Sonnensystem beträgt rund 140 km/s. Er legt damit pro Jahr 10,3" zurück, d.h. in 60 Jahren ca. 10'. Es gibt einige weitere Sterne mit relativ großen und somit schon in kurzer Zeit nachweisbaren Eigenbewegungen (vgl. Tabelle). Bei den meisten Sternen liegen die jährlichen Bewegungen jedoch im Bereich

GRUNDLAGEN

Millibogensekunde

Die Eigenbewegungen von Sternen werden in Millibogensekunden (milli arcsecond, mas) angegeben. 1mas entspricht einer Tausendstel Bogensekunde. 3600mas ergeben also 1'.

1mas entspricht dem Winkel, unter dem eine Strecke von 1,86m auf der Mondoerfläche von der Erde aus betrachtet erscheint. Diese Strecke kann das Hubble-Space-Teleskop nicht auflösen - in diesen Größenordnungen sind aber Eigenbewegungen von Sternen für Amateure nachweisbar.

von Milli-Bogensekunden (vgl. »Grundlagen«). Auch Nebel – insbesondere Supernovaüberreste – können im Lauf der Jahrzehnte, z.B. durch Expansion, deutliche Veränderungen zeigen.

Faktor Zeit

Um solche winzigen Werte nachweis- und meßbar zu machen, hilft der Faktor Zeit, denn auch die kleinste Bewegung addiert sich über viele Jahre zu einer gut meßbaren Größe. Um diese Zeitspanne zu maximieren, sind die Platten von fotografischen Durchmusterungen des 20. Jahrhundert gut geeignet, mit denen sich das eigene Bildmaterial vergleichen lässt.

Ideal geeignet ist der Palomar Sky Survey (POSS). Im POSS-I wurde zwischen 1945 und 1958 der gesamte nördliche Himmel (bis Deklination -30°) in Rot (Kodak 103a-E) und Blau (Kodak 103a-O) aufgenommen. Als Mittelwert kann man das Jahr 1952 annehmen. Zwischen 1984 und 1999 folgte der POSS-II in den Spektralbereichen blau (IIIaJ), rot (IIIaF) und nahes Infrarot (IVN). Als Mittelwert gilt hier das Jahr 1992. Die zeitliche Differenz zu heutigen Aufnahmen beträgt also 62 bzw. 22 Jahre.

Auswahl und Bearbeitung

Beide Durchmusterungen sind als Digitized Sky Survey im Internet abrufbar (vgl. Surfipps). Von dort lassen sie sich herunterladen und in ein Gra-

fikprogramm importieren, um sie mit eigenen Bildern vergleichen zu können.

Je nach Objekttyp sollte man die rote oder blaue Version auswählen. Bei HII-Regionen zeigen die roten Platten die vielfach vorhandene H α -Emission, während bei Reflexionsnebeln eher die blauen Platten geeignet sind.

Damit die POSS-Aufnahmen mit eigenen Ergebnissen verglichen werden können, ist bei letzteren einige Vorarbeit notwendig:

- die Bildorientierung anpassen. Dazu muss das Bild evtl. gespiegelt und gedreht werden, bis Norden oben und Osten links ist
- die Bilder subpixelgenau ausrichten (das erledigen viele Bildbearbeitungs-Programme). Die exakte Ausrichtung ist elementar, denn eine Fehlausrichtung ist eine große Quelle für Fehlinterpretationen.
- Helligkeit und Kontrast der Bilder angleichen und ggf. invertiert darstellen. Dies ist für die spätere Analyse anschaulicher.

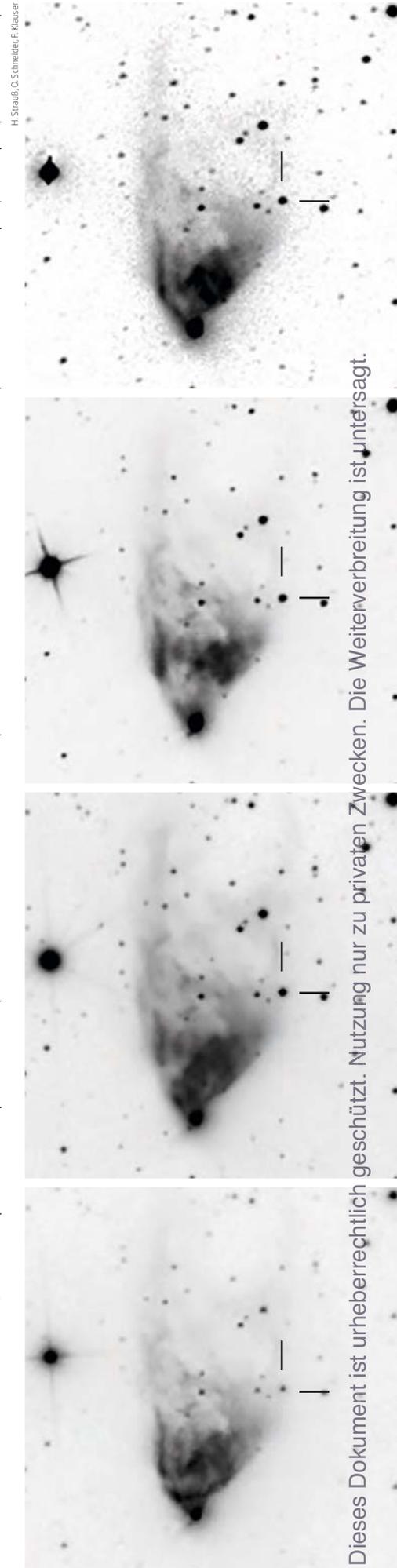
Vergleich der Aufnahmen

Die POSS-Bilder sind in der Regel bereits genau ausgerichtet und können durch Wechselblinken umgehend analysiert werden. D.h. auch ohne entsprechende Softwarewerkzeuge können durch schnelles Hin- und Herschalten der Ansichten Veränderungen visuell erfasst werden. Für die spätere Nutzung und auch, um das Ergebnis zu dokumentieren, lohnt sich die Erstellung eines kleinen Videos oder einer Animation, bei der das POSS-Bild und die eigene Aufnahme in schnellem Wechsel nacheinander gezeigt werden.

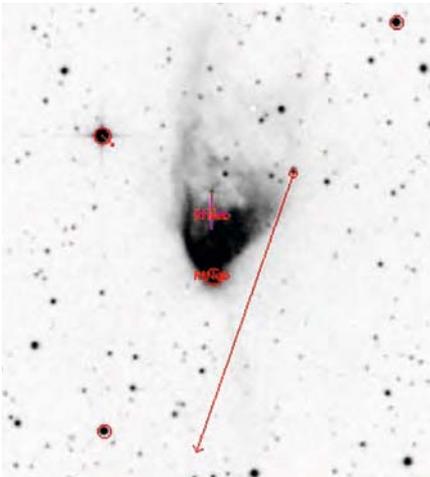
Bereits bei der Verwendung der beiden Platten aus POSS-1 und POSS-2 lassen sich durch den Zeitsprung von 40 Jahren zahlreiche Veränderungen dokumentieren – ganz ohne eigenes Ergebnis. Mit einem eigenen Bild erhält man eine Abstufung von drei Zeitpunkten: ideal, um tatsächliche Eigenbewegungen von Bildartefakten zu unterscheiden.

Sind eigene Aufnahmen eines Objektes in größerem zeitlichen Abstand vorhanden, kann auch auf ein Vergleichsbild aus dem POSS verzichtet werden. Eine Fundgrube ist diesbezüglich die Bildersammlung auf dem CCD-Guide des Astronomischen Arbeitskreises Salzkammergut, deren Aufnahmen fast ausnahmslos exakt zeitlich dokumentiert sind (vgl. Surfipps).

► Abb. 2: Vergleich von vier Aufnahmen von NGC 2261 zwischen 1999 und 2011, entnommen aus dem Archiv der CCD-Guide-DVD. Sichtbar werden Veränderungen in der Nebelstruktur und die Eigenbewegung des Sterns NLTT 16798.



Aladin Sky Atlas, UDS/CNRS



◀ Abb. 3: Ansicht der Umgebung von NGC 2261 mit dem Identifizierungstool von Aladin. Der Stern NLTT 16798 ist mit einem Pfeil markiert.

Bewegung im Bild

In nahezu jedem gegebenen Feld zeigt sich, dass zahlreiche Sterne versetzt erscheinen. Es gibt Regionen am Himmel, wo sich bis zu 20 Sterne in einem Gesichtsfeld von 1° markant bewegen. Dabei ist auffällig, dass sich

- Sterne in einem Feld meist in Vorzugsrichtungen bewegen, es sind oft Bewegungsrichtungen vorzufinden
- Sterne mit sichtbarer Eigenbewegung häufen
- gelegentlich auch Sternpaare und Sterngruppen gemeinsam bewegen. Dies könnte auf unentdeckte Doppelsterne oder Mehrfachsysteme hindeuten.
- Sterne in Offenen Sternhaufen meist gar nicht sichtbar bewegen. Dies dürfte daran liegen, dass die meisten Sternhaufen in einer Entfernung von mindestens mehreren hundert, häufiger tausenden Lichtjahren liegen und daher die Bewegung zu klein ist.

Bestimmung

Der Wert der Eigenbewegung von Sternen lässt sich mit Methoden der Astrometrie bestimmen. Ohne spezielle Software kann man sich behelfen, indem man im Feld den Abstand zweier Sterne bestimmt, bei denen die Ortspositionen durch ein Sternkartenprogramm bekannt sind. Aus dem Abstand der Sterne am Monitor (mit Lineal vermessen) und den Ortspositionen kann man den Abbildungsmaßstab bestimmen und damit wiederum die zurückgelegte Strecke der Sterne in der Zeitspanne der beiden Bilder. Daraus lässt sich die Bewegung pro Jahr errechnen.

Um die Genauigkeit der eigenen Bestimmung zu überprüfen, kann man die Methode bei einem Stern mit einer bekannten Bewegungskomponente testen. Es lässt sich eine Genauigkeit von 1,5% bezüglich der Werte, welche von Hipparcos (vgl. »Im Detail«) bestimmt wurden, ermitteln.

Beispiel 1: Crab-Nebel

M 1, der Crab-Nebel, ist als hellster Supernova-Überrest am Himmel bekannt. Er entstand in einer Sternexplosion im Jahr 1054 – seitdem expandiert die Nebelmaterie in den Raum.

In diesem Fall wurden die Aufnahmen von POSS-1, POSS-2 und eine eigene Aufnahme zu einer Animation zusammengefügt. In der resultierenden Zeitspanne von etwa 60 Jahren ist die Ausdehnung der Filamente im Nebel sehr schön erkennbar.

Anhand der Ausdehnung der Filamente kann man versuchen, auf den Zeitpunkt der Supernova-Explosion zurückzurechnen. Dabei ergab sich ein Datum um 980 n. Chr. – der Fehler liegt also nur bei 7%.

Beispiel 2: Hubbles Veränderlicher Nebel

Seit langer Zeit ist bekannt, dass sich NGC 2261 (Hubbles Veränderlicher Nebel) innerhalb weniger Wochen verändern kann und diese Veränderung auch für Amateure einfach nachzuweisen ist. [1] Die Ursache für die Veränderung liegt darin, dass der Nebel durch den Stern R Monocerotis ungleichmäßig beleuchtet wird (R Mon ist ein unregelmäßig Veränderlicher Stern). Der Stern selbst ist nicht sichtbar, da er in einem Staubkokon eingebettet

Q IM DETAIL

Hipparcos

Bei Hipparcos handelte es sich um eine Satellitenmission, welche in den Jahren 1989 bis 1993 durchgeführt wurde.

Die dabei gewonnenen Daten wurden im Hipparcos-Katalog zusammengefasst. Dieser enthält die präzisesten Werte in Bezug auf Position, Parallaxe, Eigenbewegung und Helligkeit von Sternen, die je bestimmt wurden, jedoch nur für etwa 120000 Sterne. Es sind fast alle Sterne bis 8^m und eine Auswahl von schwächeren Sternen verzeichnet. Die Untergrenze für sicher nachweisbare Bewegungen liegt bei ca. 10mas/Jahr.

Die Hipparcos-Katalogdaten sind auch in den gängigen Sternkartenprogrammen hinterlegt (z.B. TheSky oder Guide) oder in astronomischen Informationstools im Internet abrufbar (Simbad, Aladin).

Bei eigenen Analysen kommt es häufig vor, dass man im Gesichtsfeld keine Sterne mit bekannten Hipparcos-Werten findet. Dem Problem der fehlenden Referenzen soll der kürzlich gestartete Satellit GAIA Abhilfe schaffen. Der Name steht für »Globales Astrometrisches Interferometer für die Astrophysik«, ein Projekt der ESA, wobei ca. 1% der Sterne der Milchstraße (= ca. 1Mrd. Sterne) mit sehr hoher Genauigkeit vermessen werden soll. Geplante Missionsdauer ist fünf Jahre, die Genauigkeit soll besser als 0,025mas bei Sternen bis 15^m sein, im schlechtesten Fall jedoch zweimal besser als Hipparcos.

Die schnellsten Sterne am Himmel						
Stern	Sternbild	R.A.	Dekl.	Eigenbewegung	Helligkeit	Entfernung
Barnards Pfeilstern	Oph	17 ^h 57,8 ^{min}	+4° 42'	10,27"/a	9 ^m 5	5,9Lj
Kapteyns Stern	Pic	5 ^h 11,7 ^{min}	-45° 1'	8,73"/a	8 ^m 8	12,7Lj
Groombridge 1830	UMa	11 ^h 52,9 ^{min}	+37° 43'	7,04"/a	6 ^m 4	28Lj
Lacaille 9352	PsA	23 ^h 5,5 ^{min}	-35° 51'	6,90"/a	7 ^m 3	11,7Lj
Gliese 1	Scl	0 ^h 5,5 ^{min}	-37° 21'	6,08"/a	9 ^m 0	14,5Lj
Ross 619	Cnc	8 ^h 11,9 ^{min}	+8° 46'	5,30"/a	12 ^m 5	21,8Lj
61 Cygni	Cyg	21 ^h 6,9 ^{min}	+38° 45'	5,20"/a	5 ^m 6	11,2Lj
Lalande 21185	UMa	11 ^h 3,3 ^{min}	+35° 58'	4,78"/a	7 ^m 5	8,1Lj
Wolf 359	Leo	10 ^h 56,5 ^{min}	+7° 1'	4,71"/a	13 ^m 7	7,6Lj
ε Indi	Ind	22 ^h 3,4 ^{min}	-56° 47'	4,69"/a	4 ^m 7	11,2Lj
WX UMa	UMa	11 ^h 5,5 ^{min}	+43° 31'	4,53"/a	14 ^m 8	18,9Lj

tet ist. Er weist Helligkeitsschwankungen bis zu vier Größenklassen auf.

Eine These für die Variabilität sind dichte Staubwolken in der Umgebung von R Mon, die dessen Beleuchtung periodisch blockieren. Bestimmte Gebiete des Nebels erhalten dann kein Sternlicht mehr und sind verdunkelt.

Neben den Veränderungen im Nebel fiel aber auch ein Stern auf, welcher sich in den 12 Jahren merklich nach Süden zu bewegen schien. Es handelt sich um den 15^m 8 hellen Stern NLTT 16798, ein sogenannter »High proper-motion Star«.

Beispiel 3: vdB 1

Beim Reflexionsnebel vdB 1 wurden Aufnahmen des POSS-1, POSS-2 und eine Aufnahme von Bernhard Hubl miteinander kombiniert. Hier zeigen sich drei Veränderungen: Ein mutmaßlicher Doppelstern bewegt sich vor dem Sternfeld des Hintergrunds. Ein weiterer, sich schnell bewegendes Stern erscheint unterhalb des Nebels. Schließlich verändert sich auch die Struktur eines kleinen Nebels nordöstlich von vdB 1. Dabei handelt es sich um HH 164, ein Herbig-Haro-Objekt. Dies sind Nebel um entstehende Sterne mit hoher Eigengeschwindigkeit. Durch vom Stern emittierte Jets entstehen Schockwellen, dabei wird das umliegende interstellare Medium verdichtet. Strukturänderungen und Bewegungen innerhalb weniger Jahre sind keine Seltenheit, die meisten Herbig-Haro-Objekte sind jedoch sehr klein und lichtschwach.

Fazit

Eigenbewegungen von Sternen treten häufig auf und sind mit geringem Aufwand sehr gut nachweisbar. Selbst Bewegungen in Nebelstrukturen sind häufiger, als man denkt, und gerade bei Supernovaresten eindeutig nachweisbar. Es ist deshalb eine gute Idee, eigene aktuellen Astroaufnahmen jeweils auf Eigenbewegungen zu untersuchen, so wie es etwa Harald Blauensteiner regelmäßig durchführt (vgl. Surftipps).

[1] Tschierske, N.: Hubbles Veränderlicher Nebel, interstellarium 26, 8 (2003)

SURFTIPPS



- Digitized Sky Survey
- Hipparcos
- Simbad
- Aladin
- GAIA
- CCD-Guide
- Webseite von Markus Blauensteiner

 **Kurzlink:** oc1m.de/06gs



▲ Abb. 4: Die Umgebung von vdB 1 auf Aufnahmen des POSS-1 (oben), POSS-2 (Mitte) und einem Amateurfoto (unten). Zu erkennen sind die Positionsänderungen eines Doppel- und eines einfachen Sterns sowie Strukturänderungen in HH 164.



Im Hochland der Gesundheit

Eine Mondtour zum Terra Sanitatis

von Lambert Spix

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

NASA

Eine der weniger bekannten Landschaftsbezeichnungen auf dem Mond ist Terra Sanitatis – das Land der Gesundheit. Eingebettet zwischen Oceanus Procellarum (Ozean der Stürme) im Westen und Mare Tranquillitatis (Meer der Ruhe) sowie Mare Nectaris (Nektarmeer) im Osten, bedeckt es die Mondmitte sowie einen Teil der südlichen Hemisphäre. Hier tummeln sich große und kleine Krater sowie mancher versteckte Schatz für Mondbeobachter.

Schon auf den ersten systematischen Mondkarten aus dem 17. Jahrhundert wurden die dunklen Gebiete als Mare und die hellen Gebiete als Terra bezeichnet. Diese Hochländer des Mondes sind wunderbar zu beobachten, denn sie beherbergen viele alte Krater. Am Terminator erscheinen diese Areale mit ihren Schatten und Lichtern rau und zerklüftet. Trotzdem sind die alten Namen der Hochländer im Gegensatz zu denen der dunklen Meere heute nicht mehr in Gebrauch.

Alter Krater zum Ersten

Startpunkt des Mondspaziergangs ist der 144km große Krater Hipparchus, direkt nordwestlich des prominenten Trios Ptolemaeus, Alphonsus und Arzachel. Hipparchus ist sofort als sehr alter und verwitterter Krater zu erkennen. Zahlreiche kleinere Einschläge haben seinen ursprünglich hohen und scharf abgegrenzten Wall stark eingeebnet. Besonders im Südwesten des Kraters ist der Wallrand nur noch vage zu erkennen und geht fast unmerklich in das umgebende Hochland über.

Wie das ganze Areal wurde auch Hipparchus vermutlich durch Auswurfmaterial, welches bei der Entstehung des Imbrium-Beckens ausgehoben wurde, bedeckt. Auf dem Kratergrund sind eine Vielzahl weiterer Details zu erkennen: Etwas südlich der Mitte finden sich in einem hügeligen Areal der nur noch halb erhaltene Krater Hipparchus X (18km) und nördlich davon Hipparchus N (6km). Im nordwestlichen Quadranten kommen bei flachem Lichteinfall zwei Geisterkrater besonders deutlich zum Vorschein, die praktisch vollständig verschüttet wurden.

◀ Abb. 1: Neben den imposanten Kratern Hipparchus und Albategnius gibt es im rauen Gebiet des Terra Sanitatis viele kleine »Leckerbissen« zu entdecken.

Krater über Krater

Der 30km große und 3000m tiefe Krater Horrocks dominiert den Kratergrund im Nordosten von Hipparchus. Er wurde nach der Entstehung des Imbrium-Beckens gebildet, ist aber alt genug, um ein wenig verwittert zu erscheinen. Die inneren Wälle zeigen eine komplexe Kraterstruktur und sind zur Mitte hin terrassenförmig abgerutscht. Sie verdecken bis auf einen kleinen Rest das Zentralgebirge. Ebenfalls ist nur ein kleiner Rest des ehemals flachen Bodens verblieben. Ein größeres Stück des Westrands ist eingebrochen und bildet eine große Ausbuchtung. Bei genauer Beobachtung fällt direkt am Westrand von Horrocks ein kleines Kreissegment auf. Hier liegt tatsächlich der größere Horrocks über einem kleineren Krater, der bei der Entstehung von Horrocks praktisch vollständig zerstört wurde.

Klein aber fein

Inmitten einer kleinen Ausbuchtung im Sinus Medii (Bucht der Mitte), direkt nordwestlich angrenzend an Hipparchus, findet sich der nur 8,5km große, aber 1800m tiefe Krater Seeliger. Der »frische« Einschlag ist bestens erhalten und zeigt einen kleinen flachen Kratergrund.

Südlich von Seeliger durchkreuzt eine schmale Rille die Ausbuchtung des Sinus Medii. Die 31km lange Rima Réaumur verbindet den gleichnamigen, stark verwitterten Krater Réaumur mit Hipparchus. In einem Teleskop mit mittlerer Öffnung ist die Rille gut erkennbar. Bei sehr flacher Sonneneinstrahlung ist außerdem ein weiteres schwaches und unbenanntes Rillensegment erkennbar, das Hipparchus genau in der Mitte schnei-

▶ Abb. 3: Zeichnung von Hipparchus und Albategnius durch ein Teleskop mit 10" Öffnung bei 241×. Der niedrige Sonnenstand lässt eine plastische Szenerie entstehen. *Thomas MacCague*



▲ Abb. 2: Die fast dreieckige Struktur des Terra Sanitatis ist bereits mit dem bloßen Auge zu erkennen. *Rolf Hempel*

det und wie eine Fortsetzung der Rima Réaumur erscheint. Beide Rillen sind ungefähr auf das Mare Imbrium (Regenmeer) ausgerichtet und hängen möglicherweise mit dessen Entstehung zusammen.

Versteckter Schatz

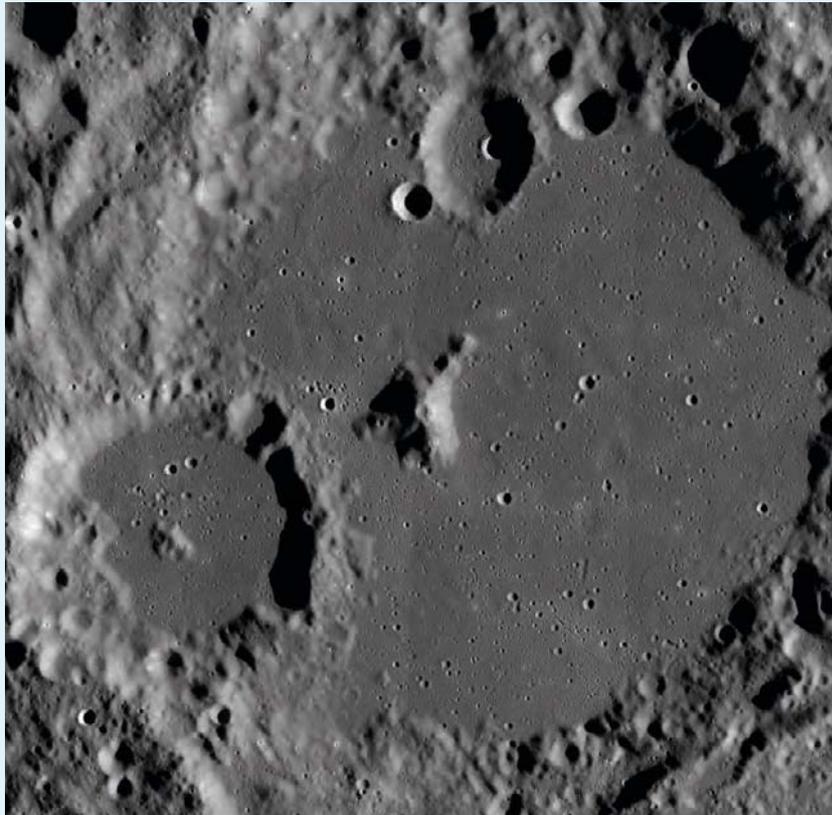
Südwestlich von Hipparchus, inmitten des rauen Hochlands zwischen Albategnius, Ptolemaeus und Hipparchus, liegt der unscheinbare Krater Müller. Der etwas verwitterte 23km große Einschlag wird von mehreren



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

Q IM DETAIL

Gipfelkrater in Albategnius



▲ Genau auf dem Gipfel des Zentralgebirges von Albategnius befindet sich ein nur 2km großer Kleinkrater.

Genau auf der Mitte des 1900m hohen Zentralgebirges von Albategnius ist bei sehr gutem Seeing ein Kleinkrater von etwa 2km Durchmesser erkennbar. Dieser Krater ist tatsächlich ein Impakt und nicht, wie man vermuten könnte, vulkanischen Ursprungs. Zentralgebirge sind keine Vul-

kane, sondern altes Tiefengestein, das nach dem Einschlag »zurückfederte«. Außerdem erscheint der Krater auf hoch aufgelösten Aufnahmen noch sehr jung. Ein Krater vulkanischen Ursprungs müsste um die 3,5 Milliarden Jahre alt sein und dementsprechend verwittert erscheinen.

Satellitenkratern begleitet, von denen zwei – Müller O (9km) und Müller A (7km) – genau auf dem Wallrand liegen. Vor allem aber lohnt sich der Besuch Müllers aufgrund der schnurgeraden Kraterkette aus Sekundäreinschlägen, die, bei Müller A beginnend, über Müller F hinaus in Richtung des nördlichen Randes von Ptolemaeus verläuft.

Viererkette

Südöstlich von Hipparchus hat der Zufall eine weitere sehenswerte, diesmal gebogene Kette aus vier Kratern erzeugt, die im Gegensatz zu der Kraterkette bei Müller kein Produkt von Sekundäreinschlägen ist. Man kann sehr schön erkennen, dass die Krater unterschiedlichen Alters sind: Halley (36km) und Hind (28km) sind schon vor der Entstehung des Imbrium-Beckens vorhanden gewesen und durch weitere Einschläge und Auswurfmaterial verwittert. Dagegen sind die beiden Krater Hipparchus C (15km) und Hipparchus L (12km) bestens erhalten und zeigen scharfe Kraterländer mit keinerlei Spuren von Verwitterung. Sie sind also deutlich jünger als Halley und Hind.

Alter Krater zum Zweiten

Wie Hipparchus ist auch Albategnius in der Zeit vor der Bildung des Imbriumbeckens entstanden. Der Wall ist verwittert und durch weitere Einschläge stark eingeebnet. Besonders der Nordwall zeigt eine Vielzahl kleinerer Einschläge. Hier finden sich die Nebenkranter Albategnius B (20km), C (6km), N (7km), H (8km) und M (7km). Im Südwesten ist der Wall von Albategnius auf einer Breite von 43km komplett durch den Krater Klein eingedrückt, der wiederum den 7km großen Krater Klein A auf seinem Wall zeigt.

Der Kratergrund von Albategnius ist komplett aufgefüllt, vermutlich mit Auswurfmaterial des Imbrium-Beckens. Zahlreiche Kleinkrater sind darauf zu finden. Hier lohnt sich ein Beobachtungsversuch mit einem Teleskop von mittlerer bis großer Öffnung bei sehr gutem Seeing. Ein weiteres lohnenswertes Beobachtungsziel ist das imposante Zentralgebirge, welches allerdings etwas aus der Mitte von Albategnius versetzt ist.

Vogel mal drei

Eine interessante und komplexe Kraterstruktur findet sich südöstlich von Albategnius. Hier liegen ineinander verschachtelt drei Einschläge mit dem 26km großen Vogel in

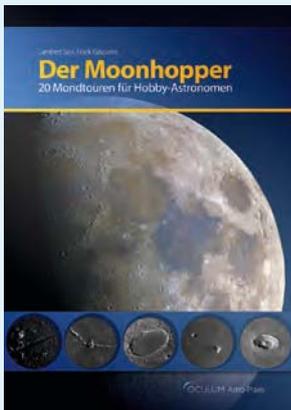
Mondformationen im Terra Sanitatis						
Formation	Typ	Breite	Länge	Größe/Länge	Höhe/Tiefe	Reiseatlas Mond/Fotografischer Mondatlas
Hipparchus	Krater	5,4°S	4,9°O	144km	1100m	17, 36
Horrocks	Krater	4,0°S	5,8°O	30km	3000m	17, 36
Seeliger	Krater	2,2°S	3,0°O	8,5km	1800m	17, –
Rima Réaumur	Rille	2,9°S	2,5°O	31km	–	17, –
Müller	Krater	7,7°S	2,0°O	23km	2000m	17, 36
Halley	Krater	8,1°S	5,7°O	36km	2500m	17, 36
Hind	Krater	7,9°S	7,3°O	28km	3000m	17, –
Klein	Krater	12,0°S	2,5°O	43km	1500m	18, –
Vogel	Krater	15,1°S	5,8°O	26km	2800m	18, 36
Argelander	Krater	16,6°S	5,8°O	34km	3000m	18, –
Airy	Krater	18,2°S	5,6°O	39km	2400m	18, –
Airy Swirl	Swirl	17,7°S	3,2°O	–	–	–, –

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

BUCHTIPP



Astro-Praxis:
Der Moonhopper



Lambert Spix, Frank Gasparini,
Oculum-Verlag, ISBN: 978-3-938469-
54-5, 24,90€.

Kurzlink: oclm.de/06kz

der Mitte. Nördlich von Vogel befindet sich Vogel B (22km), der den Wallrand von Vogel überlappt. Nördlich von Vogel B schneiden wiederum die beiden Satellitenkrater Vogel A (9km) und Vogel C (10km) den Wall von Vogel B. Den südlichen Wall von Vogel halbiert ein länglicher Einschnitt, der möglicherweise durch einen Einschlag aus sehr flachem Winkel entstanden ist.

Dreierkette

Vogel selber bildet mit den beiden sich südlich befindenden Argelander (34km) und Airy (39km) eine Kette aus drei Einschlägen unterschiedlichen Alters und Erhaltungszustands. Vogel ist trotz der beiden Einschläge zu seinen Flanken sehr gut erhalten und erscheint als relativ »frischer« Krater. Der mittlere Argelander ist schon merkbar verwittert und seine Wallränder erscheinen unscharf abgegrenzt. Der Kratergrund wirkt noch weitgehend erhalten. Hier ist also ein höheres Entstehungsalter als Vogel anzunehmen. Am meisten eingeebnet erscheint der südlich Einschlag des Trios: Airy, der nur noch als flache unebene Schüssel erscheint. Trotzdem ist ein ausgeprägter Zentralberg erhalten geblieben.

► Abb. 4: In der Verlängerung der Rima Réaumur ist auf dem Kratergrund von Hipparchus eine weitere sehr flache Rille sichtbar. Stefan Lammel

IM DETAIL

Airy Swirl



▲ Der sog. Airy Swirl ist als längliche Struktur aus zwei hellen Bändern erkennbar, die durch eine dunkle Linie voneinander getrennt sind. Rolf Hempel

»Swirls« - frei übersetzt Wirbel - sind sehr seltene Strukturen auf der Mondoberfläche. Die Entstehung der hellen Wirbel ist nicht geklärt. Als Ursache werden Kometeneinschläge, Mikrometeoriten und elektrostatische Effekte diskutiert. Gesichert ist nur die Tatsache, dass es sich bei Airy Swirl um einen Ort

mit verstärktem Magnetfeld handelt. Um Vollmond herum ist der kleine Swirl westlich des Kraters Airy als längliche Struktur aus zwei hellen schmalen Bändern erkennbar, die durch eine dunkle Linie voneinander getrennt sind. Bei gutem Seeing lohnt der Versuch einer hochauflösenden Mondfotografie.



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


 INTERAKTIV


Unser Experte Uwe Pilz beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen visuelle Beobachtung und Beobachtungstechnik.

 **Kurzlink:** oc1m.de/06tj

◀ Abb. 1: Die Plejaden, auch als Siebengestirn bekannt, sind der bekannteste Sternhaufen des Himmels. Ihre Beobachtung wird durch die Anfertigung einer Zeichnung intensiviert: man erkennt Doppel-, Mehrfachsysteme und feine Reflexionsnebel.

1. Die hellen Sterne

Im ersten Schritt werden die hellen auffallenden Sterne gezeichnet. Man beginnt am besten mit den auch für das freie Auge sichtbaren Sternen, also dem Muster, welches an das Sternbild Großer Wagen erinnert. Die Zeichnung sollte nicht zu klein angelegt werden, selbst wenn man nur mit einem Fernglas arbeitet: Im Verlaufe der Beobachtung werden viele Details sichtbar, die auf dem Papier angemessenen Raum einnehmen müssen. Die »Wagenfigur« sollte etwa 10cm messen.

Zunächst werden die Positionen der hellsten Sterne mit feinen Punkten eines harten Bleistifts markiert. Dieses Muster muss sorgfältig mit dem Anblick im Teleskop verglichen werden, damit die Zeichnung in den korrekten Proportionen angefertigt wird. Wenn die Gestalt gut getroffen wurde, werden die Sterne entsprechend ihrer Helligkeit mit einem weichen Bleistift gezeichnet. Hierzu sind drei bis vier Helligkeitsstufen zweckmäßig.

Schritt-für-Schritt

Wie kann man die Plejaden zeichnen?

von Uwe Pilz

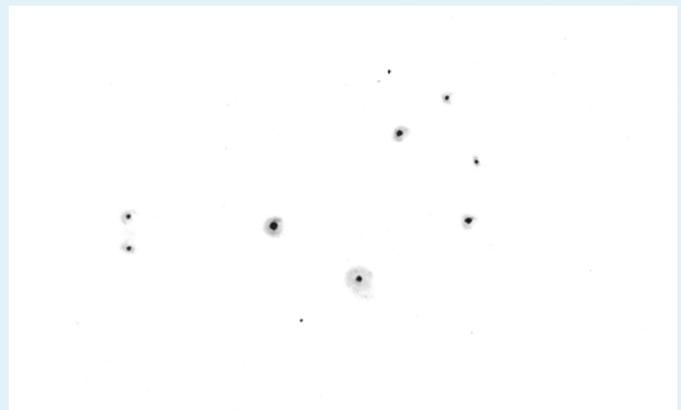
Die Plejaden, auch Siebengestirn genannt, sind der bekannteste Offene Sternhaufen des Nordhimmels. Dieses Objekt ist bereits für das freie scharf sehende Auge als Haufen erkennbar. Die wahre Pracht entfaltet es in kleineren Instrumenten, welche ein großes wahres Gesichtsfeld haben. Prädestiniert sind größere Ferngläser, kurzbrennweitige Refraktoren (sog. Kometensucher) oder kleine und deshalb kurzbrennwei-

tige Newton-Teleskope. In größeren Instrumenten können die Plejaden nicht mehr völlig überblickt werden, so dass der Haufeneindruck verloren geht – es ist dann schwer, ein abgegrenztes Objekt zu Papier zu bringen.

Die Plejaden sind jung und deshalb von Teilen der Gasmassen umgeben, aus denen sie entstanden. Dieses Gas wird von den Sternen angeleuchtet und ist damit der Beobachtung zugänglich.



▲ Abb. 2: Die hellsten Sterne der Plejaden werden zuerst eingezeichnet.



▲ Abb. 3: Die auffallenden Nebelgebiete sind um die hellen Sterne herum zu sehen.

PRAXISTIPP

Ausrüstung und Material

- Mit schwachem Rotlicht beleuchtete Zeichenunterlage
- Zeichenkarton
- Bleistifte verschiedener Härtegrade
- Filzwischer (Estompen)

► Abb. 6: Die Plejaden enthalten zahlreiche **Doppelsterne**. Diese können in Ausschnittvergrößerungen hervorgehoben werden. (Invertierte fertige Zeichnung)

2. Die auffallenden Nebelflecken

Die Nebelbereiche der Plejaden sind ausgedehnt und schon für kleine Instrumente zugänglich. Voraussetzung ist allerdings ein streulichtarmer Himmel, wie man ihn an mondlosen Abenden fernab der Großstädte vorfindet. Wer aus der Stadt heraus arbeitet, muss diesen Schritt überspringen.

Die Plejadensterne sind so hell, dass sie in den meisten Instrumenten Lichthöfe erzeugen. Da die Nebel von den Sternen angestrahlt werden, sind die hellsten Flecken auch direkt im Umkreis der Sterne zu finden. Im Zuge der Beobachtung müssen diese Effekte des Instruments von den wahren Nebelbereichen unterschieden werden. Auffallend ist zunächst, dass der »Lichthof« um Merope mehr Raum einnimmt als der um Alkyone, obwohl Alkyone deutlich heller ist. Damit wurde der erste Nebelkomplex sicher gesehen! Gezeichnet werden die Nebel am besten mit einem Filzwischer, welcher mit Bleistift-Graphit »beladen« wurde. Bevor man einen Nebel in das Bild setzt, ist zunächst ein Versuch am

Rande des Zeichenblattes auszuführen, damit nicht zu dunkel gezeichnet wird.

3. Die schwächeren Sterne

Das Hinzufügen der schwächeren Sterne erzeugt auf der Zeichnung erstmals den Eindruck eines wirklichen Sternhaufens, und nicht nur eines Sternmusters. Für diese Sterne sind wiederum zwei bis drei Helligkeitsstufen sinnvoll. Es ist wieder darauf zu achten, dass die Sterne an die richtigen Stellen gesetzt werden. Da aber durch die Wagenfigur genügend Fixpunkte vorhanden sind, kann man auf das probeweise Einsetzen mit hartem Bleistift verzichten und gleich final zeichnen.

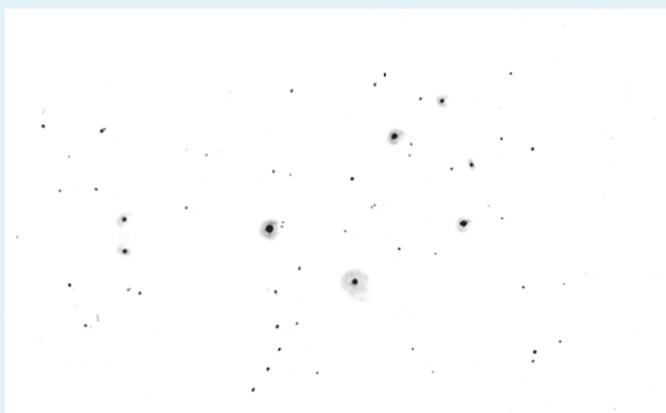
4. Feine Details an Nebeln hinzufügen

Unter gutem Himmel erschließen sich bei ausdauerndem Beobachten feine Nebeldetails,

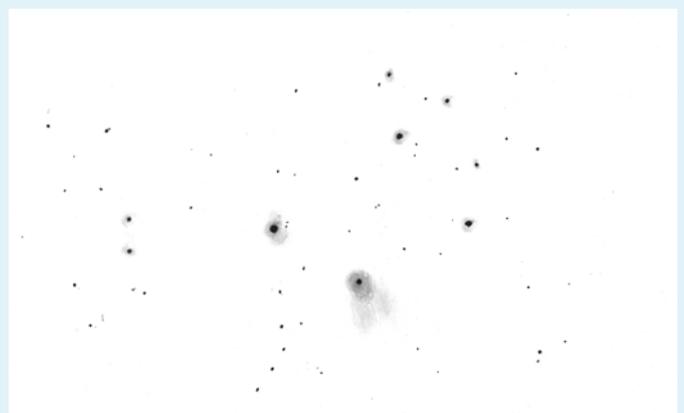
welche schwieriger zu beobachten sind und unter Umständen indirektes Sehen erfordern. Am leichtesten zugänglich sind der fächerförmige Verlauf des Nebels um Merope und der asymmetrische Alkyone-Nebel. Auch schwächere Sterne können zarte Lichthöfe tragen, wobei visuell nicht entschieden werden kann, ob es Nebel oder Reflektionen der Optik sind. Dennoch werden sie eingezeichnet.

5. Doppelsterne

Die Plejaden enthalten zahlreiche Doppel- und Mehrfachsterne. Die weit stehenden wurden schon in den vergangenen Schritten dargestellt. Konzentriertes Beobachten fördert weitere Exemplare hervor, insbesondere, wenn man die Vergrößerung erhöhen kann. Für diese Sterngruppen können Detailzeichnungen angefertigt werden. Am Schreibtisch werden die Ausschnitte den Stellen im Gesamtbild zugeordnet.



▲ Abb. 4: Das Hinzufügen der feinen Sterne bringt den Haufencharakter zum Tragen.



▲ Abb. 5: An den hellen Nebeln lassen sich weitere Einzelheiten beobachten.

Sonnen- fotografie 3.0



Vier USB3-Kameras im Vergleich

von Ullrich Dittler

▲ Abb. 1 Eine neue Kamerageneration schickt sich an, die Teleskope der Sonnenfotografen zu erobern. Von links nach rechts: IDS uEye UI-3240CP, Celestron Skyris 274M, Point Grey GS3-U3-28S5M-C, Celestron Skyris 445M. Interessant ist der Größenvergleich zu einem normalen 1¼"-Okular (rechts).

Ungekühlte Kameras sind seit Jahren die Detektoren der Wahl, wenn es um die Fotografie der Sonne im Weißlicht, im H α - oder CaK-Licht geht. Seit kurzem gibt es neue, leistungsfähige Kameras mit aktuellem USB3-Anschluß und größerem Chip. Wir haben vier für die Sonnenfotografie geeignete Kameras getestet.

Vor rund 15 Jahren eroberten niedrigpreisige externe PC-Kameras den Konsumentenmarkt. Diese Webcams, die zunächst mit einem 1/4"-Chip bei einer Chipdiagonalen von 4,5mm nur eine Auflösung von 640×480 Pixeln liefern konnten, bildeten schon bald die Basis für revolutionäre Änderungen in der Fotografie der Sonne, des Mondes und der Planeten: Dank der Webcams war es für die Abbildung der Objekte unseres Sonnensystems nicht mehr notwendig, einzelne Bilder in den kurzen

Phasen möglichst optimalen Seeings anzufertigen. Die fokal ans Teleskop angeschlossenen Kameras ermöglichten es, mehrere hundert oder tausend Bilder anzufertigen und aus diesen Bildsequenzen in der anschließenden Bildverarbeitung Aufnahmen zu generieren, die die bis dahin auf Film angefertigten Einzelbilder qualitativ deutlich in den Schatten stellten (vgl. interstellarum 37).

Aus der großen Masse der verfügbaren Webcams hoben sich damals für Amateurastronomen schnell einige wenige Modelle – beispielsweise die Philips ToUCam Pro 740 – hervor. Diese ermöglichten es, das Originalobjektiv aus dem Kunststoffgehäuse herauszuschrauben und durch eine 1¼"-Hülse zu ersetzen und die Kamera so direkt im Okularauszug des Teleskops einzusetzen. Neben der geringen Chipgröße und der ebenfalls geringen Auflösung der frühen Farb-Webcams bestanden weitere Einschränkungen in der

oft geringen Lichtempfindlichkeit und dem eingeschränkten spektralen Empfindlichkeitsbereich dieser Kameras.

Astro-Webcams 2.0

Aufbauend auf dem Erfolg der Webcams begründeten vor rund 10 Jahren die Kameras der Firma The Imaging Source (TIS) ihren bis heute anhaltenden Erfolg in der Sonnen-, Mond- und Planetenfotografie (vgl. interstellarum 58). Die bekannten blauen würfelförmigen Kameras sind mit verschiedenen Schnittstellen (USB2.0-, Firewire-Anschluss etc.) und verschiedenen Detektoren erhältlich, so dass engagierte Amateure sich aus dem umfangreichen Angebot die zu den individuellen Anforderungen am besten passende Kamera heraussuchen können. Für die astronomische Nutzung stehen sowohl farbige als auch schwarz-weiße Chips zur Ver-

DANK

Die Kameras wurden zur Verfügung gestellt von Baader Planetarium (Mammendorf) und Point Grey (Kanada)



▲ Abb. 2: Die getesteten Kameras unterscheiden sich nicht nur in der Gehäusegröße, sondern auch in den Chipgrößen.

fügung (deren Empfindlichkeit auch in den Randbereichen des Spektrums des menschlichen Auges erweitert wurde): Das Angebot reicht von den bekannten kleinen 1/4"-Chips mit einer Bildrate von 60 Bildern pro Sekunde bei 640×480 Bildpunkten bis hin zu Kameras mit 1/2" großen Chips. Das aktuelle Top-Modell bietet eine Auflösung von 1600×1200 Pixeln bei einer Bildrate von 12 Bildern pro Sekunde. Aber nicht nur in der Leistungsfähigkeit unterscheiden sich diese vielfach genutzten Kameras von den vorangegangenen Webcams: Während die genannten frühen Philips-Webcams noch für 29 bis 49 Euro zu erstehen waren, liegen die Preise für die astro-optimierten ungekühlten CCD-Kameras bei mehreren hundert Euro.

Das Angebot derartiger Kameras wurde in den vergangenen Jahren kontinuierlich weiterentwickelt – wirklich große Entwicklungsschritte schien es dabei aber in den vergangenen Jahren nicht mehr zu geben.

Eine neue Generation zeichnet sich ab ...

Ganz zweifellos leisten derartige ungekühlte CCD-Kameras bei der Fotografie des Mondes, der Planeten und der Sonne seit Jahren hervorragende Arbeit und bescheren uns unzählige detailreiche Bilder aus Amateurchand; Bilder, deren Qualität vor wenigen Jahren noch undenkbar schien. Aber geht da nicht mehr? Vor dem Hintergrund der schnellen und hohen Entwicklungszyklen und der stetigen weiteren Ausdifferenzierung der auf dem Markt verfügbaren CCD- und CMOS-Chips zeichnet sich aktuell ein weiterer Schritt bei der Erhöhung der Leistungsfähigkeit von derartigen Kameras für die Amateurastronomie ab.

Wir haben uns auf die Suche gemacht nach Kameras, die zu dieser neuen Generation von ungekühlten Kameras gerechnet werden können: einer neuen Kamerageneration, die in ihrer Leistungsfähigkeit über das seit Jahren stagnierende Niveau hinausgeht

und die ihre Leistungsfähigkeit im Rahmen dieses Tests bei der Fotografie der Sonne in den Bereichen des Weißlichts sowie des Ha- und CaK-Lichts unter Beweis stellen sollte.

Die Kameras sollten möglichst über eine Chipgröße von mindestens 1/2" verfügen, um die gesamte Sonne in der Übersicht bei 355mm Brennweite problemlos und bequem abbilden zu können. Zudem ermöglichen es Detektoren dieser Größe, auch bei höheren Vergrößerungen noch größere Übersichtsgebiete der Sonne detailliert abzubilden.

Um eine detailreiche Abbildung zu ermöglichen, sollte die Auflösung der Chips mindestens bei zeitgemäßen 1280×960 Bildpunkten liegen. Eine hohe Bildrate von mindestens 20 Bildern pro Sekunde bei voller Auflösung soll gewährleisten, dass die in der Sonnenfotografie üblichen mehreren hundert oder mehreren tausend Bilder in nicht allzu langer Zeit aufgenommen werden können.

Da sich aus einer hohen Auflösung und einer hohen Bildfrequenz sehr schnell ein beachtliches Datenvolumen ergibt, das die Kamera an den angeschlossenen Rechner liefert, wurden für diesen Test nur Kameras mit USB3-Anschluß berücksichtigt, um den reibungslosen Transfer des Datenstroms sicherzustellen.

Die Kameras sollen die Sonne in diesem Test sowohl im Weißlicht als auch im Ha-Licht (bei 656nm Wellenlänge) und im CaK-Licht (bei 393nm) abbilden, es wurden daher Kameras mit schwarz-weißem Detektor berücksichtigt.

Testarrangement

Diese Kriterien erfüllen die Modelle Skyris 445M und 274M von Celestron bzw. The Imaging Source, uEye UI-3240CP-NIR-GL von IDS und das Modell Grasshopper3-U3-28-S5M von Point Grey.

Die drei Kameras sollen ihre Eignung für die Fotografie der Sonne im Weißlicht (d.h. mit einem Herschelprisma in Verbindung mit einem FFC und einem Solar Continuum-

Filter) an einem 130mm-Refraktor, im CaK-Licht (Lunt CaK-Modul 600 in Verbindung mit einem 130mm-Refraktor) und im Ha-Licht (Solarmax 90-Filtersatz am 130mm-Refraktor sowie ein Solarmax60 an einem 60mm-Refraktor) nachweisen.

Die Kameras wurden dabei über ein aktuelles Ultrabook mit interner SSD als Datenspeicher betrieben und alle mit demselben USB3-Kabel angebunden sowie mit der notwendigen Betriebsspannung versorgt. Die Inbetriebnahme und Steuerung der Kamera erfolgte dabei mit den mitgelieferten bzw. heruntergeladenen Treibern und Softwarepaketen des Herstellers iCap (Version 2.3) bzw. mit astro-optimierten Softwarepaketen von Drittherstellern (Genika Astro, Version 2.5; FireCapture, Version 2.3). Für die Bildverarbeitung wurden die bekannten Anwendungen Registax (Version 6.1.08), Avistack (Version 2.0) oder Autostakkert (Version 2.1.0.5) verwendet.

Die Adaption der Kameras an die Optik erfolgte mittels eines 1/4"-Adapters, der in die jeweils vorhandenen C-Mount- bzw. CS-Mount-Gewinde eingeschraubt wurde. Bei den Skyris-Kameras gehört ein solcher Adapter zum Lieferumfang, bei der IDS- und der PointGrey-Kamera ist er (wie auch ein USB3-Kabel) gesondert zu beschaffen.

Elektronik und Lieferumfang

Celestron/TIS: Skyris 445M und Skyris 274M

Die Kameras der Skyris-Serie werden in Zusammenarbeit von Celestron mit The Imaging Source entwickelt und exklusiv von Celestron vertrieben. Die Skyris-Kameras basieren daher auf den Erfolgen der eingangs angesprochenen bekannten blauen würfelförmigen Kameras von The Imaging Source und entstanden als technische Weiterentwicklung aus diesen. Insgesamt sind derzeit acht verschiedene Skyris-Kameras erhältlich: Die Kameras Skyris 618M und 618C beinhalten einen 640×480 Pixel gro-



▲ Abb. 5: Die äußerlich baugleichen Kameras Celestron Skyris 274M und 445M.

ßen monochromen bzw. farbigen Chip mit einer Sensorfläche von $4,46\text{mm} \times 3,80\text{mm}$, die Kameras Skyris 445M bzw. 445C verwenden einen 1280×960 Pixel umfassenden Chip mit einer Sensorfläche von $6,26\text{mm} \times 5,01\text{mm}$. Die Skyris 274M und 274C stellen derzeit mit einer Auflösung von 1600×1200 Pixel die Spitzenmodelle der Reihe dar. Im Rahmen der NEAF 2014 kündigte Celestron mit der Skyris 132 ein weiteres Kameramodell an, das ebenfalls über eine Auflösung von 1280×960 Bildpunkten bei einer Chipfläche von $3,54\text{mm} \times 2,69\text{mm}$ verfügen soll.

Hier besprochen werden die monochrome Version der Skyris 445 (auch wenn diese mit ihrem $1/3''$ -Chip nicht der eingangs geforderten Chip-Größe von mindestens $1/2''$ entspricht) und die Skyris 274M. In der Skyris 445 findet der Sony ICX445ALA-Chip mit einer Pixelgröße von $3,75\mu\text{m} \times 3,75\mu\text{m}$ (diese Kamera hat damit die kleinsten Pixel aller Kameras in diesem Test) und einer Sensorfläche von $6,26\text{mm} \times 5,01\text{mm}$ Verwendung. Die Auflösung dieses $1/3''$ -Chips beträgt 1280×960 Pixel (d.h. 1,22 Megapixel) bei einer Chip-Diagonalen von 8mm. Die Kamera wird über den USB3-Anschluss mit der erforderlichen Betriebsspannung versorgt und

liefert bis zu 30 Bilder pro Sekunde in einer Tiefe von 12 Bit.

Der umfassende Lieferumfang der Skyris 445M macht deutlich, dass es sich um eine auf Amateurastronomen ausgerichtete Kamera handelt: Sie wird in einem schicken Pappkarton geliefert, der neben dem Kamerakopf mit CS-Mount-Gewinde und einem C/CS-Mount-Adapter auch einen $1/4''$ -Adapter, ein USB3-Kabel, eine Treiber- und Software-CD sowie eine gedruckte englischsprachige Anleitung enthält. Auf die Verwendung des vormontierten C/CS-Mount-Adapters kann bei der Verwendung der Kameras am Teleskop verzichtet werden, da dieser 5mm breite Adapter nur die Funktion hat, die korrekte Entfernung von 17,526mm zwischen Chip und Objektiv bei der Verwendung von C-Mount-Objektiven an CS-Mount-Kameras herzustellen (während bei CS-Mount-Objektiven von einem entsprechenden Aufnahmenmaß von 12,5mm ausgegangen wird): Vom Durchmesser des Gewindes ($1''$) und von der Gewindesteigung ($1/32''$) sind C-Mount- und CS-Mount-Gewinde hingegen identisch, so dass der beiliegende $1/4''$ -Adapter in beide Gewinde problemlos eingeschraubt werden kann.

◀ Abb. 3: Die IDS uEye UI-3240CP in der Detailansicht auf Vorder- (links) und Rückseite (rechts).

◀ Abb. 4: Die Point Grey GS3-U3-2855M-C in der Detailansicht auf Vorder- (links) und Rückseite (rechts).

Der rund 102g schwere Kamerakopf der Skyris misst $47\text{mm} \times 42\text{mm} \times 39\text{mm}$, ist komplett aus Metall gefertigt und das schwarz-silberne Gehäuse weist insgesamt dreizehn Rippen zur Kühlung auf.

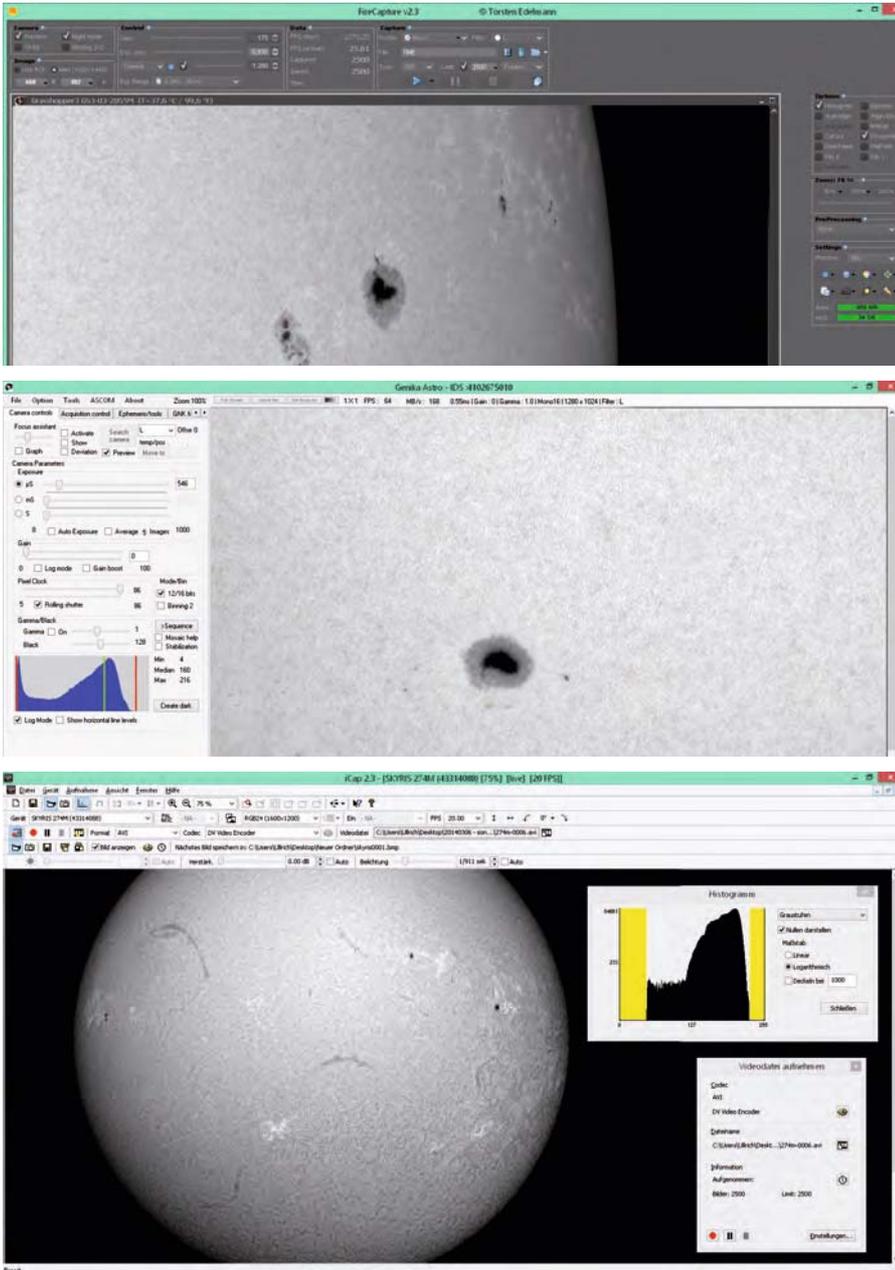
Rückseitig verfügt der Kamerakopf über die verschraubbare Anschlussmöglichkeit für das mitgelieferte USB3-Kabel. Die beiliegende CD enthält neben den Kameratreibern die Celestron-eigene Aufnahmesoftware iCap (die der Software IC Capture entspricht, die auch bisher den TIS-Kameras beilag) sowie die Software Registax (in der Version 6.1). Die Installation der Software ist in der beiliegenden gedruckten Bedienungsanleitung verständlich beschrieben; sie gelang auf unserem im Test verwendeten Ultrabook problemlos.

Die Skyris 274M entspricht hinsichtlich Gehäuse und Lieferumfang vollständig der Skyris 445M; die beiden Kameras unterscheiden sich jedoch beim Chip deutlich: In der Skyris 274M findet der Sony ICX274-Chip mit einer Pixelgröße von $4,4\mu\text{m} \times 4,4\mu\text{m}$ und einer Sensorfläche von $8,5\text{mm} \times 6,5\text{mm}$ Verwendung. Die Diagonale dieses $1/1,8''$ -Chips beträgt somit 10,88mm bei einer Auflösung von 1600×1200 Pixeln (die Kamera verfügt damit insgesamt über 1,92 Megapixel). Auch diese Kamera wird über den USB3-Anschluss mit der erforderlichen Betriebsspannung versorgt und liefert bis zu 20 Bilder pro Sekunde – ebenfalls in einer Tiefe von 12 Bit.

IDS: uEye UI-3240CP-NIR-GL

IDS ist ein in Deutschland ansässiger Anbieter von Kamera- und Bildverarbeitungs-lösungen für industrielle Anwendungen. IDS-Kameras werden daher beispielsweise in der Materialprüfung und Qualitätssicherung eingesetzt, aber auch in der Automatisierungstechnik und der Medizintechnik. Das Angebot von IDS umfasst mehr als einhundertfünfzig verschiedene Kameras und Kameramodule; 23 davon mit USB3-Anschluss. Aus diesem umfangreichen Angebot wählten wir, den weiteren genannten Kriterien dieser Gegenüberstellung entsprechend, für diesen Test die IDS uEye UI-3240CP aus.

Dieses Modell verfügt ebenfalls über einen Chip der Größe $1/1,8''$. Der in der Kamera verwendete CMOS-Chip vom Typ e2V EV76C661ABT hat eine Bildfläche von



◀ Abb. 6: Vergleich der Oberflächen der Steuerungssoftware FireCapture (oben), Genika Astro (mitte) und iCap (unten).

für diesen Test mit der Software Genika Astro zur Steuerung der Bildaufnahmen; die Bildbearbeitung erfolgte dann mit Astrostakkert und Photoshop.

PointGrey: GS3-U3-28S5M

Die in Kanada ansässige Firma PointGrey ist ebenfalls ein Kamera- und Softwareanbieter für industrielle Bildverarbeitung. Die dortige Kameraentwicklung ist daher ebenfalls auf industrielle Anforderungen ausgerichtet; PointGrey hat rund 75 verschiedene Kameras und Kameramodule mit verschiedenen Detektoren und unterschiedlichen Schnittstellen sowie passende Software und Zubehör im Angebot. Für diesen Vergleich wählten wir das Modell Grasshopper3: GS3-U3-28S5M aus.

Diese Kamera verfügt in ihrem Inneren über den CCD-Chip ICX674 von Sony mit einer Auflösung von 1920x1440 Pixeln (dies entspricht 2,76 Megapixel) bei einer Pixelgröße von 4,54µm x 4,54µm. Die teuerste Kamera dieses Tests bietet mit ihrem 2/3"-Chip auch die größte Chipfläche von 8,8mm x 6,6mm und somit eine Bilddiagonale von 10,97mm. Bis zu 26 Bilder pro Sekunde lädt die Kamera nach Herstellerangaben bei voller Auflösung in einer Tiefe von bis zu 16 Bit auf die Festplatte des angeschlossenen Rechners.

Das 90g schwere und 44mm x 29mm x 58mm große Kameragehäuse der GS3 U328S5M erreichte uns ebenfalls gut verpackt in einer kleinen Pappschachtel; zum Lieferumfang gehörte noch eine Adapterplatte mit Stativgewinde. Das rechteckige Kameragehäuse besteht aus schwarzem Kunststoff und weist auf der Vorderseite ein C-Mount-Gewinde auf und auf der Rückseite einen (ebenfalls) verschraubbaren USB3-Anschluss (für die Stromversorgung), einen HR25-Anschluss sowie eine LED, die über den Zustand der Kamera informiert.

Eine Treiber- und/oder Software-CD liegt der Kamera ebenso wenig bei wie ein USB3-Kabel. Die URL zum Download der benötigten Treiber ist jedoch beim Öffnen der Verpackung gut sichtbar aufgedruckt.

Die Installation der Treiber und des Softwarepakets klappte schnell und problemlos. Die Grasshopper-Kamera wurde in unserem Test mit der unter Planetenfoto- grafen bekannten Software FireCapture angesteuert (vgl. interstellarum 93).

8,5mm x 6,8mm und liefert bei einer Pixelgröße von 5,3µm x 5,3µm eine Auflösung von 1280x1024 Pixeln (d.h. 1,31 Megapixel) in 12 Bit. Die maximale Bildrate der IDS uEye UI-3240CP wird vom Hersteller mit 60 Bildern pro Sekunde angegeben.

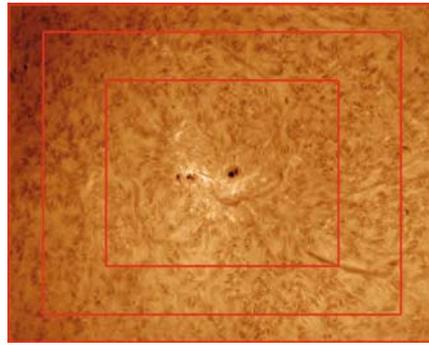
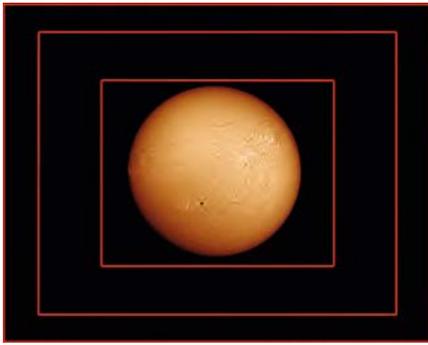
Die IDS-Kamera erreichte uns in einer kleinen und schlichten Pappschachtel zusammen mit einem deutsch- und englischsprachigen Falblatt, das die Installation des Treibers und den Anschluss der Kamera in vier Schritten beschreibt. Der Download der aktuellen Kameratreiber aus dem Internet ist in dem genannten Falblatt verständlich beschrieben, eine CD mit den Treibern liegt der Kamera daher ebenso wenig bei wie ein USB-Kabel oder ein 1/4"-Anschluss. An der Ausstattung merkt man schon, dass die Kamera mehr für den professionellen und industriellen Einsatz entwickelt wurde als für den Con-

sumer- oder (Astro-)Amateurmarkt. Der Kamerakopf ist mit 29mm x 29mm x 29mm und einem Gewicht von nur 44g sehr kompakt und klein.

Auf der Vorderseite weist die IDS-Kamera ein CS-Mount-Gewinde auf und auf der Rückseite – neben dem (ebenfalls verschraubbaren) USB3-Anschluss, über den auch die Spannungsversorgung der Kamera erfolgt – noch einen HR25-Anschluss und eine Kontrollleuchte.

Zusammen mit den Treibern kann von der IDS-Webseite auch das umfangreiche Softwarepaket zur Steuerung der Kamera heruntergeladen werden. Die Installation der Treiber und des Softwarepakets klappte wie im Falblatt beschrieben schnell und problemlos. Der Empfehlung und den guten Erfahrungen eines amerikanischen Amateurastronomen folgend betrieben wir die IDS-Kamera

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



▲ Abb. 7: Vergleich der Bildfelder der verschiedenen Chipgrößen 1/3" (innerster Rahmen), 1/1,8" (mittlerer Rahmen) und 2/3" (äußere Bildbegrenzung) bei 355mm Brennweite (links) und 1000mm Brennweite (rechts).

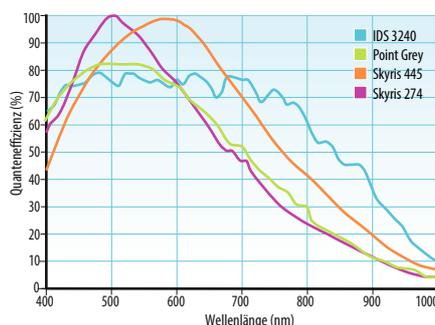
In der Praxis

Celestron/TIS: Skyris 445M und Skyris 274M

Der Betrieb der Skyris-Kamera am Teleskop gestaltet sich völlig unproblematisch: Die mitgelieferte Software iCap erkannte die angeschlossene Kamera beim Starten selbstständig und ist – trotz des großen Funktionsumfangs – recht strukturiert aufgebaut und daher intuitiv zu bedienen. Die Software ermöglicht die Aufzeichnung von Einzelbildern, Serienbildern oder erstellt Filme im avi-Format (wobei zwischen 12 verschiedenen Codecs gewählt werden kann).

Der große Chip der Skyris 274 kann bei höher vergrößerten Aufnahmen von Sonnendetails überzeugen: Durch das große Bildfeld erscheinen die einzelnen Flecken und Fleckengebiete sehr schön eingebettet in die granulare Oberflächenstruktur der Sonne. Beim alltäglichen Einsatz bringt die Skyris 271 auch die versprochene Leistung und zeichnete in unserem Test 19,7 Bilder pro Sekunde auf. Die Aufnahme eines 2500 Bilder umfassenden Films dauerte damit bei dieser Kamera 126,5 Sekunden – die Kamera ist damit die langsamste im Test. Mit der kleinen Pixelgröße bietet sie aber auch – bei Verwendung eines entsprechenden Teleskops unter passenden Himmelsbedingungen – das

▼ Abb. 8: Die spektrale Empfindlichkeit der Kameras im Vergleich.



Potenzial für die detailliertesten Aufnahmen. Der 2500 Bilder umfassende avi-Film der Skyris 274 erzeugt – je nach verwendetem Codec und gewählter Komprimierung – eine Datei mit einer Größe zwischen 286MB und 19GB. Eine typische Aufnahmesequenz im ser-Format mit 2500 Bildern belegt 4,6GB.

Die gesamte Sonnenscheibe im H α -Licht bei 355mm Brennweite abzubilden ist für einen Chip der 1/1,8"-Klasse ein Leichtes: Es bleibt viel Platz um die Sonnenscheibe herum, so dass auch bei ungenauer Nachführung oder nicht richtig eingenordeter Montierung die Gefahr recht gering ist, dass das Sonnenbild während der Aufnahmesequenz über den Chiprand hinauswandert. Der in der Kamera verwendete CCD-Chip vom Typ Sony ICX274 bietet bei 500nm seine größte Empfindlichkeit. Das im Weißlicht aufgezeichnete Sonnenbild wurde mit einem Solar-Continuum-Filter erzeugt, der seine maximale Transparenz bei 540nm aufweist, der Sony-Chip verfügt hier noch über rund 90% seiner Leistungsfähigkeit. Für CaK-Aufnahmen im Bereich von 393nm ergeben sich – ebenso wie für H α -Aufnahmen bei 565nm – aus der Empfindlichkeitskurve des Chips noch Empfindlichkeiten von rund 55% bis 60% der maximalen Chipempfindlichkeit.

Aber auch der kleine Chip der Skyris 445 reicht gerade noch aus für Übersichtsaufnahmen der Sonne: Auch auf dem 1/3"-Chip kann die Sonne bei der verwendeten Brennweite von 355mm noch komplett abgebildet werden. Bei höher vergrößerten Detailaufnahmen fällt der deutlich kleinere Chip jedoch zurück, da er im Vergleich zu seinem großen Bruder nur noch über 53% über der Chipfläche verfügt. Die Skyris 445 schreibt im praktischen Einsatz unter der Mittagssonne jedoch deutlich schneller die erstellten 2500 Bilder auf die Festplatte: Nach 85 Sekunden ist der erstellte avi-Film fertig, dies entspricht 29,4 Bildern pro Sekunde. Bei un-

komprimierten Bildern belegt der avi-Film anschließend 11GB Speicherplatz; im ser-Format bei typischen Einstellungen sind es nur noch 3,0 GB. Der in der Skyris 445 verbauter CCD-Chip vom Typ Sony ICX445ALA weist seine größte Empfindlichkeit bei rund 600nm aus. In dem für Weißlichtaufnahmen relevanten Bereich von 540nm verfügt der Chip noch über rund 95% seiner maximalen Empfindlichkeit, im Bereich der H α -Aufnahmen (656nm) sind es noch rund 90% und im Bereich der CaK-Aufnahmen (393nm) rund 40%.

IDS: UI-3240CP-NIR-GL

Auch die IDS-Kamera wird beim Starten der Software – in diesem Test kommt Genika Astro zum Einsatz – automatisch erkannt und im erscheinenden Auswahlfeld zur Verwendung angeboten. Die in Deutschland noch eher unkannte Software Genika Astro bietet einen beeindruckenden Funktionsumfang und eignet sich bestens, um Kameras von IDS, Andor, Basler, AVT und neuerdings auch Celestron/TIS-Kameras bei der Aufnahme zu steuern. Die zahlreichen Funktionen der Aufnahmesoftware sind übersichtlich auf vier Reitern untergebracht.

Genika Astro kann die Aufnahmen wahlweise als ser-, gnk-, tiff- oder avi-Dateien ablegen. Für diesen Test wählen wir das ser-Format, um die 2500 Bilder des 1/1,8" großen CMOS-Chips auf das Speichermedium zu schreiben. Die entstehende Datei belegt 6,4GB auf der Festplatte und ist nach nur 40 Sekunden erstellt! Bedingt durch die kurzen Belichtungszeiten, die bei Sonnenaufnahmen möglich sind, kann die Kamera ihre Stärke einer schnellen Bildfolge ausspielen: Im praktischen Einsatz wurden pro Sekunde 61,2 Bilder aufgezeichnet. Die IDS-Kamera ist damit die – mit großem Abstand! – schnellste Kamera im Test! Der in der Kamera verwendete CMOS-Chip vom Typ EV76C661 von E2v bietet mit seinen relativ großen Pixeln im Bereich zwischen 475nm und 725nm eine nahezu gleichbleibend hohe Quanteneffizienz von rund 70%. Für den Durchlassbereich des den Aufnahmen im Weißlicht zugrunde liegenden Solar-Continuum-Filters verfügt die Kamera über eine Quanteneffizienz von über 65%. Der gleiche Wert gilt auch für die Empfindlichkeit des Chips im Bereich des H α -Lichtes (656nm). Im Bereich des CaK-Lichtes (393nm) sinkt die Empfindlichkeit leicht auf eine Quanteneffizienz von rund 55%. In allen drei Wellenlängen steht damit mehr als genug Licht zur Verfügung, damit die IDS UI-3240-

CP-NIR-GL rund 60 Bilder pro Sekunde in einer Tiefe von 12 Bit aufnehmen und an den angeschlossenen Rechner weiterleiten kann. Auch das Bildfeld dieser Kamera erfüllt die Anforderung spielend, die gesamte Sonnenscheibe bei einer Brennweite von 355mm komplett auch dem Chip abbilden zu können. Bei höheren Vergrößerungen zeigt die Kamera Details der Sonnenphänomene stets in einem größeren Umfeld, so dass die

bildliche Darstellung eher dem visuellen Eindruck entspricht, als dies bei Aufnahmen mit kleineren Chips der Fall ist.

Vor einigen Jahren wurde CMOS-Sensoren nachgesagt, dass sie sowohl bei der Empfindlichkeit als auch beim Rauschverhalten CCD-Chips deutlich unterlegen seien. Da auch im Bereich der CMOS-Sensoren in den vergangenen Jahren große technische Entwicklungen stattfanden, ist von dieser

Schwäche bei den Sonnenaufnahmen der IDS-Kameras nichts mehr zu sehen.

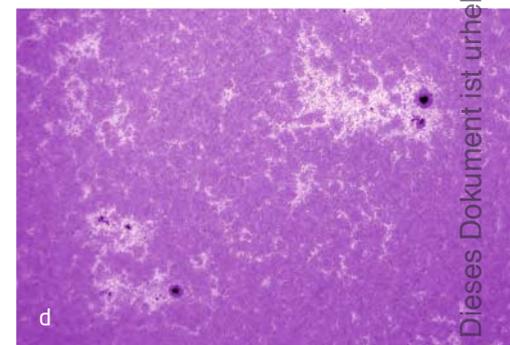
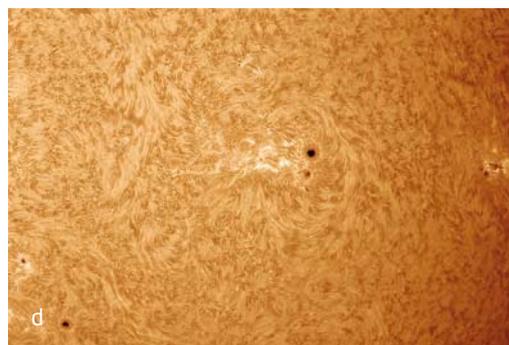
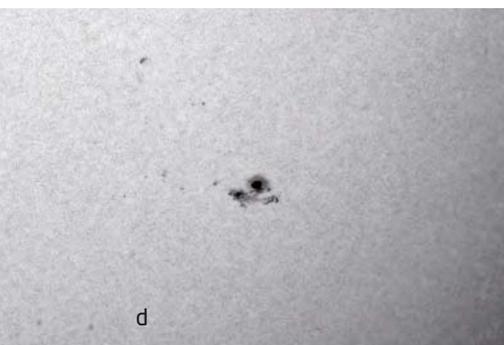
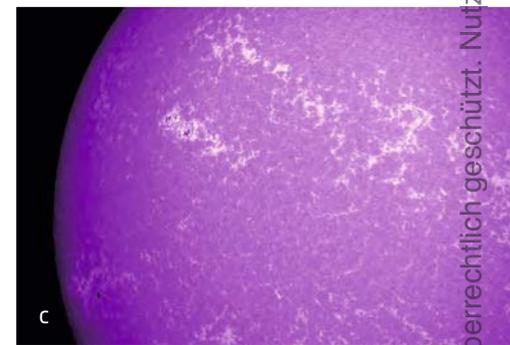
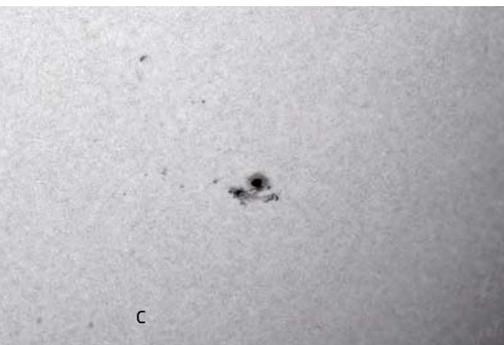
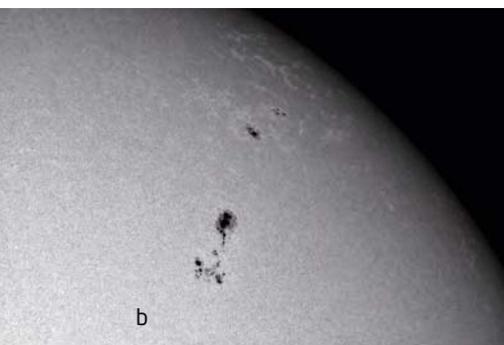
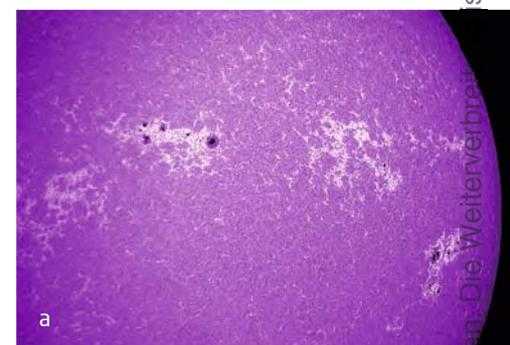
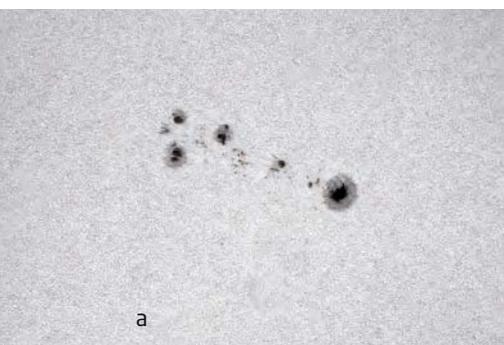
Point Grey: GS3-U3-28S5M

Der Betrieb und die Steuerung der Point Grey-Kamera erfolgt bei diesem Test mit der Software FireCapture, die der bekannte Planetenphotograf Torsten Edelmann entwickelt hat. Auch FireCapture erkennt die angeschlossene PointGrey-Kamera automatisch

▼ Abb. 9: Vergleich von bearbeiteten Sonnenaufnahmen: Weißlicht mit 130mm-Refraktor bei 2000mm Brennweite, Baader-Herschelkeil und Solar-Continuum-Filter mit den Kameras IDS uEye UI-3240CP (a), Point Grey GS3-U3-28S5M-C (b), Celestron Skyris 274M (c) und 445M (d).

▼ Abb. 10 Vergleich von bearbeiteten Sonnenaufnahmen: H α mit 130mm-Refraktor bei 1000mm Brennweite, Coronado Solarmax 90 mit den Kameras IDS uEye UI-3240CP (a), Point Grey GS3-U3-28S5M-C (b), Celestron Skyris 274M (c) und 445M (d).

▼ Abb. 11: Vergleich von bearbeiteten Sonnenaufnahmen: CaK mit 130mm-Refraktor bei 1000mm Brennweite, Lunt CaK-Modul 600 mit den Kameras IDS uEye UI-3240CP (a), Point Grey GS3-U3-28S5M-C (b), Celestron Skyris 274M (c) und 445M (d).



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

Die Kameras im Überblick				
Modell	Celestron Skyris 445M	Celestron Skyris 274M	IDS uEye UI-3240CP	Point Grey GS3-U3-28S5M-C
Chip	CCD-Chip, Typ Sony ICX445ALA	CCD-Chip, Typ Sony ICX274	CMOS-Chip E2v, EV76C661	Sony ICX674 CCD
Chipgröße	1/3"-Chip, Sensorfläche: 6,26mm × 5,01mm; Bilddiagonale: 8,01mm	1/1,8"-Chip, Sensorfläche: 8,5mm × 6,8mm; Bilddiagonale: 10,88mm	1/1,8"-Chip, Sensorfläche: 6,8mm × 5,4mm; Bilddiagonale: 8,68mm	2/3"-Chip, Sensorfläche: 8,8mm × 6,6mm; Bilddiagonale: 10,97mm
Auflösung	1280×960 (=1,22 Megapixel)	1600×1200 Pixel (=1,92 Megapixel)	1280×1024 Pixel (=1,31 Megapixel)	1920×1440 Pixel (=2,7 Megapixel)
Pixelgröße	3,75µm × 3,75µm	4,4µm × 4,4µm	5,3µm × 5,3µm	4,54µm × 4,54µm
Bittiefe	12 Bit	12 Bit	12 Bit	16 Bit
Maximale Bildrate	30 Bilder pro Sekunde	20 Bilder pro Sekunde	60 Bilder pro Sekunde	26 Bilder pro Sekunde
Lieferumfang	Kamerakopf mit C-Gewinde, 1/4"-Adapter, USB3-Kabel, Treiber- und Software-CD, englischsprachige Anleitung	Kamerakopf mit C-Gewinde, 1/4"-Adapter, USB3-Kabel, Treiber- und Software-CD, englischsprachige Anleitung	Kamerakopf mit C-Mount-Gewinde, Zwischenring für CS-Mount, Kurzanleitung	Kamerakopf mit C-Mount-Gewinde
Maße	47mm × 42mm × 39mm	47mm × 42mm × 39mm	29mm × 29mm × 29mm	44mm × 29mm × 58mm
Gewicht	102g	102g	44g	290g
Preis	750€	1000€	750€	2250€

und startet direkt mit einer Live-Ansicht des Kamerabildes. Die Software bietet in einer modernen Oberfläche die üblichen Einstellmöglichkeiten für die Aufnahme, die Anzeige sowie zahlreiche Optionen zum Speichern der Aufnahmen.

Auch FireCapture unterstützt das ser-Format. Bedingt durch die große Chipgröße bzw. die hohe Auflösung von 1900×1440 Pixeln ist die aus 2500 Aufnahmen entstehende Datei knappe 7GB groß. Werden die Bilder mit 16Bit Bildtiefe aufgezeichnet – die PointGrey-Kamera ist die einzige im Test, die auch diese Datentiefe unterstützt – so belegt die entstehende Datei sogar mehr als 13GB. Mit der auch im praktischen Betrieb zu erzielenden Bildrate von 26 Bildern pro Sekunde stellt die Kamera damit entsprechende Anforderungen an die verwendete Hardware: USB3 und ein schnelles Speichermedium sind notwendig, damit die Kamera ihre volle Leistungsfähigkeit entfalten kann. Dennoch ist auch ein Einsatz beispielsweise an einem USB2.0-Port möglich, die verfügbare Bildrate sank in unserem Test dann jedoch auf 8 bis 9 Bilder pro Sekunde. Da die Kamera über einen internen Puffer von 128MB verfügt, können auch einige Bilder vor dem Schreiben auf die SSD- oder Festplatte zwischengespeichert werden.

Die gesamte Sonnenscheibe bei 355mm Brennweite als Übersichtsaufnahme darzustellen ist für die GS3-U3-28S5M mit ihrem 2/3"-Chip kein Problem; ein Chip dieser Größe bietet ausreichend Fläche, um auch bei 600mm Brennweite die Sonne noch komplett abzubilden – bedingt durch die hohe Bildauflösung von immerhin rund 2,7 Megapixel

und die nicht allzu großen Pixelabmessungen gelingt uns so eine erstaunlich detailliert aufgelöste Übersichtsaufnahme der Sonne im H α -Licht. Hervorragend schlägt sich die Kamera auch bei den Weißlicht- und den H α -Aufnahmen am 130mm-Refraktor bei 2000mm bzw. 1000mm Brennweite. Bei den CaK-Aufnahmen kann zwar die Bildqualität der Kamera ebenfalls überzeugen, die große Chipdiagonale zeigte jedoch im Testaufbau schnell die Grenzen des verwendeten CaK-Moduls auf, denn dieses ist nur für Verwendung mit Brennweiten bis 600mm empfohlen und bietet daher auch keinen ausreichenden Durchlass, um das Sonnenbild bei 1000mm Brennweite auf dem 2/3"-Chip vignettierungsfrei darzustellen. Hier hilft nur entweder zu einem CaK-Modul mit größerem Durchlass zu greifen oder nicht die gesamte Chipfläche für die Aufnahme zu verwenden (eine entsprechende Definition des zu verwendenden Chipbereichs ist in FireCapture erfreulicherweise möglich). Bei Verwendung eines Bildausschnittes von 1280×960 Pixeln ist die Vignettierung des CaK-Moduls nicht mehr zu sehen und die Geschwindigkeit der PointGrey-Kamera steigt auf 35 Bilder pro Sekunde.

Der in der Grasshopper-Kamera eingesetzte CCD-Chip vom Typ Sony ICX674 bietet bei einer Wellenlänge von 525nm seine maximale Empfindlichkeit von 70%. Ein ähnlicher Wert gilt daher auch für die Empfindlichkeit des Chips im Bereich des H α -Lichtes (565nm) und im Bereich von 540nm, dem Bereich, in dem der für die Weißlichtaufnahmen verwendete Solar-Continuum-Filter das Licht passieren lässt. Im Bereich des CaK-Lich-

tes (393nm) sinkt die Empfindlichkeit leicht auf eine Quanteneffizienz von rund 55%. Der CCD-Chip der PointGrey GS3-U3-28S5M bietet damit in allen drei für die Sonnenfotografie relevanten Bereichen eine sehr gute Empfindlichkeit.

Das große Bildfeld und die hohe Auflösung der GS3-U3-28S5M können beeindruckend sein: Auch bei hohen Vergrößerungen werden die fotografierten Sonnenphänomene eingebettet in ihre Umgebung abgebildet – und dies in einer sehr detaillierten Auflösung und einer Bildtiefe, die von den anderen Kameras in diesem Test nicht erreicht werden konnte.

Im Vergleich

Die getesteten Kameras unterscheiden sich in zahlreichen Punkten: Neben Chip-Typ (CCD vs. CMOS), Chipdiagonalen (von 1/3" bis 2/3") und Pixelgröße (von 3,75µm × 3,75µm bis 5,3µm × 5,3µm) sowie Auflösung (von 1280×960 bis 1900×1440 Pixeln) sind auch die Bildraten und die unterschiedlichen Lichtempfindlichkeiten in den verschiedenen für die Sonnenfotografie relevanten Linien/Wellenlängen Kriterien, anhand derer jeder engagierte Sonnenfotograf die für sein Teleskop und seine Beobachtungsschwerpunkte optimale Kamera finden kann. Der Markt bietet hierfür ein zunehmend differenziertes Angebot; sämtliche hier vorgestellten Kameras können überzeugen und daher empfohlen werden – wenn auch mit unterschiedlichen Schwerpunkten:

Die beiden Kameras der Skyris-Serie knüpfen an die bewährte Tradition der TIS-Kameras an: die Skyris 274 kann mit

ihrem großen 1/1,8"-Chip und dem sich daraus ergebenden Bildfeld beeindrucken. Mit einer Geschwindigkeit von »nur« 20 Bildern pro Sekunde ist sie die langsamste Kamera im Test; bei der Anfertigung von langen Belichtungssequenzen bei sich schnell verändernden Objekten (beispielsweise der Struktur von Protuberanzen oder der Granulen-Struktur der Sonnenoberfläche) kann dies unter Umständen zu Unschärfen im verarbeiteten Summenbild führen. Die Skyris 445 zeichnet Bildfolgen spürbar schneller auf, verfügt jedoch über den deutlich kleineren Chip: Auch wenn die Auflösung der Skyris445 viele der bisher für die Sonnenfotografie verwendeten Kameras in den Schatten stellt, so verfügt sie dennoch über die kleinste zur Verfügung stehende Bilddiagonale der hier getesteten Kameras.

Zweifellos sind beide Skyris-Kameras jedoch gelungene Weiterentwicklungen der bekannten TIS-Kameras. Den positiven Eindruck beider Modelle unterstützen auch die kleinen Pixel der verwendeten Chips, die eine beeindruckend detaillierte Auflösung der fotografierten Sonnenphänomene ermöglichen. Auch die rauscharme Abbildungsqualität der verwendeten CCD-Chips kann überzeugen; ebenso wie das mitgelieferte Softwarepaket und die Ausstattung der Kameras. Die beiden Kameras der Skyris-Serie können uneingeschränkt empfohlen werden; wobei Amateurastronomen, die gern die großflächigen Objekte unseres Sonnensystems fotografieren (wie Sonne und Mond), wegen des größeren Chips mit Sicherheit die Skyris274 bevorzugen werden.

Die große und auffälligste Stärke der IDS-Kamera ist zweifellos die unglaubliche Geschwindigkeit, mit der sie Bildsequenzen aufzeichnen kann: Die herstellerseitig angegebene Bildfrequenz von über 60 Bildern pro Sekunde kann im Alltag der Sonnenfotografie in allen drei Linien tatsächlich erreicht und genutzt werden. Die IDS-Kamera ist sicherlich unangefochten die beste Wahl, wenn es um die Fotografie »schneller« Ereignisse geht: Gerade bei der Fotografie von Satelliten- oder ISS-Transits vor der Sonne ist es von Vorteil, wenn die angeschlossene Kamera nicht nur 10 bis 20, sondern 60 Bilder pro Sekunde während des kurzen und seltenen Ereignisses aufzeichnen kann.

Die PointGrey GS3-U3-28S5M ist den anderen Kameras in diesem Test bezüglich Chip-Größe, Auflösung und Bildtiefe überlegen. Dies schlägt sich allerdings auch im Preis der PointGrey-Kamera nieder: Die GS3-U3-28S5M kostet mehr als das Doppelte des

nächstpreiswerteren Modells – und damit fast soviel wie die drei anderen getesteten Kameras zusammen. Engagierte Hobbyastronomen, die Spaß daran haben die Sonne in ihren verschiedenen Wellenlängen regelmäßig zu fotografieren, sollten sich die Kamera dennoch näher ansehen. Die PointGrey-Kamera ist zweifellos eine ausgereifte Industriekamera, die mit einer noch guten Geschwindigkeit von 26 Bildern pro Sekunde bei voller Auflösung (und 35 Bildern bei einer Auflösung von 1280×960 Pixeln) hochwertige Bilder liefert.

Fazit

Die getesteten Kameras unterscheiden sich zwar in vielen Punkten voneinander, gemeinsam ist ihnen jedoch – neben dem USB3-Anschluss – die erweiterte Tiefe von mindestens 12 Bit. Während in der Planetenfotografie, wo meist Kameras mit 8 Bit Datentiefe zum Einsatz kommen, durch die hohen Vergrößerungen oft nur wenig Licht zur Verfügung steht und daher meist mit hohen Verstärkungen (Gain) und Rauschwerten gearbeitet wird, gibt es dieses Problem bei der Sonnenfotografie nicht: Die Sonne liefert in allen üblichen Linien der Sonnenfotografie mehr als genug Licht, so dass bei der Aufnahme und Bildverarbeitung mit geringer Signalverstärkung gearbeitet werden kann und so die Kameras die Potenziale von 12 oder 16 Bit in diesem Bereich der Astrofotografie ausspielen können.

Zu beachten ist beim Einsatz der Kameras dieser neuen Generation auch, dass sich – bedingt durch die entstehenden Datenmengen, die sich aufgrund der verwendeten großen Chips, der hohen Auflösungen und der Tiefe der Darstellungen (12/16 Bit statt 8 Bit) die Anforderungen an den Workflow und die zur Bildbearbeitung notwendige Hardware ändern: Während beim Autor bisher bei der Sonnenfotografie in der Regel nur Datenmengen von bis zu einem Gigabyte pro Aufnahmesequenz angefallen sind, kommen bei den vorgestellten Kameras problemlos Datenmengen im zweistelligen Gigabyte-Bereich zusammen – pro Aufnahme! Bei je 2 bis 3 Filmsequenzen im Weißlicht, im Ha – und im CaK-Licht entstehen leicht Datenmengen zwischen 50GB und 100GB, die zunächst bei den Aufnahmen auf den (in der Regel noch nicht sehr großen) SSDs des Aufnahmerechners Platz finden müssen. Das Kopieren der Daten von der Festplatte auf andere Datenträger kann (je nach Betriebssystem und evtl. vorhandenen Beschränkungen von Dateigrößen auf max. 4GB) auch schnell zum

Problem werden. Und auch die Berechnung der Bilder setzt bei diesen Dateigrößen entsprechend leistungsfähige Rechner voraus – oder führt zumindest zu deutlich längeren Bearbeitungszeiten – ganz zu schweigen vom erheblichen Speicherplatz, den die Sicherungen der Aufnahmesequenzen später auf Sicherungsmedien belegen.

Aber die Qualität der Sonnenaufnahmen, die diese neuen und leistungsfähigen Kameras mit aktuellem USB3-Anschluss und größerem Chip ermöglichen, lässt den erhöhten technischen und zeitlichen Aufwand bei der Aufnahme und Bildverarbeitung schnell vergessen!

BEWERTUNG

Celestron Skyris 445M

- + kleinste Pixel im Test
- + umfangreiche Ausstattung
- kleinste Chipdiagonale im Test

Celestron Skyris 274M

- + umfangreiche Ausstattung
- + attraktive Auflösung
- geringe Bildfrequenz

IDS uEye UI-3240CP

- + mit Abstand höchste Bildfrequenz
- größte Pixel aller getesteten Kameras

Point Grey GS3-U3-28S5M-C

- + größte Chipdiagonale
- + höchste Auflösung aller getesteten Kameras
- + hohe Bildfrequenz für die Chipgröße
- geringe Bildfrequenz

SURFTIPPS



- Homepage des Autors mit weiteren Aufnahmen
- iOS-App des Autors für Sonnenbeobachter

Kurzlink: oc1m.de/06mz

360° im Zeitraffer

Fulldome-Projektion digitaler Astrofotos

von Michael Schomann



Computerbildschirm und Beamer – das sind die üblichen Möglichkeiten für Sternfreunde, ihre Bilder zu zeigen. Die Projektoren moderner Planetarien bieten jedoch einen ganz anderen Maßstab: Fulldome. Damit lassen sich astronomische Motive und Zeitrafferaufnahmen auf 360°-Rundumsicht zeigen – so, wie es dem realen Erlebnis am Nachthimmel entspricht.



▲ Abb. 2: Planetarium Wolfsburg zeigt seit dem Jahr 2010 Fulldome Shows. Hier ist der Autor beheimatet.

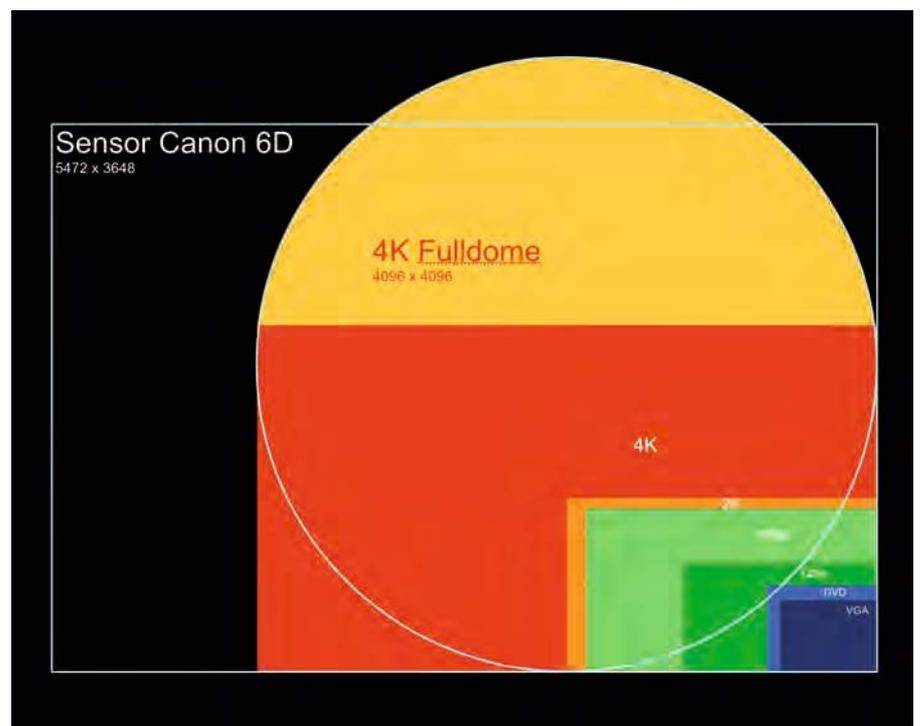
Seit dem Jahr 2001 ist es möglich, Filme kuppelfüllend in Planetarien zu zeigen. Diese als Fulldome bezeichnete Technik ist heute weltweit verbreitet. Neben Computeranimationen können auch Real-aufnahmen für diesen Zweck erstellt werden. Hierfür gut geeignet sind digitale Spiegelreflexkameras mit Fischaugenobjektiven. Damit lässt sich ein rundes Bild erzeugen, das auch gleich die richtige Geometrie aufweist. Bild-Sequenzen werden dann als Zeitrafferfilm abspielt. So erlebt man beispielsweise die Himmelsbewegungen einer ganzen Nacht in nur wenigen Minuten.

Zeitrafferfilme sind seit vielen Jahren beliebt und es gibt fantastische Beispiele auf Videoportalen im Internet. Diese sind jedoch gänzlich für das Rechteckformat produziert, beherrscht es doch unsere virtuelle Welt vom Smartphone bis zum Kino. Das Rechteck entspricht dem mensch-

lichen Gesichtsfeld von 180° in der Breite bei einer Höhe von 130°. Das tatsächliche Erleben unter dem natürlichen Himmel ist jedoch ein anderes – es kennt keine

Begrenzung. Der Blick schweift über das Firmament und taucht ein in die unendliche Weite. Mit analogen Sternprojektoren funktioniert dies seit 90 Jahren hervorragend.

▼ Abb. 3: Unterschiedliche Filmformate im Vergleich.



◀ Abb. 1: Die Wiedergabe astronomischer Aufnahmen in 360°: Das ermöglicht die Fulldome-Projektionstechnik moderner Planetarien. Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt einer Zeitraffer-Sequenz vom STATT-Teleskoptreffen 2013, bearbeitet mit dem Freeware-Programm StarStax.

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



▲ Abb. 4: Erste Fischaugenaufnahmen mit Wintersternhimmel in der Provence im Februar 2013.

Allerdings lassen sich so weder Städte, Landschaften noch Wolken darstellen.

Technik

Hier kommt die Aufnahmetechnik mit digitalen Spiegelreflexkameras (DSLR) ins Spiel. Natürliche Himmelserscheinungen wie Sonnenuntergänge oder auch künstliche Beleuchtung können in ihrem Umfeld erfasst werden. Um solche Vorgänge abzulichten, werden für die großen Projektionsflächen in Kuppeln hohe Auflösungen benötigt. Videokameras sind dazu nicht in der Lage, sieht man einmal von ausgefallenen Mehrkamera-Systemen ab. DSLR-Sensoren eignen sich dafür besser, da die Auflösung wesentlich höher ist.

Dies gilt jedoch nur im Fotomodus. Videoaufnahmen, zu der moderne DSLR auch in der Lage sind, werden nur mit Full HD aufgenommen. Lichtet man Fotosequenzen ab, gibt es eine weitere Einschränkung. Je nach verwendetem Modell sind nur wenige Aufnahmen pro Sekunde möglich. Daher entsteht zwangsläufig ein Zeitraffer. Astronomische Motive benötigen ohnehin längere Belichtungszeiten. Kombiniert man diese Kameratechnik mit zirkularen Fischaugen-

objektiven (Fisheye), wird viel von der Umgebung abgelichtet – im Idealfall eine Halbkugel, die dann wieder dem Projektionsplanetarium entspricht. Aufgenommen wird also auf dem rechteckigen Bildsensor ein kreisrundes Bild.

Intervall

Die Wahl des passenden Aufnahmeintervalls richtet sich nach dem Motiv. Ein wolken-

Beispiele für Aufnahme-Intervalle			
Motiv	Aufnahme-Intervall	Anzahl Aufnahmen/ Stunde	Filmdauer bei 30 Bildern/Sekunde
Helles Polarlicht	1s	3600	120s
Mond mit Wolken	5s	720	24s
Milchstraße	30s	120	4s



▲ Abb. 5: 360°-Astronomie bei Tag mit Sonnenhalo.

freier Himmel ohne Mond und Lichtverschmutzung ermöglicht mit einem Fischaugenobjektiv Belichtungen bis zu 30s. Dabei bleiben die Sterne ohne aktive Nachführung gerade noch rund. Schnell ziehende Wolken benötigen dagegen ein sehr viel kürzeres Intervall. Am Horizont mögen sie noch langsam erscheinen. Ziehen sie jedoch über den Zenit, werden sie um ein Vielfaches schneller. Das mag auf einem Monitor noch gut aussehen, doch in der Kuppel wirkt dies hektisch. Da helfen nur Aufnahmen in kürzeren Intervallen. Bei sehr kurzen Belichtungssequenzen unter einer Sekunde haben viele Kameras ein Problem: Die großen RAW-Dateien können nicht so schnell gespeichert werden und es kommt zu Unterbrechungen. Zudem entstehen beim Abspielen sehr lange Filme.

Aufnahme

Der Workflow zum Erstellen von Zeitrafferfilmen ist denkbar einfach und gilt natürlich auch für das Rechteck-Format.

1. Die Kamera mit dem Fischaugenobjektiv kommt auf ein stabiles Stativ. Die Ausrichtung der Optik erfolgt in Richtung Zenit oder besser noch um einige Grad zum Hauptmotiv geneigt.
2. Eine große Speicherkarte mit 128GB einlegen und für den Aufnahmetakt ein Intervallometer anschließen. Am Tag steuert die Zeitautomatik die Kamera und in der Nacht wird manuell eine feste Belichtungszeit gewählt.
3. Die Blende bleibt immer ganz geöffnet. Tagsüber wird mit ISO 100 gearbeitet und

nachts mit ISO 1600 oder mehr. Alle weiteren Automaten (z.B. der automatische Weißabgleich) werden ausgeschaltet.

4. Aufgenommen wird im kameraeigenen RAW-Format in maximaler Bildgröße. Damit bleibt bei der Nachbearbeitung der größte Spielraum an Möglichkeiten erhalten.
5. Bevor die Aufnahmeserie beginnt, sollte der automatische Fokus auf manuell gestellt werden. Das Scharfstellen gelingt mit dem mittlerweile an allen aktuellen Kameramodellen vorhandenen Live-View und der Lupenfunktion problemlos. Nachdem das Intervall gewählt wurde, werden die Aufnahmen gestartet.

Die längste Belichtungszeit in der Nacht muss kürzer als das Intervall sein, damit



▲ Abb. 6: Ein ungewöhnlicher Drehort: Auf dem historischen Marktplatz der nordfranzösischen Stadt Arras im Juli 2013.

die Kamera die Daten speichern kann – beispielsweise 4s Belichtung bei einem Auslöse-Intervall von 5s.

Nachbearbeitung

Wenn die Aufnahmen im Kasten sind, überspielt man sie auf einen schnellen Rechner. Empfehlenswert für die Bearbeitung der Aufnahmen ist das Programm Light-

room der Firma Adobe. Die Software dient nicht nur zur Bildverwaltung, sondern hat auch alle notwendigen Werkzeuge von der Einzelbildbearbeitung bis hin zur Synchronisation einer gesamten Bildsequenz. In Kombination mit dem Programm LRTimelapse von Gunther Wegner ergibt sich ein idealer Workflow (vgl. Surftipps). Von beiden Programmen gibt es im Internet Testversionen.

Am Ende der Bearbeitung mit Lightroom können JPG-Dateien in der gewünschten Größe ausgegeben werden. Für eine Veröffentlichung im Internet wählt man Bilddateien mit 1920×1280 Pixeln. Diese haben zumindest in der Breite das Full-HD-Format. Zur Weiterverarbeitung einer Bildsequenz eignen sich viele der gängigen Programme zur Videobearbeitung. Soll es schnell gehen, empfiehlt sich Quicktime Pro 7. Zur professionellen Nachbearbeitung kann man mit Adobe After Effects oder Adobe Premiere an den obigen Workflow anknüpfen. Dabei ist es möglich, mit den RAW-Dateien weiterzuarbeiten.

IM DETAIL

Fulldome-Format

Kuppeln benötigen hohe Auflösungen. In der Regel sind dies 4K, also 4096×4096 Pixel. DSLR-Sensoren erreichen diesen Wert für Fotos in der Breite, nicht jedoch in der Höhe. Daher werden die Bilder entweder hochinterpoliert oder auf 3K mit 3072×3072 Pixel heruntergerechnet.

Die Computer der Fulldome-Systeme verarbeiten komprimierte Bilddateien wie JPG, PNG oder TAGA. Die daraus entstehenden Bildsequenzen werden normalerweise mit 30 Bildern pro Sekunde wiedergegeben. Das Aufnahmeintervall von 30s in einem Zeitraum von 6 Stunden er-

gibt 720 Fotos, die beim Abspielen mit 30 Bildern pro Sekunde 24 Sekunden Film ergeben. Bei einem Intervall von nur einer Sekunde sind es bei gleichen Parametern schon 21600 Bilder oder 12 Minuten Film.

Anders ausgedrückt: Beim 30s-Intervall sind alle Bewegungen 900× schneller als in der Realität und beim 1s-Intervall 30× beschleunigt. Das Fulldome-Format oder auch Domemaster genannte Bildmaterial benötigt quadratische Bilder in entsprechender Auflösung. Davon ist dann in der Kuppel nur das darin steckende runde Bild zu sehen.

Audio

Ohne Ton sind Fulldome-Shows undenkbar. Meistens gibt es einen Sprecher, der das Gesehene kommentiert und zusätzliche Informationen vermittelt. Auch Dialoge, manchmal aus Original-Tonaufnahmen, sind ein beliebtes Mittel. Für kuppelfüllende Zeitraffer bieten sich Musik und Geräusche zur Untermalung an. Diese müssen auf das Video abgestimmt sein.

Bei der Erstellung der Musik zu den Zeitraffern des Autors fand sich ein musikalisches Familienmitglied. Hat man nicht das Glück einen Musiker zu kennen, ist die Ver-

wendung lizenzfreier Musik aus dem Internet am einfachsten. Auch eigene Kompositionen mit einem Musikstudio-Programm am Computer sind für Anfänger realisierbar. Die Vorführung sollte dann mit fortschrittlichen Tonanlagen präsentiert werden. Diese sind entweder kanalgebunden oder noch besser mit einem echten 3D-Sound ausgestattet. Dafür werden Lautsprecher auch oberhalb des Kuppelrandes hinter der Projektionsfläche eingesetzt.

Alternativen

Der vorgestellte Prozess verlangt gute Handarbeit und es besteht natürlich immer die Gefahr einer Fehlbedienung oder des Verwackelns der Kamera. Außerdem müssen nachträglich die vorhandenen Fehler wie Bildflackern oder stufenhafte Helligkeitssprünge durch die Software ausgeglichen werden.

Wer es komfortabler haben möchte, findet viele automatisierte Methoden im Internet.

Beispielsweise kann eine zusätzliche Software von der Firma Granite Bay über ein Notebook die Kamera steuern. Oder man nutzt ein Intervallometer mit Bulb-Ramping, wie das der Firma Promote Systems. Für Canon-DSLR-Kameras gibt es auch die Möglichkeit, durch die unabhängige Softwareerweiterung Magic Lantern direkt in die Kamerasteuerung einzugreifen. Diese technischen Lösungen müssen jedoch mit den richtigen Daten gefüttert werden. Zudem sind diese Lösungen kosten- und energieaufwendiger.

Ausrüstung

Bei der vom Autor verwendeten Canon EOS 6D können so auf einer 128GB-SD-Karte ca. 6000 Bilder aufgenommen werden. Als Objektiv kommt das Canon EF 8–15mm f/4L Fisheye USM zum Einsatz. 8mm Brennweite erzeugen auf dem Vollformatsensor ein kreisförmiges Bild. Als Intervallometer wird das Canon Timer-Auslösekabel TC-80N3

verwendet. Zur Stromversorgung gibt es einen Gel-Bleiakkumulator mit 12V-Anschlüssen für den Netzadapter Canon ACK-E6 und eine elektrische Heizmanschette von Dew Not gegen Taubildung auf der Fischaugenoptik. Der Netzadapter muss für 12V modifiziert werden, da er normalerweise an eine 230V-Steckdose angeschlossen wird.

Ein großes Berlebach-Holzstativ mit einer astronomischen Montierung, deren Gegengewichtsstange in den Himmel gedreht ist, dient einem Manfrotto-Kugelkopf als Befestigung. Damit kommt die Optik auf eine Aufnahmehöhe von über zwei Metern. Dies ist sehr praktisch, da man nicht selbst in das Bild geraten möchte. Nicht vergessen werden darf das Smartphone, das als aktuelle Wetterstation, Navigator, Taschenrechner und Timer dient. Die Canon EOS 6D kann mit einer entsprechenden App sogar über WLAN gesteuert werden.

Zukunft

Das Spielen mit Raum, Zeit und Materie würde die vorgestellten statischen Aufnahmen beleben. Technische Lösungen gibt es genug, wie Drehteller, Schienen oder astronomische Montierungen. Zudem ist es auch möglich, die Zeit langsamer oder schneller laufen zu lassen. Der Sonnenuntergang kann mit einem kürzeren Intervall aufgenommen werden, während in der Nacht ein langes Intervall auch für längere Belichtungszeiten sorgen kann. Im Extremfall sind sogar kurze Zeitlupen von schnellen Bewegungen denkbar.

Bei der Nachbearbeitung gibt es den größten Spielraum. Vom einfachen Zoomen bis hin zur Kombination mit digitalen Computerwelten ist vieles möglich; nicht zu vergessen der typografische Abspann. Letztendlich ist es das Gesamterlebnis, das den Reiz von Fulldome-Shows ausmacht.

PRAXISTIPP

Helligkeitsdifferenzen ausgleichen

Die Helligkeitsdifferenz vom Tag in die Nacht ist die größte Herausforderung für die Erstellung eines Zeitraffers, der die Dämmerung zeigen soll. Für die Vorbereitung hilft eine Planetariums-Software, die bei den meisten Amateurastronomen vorhanden ist. Dabei beachtet man die Sonnenuntergangs- und Dämmerungszeiten. Diese werden auf einem Zettel notiert.

Nach dem Sonnenuntergang wird es schnell dunkel. Wenn die Zeitautomatik bei einer hundertstel Sekunde angelangt ist, stellt man den ISO-Wert auf die Nachteinstellung. Die Kamera regelt automatisch nach.

Bei einem Sonnenstand von 3° unter dem Horizont wird der Kameramodus auf manuell gestellt. Im manuellen Modus wird nun die Belichtungszeit linear von Hand heruntergeregelt – so lange, bis die

Sonne 11° unter den Horizont steht. Falls dies z.B. 60 Minuten dauert und 30 Zeitschritte dazwischen liegen, muss man alle 2 Minuten die Aufnahmezeit verlängern. Dabei wird das Histogramm langsam nach links bewegt. Wenn man dies nicht macht, würde die Kamera immer länger belichten und es würde nicht richtig dunkel werden.

Nun arbeitet die Nachteinstellung bis zum frühen Morgen. Zwischen -11° und -3° Sonnenhöhe wird vor dem Sonnenaufgang wieder manuell die Zeit eingestellt. Der letzte Zeitwert muss den Anfangs-Tageswert der Zeitautomatik treffen. Zuletzt wird noch auf ISO-Tag-einstellung heruntergeregelt. Die entstehenden Helligkeitssprünge kann man in der Nachbearbeitung ausgleichen. Auch falsche Belichtungen lassen sich im Bereich von zwei Blenden mühelos ändern.

Tag-/Nachteinstellungen für 8mm f/4-Objektiv

Tageszeit	Tag	Übergang	Nacht
Helligkeit	10000 Lux	abfallend	0,25 Lux
Foto-Lichtwert	+16	abfallend	-3
ISO-Wert	100	15 Schritte	3200
Belichtungszeit	1/4000s	42 Schritte	4s

SURFTIPPS



- Videoportal des Autors
- LRTimelapse
- Granite Bay
- Promote Control
- Dew Not
- Planetarium Wolfsburg
- StarStax

[Kurzlink: oc1m.de/06qr](https://oc1m.de/06qr)

Schritt-für-Schritt

Wie verändert Lichtverschmutzung die Gesamtbelichtungszeit bei der Deep-Sky-Fotografie?

von Mario Weigand

▲ Abb. 1: Die Lichtglocke von Frankfurt ist auch in 40km Entfernung noch sehr dominant.

Im letzten Heft wurde gezeigt, wie sich störende Gradienten, verursacht durch Lichtverschmutzung, beseitigen lassen. In diesem Beitrag geht es um eine quantitative Betrachtung der Auswirkungen der Lichtverschmutzung auf die Astrofotografie lichtschwacher Objekte.

1. Himmelsqualität an unterschiedlichen Standorten messen

Unter Verwendung eines sogenannten »Sky Quality Meter« (SQM-L) kann die Himmelsqualität verschiedener Beobachtungsorte ermittelt und verglichen werden. Das SQM-L misst das eintreffende Licht rund 20° um den anvisierten Punkt und bestimmt daraus die

mittlere Himmelshelligkeit für dieses Areal. Die Maßeinheit sind Magnituden pro Quadratbogensekunde. Als Astrofotograf im Rhein-Main-Gebiet hat man beispielsweise die Wahl zwischen einer relativ kurzen Fahrtzeit auf den Großen Feldberg bei jedoch noch deutlicher Lichtverschmutzung – das SQM-L zeigt hier etwa $20^m,8/\square$ im Zenit an – oder einer längeren Anfahrt in den Hintertaunus mit einem dunkleren Himmel von ca. $21^m,2/\square$ im Zenit. In diesem konkreten Fall beträgt der Unterschied in der Himmelshelligkeit $\Delta m = 0^m,4/\square$. Bei der Messung der Unterschiede zwischen zwei Standorten sollte man beachten, dass diese in der gleichen Nacht in möglichst kurzem Zeitabstand durchgeführt werden. Da tagesspezifische Unterschiede auftreten können, ist es sinnvoll, über die Werte verschiedener Nächte zu mitteln.

2. Verhältnis der Belichtungszeiten ermitteln

Um vergleichbare astronomische Aufnahmen schwächerer Deep-Sky-Objekte an unterschiedlichen Standorten mit unterschiedlicher Himmelsqualität zu erhalten, müssen

die Belichtungszeiten individuell angepasst werden. Es ergibt sich die Frage: In welchem Maße unterscheiden sich die notwendigen Belichtungszeiten an verschiedenen Standorten?

▼ Abb. 2: Ein möglicher »Fluchtweg«: Ansehnliche Schmalband-Aufnahmen lassen sich selbst aus Städten heraus erstellen.



⇌ INTERAKTIV



Unser Experte Mario Weigand beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen Ausrüstung und Astrofotografie.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/06de

Es wird angenommen, dass an einem Ort 2 der Himmel um den Faktor k heller ist als an Ort 1. Es ergibt sich (s. Berechnung »im Detail«), dass am Ort 2 gerade um den Faktor k mehr Bilder aufgenommen werden müssen als am Ort 1. Um den Faktor k zu berechnen, greift man direkt auf die Magnituden-Skala zurück:

Ein Unterschied von einer Magnitude $\Delta m=1$ entspricht also einem Faktor von $k=2,51$ und $k = 2,51^{\Delta m}$

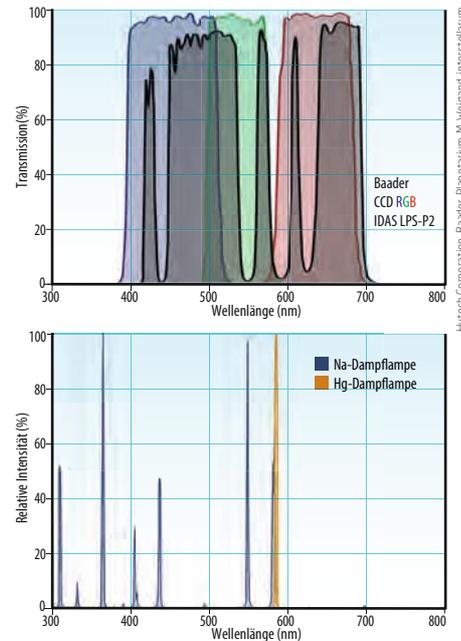
damit einer 2,5-fach längeren Belichtungszeit.

Im obigen Beispiel betrug der mit SQM-L gemessene Unterschied an beiden Beobachtungsorten die Differenz von $\Delta m=0^m,4$. Laut obiger Formel folgt also für den Faktor k der Wert 1,45. Somit muss auf dem Großen Feldberg im Vergleich zum Hintertaunus 45% län-

ger belichtet werden, um ein vergleichbares Ergebnis zu erhalten! Eine größere Himmels-helligkeit kann entsprechend bedeuten, dass sich ein Projekt über mehrere Nächte hinzieht, wodurch der gesamte Zeitaufwand (zusätzli-ches Auf- und Abbauen, neu Justieren, etc.) noch einmal erheblich steigen kann.

3. Der Lichtverschmutzung mit Filtern begegnen

Eine um 45% längere Belichtungszeit hört sich zwar dramatisch an, jedoch kann die- ser Problematik in einigen Fällen durch die heutigen Möglichkeiten der Filtertechnik ent- gegengewirkt werden. Die Transmissions- kurven einiger auf dem Markt befindlicher Filter sind darauf ausgelegt, die charakteris- tischen Wellenlängen der für die zur Straßen-



Hutech Corporation, Baader-Planetarium, M. Weigand, Interstellarum

▲ Abb. 3: Die charakteristischen Linien der Straßenbeleuchtung werden durch spezielle, auf Lichtverschmutzung abgestimmte Filter unterdrückt.

beleuchtung hauptsächlich verwendeten Natrium- oder Quecksilberdampflampen nicht durchzulassen (vgl. Abb. 3). Man findet diese Eigenschaft bei den RGB-Filtern für CCD-Kameras einiger Hersteller. Weiterhin können explizite Lichtverschmutzungsfilter eingesetzt werden, die auch in Kombination mit DSLR-Kameras Anwendung finden. Eine weitere Möglichkeit ist die inzwischen sehr beliebte Schmalband-Fotografie von Emissionsnebeln. Hierbei reduziert sich der Einfluss von künstlicher Beleuchtung aufgrund sehr schmaler Transmissionsfenster. Das Verhältnis von Objektsignal S zum Hintergrund-Signal H wird zugunsten des Objekts drastisch verändert.

Das unkomplizierteste Mittel für tiefe Deep-Sky-Aufnahmen aller Objekt-Typen bleibt jedoch letztendlich ein möglichst dunkler Himmel. Auf der Suche nach guten Beobachtungspätzen sind Lichtverschmutzungskarten nützlich (vgl. Surftipp). Ein Vergleich potenzieller und erreichbarer Beobachtungsorte kann sich lohnen!

[1] Hobbs, P. C. D., Building Electro-Optical Systems: Making It all Work, Wiley (2009)

Q IM DETAIL

In welchem Maße unterschieden sich notwendige Belichtungszeiten an verschiedenen Standorten?

Es genügt eine einfache Abschätzung unter den folgenden Rahmenbedingungen:

- Es interessieren lichtschwache Objekte, deren Helligkeit deutlich unter der des Himmels liegt, z.B. die Spiralarme von Galaxien oder schwache Nebel.
- Es wird angenommen, dass Aufnahmen an zwei verschiedenen Orten mit unterschiedlicher Himmelsqualität entstehen.
- Das Kamera-Rauschen wird vernachlässigt.

Folgende Parameter werden benötigt:

- n_1, n_2 : die Anzahl der Bilder an Ort 1, bzw. Ort 2 (mit jeweils gleicher Belichtungszeit)
- S : das Objekt-Signal
- H : der Hintergrund-Signal

Grundlage für die Abschätzung ist folgender Zusammenhang für das Signal-Rauschuntergrund-Verhältnis (signal-to-noise-ratio, SNR), wobei n die Anzahl der Bilder an dem betrachteten Ort ist:

$$SNR = \sqrt{n} \cdot \frac{S}{\sqrt{H+S}}$$

Aus dieser Formel lässt sich eine Abschätzung für die relative Belichtungszeit n_2/n_1 ,

also der Anzahl der benötigten Einzelbilder an zwei Orten mit unterschiedlicher Himmels-helligkeit ableiten. Dabei wird angenommen, dass an Ort 2 der Himmel um den Faktor k heller ist als an Ort 1. Um nun an beiden Orten die gleiche Bildtiefe, also das gleiche SNR zu erreichen, muss gelten:

$$\sqrt{n_1} \cdot \frac{S}{\sqrt{H+S}} = \sqrt{n_2} \cdot \frac{S}{\sqrt{k \cdot H+S}}$$

Quadriert man die Gleichung und löst nach dem gesuchten Verhältnis n_2/n_1 auf, ergibt sich:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{k \cdot H+S}{H+S}$$

Unter der Annahme, dass der Himmel viel heller als das eigentliche Objekt ist, kann das Objektsignal S vernachlässigt werden. Damit erhält man als Näherung:

$$\frac{n_2}{n_1} \approx k$$

Man muss also - für vergleichbare Ergebnisse - am Ort 2 (mit größerer Lichtverschmutzung) gerade um den Faktor k mehr Bilder aufnehmen als an Ort 1.

▶ SURFTIPPS

- Lichtverschmutzungskarten

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06sn](https://oc1m.de/06sn)

DIE Sieger

Die Sieger des Fotowettbewerbs von interstellarum, Teleskop Austria, Astroshop.de (nimax GmbH) und Vixen Europe

1. Platz
NEWCOMER | **Enrico Scheibel**

Enrico Scheibel gewinnt eine STABI-7 Reisemontierung von Teleskop-Austria im Wert von 2999€.



▲ »Messier 101«: Digitalfoto, 10"-Newton bei 1250mm, Canon EOS 1100Da, 67×10min, CLS CCD-Filter, Bildbearbeitung mit DSS und Photoshop, Aufnahmeort: Berliner Umland (ca. 60km vom Zentrum). *Enrico Scheibel*

Unseren Leser haben per Online-Voting aus den Kategorien Newcomer (betreiben seit weniger als drei Jahren Astrofotografie) und Experten (betreiben seit mehr als drei Jah-

ren Astrofotografie) die besten Bilder ausgewählt. Die ersten Preise gehen an die Astrofotografen der Bilder mit den meisten Stimmen (je Kategorie). Die Astrofotografen der jeweils zweit- und dritt-

platzierten Bilder gewinnen die weiteren Preise.

Alle Preise werden auf der 9. Internationalen Astronomie-Messe (AME) am 13.9.2014 in Villingen-Schwenningen verliehen.

Vladimir Rau gewinnt die Montierung Fornax52 (Wahlmöglichkeit zwischen Standard- oder Foto-Version) im Wert von 5690€.

1. Platz
EXPERTEN | Vladimir
Rau



▲ »IC 1795«: CCD-Aufnahme, 12"-Newton bei 1840mm, Moravian G2 8300, 30×30min (H α), 16×30min (je [OIII], [SII]), Gesamtbelichtungszeit 31 Std., Bildbearbeitung mit Photoshop und Maxim DL, Aufnahmeort: Riedstadt. *Vladimir Rau*

2. Platz NEWCOMER

Andreas
Zirke



3. Platz NEWCOMER

Alexander
Scherdin



▲ **Andreas Zirke** gewinnt eine i-Nova CCD-Kamera PLB-Mx 1,3 MP von Astroshop.de im Wert von 590€.

»IC 434 und NGC 2024«: CCD-Aufnahme, 4,5"-Refraktor bei 600mm, Moravian 8300, Ha-, LRGB-Filter, Aufnahmeort: Völksen. *Andreas Zirke*

◀ **Alexander Scherdin** gewinnt ein PORTA II-R130Sf-Teleskop von Vixen im Wert von 517€.

»Südliche Milchstraße«: Digitalfoto, 15mm-Weitwinkelobjektiv bei f/4, Canon EOS 5D Mk.III, ISO 800, 5min, Aufnahmeort: Kiripotib-Astrofarm, Namibia. *Alexander Scherdin*

Weitere Informationen zu allen Preisen finden Sie unter dem nebenstehenden Kurzlink:



2. Platz
EXPERTEN

Rolf
Geissinger

► **Rolf Geissinger** gewinnt eine Celestron Skyris 274 M-CCD-Kamera von Astroshop.de im Wert von 945€.

»Cirrusnebel - Pickering's Triangular Wisp«: CCD-Aufnahme, 7"-Refraktor bei 1260mm, FLI ML 16803-65, 19×20min (H α), 15×20min ([OIII]), 14×20min ([SII]), 5min (RGB). *Rolf Geissinger*

► **Frank Sackenheim** gewinnt ein Polarie-Set von Vixen: POLARIE Star Tracker, Polar Axis Scope und Tripod M-178V im Wert von 817€.

»vdB 152«: CCD-Aufnahme; 3,5"-Refraktor bei 520mm, SBIG ST-8300M, 30×20min (L), 19×20min (R), 9×20min (je G,B), 7×20min (H α), Baader-Filter, Datenreduktion mit Theli, finale Bildbearbeitung: Thomas Henne. Aufnahmeorte: Teneriffa (L, H α), Eifel. *Frank Sackenheim*



3. Platz
EXPERTEN

Frank
Sackenheim

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/06wr

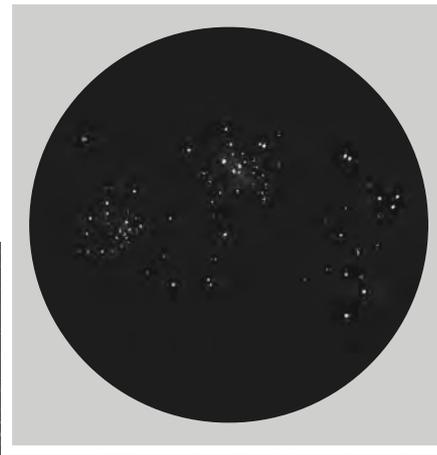


Leser beobachten

NGC 869/884

▲ Abb. 1: CCD-Aufnahme, 12"-Hypergraph bei 1080mm, FLI ML 8300, 8×2min (L), 3×2min (je RGB). *Franz Klauser*

► Abb. 2: Zeichnung, 3"-New-ten: fst 5^m8; 35×. *Stefan Westphal*



▲ Abb. 3: Digitalfoto, 200mm-Teleobjektiv bei f/4,5, Canon EOS 350Da, ISO 400, 13×5min, UV/IR-Sperrfilter. *Torben Simm*

BEOBACHTUNGEN

Für Einsteiger:
NGC 869 und NGC 884

- **bloßes Auge:** SQM-L 17^m50/□"; der lichtverseuchte Hamburger Himmel zeigt den Doppelsternhaufen unter normalen Bedingungen nur in ganz seltenen Augenblicken mit dem bloßen Auge. Hierzu muss man sich aus den Lichtquellen herausbegeben und dunkle Ecken aufsuchen, die das Licht abschirmen, dann wird es etwas besser. *Manfred Holl*
- **bloßes Auge:** SQM-L 20^m71/□"; unter dem Landhimmel der Sternwarte Kirchheim ist der Doppelsternhaufen ohne Probleme mit bloßem Auge zwischen Perseus und Kassiopeia auszumachen. Man kann sogar erahnen, dass es sich hier um zwei Objekte handelt. *Manfred Holl*
- **10×25-Fernglas:** SQM-L 20^m71/□"; der auch als h&x bekannte Doppelsternhaufen ist ein leichtes Objekt für jedes Fernglas, besonders auch für die bildstabilisierte Variante. Beide Offene Sternhaufen weisen leicht unterschiedliche Helligkeiten von 5^m3 bzw. 6^m1 sowie eine Ausdehnung von 30' auf. Markant ist dabei auch deren Umgebung: rund um NGC 884 zeigen sich viele Linien von Sternen annähernd gleicher Helligkeit, Dreiecke oder kleine Sternanhäufungen. Bei NGC 869 ist das etwas anders: der Sternhaufen wirkt leicht kompakter und vom »Kern« scheinen Bögen und Ausläufer von Sternen auszugehen. *Manfred Holl*
- **76/700-Newton:** fst 5^m8; beide Sternhaufen können bei niedriger Vergrößerung in einem Gesichtsfeld wahrgenommen werden. Der kleine Newton kann sie nicht vollständig auflösen. Die Sterne im Zentrum der jeweiligen Haufen sind von Nebel umgeben. 35×. *Stefan Westphal*
- **200/1200-Newton:** SQM-L 20^m71/□"; im 8"-Dobson mit 1200mm Brennweite werden die schwach konzentrierten Zentren vollständig aufgelöst. Bei 33× passen beide gerade noch in das Gesichtsfeld meines 2" 36mm-Okulars. Rund um NGC 884 zeigt sich ein Halbbogen aus Sternen und mehrere V-förmige Kleinst-Asterismen. Der Kern von NGC 869 wirkt trotz der hohen Auflösung etwas diffus. Bei genauerer Betrachtung findet man im Dobson weitere kleine Dreiecke, Vierecke oder Linien von Sternen. *Manfred Holl*

BEOBACHTUNGEN

Für Stadtbeobachter: NGC 752

- **bloßes Auge:** Bortle 4; unter gutem Himmel ein einfaches Objekt für das freie Auge. Großer Nebelfleck ohne Struktur. *Uwe Pilz*
- **bloßes Auge:** fst 6^m5; Himmelstester am Herbsthimmel; bei guter Durchsicht unter gutem Landhimmel kann der Offene Sternhaufen als etwa 0,5' große Aufhellung 5° südlich von Alamak (γ And) indirekt gesehen werden. Im Hochgebirge leichtes Objekt bei direktem Sehen. Nicht in Einzelsterne aufzulösen. *Uwe Glahn*
- **76/700-Newton:** fst 5^m8; das kleine Teleskop zeigt einen ausgedehnten, recht sternreichen Haufen. Vollständig aufgelöst. 35×. *Stefan Westphal*
- **200/1200-Newton:** SQM-L 20^m71/□"; Beobachtungsort Sternwarte Kirchheim, nicht ganz dunkler Landhimmel; NGC 752 in der Andromeda ist trotz seiner Winkelausdehnung von 50' nicht so leicht zu finden, da die Haufenmitglieder ziemlich regellos verteilt sind. Beim Aufsuchen wischt man immer irgendwie über ihn hinweg, weil in der Gegend viele Asterismen und Ansammlungen von Sternen im Feld stehen. Hat man NGC 752 aber erst einmal gefunden, ist seine Natur als Offener Sternhaufen klar erkennbar und man fragt sich, wieso man ihn nicht leichter hat finden können. Bögen, echte und unechte Doppelsterne, Vierecke, um die sich mehrere Sterne gruppieren. Östlich davon gibt es einen Halbbogen, im Süden zwei weitere, die sehr auffällig sind und aus etwa gleich hellen Sternen zu bestehen scheinen. 33×. *Manfred Holl*
- **250/1500-Newton:** fst 6^m2; Offener Sternhaufen mit schwacher Konzentration der Sterne, der unter dunklem Landhimmel auch mit bloßem Auge sichtbar ist. Im Teleskop-Gesichtsfeld eine lockere Anordnung von mindestens 80 Sternen, die meisten davon ungefähr gleich hell (geschätzt ca. 9. bis 10. Größenklasse). Der hellste Stern etwas südlich des Zentrums ist von schwach gelber Farbe. Südwestlich von NGC 752 steht ein deutlich hellerer Doppelstern (56 And). Im Haufen sind zahlreiche Sternketten zu erkennen. Die auffälligste zieht sich in Form zweier halbkreisförmiger Bögen von Nord nach Süd, die V-förmig miteinander verbunden sind. Der Haufencharakter ist bei geringer Vergrößerung besonders eindrucklich. 47×. *Frank Gasparini*

Leser beobachten

NGC 752



▲ Abb. 1: Zeichnung, 3"-Newton: fst 5^m8; 35×. *Stefan Westphal*



▲ Abb. 2: Digitalfoto, 2,6"-Refraktor bei 420mm, Canon EOS 40Da, ISO 800, 30×4min. *Ulf M. Schliemann*

Leser beobachten

NGC 925



▲ Abb. 1: **Zeichnung**, 18"-Newton: SQM-L 21^m2/□"; 295×. *Hubert Schupke*

▲ Abb. 2: **CCD-Aufnahme**, 5"-Newton bei 650mm, SXV-H9, 31×6min (L), 12×6min (je RGB), Baader LRGB-Filter. Gesamtbelichtungszeit 6h 40min, aufgenommen auf der Sternwarte Gahberg. Einige Hintergrundgalaxien und südlich von NGC 925 auch eine sehr schwache Zwerggalaxie sind zu erkennen. *Markus Blauensteiner*

◀ Abb. 3: **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 950mm, Canon EOS 450Da, ISO 800, 27×5min. Aufgenommen mit Komakorrektor, gestackt mit DSS, bearbeitet mit PI. *Rainer Westermann*



BEOBACHTUNGEN

Für Landbeobachter: NGC 925

- **250/1250-Newton:** fst 5^m5; extrem schwach - zuerst übersehen. Vor allem mit 156× erscheint indirekt aber ein deutlich ovaler Nebelfleck, aus dem blickweise einige (Vordergrund-)Sterne herausblinken. Dadurch wirkt der Nebelfleck eher wie ein Offener Sternhaufen als eine Galaxie. 39× - 156x. *Frank Lange*
- **400/1800-Newton:** fst 7^m0; recht flächenschwach, aber groß; heller Balken 1:3 NW-SO elongiert; am Südost-Ende dreht die Spirale über Süden nach Südwesten und läuft anschließend schwach aus. Nordwestlich ebenfalls schwache, breite Spirale, die nach Norden läuft. Im Nordost-Bereich schwache Aufhellung; im Südwesten abgesetzter Arm als Linie zu verfolgen, die mittig eine flächige Aufhellung aufweist. 150×. *Uwe Glahn*
- **20/80-Fernglas:** Bortle 3; relativ groß, länglich OSO-WNW; am Nordrand ist ein schwächeres Nebelgebiet mit indirektem Sehen mit Mühe zu entdecken; 10^m-Stern unmittelbar südlich. 20×. *Uwe Pilz*

Leuchtende Nachtwolken



Leuchtende Nachtwolken (engl. noctilucent clouds, NLC) sind nur in den Sommermonaten im deutschen Sprachraum am Nordhorizont sichtbar und entstehen in ca. 80km Höhe. Sie besitzen ein charakteristisches Aussehen durch ihr silbrig-bläuliches Leuchten. In der Nacht vom 3. auf den 4. Juli konnten besonders schöne Exemplare nicht nur in Deutschland, sondern auch weit südlich in der Schweiz und in Österreich beobachtet werden.

▲ Abb. 1: **Digitalfoto**, 200mm-Teleobjektiv bei f/4, Canon EOS 6D, ISO 400. Strukturen nach Sonnenuntergang (links) und vor Sonnenaufgang (rechts) über der Mosel und Luxemburg. *Boris Ruth*

▼ Abb. 2: **Digitalfoto**, 28mm-Weitwinkelobjektiv bei f/5,6, Canon EOS 50D, ISO 100, 5s (oben) bzw. 2,5s (unten). Aufnahmeort: Brandenburg an der Havel. *Christoph Rollwagen*



Stern- Freunde

Detlef Koschny im Porträt

von Frank Hauswald

D. Koschny

▲ Detlef Koschny im April 2014

Nur wenige Menschen können in einem Atemzug und in dazu sinnvollem Kontext mit Filmlegende Bruce Willis genannt werden. Bei ESA-Wissenschaftler Detlef Koschny drängt sich dieser Vergleich geradezu auf, könnte Koschny doch als führender Kopf auf dem Gebiet der Asteroidenabwehr tatsächlich irgendwann zum Retter der Menschheit werden ...

Kleine Körper ...

»Ich beschäftige mich mit kleinen Körpern im Sonnensystem; mit den Asteroiden seit nunmehr 10 Jahren«, sagt Koschny, dessen Arbeit bei der ESA zweigeteilt ist: Im Science Direktorat war er bis Februar 2014 als Studienwissenschaftler mit der Marco-Polo-R Mission beauftragt; eine Mission, die

Proben von einem Asteroiden zurückholen sollte. Mangels Weiterführung ist er seitdem in die Studien für eine Probenrückführung vom Marsmond Phobos involviert. »Die könnte als Weiterführung unseres Exo-Mars-Programms stattfinden«, führt der 52-Jährige aus.

Weit mehr bekannt im Kreise der Amateurastronomen dürfte Koschny aber auf dem Gebiet der Near-Earth Objects (NEO) sein: »Als Zweites bin ich Manager von unserem Near-Earth Object Segment im ESA-Programm für Weltraumlagererfassung (SSA = Space Situational Awareness). Da geht es darum, dass wir verstehen, wo sich Asteroiden befinden, die eventuell der Erde gefährlich werden können. Wir beobachten sie, berechnen ihre Orbits, bereiten in Arbeitsgruppen der Vereinten Nationen die Koordination der Asteroidenabwehr vor

Was sind das für Menschen, die bei Eis und Schnee in der Kälte ausharren und die Nacht zum Tage machen? Wie sind sie auf dieses ungewöhnliche Hobby gekommen und was treibt sie immer wieder an? Diesen Fragen ist Frank Hauswald in seinem Buch »Stern-Freunde« nachgegangen. In interstellarum wollen wir daran anknüpfen und weitere interessante Stern-Freunde vorstellen.

und studieren mögliche Raummissionen zu dem Thema. Auch wollen wir einen Prototypen von einem 1,2m-Survey-Teleskop bauen. Im Moment scheint dafür die Finanzierung gesichert, 2017 werden wir sehen, ob wir das wirklich schaffen. Im Rahmen dieses Projektes darf ich an unserem 1m-Teleskop auf Teneriffa nach Asteroiden suchen und auch das 8m-VLT der ESO für Asteroidenbeobachtungen benutzen.«

... mit verheerender Auswirkung

Was aber, wenn tatsächlich mal einer dieser Körper Kurs auf die Erde nimmt, Vorfälle wie im Februar 2013 über der russischen Region Tscheljabinsk stimmen ja durchaus nachdenklich. Koschnys Gesichtszüge sind stets wissenschaftlich unaufgeregt, aber dennoch ernst, wenn er über Themen die-

ser Art spricht. »Wenn wir jetzt einen Asteroiden entdecken würden, der irgendwo zwischen 100m und 250m groß ist und der in nicht eher als sieben bis zehn Jahren auf die Erde trifft, dann würden wir wohl einen Abwehrversuch starten«, visioniert er. »Am wahrscheinlichsten würden wir wohl einen kinetischen Impaktor bauen, also eine möglichst schwere Raumsonde mit dem Asteroiden zusammenstoßen lassen. Die Technologie ist im Großen und Ganzen vorhanden – wenn die Bedrohung ernst ist, sollte auch das Geld da sein. Die Amerikaner haben ja schon 2004 einen Kometen getroffen, mit der Deep Impact Mission. Einige Details sollten wir allerdings erst noch genauer verstehen, z.B. ob wir ein nur 100m großes Objekt wirklich treffen – der Komet von Deep Impact war 6km groß.«

»Als Astronom wirst du nix ...«,

sagte einst Vater Koschny zu seinem Bub und nimmt damit Einfluss auf dessen Werdegang. »Eigentlich wollte ich Astronomie studieren, habe dann aber doch erst mit Maschinenbau und Luft- und Raumfahrttechnik ein Ingenieurstudium gemacht. Bei einer der ersten internationalen Meteorkonferenzen – organisiert von Hans-Georg Schmidt von der Volkssternwarte München – hatte ich Professor Igenbergs von der TU München kennengelernt. Der war am Lehrstuhl für Raumfahrttechnik und hat auf dem Treffen einen tollen Vortrag gehalten über die Möglichkeit, Meteore künstlich zu simulieren. Das fand ich toll, so habe ich dann angefangen, Raumfahrttechnik zu studieren. Nach zwei Jahren in der Raumfahrtindustrie bin ich zurück an die Uni und habe über ein Thema der Planetenphysik promoviert. So bin ich – nach ein paar Jahren am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung nahe Göttingen – bei der ESA im niederländischen Noordwijk gelandet. Und: Seit dem Sommersemester 2011 gebe ich, zusammen mit Prof. emeritus Igenbergs, an der TU München eine Vorlesung über erdnahe Asteroiden.«

Profi mit Identitätskrise

Dennoch findet der Vater zweier Söhne – der zur Begeisterung der Netzgemeinde auch gern mal via YouTube die Rosetta-Mission aus Lego nachstellt – immer wieder auch die Zeit, um Vorträge auf Amateurebene zu halten, sich mit Gleichgesinnten auszutauschen. »Ich bin da oft in so einer Art Identitätskrise,

weiß selber nicht, ob ich da mehr der Profi oder der Amateur bin. Aber ich unterhalte mich gern mit Amateuren, weil ich selber einer bin.« So sucht Koschny auch privat in der heimischen Gartensternwarte mit IAU-Code B12 nach Asteroiden. »Hier teste ich oft verschiedenste Geräte und Software mit meinem 16-Zöller; dienstlich habe ich ja viel mit Teleskopen zu tun, da ist es gut, wenn man selber auch praktische Erfahrung hat«, freut er sich und erzählt augenzwinkernd von seinem Traum, alle europäischen Lichter würden eine Stunde nach Einbruch der Dunkelheit ausgeschaltet ... – und von seinem Albtraum, der Nachbar könnte eine Gartenbeleuchtung installieren.

Beginn einer lebenslangen Begeisterung

»Ich war 10 oder 11, als mein Interesse an der Astronomie mit dem Fernglas meines Vaters und der Suche nach dem Andromedanebel erwachte«, erinnert er sich. »Ich habe mir dann zum Geburtstag Astronomiebücher gewünscht. Durch viel Lesen und nächtliches Gucken mit bloßem Auge und Fernglas habe ich mich mit dem Thema vertraut gemacht. Als ich 12 war, bekam ich ein kleines Kaufhausfernrohr: Beim Beobachten meines ersten Objektes dachte ich, dass es dejustiert sei. Ich kann mich noch an den Blick meines Vaters erinnern, als ich ihn bat, mir beim Justieren zu helfen ... Aber tatsächlich war der Stern keine Ellipse, sondern ein niedrig vergrößerter Saturn und die Ellipse waren die Ringe. Von meinem eigenen Taschengeld kaufte ich dann ein Stativ für das Fernglas meines Vaters; damit habe ich die ersten Jahre meine Spuren am Himmel verdient. Ich kann mich noch erinnern, wie ich bei meiner Oma in Niederbayern den Himmel anschaute: Da waren so viele Sterne zu sehen, dass ich total überfordert war! Der Himmel im lichtverschmutzten Raum nahe München war da einfacher, um die Orientierung zu finden.«

Voll im »Flow«

Auch die Ästhetik kommt bei Koschny nicht zu kurz: »Am Liebsten beobachte ich visuell, wie zuletzt auf einer österreichischen Alpenhütte, wo ich meinen Familienurlaub verbracht habe. Der per Starhopping gefundene planetarische Nebel NGC 6210 im Herkules fiel sogar im Fernglas auf – schon interessant, dass ich so ein helles Objekt noch nie vorher gesucht hatte. Ich

BUCHTIPP



Stern-Freunde



Frank Hauswald, Oculum-Verlag, ISBN: 978-3-938469-48-4, 12,90€

[Kurzlink: oc1m.de/06wh](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/06wh)

hörte einen Fuchs bellen und Hirschröhren – so eine visuelle Beobachtungsnacht entspannt, und ich fühle mich hinterher viel ruhiger und zufriedener. Wie bei meiner Musik: Seit ich 18 bin, habe ich Schlagzeug gespielt, eigentlich immer Jazz, in mehreren Bands, mit vielen Auftritten. Seit zwei Jahren spiele ich Hammondorgel in einer Bluesband. Da muss ich mich dann mal auf ganz was anderes konzentrieren und bin voll im »Flow«. Schön, eine Familie mit so viel Verständnis zu haben!«

Koschny ist Wissenschaftler mit Leib und Seele, offen und natürlich im Gespräch. Ein Mann mit scharfem Verstand, der augenzwinkernd die Vision hat, dass endlich das Beamen à la Star Trek erfunden werden möge, wegen seiner vielen zeitintensiven Flugreisen. Und ein Mann, der hoffentlich nie zum »Helden« der Menschheit wird werden müssen!

SURFTIPPS



- NEO Coordination Centre
- Koschny's Astronomy
- (Lego-)Rosetta Mission #1
- (Lego-)Rosetta Mission #2

[Kurzlink: oc1m.de/06nd](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/06nd)

Feuer & Flamme

Das Internationale Teleskoptreffen Vogelsberg 2014

von Thomas Kubisch



▲ Abb. 1: Ein Teleskop wird verbrannt: Das »Burning Scope« war der Hingucker beim diesjährigen ITV. Es war ein sehr freier Nachbau eines Leichtbau-Dobsons ohne Volltubus.

➤ Abb. 3: Dieses 16"-Newton-Teleskop in Leichtbauweise mit aufgeschäumtem PVC hat 1700mm Brennweite und ist von seinem Besitzer Elmar Mangado als Dobson konzipiert worden. Es wurde für das ITV aber vorübergehend auf eine schwere parallaktische Montierung gesetzt.

Das Internationale Teleskoptreffen Vogelsberg, kurz ITV, gilt bei vielen Amateurastronomen und Hobby-Sternguckern als jährliche Pflichtveranstaltung. Man trifft Gleichgesinnte und tauscht

sich über die verschiedensten Themen aus, von der Kosmologie im Allgemeinen bis zur Wahl der geeigneten Okulare im Besonderen.

Ein Highlight in diesem Jahr war das »Burning Scope«: Dieses imposante Ergebnis sorgfältiger Handwerkskunst (mit der Beschriftung »Der Albtraum jedes Astronomen«) stellte ein angedeutetes Dobson-Teleskop in Leichtbauweise dar. Das feierliche Abbrennen der gar nicht so leichtgewichtigen Holzkonstruktion am frühen Abend erinnerte unweigerlich ein wenig an den etwas berühmteren Burning Man des gleichnamigen Festivals in den USA. Abgesehen von dieser Ausnahme waren die zahlreichen Teilnehmer aber nicht destruktiv veranlagt.

◀ Abb. 3: Diese beiden Eigenkonstruktionen in Dobson-Bauweise sind sehr leicht und schnell zerlegbar und können komplett in ihren jeweiligen Rockerboxen verstaut werden. Die Brennweiten betragen 1800mm bei dem 14"-Teleskop hinten und 600mm bei dem kleinen 7"-Teleskop im Vordergrund.



▲ Abb. 2: Dieses selbst gebaute Dobson-Teleskop hat eine Brennweite von 2500mm. Den Preis erhielt sein Konstrukteur allerdings für den ebenfalls selbst gebauten 7"-Sucher.



Prämierte Selbstbauten

Auch die Fans von Selbstbau-Teleskopen kamen in diesem Jahr wieder auf ihre Kosten. Im Rahmen der Preisverleihung wurden mehrere Exemplare prämiert, die im Vorfeld von einer Fachjury begutachtet wurden – zum letzten Mal geleitet von Wolf-Peter Hartmann. Ausgezeichnet wurden nicht nur selbst gebaute Teleskope an sich, sondern auch einzelne Komponenten, die sich durch ihre Bedienung und Funktionsweise von der gewöhnlichen Massenware abheben. Als Belohnung für ihre Mühen bei der Konstruktion erhielten die Gewinner sinnvolle Sachpreise wie Okulare.

➤ SURFTIPPS

- Ausführlicher Bericht
- ITV

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06sc](https://oc1m.de/06sc)



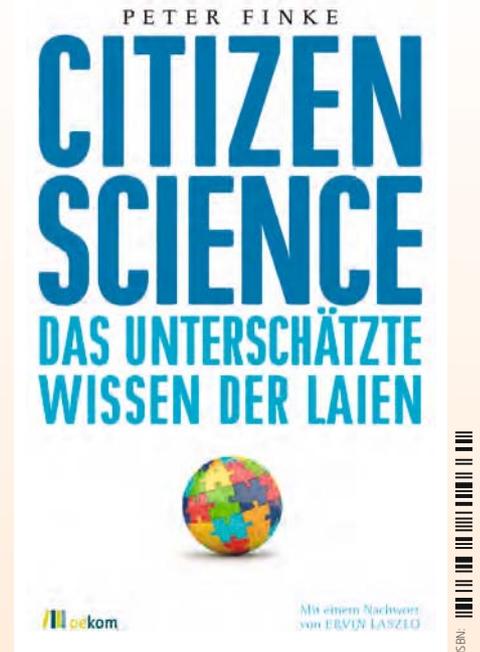
Citizen Science

Wissenschaft ist so wichtig, als dass sie den Experten überlassen werden könnte. So lautet ein Grundtenor dieses Buches des Professors für Wissenschaftstheorie Peter Finke. Ein weiteres, sich durch das Buch ziehende Motiv ist die Abhängigkeit der professionellen Wissenschaft von Bürokratie, Politik und Karrierezwängen. Es schlägt also die Stunde der Amateure! Diese sollen aber Forscher nicht einfach nur als kostenlose Helferlein bei der Datenanalyse unterstützen. Solche meist über das Internet organisierte Projekte bezeichnet der Autor etwas abschätzig als Citizen Science light. Und das, obwohl es gerade in der Astronomie sehr erfolgreiche »Bürgerforschung« mit aufregenden Neuentdeckungen gegeben hat und gibt und die Bürgerforscher sogar in den einschlägigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen als Koautoren genannt werden! Finke fordert vielmehr den freien Forscher, dessen »Wissensfeld« sich aus dem regionalen Bezug, Lebensumfeld und Hobby ergibt. Den Profiforscher sieht er hingegen zu oft gefangen in den komplexen Programmen und Technologien

der »Big Science«. Ginge es nach Peter Finke, müsste die Vorstellung davon, was Wissenschaft eigentlich ist und welche Themen sie behandeln sollte, von der Dominanz der professionellen Forschung befreit werden.

Von der Astronomie als wissenschaftliches Betätigungsfeld für Nichtwissenschaftler ist in dem Buch so gut wie gar nicht die Rede. Das liegt auch daran, dass Peter Finke mit seinem Begriff von Citizen Science vor allem den politischen Aktivisten adeln will: »Wutbürger sind Wissensbürger«. Im Bereich der Naturforschung führt der Autor daher gern Themen wie die Vogelbeobachtung an, die für ihn wohl ein idealtypisches Betätigungsfeld für Citizen Science darstellt: Die Gewinnung von echten wissenschaftlichen Daten mit regionalem Bezug und, im Sinne des Naturschutzes, mit politischer Relevanz. Von dem Kampf der Sternfreunde gegen die Lichtverschmutzung scheint der Autor leider noch nichts gehört zu haben. An diesem wissenschaftlichen Engagement der Bürger hätte er bestimmt sehr große Freude.

► Stefan Taube



Peter Finke: **Citizen Science**, oekom-Verlag, München 2014, 239S., ISBN 978-3-86581-466-1, 19,95€

Android- und iOS-App Audio-Himmelsführungen

An dieser Stelle wurden schon oft virtuelle Sternkarten vorgestellt, die durch ihren Funktionsumfang und ihre grafischen Darstellungen beeindruckend konnten. Gemeinsam war ihnen allen, dass sie sich vor allem an interessierte oder ambitionierte Amateure richteten, die umfangreiche Informationen zu bestimmten Himmelsobjekten abrufen und sich anzeigen lassen wollen. Oft überfordern diese leistungsstarken virtuellen Planetarien jedoch Einsteiger, die eine Hilfestellung bei der ersten Orientierung am nächtlichen Himmel suchen. Die im Frühjahr 2014 von Lutz Clausnitzer sowohl für Android als auch iOS herausgegebene App »AudioHimmelsführung« richtet sich genau an diese Zielgruppe.

Die App enthält insgesamt sechs je 20-minütige Audiotouren, in denen professionelle Sprecher die interessierten Nutzer an den nächtlichen Himmel heranführen: Die erste Audiotour mit dem Titel »Mit dem großen Wagen um den Himmelspol« ist dabei eine grundlegende Einführung in die Astronomie, deren Geschichte und Faszination. Die Touren zwei bis fünf führen durch die jahreszeitlichen

Besonderheiten des Sternhimmels: Die jeweils sichtbaren Sternbilder und Himmelsobjekte werden vorgestellt und zahlreiche Tipps zur Orientierung am Himmel gegeben. In jeder

Tour werden auch jeweils zwei Objekte zur Beobachtung mit einem einfachen Fernglas ausführlicher vorgestellt. Da die einzelnen Himmeltouren inhaltlich aufeinander aufbauen, sollten sie in der vorgeschlagenen Reihenfolge rezipiert werden. Damit nicht immer auf die jeweilige Jahreszeit gewartet werden muss, bietet die App auch vier Sternkarten zu jeder Tour, die das Gesagte visualisieren. In einer sechsten Tour werden das Verhältnis von Astronomie und Astrologie sowie deren historische Verbindung thematisiert. Eine besonders erwähnenswerte Erweiterung der App stellen die Aufgabenblätter dar, die Herr Clausnitzer auf seiner Webseite zum Download anbietet und zum Einsatz im Schulunterricht empfiehlt.



▲ **AudioHimmelsführungen**, 146MB, Android: Version 1.01, Android 4.1 oder höher, 3,99€; iOS: Version 1.0, iOS 7.0 oder höher, 4,49€

Insgesamt handelt es sich bei »AudioHimmelsführungen« um eine App, die allen Nutzern, die eine fundierte Einführung in die Orientierung am nächtlichen Himmel suchen, uneingeschränkt empfohlen werden kann – ebenso ist die App mit ihren zugehörigen Arbeitsblättern sicherlich für Astronomielehrer einen Blick wert.

► Ulrich Dittler

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/06p1](http://kurzlink.de/oc1m.de/06p1)



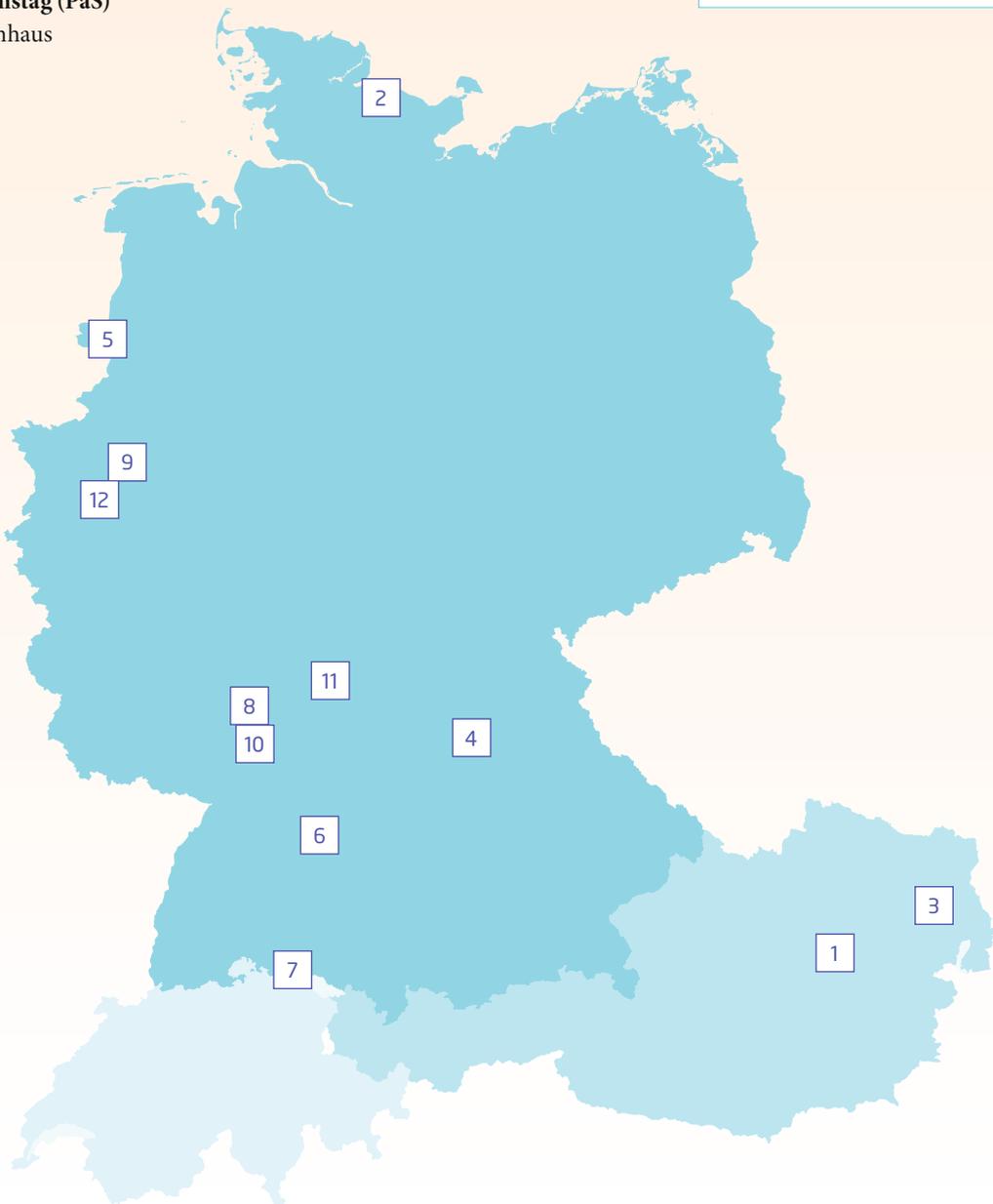
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

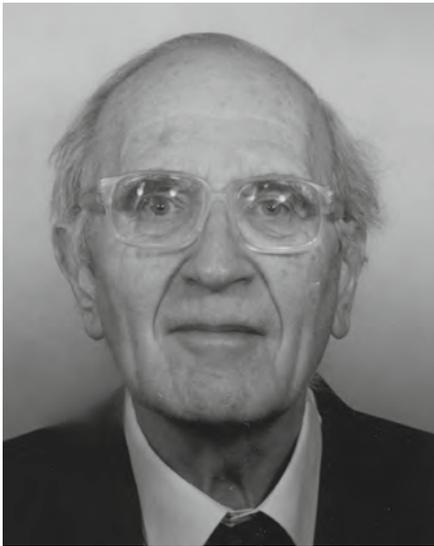
Termine für Sternfreunde

Oktober/November 2014

- | | | |
|--|--|---|
| <p>1 3.-5.10.: 22. Österreichischer CCD-Workshop
A-8630 Mariazell</p> | <p>6 18.10.: Astronomie Live – Beobachtertreffen am Breitenstein
73230 Kirchheim/Teck</p> | <p>10 13.-15.11.: Bundesweite Lehrerfortbildung: Per Anhalter durch die Galaxis
69117 Heidelberg</p> |
| <p>2 4.10.: Norddeutsches Astrofotografentreffen (Herbst-NAFT)
24119 Kronshagen</p> | <p>7 25.10.: Regionaltagung Südwestdeutschland und Nordostschweiz
CH-8280 Kreuzlingen</p> | <p>11 14.-16.11.: 33. Planeten- und Kometentagung
97851 Rothenfels</p> |
| <p>3 10.-12.10.: WAA-Herbst-Workshop
A-1140 Wien</p> | <p>8 31.10.-2.11.: Wochenend-Spektroskopiekurs der VdS-Fachgruppe
64629 Heppenheim</p> | <p>12 29.11.: 19. Hattinger Astronomische Trödeltag (HATT)
45525 Hattingen-Mitte</p> |
| <p>4 11.-12.10.: 25. BAV-Tagung 2014
90941 Nürnberg</p> | <p>9 8.11.: 33. Bochumer Herbsttagung (BoHeTa)
44801 Bochum</p> | |
| <p>5 18.10.: 11. Praktischer Astronomischer Samstag (PaS)
49828 Neuenhaus</p> | | |

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





Paul Wild (1925–2014)

Am 2. Juli dieses Jahres verstarb der Astronom und Kometenentdecker Paul Wild nach langer Krankheit im Alter von 88 Jahren. Er entdeckte fast 100 Kleinplaneten, beinahe 50 Supernovae und sieben Kometen. Prof. Dr. Paul Wild war von 1980 bis 1991 Direktor des Astronomischen Instituts der Universität Bern, wo er lehrte und welches auch seinen wissenschaftlichen Nachlass verwaltet. Er beobachtete am ca. 15km südlich von Bern gelegenen Observatorium in Zimmerwald.

Besondere Bekanntheit erlangte der von ihm Anfang 1978 entdeckte Komet 81P/Wild

(Wild-2): Er wurde das Ziel der Stardust-Mission, bei der Nahaufnahmen vom Kometenkern angefertigt wurden und Material aus der Staubhülle des Schweifsterns eingefangen und zur Erde gebracht wurde.

Paul Wild war fast bis ans Ende seines Lebens astronomisch tätig. Zuletzt gehörte er dem Rat der Fritz-Zwicky-Stiftung an (www.zwicky-stiftung.ch). Wir werden sein Andenken in Ehren halten.

► Uwe Pilz und
Andreas Verdun

Private Kleinanzeigen

Verkaufe für Liebhaber edler Teleskope: Astro-Physics Starfire EDF-Refraktor, 130mm f/6,3 Triplet Apochromat "Gran Turismo", VB 4200,-€.

► Klaus Junkermann, Tel.: 05621/9095640, E-Mail: sirius-14@online.de

Verkaufe 8"-Teleskop der Serie Skywatcher Skyliner Classic 200px. Neuwertig. Inkl. Zubehör. Neupreis war 380,-€. Ich verkaufe es für 280,-€.

► Markus Riedel, Tel.: 052261093, E-Mail: markus-riedel@t-online.de

Verkaufe Spiegelteleskop MEADE LX 200 CF 10" (2500mm/f:10) mit GoTo-Montierung, Autostar und Stativ, 8x50-Sucher, 2"-Zenitspiegel, Zero Image-Shift Fokussierer, Netzteil 100-240V/12V - 1,5A, Field DE-Rotator Mod. 1220 (autom. Rotation-Nachführung v. azimutal auf parallaktisch), Prismenschiene für Zubehör. Alle Geräte sind neu-

wertig (keine Feldnutzung), Selbstabholung (evtl. Versand). Preis: VB 2.500,- Euro

► Hinrich Rubbert, Tel.: 040/7533121, E-Mail: hinrich@rubbertNet.de

Verkaufe C11 auf WAM-300-Montierung und stabilem Dreibein mit zwei Okularen, Zenitspiegel und Orangefilter. VB 5000,-€.

► Nathues, Tel.: 0551/384979433, E-Mail: nathues@mps.mpg.de

interstellarium

Himmels-Almanach 2015



Ab 17.10.2014 im Handel.

interstellarium 97



Ab 14.11.2014 im Handel.

⇌ INTERAKTIV



Senden Sie uns Ihre Texte und Bilder!

interstellarium veröffentlicht Ihre Texte zu allen Bereichen der praktischen Astronomie. Wir freuen uns über Ihre Artikel, Bilder und Beschreibungen!

Objekte der Saison für die kommenden Ausgaben

Name & Sternbild	Vorstellung	Ergebnisse	Einsendeschluss
M 42 (Ori), NGC 1502 (Cam), NGC 1300 (Eri)	Heft 91	Heft 97	20.9.2014
M 44 (Cnc), M 38 (Aur), NGC 2261 (Mon)	Heft 92	Heft 98	20.11.2014
M 65 / M 66 (Leo), M 63 (CVn), NGC 6229 (Her)	Heft 93	Heft 99	20.1.2015
β Cyg (Cyg), M 29 (Cyg), NGC 6366 (Oph)	Heft 94	Heft 100	20.3.2015
M 13 (Her), M 39 (Cyg), NGC 6960 (Cyg)	Heft 95	Heft 101	20.5.2015
M 31 (And), M 103 (Cas), NGC 772 (Ari)	S. 26-29	Heft 102	20.7.2015

Für eingesandte Textbeiträge, Fotos und Zeichnungen, überlassen Sie uns das Recht für die Veröffentlichung im Heft (gedruckte und digitale Ausgaben), auf interstellarium.de sowie den Archiv-CD/DVD. Weitere Nutzungen in Büchern sind nicht gleichzeitig gegeben und bedürfen der Genehmigung durch den Autor.

Prinzipiell drucken wir nur unveröffentlichte Fotos und Texte. Parallelveröffentlichungen bereits eingesandter Materialien sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach Abdruck untersagt (§ 2-1 Verlags-gesetz) – wir bitten um Beachtung. Bitte informieren

Sie uns, ob Ihre Beiträge schon an anderer Stelle veröffentlicht worden sind.

Wir behalten uns vor, bei der Bearbeitung Randpartien einer Aufnahme abzuschneiden und diese zu verkleinern/vergrößern sowie orthographische und sprachliche Korrekturen am Text vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinntestellend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

Kurzlink: oc1m.de/mia

Abonnement

8 Hefte jährlich: 6 Ausgaben zweimonatlich + 2 Themenhefte
59,90€ (DE, AT), 64,90€ (CH, Ausland)
www.interstellarium.de/jahresabo.asp

Abo-Service

Britta Gehle, aboservice@interstellarium.de,
Tel. +49 9131/970694, Fax +49 9131/978596

Impressum

interstellarium

Zeitschrift für praktische Astronomie
gegründet 1994 von Jürgen Lamprecht,
Ronald Stoyan, Klaus Veit

Verlag

Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Str. 67,
91054 Erlangen, Deutschland

Geschäftsführung

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Ronald Stoyan

Redaktion

Daniel Fischer, Dr. Frank Gasparini,
Dr. Hans-Georg Purrucker
redaktion@interstellarium.de

Kolumnen

Prof. Dr. Ullrich Dittler, Kay Hempel, Manfred
Holl, Matthias Juchert, Karl-Peter Julius, André
Knöfel, Burkhard Leitner, Uwe Pilz, Lambert
Spix, Wolfgang Vollmann, Mario Weigand

Astrofotos

Siegfried Bergthel, Stefan Binnewies, Michael
Deger, Ullrich Dittler, Torsten Edelmann, Bernd
Flach-Wilken, Ralf Gerstheimer, Michael Hoppe,
Bernhard Hubl, Wolfgang Kloehr, Bernd Koch,
Siegfried Kohler, Erich Kopowski, Walter Ko-
prolin, Bernd Liebscher, Norbert Mrozek, Gerald
Rhemann, Johannes Schedler, Rainer Sparen-
berg, Sebastian Voltmer, Manfred Wasshuber,
Mario Weigand, Volker Wendel, Dieter Willasch,
Peter Wienerroither, Thomas Winterer

Herstellung

Christian Protzel (Leitung), René Belau

Grafik

Christian Protzel, René Belau, Dr. Frank
Gasparini, Stephan Schurig, Arnold Barmettler

Anzeigen

Es gilt die Preisliste Nr. 15 vom 1.11.2013
www.interstellarium.de/mediainfo.asp

Anzeigenleitung

Marion Faisst, werbung@interstellarium.de,
Tel. +49 9131/9239067, Fax +49 9131/978596

Vertrieb (DE, AT, CH)

Verlagsunion KG, Am Klingenberg 10,
65396 Walluf, Deutschland, ISSN 0946-9915

Hinweise für Leser

Bildorientierung: Allgemein: Norden
oben, Osten links; Planeten: Süden oben,
vorangehender Rand links

Datenquellen: Sonnensystem: Kosmos
Himmelsjahr, Ahnerts Kalender für Stern-
freunde, Cartes du Ciel; Deep-Sky: Deep Sky
Reiseführer, Eye & Telescope

Koordinaten: äquatoriale Koordinaten-
angaben, 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 (Kugel-
sternhaufen), Gx (Galaxie), Qs (Quasar),
As (Sternmuster)

Kartenverweise: Deep Sky Reiseatlas (DSRA),
interstellarium Deep Sky Atlas (iSDSA), Foto-
grafischer Mondatlas (FMA)

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