

INTERAKTIV



Wie gefällt Ihnen das neue interstellarum? Sagen Sie uns Ihre Meinung – auch über einzelne Beiträge! Ausgewählte Leserbriefe werden wir in der neuen Diskussions-Rubrik im Heft (Seite 73) veröffentlichen!

☞ www.interstellarum.de/leserbriefe.asp



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

interstellarum hat ein neues Gesicht! Nach fünf Jahren und 49 Ausgaben haben wir der Zeitschrift einen neuen Look gegeben. Christian Protzel, seit Heft 79 für Layout und Gestaltung des Heftes verantwortlich, hat eine gründliche Überarbeitung des Erscheinungsbilds vorgenommen, die sich sehen lassen kann! Klarer strukturiert ist die farbliche Codierung der sechs Inhaltsbereiche Hintergrund, Himmel, Praxis, Technik, Beobachtungen und Szene – deutlich im neuen, übersichtlicheren Inhaltsverzeichnis und an den seitlichen Reitern zu sehen. Insgesamt wirkt interstellarum damit moderner, farbiger und frischer!

Aber nicht nur das Äußere ist neu: Auch inhaltlich haben wir umstrukturiert. Neu sind die Rubrik Forschung aktuell (Seite 8) und die Seite Amateure & Wissenschaft, die im Wechsel Projekte vorstellen wird, bei denen Amateure wissenschaftliche Beiträge leisten können: Veränderliche Sterne, Exoplaneten und andere spannende Themen (Seite 10).

Hinzugekommen ist ebenfalls eine Rubrik für Erlebnis- und Reiseberichte, die Frank Gasparini in dieser Ausgabe mit einer spektakulären Reportage über seine Polarlicht-Expedition beginnt (Seite 60). Regelmäßig werden nun Bildberichte von Tagungen und Teleskoptreffen zu finden sein (Seite 70). Außerdem werden wir in jedem Heft Diskussionen, Leserbriefe oder Interviews aus der Szene bringen (Seite 73).

Ganz oben im neuen interstellarum-Konzept stehen Sie, liebe Leserinnen und Leser. An vielen Stellen im Heft werden Sie Kästen mit dem -Symbol finden – jeder einzelne ist eine Einladung an Sie zum Mitmachen und Einsenden!

Eine wesentliche Rolle spielen hier die Objekte der Saison, unser seit 18 Jahren laufendes Leser-Beobachtungsprojekt. Ab sofort werden in jedem Heft je ein Objekt für Einsteiger, Stadtbeobachter und Landbeobachter vorgestellt (ab Seite 26). Wie bisher schon veröffentlichen wir alle Beschreibungen, Zeichnungen und Fotos auf interstellarum.de – eine Auswahl schafft es zusätzlich in das ein Jahr später erscheinende Heft (ab Seite 63).

Aber auch Ihre aktuellen Sonnen-, Planeten- und Kometenaufnahmen, Bilder astronomischer Ereignisse oder einfach nur schöne Astrofotos möchten wir gerne abdrucken! Beteiligen Sie sich am neuen interstellarum-Konzept!

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Ronald Stoyan

Orionnebel extrem

Eine detaillierte Zeichnung von M42

Hintergrund

Forschung aktuell

- 8 Der letzte Flug des Space Shuttle
- 8 Irdische Uranus-Bilder schärfer als Voyager-Aufnahmen
- 9 Wolfram-Kugel im Orbit bestätigt relativistischen Effekt

Amateure & Wissenschaft

- 10 Drei Zwergnovae für das Frühjahr

Hauptartikel

12 Erforscher der Expansion

Die Entdeckung der Rotverschiebungen von Galaxien vor 100 Jahren

interstellarum Newsletter

kostenlos!

Nummer	Erscheinungsdatum
180	25.1.2013
181	8.2.2013
182	22.2.2013
183	8.3.2013
184	22.3.2013

☞ www.interstellarum.de/newsletter.asp

Himmel

Ereignisse

- 18 Heller Komet im Anflug!
C/2011 L4 (PANSTARRS) im März am Abendhimmel
- 18 Kleiner Brocken ganz nah
- 19 Treffen am Abendhimmel
- 19 Stern verschwindet

Sonnensystem

- 22 Sonne aktuell
Abwärts statt aufwärts
- 23 Planeten aktuell
Im Auge des Sturms
- 24 Kometen aktuell
16 Jahre nach Hale-Bopp – heller Komet am Abendhimmel

Sternhimmel

- 27 Objekt der Saison für Einsteiger
M 81 und M 82
- 28 Objekt der Saison für Stadtbeobachter
NGC 2392
- 29 Objekt der Saison für Landbeobachter
NGC 3079

Praxis

Deep-Sky

- 32 **Orionnebel extrem**
Eine detaillierte Zeichnung von M42
- 37 **100 Quadratgrad Himmel**
Fabelhaftes im Einhorn

Know-how

- 42 **Schritt-für-Schritt**
Wie kann man Sonnenflecken zeichnen?

interstellarum himmelskalender



Ausgabe 86 am 18.1.2013

Einzelpaket 1,79€, Jahresabo 8.99€
Für Heft-Abonnenten kostenlos!

☞ www.interstellarum.de/app-himmelskalender.asp

Heller Komet am Abendhimmel

24

Erforscher der Expansion

Die Entdeckung der Rotverschiebungen von Galaxien vor 100 Jahren

12

100 Quadratgrad Himmel

37

Inside PixInsight

44

Eine runde Sache für den Einstieg

51

Technik

Astrofotografie

44 Inside PixInsight

Ein Workshop für Astrofotografen, Teil 1

Test

51 Eine runde Sache für den Einstieg

Die CCD-Kamera 428EX
Mono von Atik

Know-how

56 Schritt-für-Schritt

Wie kann man Strichspuraufnahmen optimieren?

Beobachtungen

Erlebnis

60 Himmlisches Lichtspiel

Aurora Borealis über den Lofoten

Objekte der Saison

63 Leser beobachten

M 48 und NGC 3242

Galerie

66 Pferdekopf & Co.

Rückblick

68 Grünes Leuchten

Szene

Bericht

70 Ein Ausflug nach Paris

Die Rencontres du Ciel
et de l'Espace 2012

Termine

71 Termine für Sternfreunde

Rezensionen

72 Kosmische Kultstätten der Welt

72 Android-App: Sky Map+

Diskussion

73 Praktisches Erlebnis und spannende Theorie

Zum Artikel »Astronomie für alle Schüler!« von Lutz Clausnitzer
in interstellarum 84

Astro-Markt

74 Private Kleinanzeigen

74 Gewerbliche Anzeigen

interstellarum sternstunde



Ausgabe 13 am 11.1.2013:

- **Polarlichter:**
Interview mit Frank Gasparini
- **interstellarum packt aus:**
Lunt H α -Okulare

www.interstellarum.de/video.asp

Der letzte Flug des Space Shuttle

von Daniel Fischer



NASA/C. Thomas

Die Space Shuttles sind jetzt nur noch Museumsstücke: Die am Ende des 30 Jahre währenden Programms verbliebenen drei Orbiter sind vergangenes Jahr ins Washingtoner National Air and Space Museum und das California Science Center in Los Angeles geflogen (hier die Endeavour auf dem Träger-Jumbo am 21. September 2012 über San Francisco) bzw. ins Visitor Center des Kennedy Space Center in Florida gerollt worden.

Irdische Uranus-Bilder schärfer als Voyager-Aufnahmen

Obwohl der Planet 2,9 Mrd. km von der Erde entfernt war, sind US-Astronomen mit einem der Keck-Teleskope auf dem Mauna Kea vergangenen Juli wesentlich detailreichere Aufnahmen der Wolkenstrukturen des Uranus gelungen als 1986 der Raumsonde Voyager 2 bei ihrem Vorbeiflug.

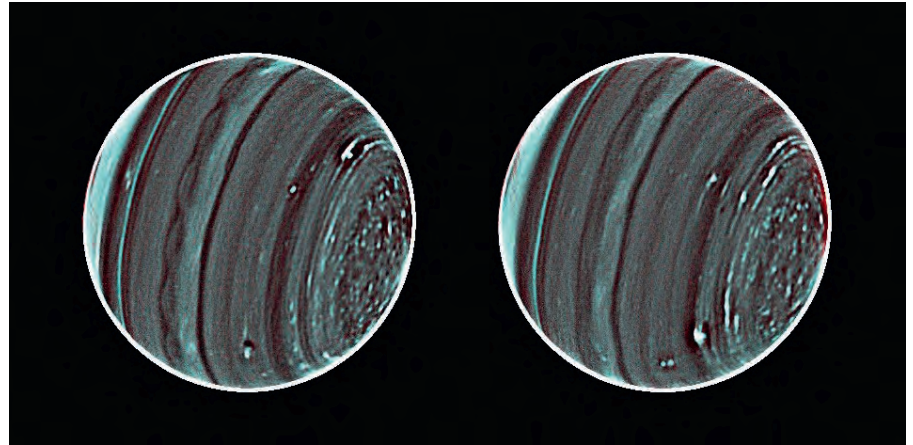
Der Planet war der Röhrenkamera Voyagers im Wesentlichen als matt grünliche Kugel fast ohne Einzelheiten und nur mit einer matten Bänderstruktur erschienen: Grund ist das viele Methan in der Atmosphäre des eisigen Gasplaneten. Anders ist das im nahen Infraroten, das Voyagers

Kamera-Technologie nicht zugänglich war, wohl aber der modernen erdgebundenen Astronomie, denn bei 1,6 μm Wellenlänge, dem H-Band, funktioniert auch die Adaptive Optik hervorragend, bei der ein rasant verformter Spiegel die Luftunruhe weitgehend ausgleicht. Großteleskope können

► Abb. 2: Die detailreichsten Bilder der Uranuswolken aller Zeiten entstanden am 25. (links) und 26. Juli 2012 am 10m-Teleskop Keck II auf dem Mauna Kea mit Adaptiver Optik und der Nahinfrarot-Kamera NIRC2 – sowie viel Bildbearbeitung und einer starken Hochpass-Filterung, die als Artefakt den hellen Planetenrand hinterlässt.

dann ihre prinzipielle Winkelauflösung von Bruchteilen einer Bogensekunde auspielen, vor allem, wenn nur die besten Bilder aufaddiert werden — eine Standardtechnik von Amateur-Planetenfotografen.

Konkret wurden für diese zwei Bilder 117 bzw. 118 kurz belichtete Einzelaufnahmen passgenau aufaddiert, was bei der schnellen Rotation des Planeten nicht trivial ist: Die Einzelbilder wurden auf einen Globus umgerechnet, sodass sie gegeneinander korrekt



L. Somovskiy, P. Fry, H. Hammel, L. de Paer

verdrehen konnten, und da die Wolken der Gasplaneten auch noch in verschiedenen Breiten unterschiedlich schnell rotieren, wurde diese Korrektur für jede Zone separat durchgeführt. Ferner wurde die großräumige Bänderstruktur herausgefiltert und die ganze

Prozedur für beide Beobachtungsnächte zweimal durchgeführt, mit einem breitbandigen H-Band-Filter, wo Methan stark absorbiert (diesen Ergebnissen wurden die Farben Blau und Grün zugeordnet), und einem engbandigen für schwache Methan-Absorption.

Wolfram-Kugel im Orbit bestätigt relativistischen Effekt

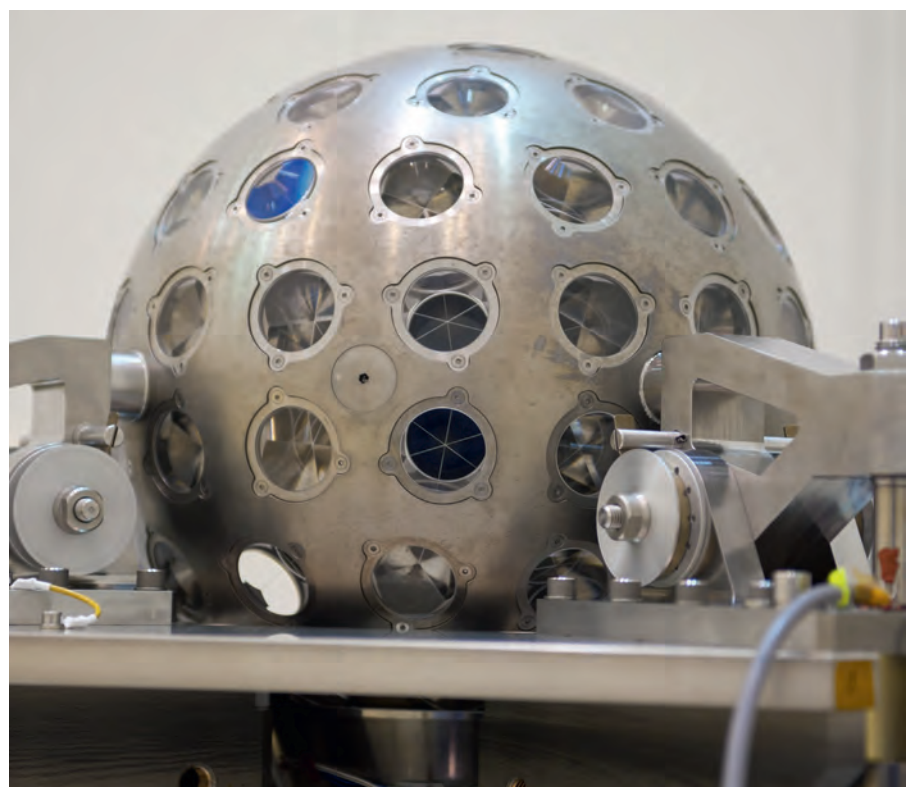
Seit einem Jahr fliegt eine 386,8kg schwere und 36,4cm große massive Kugel aus dem dichten Metall Wolfram in 1450km Höhe um die Erde, um eine wesentliche Voraussage der Allgemeinen Relativitätstheorie zehnmal genauer als alle Vorgänger zu überprüfen: das »Mitziehen« des Raumes durch die rotierende Erde, auch Lense-Thirring-Effekt genannt, was zu einer minimalen Drehung der Bahnebene des Satelliten führt.

Dem italienischen Passiv-Satelliten namens LARES scheint diese Messung bereits im ersten halben Jahr seit seinem Start auf der ersten Vega-Rakete gelungen zu sein, wie der Projektchef auf einer Tagung in Bergisch-Gladbach verraten hat. Noch nie war ein künstlicher Satellit gleichzeitig so klein und so massereich wie der LAsER Relativity Satellite, und mithin ist auch noch nie einer so ungestört von Luftreibung auf seiner Bahn allein dem Schwerefeld der Erde gefolgt.

Dieses wiederum hat das Satellitenpaar GRACE in den vergangenen Jahren präzise vermessen, denn der alles andere als kugelsymmetrische Aufbau des Planeten muss bei der Analyse der Bahnebenen-Drehung von LARES genauestens herausgerechnet werden.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Analyse beträgt jener Mitzieh-Effekt $100,3 \pm 1,6\%$ des erwarteten Wertes, ist also schon auf 1,5% genau bestätigt – und die erhoffte 1%ige Genauigkeit sollte LARES in ein paar Jahren spielend schaffen.

▼ Abb. 3: Der unscheinbare und rein passive LARES-Satellit bei Startvorbereitungen 2011: eine massive Wolframkugel mit 92 Retroreflektoren für Laserblitze vom Erdboden, die seine Bahn um die Erde mit höchster Präzision bestimmen lassen.



ESA – S. Corvaja, 2011

SURFTIPPS

Das Space-Shuttle Endeavor in Los Angeles:

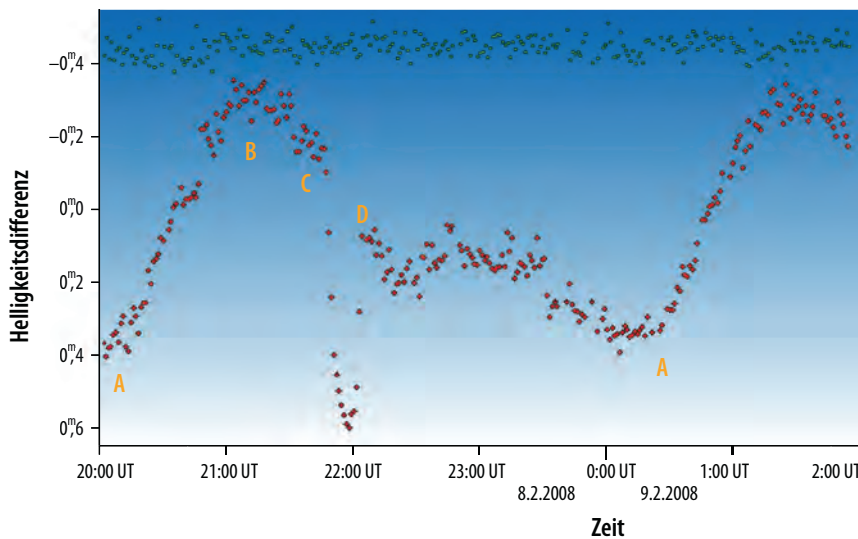
🔗 www.starobserver.org/ap121022.html

LARES-Mission:

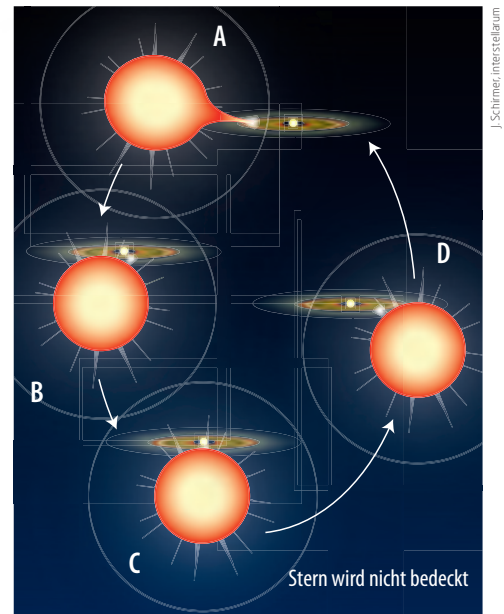
🔗 ilrs.gsfc.nasa.gov/missions/satellite_missions/current_missions/lars_general.html

Veränderliche aktuell

Drei Zwergnovae für das Frühjahr



▲ Ein Beispiel für den Bedeckungslichtwechsel von U Gem am 8.2.2008. Die Grafiken zeigen die Anordnung von Weißem Zwerg (gelb), seiner Akkretionsscheibe (orange) und dem Hauptreihenstern (rot).



In einem engen Doppelsternsystem aus zwei Hauptreihensternen mit einer Umlaufzeit von einigen Tagen entwickelt sich die massereichere Komponente zu einem Roten Riesen. Die beiden Sterne umkreisen sich in der ausgedehnten Gashölle des entwickelten Riesensterns. Dadurch sinkt die Umlaufzeit des Doppelsternsystems auf wenige Stunden. Danach löst sich die Hülle des Roten Riesen auf und der dichte Sternkern bleibt als Weißer Zwergstern mit etwa Erdgröße und Sonnenmasse zurück. Durch weitere Abbremsung durch den Sternwind des Begleiters nähern sich der Weiße Zwerg und der sonnenähnliche Hauptreihenstern weiter an. Damit füllt der Hauptreihenstern sein Rochevolumen aus und Materie beginnt von ihm zum Weißen Zwerg zu fließen. Ein kataklysmischer Veränderlicher Stern ist entstanden [1].

Der Weiße Zwerg sammelt die Materie in einer zunächst wenig dichten und kühlen Akkretionsscheibe. Im Zeitraum von wenigen Tagen bis zu Jahren wird die Akkretionsscheibe mit Materie des Hauptreihensterns gefüllt und damit dichter und heißer, bis es zur Instabilität kommt und die Materie auf den Weißen Zwerg abregnet. Systeme, die solche quasiperiodische Scheibeninstabilität

zeigen, erleiden damit auch Helligkeitsausbrüche zwischen 2 und 6 Größenklassen. Sie werden als »Zwergnovae« bezeichnet.

Durch die oft in wenigen Tagen aufeinander folgenden Ausbrüche bilden Zwergnovae ein natürliches Labor zum Studium der Physik von Akkretionsscheiben, die z.B. auch in den protostellaren Scheiben der T-Tauri-Sterne und um supermassive Schwarze Löcher im Zentrum von Galaxien vorkommen. Daher wird die Überwachung der Zwergnovae auf Helligkeitsausbrüche auch mit visuellen Beobachtungen sehr geschätzt, um gezielte Folgebeobachtungen mit erdgebundenen und Weltraumteleskopen in verschiedensten Spektralbereichen durchführen zu können. Organisationen wie BAV und AAVSO rufen immer wieder zu gezielten Beobachtungen auf und nehmen diese auch entgegen (vgl. Surftipps).

U Geminorum wurde bereits 1855 von J. R. Hind entdeckt und zeigt Helligkeitsausbrüche mit 9^m, die normalerweise ein bis zwei Wochen anhalten. Im Minimallicht 14^m bis 15^m ist der Bedeckungslichtwechsel des Hauptreihensterns zu beobachten. Der Stern bedeckt dabei nicht den Weißen Zwerg, wohl aber den hellen »Fleck«, wo der Gasstrom auf die Akkretionsscheibe trifft.

SU Ursae Maioris zeigt neben den normalen wenige Tage dauernden Helligkeitsausbrüchen als Besonderheit alle 3 bis 10 Zyklen Superausbrüche, die heller werden und länger andauern. Ihre Ursache ist noch nicht geklärt.

Z Camelopardalis ist der Prototyp einer selteneren und besonders interessanten Zwergnova-Art. In unregelmäßigen Abständen bleibt nach einem Helligkeitsausbruch der Stern über viele Wochen konstant auf einer mittleren Helligkeit, bis dann wieder die gewöhnlichen Helligkeitsausbrüche einsetzen.

► Wolfgang Vollmann

- [1] Szkody, P., und Gaensicke, B.: Cataclysmic Variables. JAAVSO Vol.40, 563, (2012). www.aavso.org/sites/default/files/jaavso/v40n1/563.pdf
- [2] Percy, John R.: Understanding Variable Stars, Cambridge University Press, Cambridge (2007)

SURFTIPPS

U Geminorum:

☞ www.aavso.org/vsots_ugem

SU Ursae Maioris:

☞ www.aavso.org/vsots_suuma

Z Camelopardalis:

☞ www.aavso.org/vsots_zcam

BAV:

☞ www.bav-astro.de

Drei Zwergnovae für das Frühjahr

Name	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Mittlere Periode
U Gem	7 ^h 55,1 ^m	+22° 0'	8 ^m 2–14 ^m 9	105d
SU UMa	8 ^h 12,4 ^m	+62° 36'	10 ^m 8–16 ^m 0	19d
Z Cam	8 ^h 25,3 ^m	+73° 6'	10 ^m –14 ^m 5	22d

Erforscher der Expansion

Die Entdeckung der Rotverschiebungen von
Galaxien vor 100 Jahren

von Daniel Fischer

Anfang 1913 gelang es V. M. Slipher zum ersten Mal, die Radialgeschwindigkeit einer anderen Galaxie zu bestimmen: Mehrere Nächte lang hatte er im Jahr zuvor Spektren der Andromeda-Galaxie belichten müssen. Die Pionierleistung Sliphers vor 100 Jahren markiert den Beginn der beobachtenden Kosmologie, die ein Jahrzehnt später die Expansion des Universums aufdecken sollte.

Wie so oft in der Geschichte der Astronomie hatte der Auftraggeber eigentlich etwas völlig anderes gewollt – und löste versehentlich eine Revolution des Weltbildes aus. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts sahen nur wenige in den spiralförmigen Nebelflecken andere Milchstraßen, der unseren ähnlich und weit von ihr entfernt. Und hatte nicht die Explosion einer offensichtlichen Nova im Andromedanebel 1885 klar gezeigt, dass dieser ein Teil der Galaxis war?

Eine naheliegendere Interpretation der Spiralnebel waren wirbelnde Gas- und Staubwolken um einen jungen Stern, entstehende Planetensysteme also: Davon ging auch Percival Lowell aus, als er den eben auf seine Sternwarte in Arizona gekommenen Jungastronomen Vesto Melvin Slipher mit der Spektroskopie dieser »weißen Nebel« beauftragte, an der sich die Astronomie bis dahin die Zähne ausgebissen hatte. Anders war das bei den »grünen Nebeln« mit ihren ausgeprägten Emissionslinien gewesen: kein Wunder, handelte es sich doch bei diesen meist um angeregt leuchtendes Gas um Weiße Zwerge, heute als Planetarische Nebel bekannt, oder auch um HII-Regionen. Das Licht der »weißen Nebel« aber erschien im Spektroskop wie fotografisch als ein Kontinuum und zeigte allenfalls schwache Fraunhofer-Absorptionslinien.

Wie man schwache Nebel spektroskopiert

M. V. Slipher – 1875 in Indiana geboren, wo er auch studierte und 1901 zur Lowell-Sternwarte wechselte – erkannte rasch, warum das so war: Die geringe Flächenhelligkeit der Spiralnebel stellte für die damals üblichen Spektrographen mit ihrem geringen Öffnungsverhältnis ein fast unüberwindliches Hindernis dar. Selbst vielen Kollegen sei das nicht klar gewesen, schrieb er später: »Es erscheint zweifellos seltsam, dass die fantastische Andromeda-Spirale, die unter transparentem Himmel so auffällig für das bloße Auge ist, spektroskopisch so schwach erscheint.«

Das galt auch für den Hochleistungs-Spektrographen, den Lowell 1900 von John

Brashear gekauft hatte und mit dem Slipher am 24"-Refraktor der Sternwarte arbeiten sollte. Die Messung der Rotationsgeschwindigkeit der Venusatmosphäre – seine erste Aufgabe 1903 – war kein Problem, denn für Planeten mit ihren extremen Flächenhelligkeiten war der Spektrograph optimiert. Aber als Lowell danach auch Spektren der vermeintlichen entstehenden Planetensysteme wollte, war ein gravierender Umbau erforderlich.

Auch durch Kontakt zu anderen Astronomen, namentlich dem Spektroskopie-Pionier Edward Fath, kam Slipher zu der Erkenntnis, dass es bei flächenhaften Objekten praktisch nur auf das Öffnungsverhältnis der Kamera ankam, die das Bild des Spektrographenspalts auf die Fotoplatte abbildete: Je »schneller« deren Optik, desto tiefer konnte man gehen.

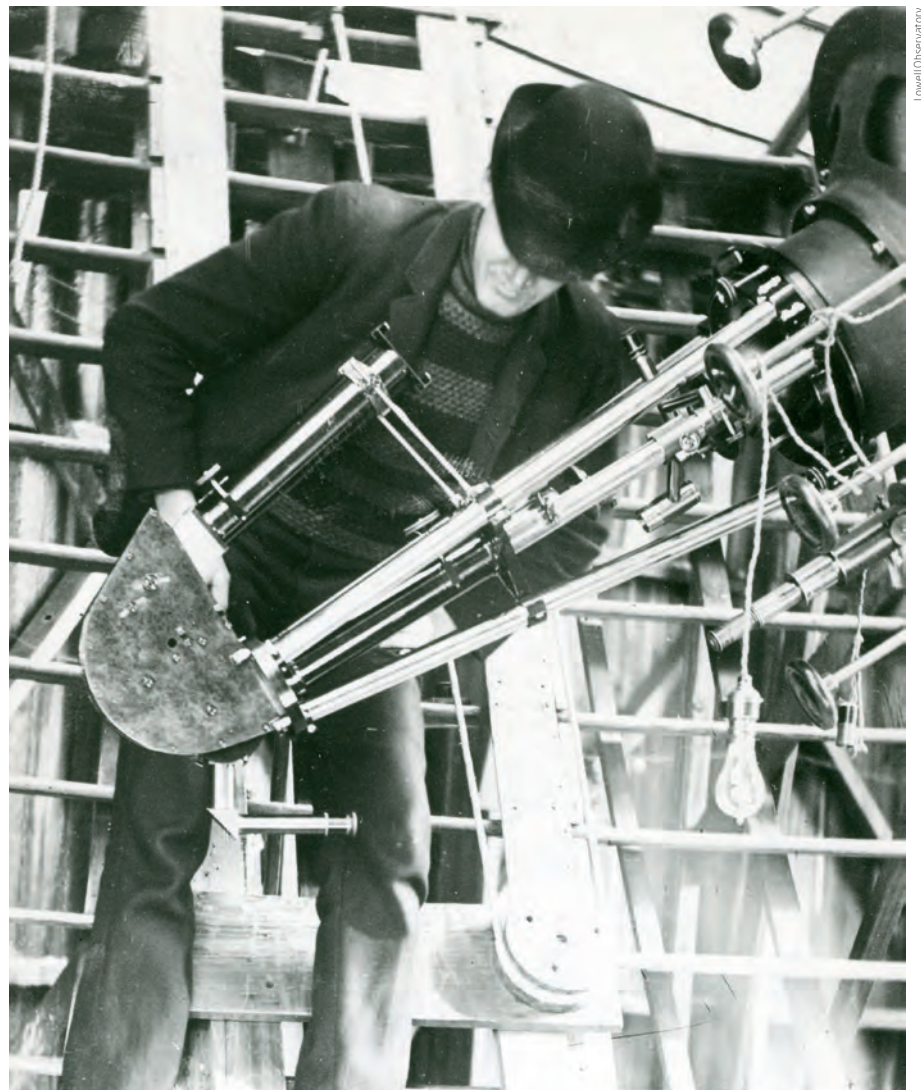
Durchbruch mit Messier 31

Vom deutschen Optikspezialisten Voigtländer konnte Slipher schließlich ein passendes Foto-Objektiv mit Blende 2,5 besorgen



▲ Abb. 2: Vesto Slipher arbeitete von 1901 bis 1952 an der Sternwarte, die Percival Lowell zur Marsbeobachtung gegründet hatte.

▼ Abb. 3: Das einzige bekannte Foto, das Slipher an der Arbeit an seinem Spektrographen zeigt.



◀ Abb. 1: Vor 100 Jahren wurde die Rotverschiebung der Galaxien und damit die Expansion des Universums – eine der wichtigsten Stützen der Urknall-Theorie – beobachtet. Vesto M. Slipher verwendete dazu den 24"-Refraktor des Lowell Observatory in Flagstaff, USA.

(die ursprüngliche Optik hatte Blende 14,2), und im Jahr 1912 konnte es losgehen: Die Empfindlichkeit des Spektrographen für flächige Objekte war nunmehr um einen Faktor 200 verbessert. Vier Mal nahm Slipher die Andromeda-Galaxie als offensichtliches erstes Ziel ins Visier, zum ersten Mal in der Nacht des 17. Septembers.

Das Ergebnis war ein winziges Stück Fotoplate, auf das neben dem Spektrum der Galaxie – 1mm breit und 1cm lang – auch Linien von leuchtendem Eisen und Vanadium belichtet wurden. Aber trotz fast 7 Stunden Belichtungszeit ließ das September-Spektrum in Sachen Radialgeschwindigkeit zu wünschen übrig, was Slipher auf die Idee brachte, mehrere Nächte nacheinander dieselbe Platte zu belichten. Im November und Dezember 1912 setzte er die Idee in die Tat um: Zwei Mal zwei und schließlich – vom 29. bis 31. Dezember – drei Nächte in Folge hielten der 24-Zöller und der umgebaute Spektrograph auf den Andromedanebel.

Jetzt war Slipher zufrieden: Vor allem die letzten Platten zeigten unter dem Messmikroskop genügend Fraunhoferlinien, um eine Geschwindigkeit relativ zur Sonne zu bestimmen. Die Werte streuten um knapp 10km/s, und ihr Mittelwert war erstaunlich: Mit 300km/s bewegte sich die Andromeda-Galaxie auf die Erde zu!

Was bedeutet die Geschwindigkeit?

Die erste je gemessene Rotverschiebung eines Spiralnebels war – reiner Zufall – eine negative. Und ihr Absolutwert – den Slipher perfekt getroffen hatte: heute wird dieser mit $301 \pm 7 \text{ km/s}$ angegeben – war größer als der jedes anderen Himmelsobjekts, von dem man bis dahin eine Radialgeschwindigkeit gemessen hatte, zehn Mal höher etwa als typische Sternengeschwindigkeiten in der Milchstraße!

Das war so verblüffend, dass Slipher zunächst auch nach anderen Erklärungen für die Verschiebung der Spektrallinien suchte, aber er fand keinen Fehler im System: M 31 raste wirklich in unsere Richtung. Da Slipher diese dem Zeitgeist entsprechend in der Milchstraße vermutete, spekulierte er sogar gleich über seine enge Begegnung mit einem »dunklen Stern«, die M 31 Richtung Sonne beschleunigt haben könnte – und die Nova von 1885 (heute als Supernova identifiziert) könnte dabei explodiert sein.

Damit lag er zwar völlig daneben, aber gleich im nächsten Satz bewies er große

BASISWISSEN

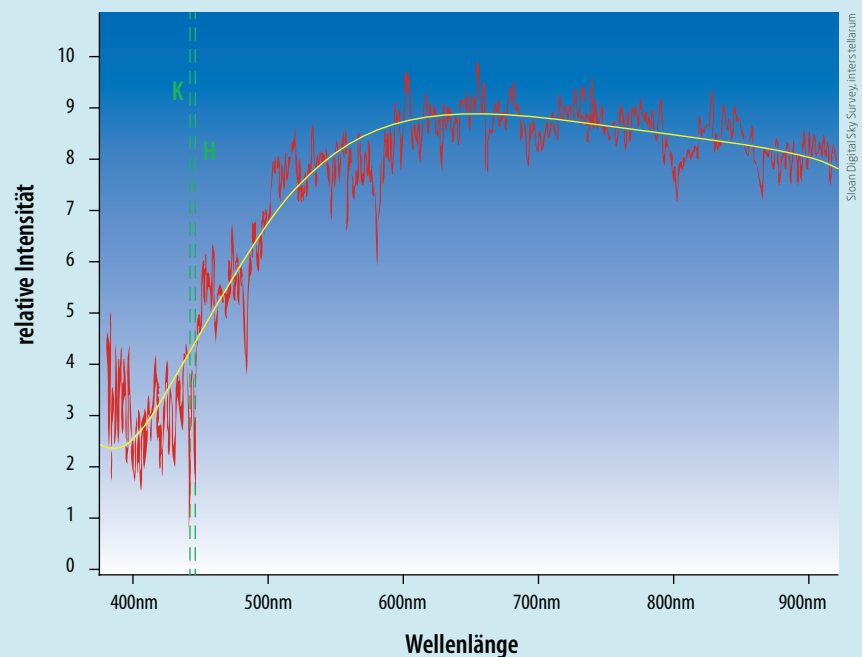
Wie misst man Radialgeschwindigkeiten?

Das Prinzip ist denkbar einfach, die Umsetzung aber kann die astronomische Technik schnell an ihre Grenzen treiben: Um die Radialgeschwindigkeit eines Himmelsobjekts relativ zur Erde zu messen, muss man in seinem Spektrum charakteristische Absorptions- oder Emissionslinien erkennen, deren Wellenlänge bestimmen und mit dem Ruhe-Wert aus dem Labor vergleichen. Entfernt sich das Objekt relativ zur Erde, werden die Wellen seines Lichts entweder in die Länge gezogen (und erscheinen rötler als in Wirklichkeit), im selteneren Fall einer Annäherung werden die Wellen gestaucht (Blauverschiebung). Bei normalen Galaxien – ohne nennenswerte Emissionslinien – ist es vor allem ein enges Linienpaar (»H/K«) des Elements Kalzium, das sich sicher in Spektren identifizieren lässt, insbesondere wenn man noch einige weitere charakteristische Absorptionslinien in konstantem Abstand erkennen kann.

Für die Messung der Radialgeschwindigkeit muss das Spektrum der Galaxie zusammen mit demjenigen eines Gases in der Sternwarte selbst aufgenommen werden, dessen Emissionslinien gemeinsam mit dem Galaxienlicht auf demselben Weg durch den Spektrographen auf einen Detektor – früher: eine Fotoplate – gelangen. Die Verschiebung des galaktischen Spektrums kann dann direkt abgemessen werden: Bei nahen Sternsystemen wie der Andromeda-Galaxie ist ihre Ursache die tatsächliche räumliche Bewegung, in diesem Fall Richtung Milchstraße, während bei fernerer Galaxien die Expansion des gesamten Raumes für Rotverschiebungen bis über $z=10$ hinaus sorgt. Diese Größe ist definiert als

$$z = \Delta\lambda / \lambda_0 = (\lambda_{\text{beob}} - \lambda_0) / \lambda_0 = (\lambda_{\text{beob}} / \lambda_0) - 1$$

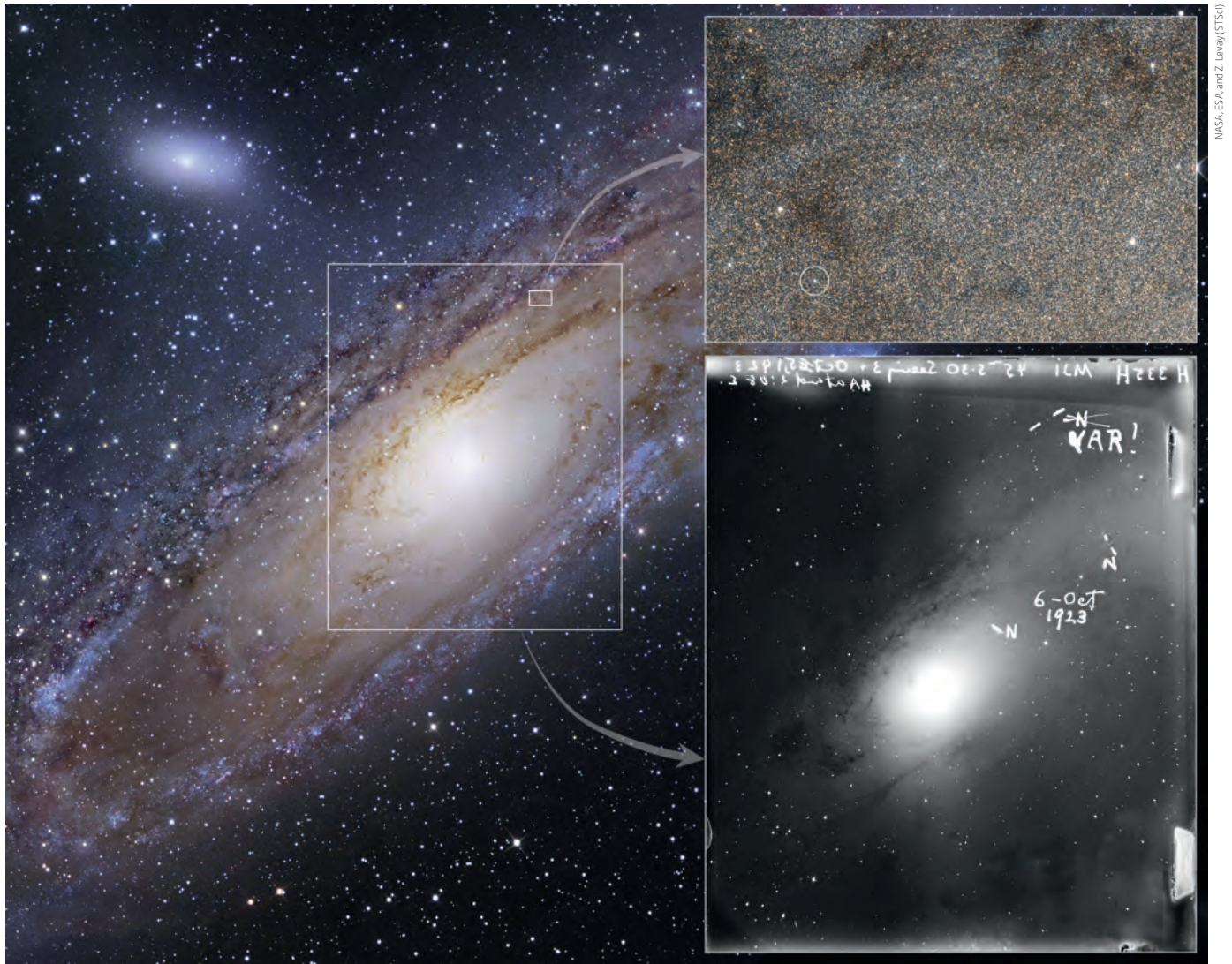
wobei λ_{beob} die gemessene Wellenlänge und λ_0 ihr Laborwert ist.



▲ Das Spektrum einer normalen Galaxie enthält praktisch nur schmale Absorptionslinien, von denen v.a. die H- und K-Linien des Kalziums ein relativ sicher identifizierbares Paar bilden. An ihnen lässt sich die Rotverschiebung ablesen, in diesem Fall 0,123.

Weitsicht: Da bereits der erste erfolgreich ausgemessene Spiralnebel eine so außergewöhnliche Geschwindigkeit aufweise, könne man auch vermuten, dass dies eine generelle Eigenschaft dieser

Objektklasse sei, weshalb man sich trotz der »schweren Arbeit« auch an weiteren Spiralnebeln versuchen sollte. Das, so prophezeite Slipher, »verspricht Resultate von fundamentaler Bedeutung«.



▲ Abb. 4: Der erste Cepheide, den Edwin Hubble in der Andromeda-Galaxie fand, ist auf der Original-Fotoplate des 2,5m-Hooker-Telescope auf dem Mt. Wilson als »VAR« markiert: Hubble hatte ihn ursprünglich wie auch zwei weitere Sterne als Nova (»N«) klassifiziert, dies dann aber durchgestrichen. Die Montage zeigt den Ausschnitt der Hubble-Platte auf einer modernen Aufnahme von M 31 sowie den Stern auf einem Bild des Hubble Space Telescope.

Mehr Spektren, klarer Trend

Die folgenden Jahre sollten indes zeigen, dass fast nur Slipher über die Technik verfügte, ausreichend gute Spiralnebel-Spektren zu gewinnen. 1914 hatte er bereits 15 und bis zum Jahr 1921 Radialgeschwindigkeiten von 41 verschiedenen Nebeln gemessen, 37 davon positiv, also rotverschoben, und die höchste um sagenhafte 1800km/s. Wer sich zu Beginn der 1920er-Jahre mit den Geschwindigkeiten der Spiralnebel beschäftigte, kam um Sliphers Daten praktisch nicht herum, und alle fundamentalen Arbeiten der damals aufblühenden Kosmologie – Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie galt seit der berühmten Sonnenfinsternis von 1919 als weithin verifiziert – machten regen Gebrauch davon.

Nur ordentlich zitiert wurde Slipher eher selten: Auf seine fundamentale Veröffentlichung von 1913 mit der Radialgeschwindigkeit des Andromedanebels wurde in der

gesamten astronomischen Literatur bis 2011 gerade sechs Mal konkret Bezug genommen, und auch eine spätere Arbeit von 1917 mit den Rotverschiebungen von 25 verschiedenen Spiralnebeln bringt es nur auf 19 Zitate. Die elementare Rolle, die Sliphers lange Nächte am Spektrographen im zweiten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts für die Entdeckung der Expansion des Universums spielten, war lange Zeit nur wenigen Experten klar.

Die Expansion des Kosmos

Dass Vesto Slipher so in Vergessenheit geraten konnte, lag zum einen an seinem geringen Interesse an Prioritätsstreitigkeiten – und daran, dass er seine Radialgeschwindigkeiten nie selbst gegen die relativen Entfernungen der Spiralnebel aufgetragen hatte. Das tat auch Arthur Eddington nicht, als er 1923 sein einflussreiches Buch »The Mathematical Theory of Relativity« veröffentlichte,

in der er den Slipherschen Spektren gleichwohl große Bedeutung beimaß.

Dass in diesen ein direkter Beleg für die Expansion des Raumes steckte (die Einstein in seiner fundamentalen Arbeit zur Kosmologie von 1917 entschieden verneint hatte), erkannte er damals nicht. Wohl aber dämmerte diese Erkenntnis mehreren anderen Kosmologen in den folgenden vier Jahren, während sich zugleich endlich die Interpretation der Spiralnebel als eigenständige und weit entfernte Welteninseln durchsetzte: Da war 1924 der deutsche Carl Wirtz, der einen logarithmischen Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Winkeldurchmessern – die er von ähnlicher absoluter Größe annahm – vermutete. Da war Knut Lundmark, der im selben Jahr dem korrekten Expansionsgesetz schon recht nahe kam. Und da war Georges Lemaître, der es 1927 in der heutigen Form – die Geschwindigkeit steigt linear mit der Entfernung – notierte,

IM DETAIL

Wie die Hubble-Konstante auf 3% genau gemessen wurde

Das Jahr 1912 war noch in einer weiteren Beziehung entscheidend für die moderne Kosmologie: Damals stieß Henrietta Leavitt auf die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Cepheiden, einer besonders hellen Klasse Veränderlicher Sterne. Beobachtete man den Lichtwechsel eines solchen Sterns, konnte man – eine zuverlässige Eichung des Gesetzes natürlich vorausgesetzt – direkt dessen Entfernung ablesen.

Die Entdeckung solcher Sterne in den ominösen »weißen Nebeln« – zum ersten Mal 1923 durch Edwin Hubble in der Andromeda-Galaxie – etablierte in den 1920er-Jahren endlich deren Natur als weit entfernte eigenständige Galaxien, nachdem noch 1920 in der »Großen Debatte« die Befürworter der Gegenposition die scheinbar besseren Argumente zu haben schienen.

Trotz aller Fortschritte in der Astronomie in den vergangenen 100 Jahren bilden die Cepheiden immer noch das Fundament

fast aller kosmischen Entfernungsmessung, das im Wesentlichen ein Dreischritt ist. Eine Schlüsselrolle kommt dabei der Entfernung der Großen Magellanschen Wolke zu: In diesem kleinen Begleiter unserer Milchstraße findet man viele Cepheiden, die alle praktisch gleich weit entfernt sind und an denen man die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung viel besser eichen kann als an den wenigen Cepheiden in der Milchstraße, deren Entfernungen direkt von ihrer Parallaxe bekannt ist.

Bestimmt wird also – mit einer Vielzahl von Methoden – die Entfernung der Großen Magellanschen Wolke. Mit ihrer Hilfe wird das Cepheiden-Gesetz geeicht und damit die Entfernung zu anderen nahen Galaxien bestimmt, in denen man ebenfalls Cepheiden-Lichtkurven messen kann. Und wieder andere, noch hellere »Standardkerzen« werden wiederum an diesen Galaxien geeicht, um die Distanzen noch viel weiter entfernter Galaxien abzuleiten, bei denen

die Radialgeschwindigkeit durch die kosmische Expansion lokale Effekte – man denke an die »unkosmologische« Bewegung der Andromeda-Galaxie Richtung Sonne – bei Weitem überwiegt.

Zusammen mit ihren Rotverschiebungen ergibt sich dann die Expansionsgeschwindigkeit des Raumes, die allgemein als Hubblekonstante bekannt ist. Ihren Wert bestimmte das »H0 Key Project« mit dem Hubble Space Telescope Ende 2000 auf der Basis von Beobachtungen im sichtbaren Licht auf 72 ± 8 km/s/Mpc, also auf die geforderten 10% genau. Aber es ging noch genauer, denn im infraroten Licht sind etliche Störeffekte in der mehrstufigen Prozedur geringer: Im Sommer 2012 konnte der Wert mit Hilfe des Spitzer Space Telescope auf $74,3 \pm 2,1$ km/s/Mpc verbessert werden [5]. Pünktlich zum Jubiläum ist die Hubblekonstante nun auf 2,8% genau bekannt, und in Zukunft sollte sogar ein auf 2% genaues Ergebnis möglich sein.

inklusive des theoretischen Unterbaus. Aber leider in einer derart exotischen belgischen Fachzeitschrift, dass die Arbeit erst seit einer gekürzten englischen Übersetzung 1931 überhaupt wahrgenommen wurde.

Der Weg zum Hubble-Gesetz

Zu diesem Zeitpunkt hatte der – im Gegensatz zu Slipher außerordentlich auf seinen Ruhm bedachte – Edwin Hubble bereits »sein« Expansionsgesetz veröffentlicht, im Jahr 1929, und es war de facto das von Lemaître. Im Jahre 2011 aufgekommene

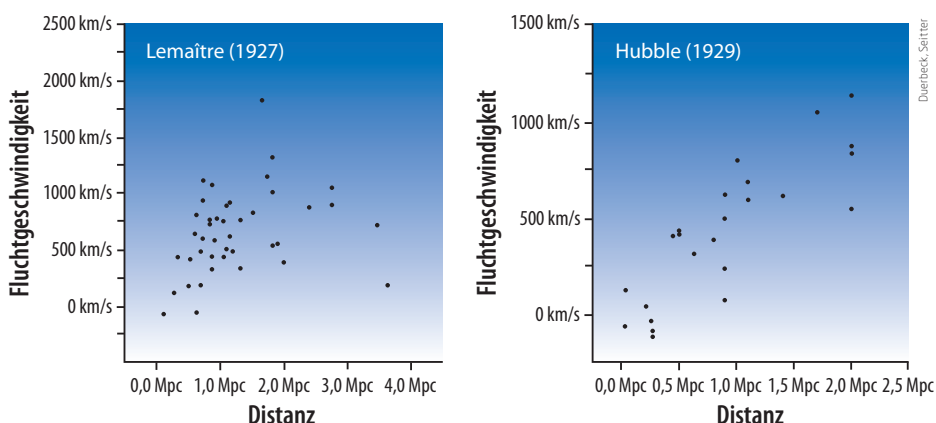
Vorwürfe, dass er danach die Leistungen des Belgiers systematisch zu unterdrücken trachtete, haben sich zwar als fragwürdig erwiesen (der bescheidene Lemaître nahm die Kürzungen bei der Übersetzung offenbar selbst vor), aber unter Astronomiegeschichte gilt es inzwischen als ausgemacht, dass das lineare Hubble-Gesetz seinen Namen zu Unrecht trägt und eigentlich Lemaître-Gesetz heißen müsste.

Auch das Hubble Space Telescope müsste dann eigentlich Lemaitres Namen tragen, denn zu dessen ursprünglich definierten Hauptaufgaben gehört die Bestimmung

der Expansionsrate des Kosmos – also der Proportionalitätskonstanten des Gesetzes, der Hubble-Konstanten – auf 10% genau. Die Aufgabe erfüllte es schließlich im Jahr 2000, zehn Jahre nach seinem Start, und weitere zwölf Jahre später konnte ein anderes Weltraumteleskop die Präzision noch einmal deutlich steigern (s. Kasten).

Sliphers Vermächtnis

Von all dem hätte Slipher nur träumen können, dessen wissenschaftliche Leistungen sich mit dem Durchbruch in der Spektroskopie der Spiralnebel weitgehend erschöpft hatten. Ab 1915 übernahm er Verwaltungsaufgaben am Lowell Observatory, erst recht nach dem Tod Lowells 1916, dem er von 1926 bis 1952 als Direktor folgte – die wissenschaftliche



◀ Abb. 5: Die »Hubble-Gesetze« von Lemaître (links) und Hubble (rechts) von 1927 bzw. 1929 in identischer Form gegenübergestellt: Die Daten, die Hubble hatte, waren zwar besser, aber ein linearer Zusammenhang von Distanz (x-Achse) und Fluchtgeschwindigkeit (y-Achse) war auch schon bei Lemaître vergleichsweise klar zu erkennen.

Produktivität der Sternwarte sank in dieser langen Zeit bedenklich.

Die technischen Tricks der Spektroskopie flächenschwacher Objekte hatte Slipher in seinen Publikationen genau verraten, so dass bald andere Observatorien – insbesondere auf dem Mount Wilson in Kalifornien mit seinen 60"- und 100"-Reflektoren – an Lowell mit seinem 24"-Refraktor vorbeiziehen konnten. Zwar hatte die Entdeckung der kosmischen Expansion Ende der 1920er-Jahre noch weitgehend auf den Slipherschen Spektren basiert, aber nun konnten die Rotverschiebungen auch viel schwächerer Galaxien und die Hubblekonstante – die Lemaître wie Hubble um das fast Zehnfache zu hoch angegeben hatten – immer besser bestimmt werden. Erst mit den Nahen des 100. Jahrestages der ersten Geschwindigkeitsmessung einer anderen Galaxie ist die Pionierleistung Sliphers wieder der Vergessenheit entrissen worden, der 1969 drei Tage vor seinem 94. Geburtstag gestorben war.

- [1] Slipher, V.M.: The radial velocity of the Andromeda Nebula, Lowell Observatory Bulletin 1, 56 (1913)
- [2] Bartusiak, M.: The Cosmologist Left Behind, Sky & Telescope 9/2009, 30
- [3] Thompson, L.: Vesto Slipher and the First Galaxy Redshifts, <http://arxiv.org/abs/1108.4864> (2011)
- [4] Humason, M.L.: The Apparent Radial Velocities of 100 Extra-Galactic Nebulae, Astrophys. J. 83, 10 (1936)
- [5] Freedman, W.L. et al.: Carnegie Hubble Program: A Mid-Infrared Calibration of the Hubble Constant, <http://arxiv.org/abs/1208.3281> (2012)

INTERAKTIV



Haben Sie Fragen zum Artikel oder einen Diskussionsbeitrag dazu? Senden Sie uns einen Leserbrief:

✉ www.interstellarum.de/leserbriefe.asp

SURFTIPPS



Sliphers Original-Veröffentlichungen:

✉ www.roe.ac.uk/~jap/slipher

Vorträge einer Jubiläumskonferenz:

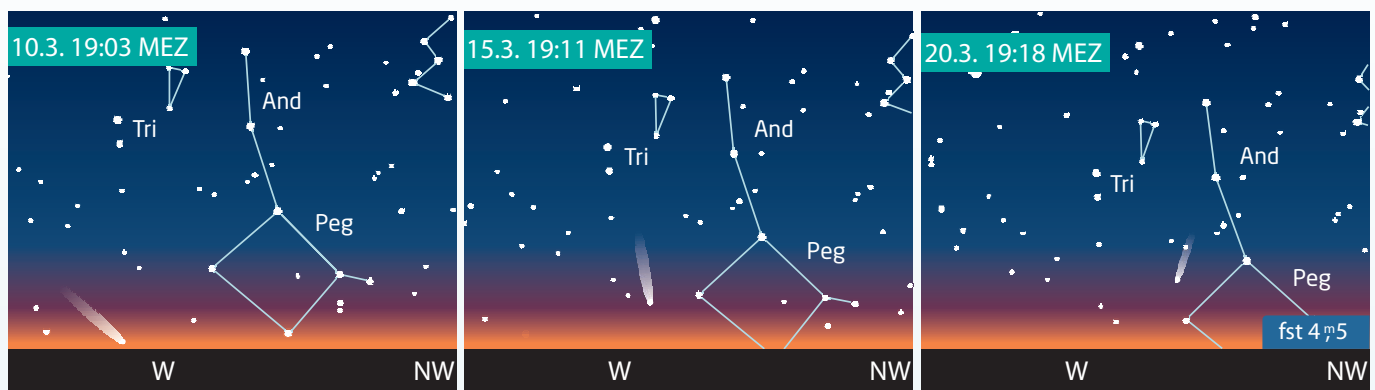
✉ www2.lowell.edu/workshops/slipher



▲ Abb. 6: Der 24-zöllige Refraktor heute, mit dem V.M. Slipher vor 100 Jahren die erste Rotverschiebung einer anderen Galaxie maß.

Heller Komet im Anflug!

C/2011 L4 (PANSTARRS) im März am Abendhimmel



▲ Abb. 1: Anblick des Kometen C/2011 L4 (PANSTARRS) Richtung Westen zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung.

Ein hellen Kometen freisichtig am Nachthimmel zu sehen, gehört zu den beeindruckendsten Erlebnissen eines Amateurastronomen. Nach derzeitiger Faktenlage könnte es im März wieder dazu kommen. Der am 6. Juni 2011 auf Hawaii entdeckte Komet C/2011 L4 (PANSTARRS) bewegt sich weiter in Richtung Sonne und befindet sich dabei im Februar allerdings tief am Südhimmel, so dass er in Mitteleuropa erst einmal nicht beobachtet werden kann. Am 5. März erreicht der Komet den geringsten Abstand zur Erde – mit 1,1AE ist das allerdings ein relativ großer Abstand. Auch dann ist er in Europa nicht beobachtbar, da

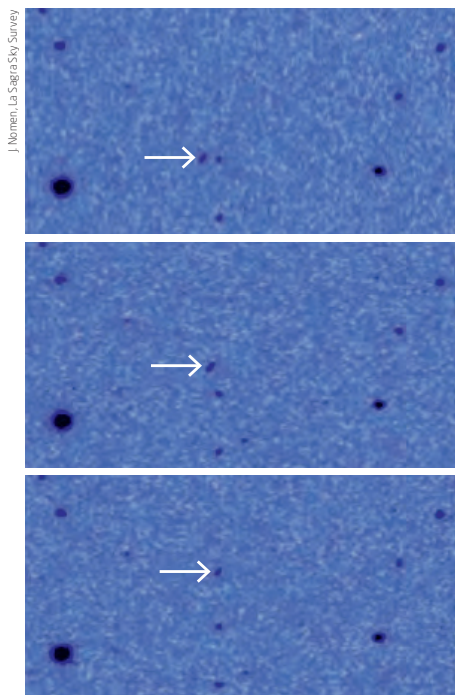
der scheinbare Abstand zur Sonne nur 17,5° in südöstlicher Richtung beträgt. Das Perihel erreicht der Komet am 10. März in etwa Merkurentfernung (0,3AE).

Für Beobachter auf der Nordhalbkugel wird der Komet erst ab der Monatsmitte beobachtbar sein. Je nach Helligkeit kann aber sein Schweif bei freier Horizontsicht bereits früher am Abendhimmel kurz nach Sonnenuntergang in der hellen Dämmerung auftauchen. Die Helligkeit des Kometen wird dabei zwischen -1^m und -4^m erwartet. Ob es so geschehen wird, hängt von der Helligkeitsentwicklung des Schweifsterns ab – und bekanntlich haben sich schon in der

Vergangenheit manche Kometen nicht um die Prognosen geschert und sind weit hinter der erwarteten Helligkeit zurückgeblieben.

Trotzdem sollte der Komet in der zweiten Monatshälfte unter dunklem Nachthimmel ohne optische Hilfsmittel sichtbar sein – seine Helligkeit ist dann bereits wieder auf 1^m bis 2^m gesunken. Er wandert dabei vom Sternbild Fische weiter nördlich in die Andromeda. Weitere Details finden sich in dieser Ausgabe in der Rubrik »Kometen aktuell« (S. 24). Über die aktuelle Entwicklung des Kometen wird im interstellarium-Newsletter berichtet.

► André Knöfel



Kleiner Brocken ganz nah

Kleinplanet 2012 DA₁₄ am 15. Februar in Erdnähe

2012 DA₁₄ wurde am 23. Februar 2012 in der von Amateurastronomen betriebenen Sternwarte La Sagra in den Bergen Südspaniens entdeckt. Die Helligkeit des winzigen 50m-Kleinplaneten lag bei nur $19^m,0$. Kleinkörper dieser Größenordnung bleiben in der Regel lichtschwach, doch es zeigte sich relativ schnell, dass es im Februar 2013 einen sehr nahen Vorbeiflug an der Erde geben würde.

Nach den derzeit vorliegenden Daten wird am Abend des 15. Februar das Objekt 2012 DA₁₄ zwischen 18:50 und 23:20 MEZ heller als $10^m,0$, was in Reichweite eines normalen 10×50-Fernglases liegt. Gegen 20:45 MEZ passiert der 50m-Brocken seinen

erdnächsten Punkt und wird dann nur 35000km entfernt sein, so dass uns der winzige Kleinplanet rund elf Mal näher steht als der Mond. Bei einer zu erwartenden Helligkeit von $7^m,7$ handelt es sich um den hellsten Vorbeiflug eines erdnahen Kleinplaneten seit fast 40 Jahren; nur (433) Eros, der ebenfalls zu den erdnahen Kleinplaneten zählt, wurde 1975 noch heller.

Zum Zeitpunkt der größten Annäherung geht 2012 DA₁₄ in Mitteleuropa erst auf, aufgrund der Erdnähe bewegt sich der Miniplanet jedoch mit maximal 10° in 15 Minuten über den Himmel. Für die Mitte Deutschlands steht das Objekt um 21:00 MEZ

◀ Abb. 2: Entdeckungsaufnahme der Amateursternwarte La Sagra (Spanien).

bereits 10° hoch in der Jungfrau und ist $7^m,7$ hell, eine Stunde später sind es dann 40° und $8^m,6$ in den Jagdhunden und um 23:00 MEZ ist der Kleinkörper bei 55° Höhe im Sternbild Großer Bär immer noch $9^m,7$ hell.

Da derzeit die berechnete Bahn des Kleinplaneten noch ungenügend genau ist, sind

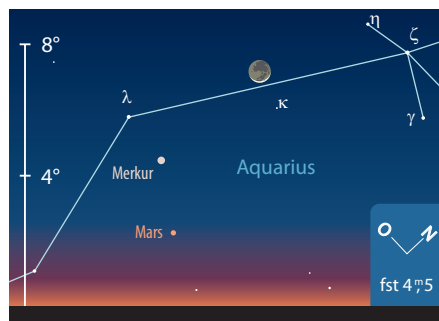
die verfügbaren Ephemeriden mit großen Fehlern behaftet. Genaue Daten werden einige Tage vor dem Vorbeiflug vorliegen und über den interstellarum-Newsletter bekannt gegeben.

► Nico Schmidt

Treffen am Abendhimmel

Mond besucht Merkur und Mars am 11. Februar

Am 11. Februar gegen 18:30 MEZ, gut 35 Stunden nach dem exakten Neumondtermin am 10. November, ist die schmale Mondsichel (2,5% beleuchtet) – klare Horizontsicht nach Westen vorausgesetzt – dicht über dem Südwesthorizont sichtbar. Rund 5° unterhalb des Mondes in östliche Richtung versetzt kann man noch zusätzlich zwei helle Pünktchen ausmachen: Das etwas nördlich stehende $-0^m,9$ helle Objekt mit $6,2''$ Winkeldurchmesser ist der sonnennächste Planet Merkur auf dem Weg zu seiner größten östlichen Elongation ($18,13^\circ$) am 16. Februar. Noch einmal etwa $2,5^\circ$ südlich steht unser Nachbarplanet Mars ($4''$ Winkeldurchmesser), der sich



▲ Abb. 3: Anblick des Westhimmels am 11. Februar um 18:30 MEZ mit Merkur, Mars und der Mondsichel.

im März vom Nachthimmel verabschiedet, mit einer Helligkeit von $1^m,2$ knapp über dem Horizont.

► André Knöfel

Astronomische Ereignisse im Februar/März 2013

3.2.	14:56 MEZ	Mond Letztes Viertel
3.2.	10:20 MEZ	Mond bei Saturn ($4,3^\circ$)
8.2.	17:32 MEZ	Merkur bei Mars ($15'$)
10.2.	9:42 MEZ	Neumond
11.2.	18:30 MEZ	Mond bei Merkur und Mars
15.2.	20:45 MEZ	Kleinplanet 2012 DA ₁₄ in Erdnähe
16.2.	22:05 MEZ	Merkur in größter östlicher Elongation $18,13^\circ$
17.2.	21:31 MEZ	Mond Erstes Viertel
18.2.	12:00 MEZ	Mond bei Jupiter ($1,6^\circ$)
25.2.	21:26 MEZ	Vollmond
4.3.	3:40 MEZ	Mond bedeckt ω^1 Sco $3^m,9$
4.3.	22:53 MEZ	Mond Letztes Viertel
5.3.	12:08 MEZ	C/2011 L4 (PANSTARRS) in Erdnähe ($1,1\text{AE}$)
10.3.	5:08 MEZ	C/2011 L4 (PANSTARRS) im Perihel ($0,3\text{AE}$)
13.3.	0:18 MEZ	(15) Eunomia in Opposition ($9^m,6$)
11.3.	20:51 MEZ	Neumond
18.3.	3:00 MEZ	Mond bei Jupiter ($2,3^\circ$)
19.3.	18:27 MEZ	Mond Erstes Viertel
20.3.	12:02 MEZ	Frühlingsbeginn
27.3.	10:27 MEZ	Vollmond
28.3.	00:12 MEZ	(14) Irene in Opposition ($8^m,9$)
29.3.	18:20 MEZ	Mond bei Saturn ($3,8^\circ$)
31.3.	3:00 MESZ	Beginn der Sommerzeit

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

am beleuchteten Mondrand erfolgt bereits rund 50min früher. Leider finden Ein- und Austritt bei relativ geringen Mondhöhen von ca. $10^\circ - 20^\circ$ über dem südöstlichen Horizont statt.

► André Knöfel

Stern verschwindet

Mond bedeckt ω^1 Sco am 4. März

Im Laufe des Jahres bedeckt der Mond auf seiner scheinbaren Bahn am Sternhimmel unzählige Sterne. Nur die wenigsten sind so hell, dass die Bedeckung auch mit kleineren Teleskopen am Nachthimmel beobachtet werden kann. Am frühen Morgen des 4. März gegen 4:30 MEZ wird der blauweiße Stern ω^1 Scorpii mit einer Helligkeit von $3^m,9$ am unbeleuchteten Mondrand wieder erscheinen. Der deutlich schwieriger zu beobachtende Eintritt dieses Sternes

◀ Abb. 4: Ein- und Austrittspositionen von ω^1 Sco am Mond am 4. März.

Ein- und Austrittszeiten von ω^1 Sco am Mond am 4. März

Ort	Eintritt	Mondhöhe	Austritt	Mondhöhe
Bonn	3:36:34 MEZ	13°	4:22:47 MEZ	16°
Hamburg	3:37:57 MEZ	12°	4:31:45 MEZ	15°
Nürnberg	3:39:27 MEZ	15°	4:28:27 MEZ	18°
Potsdam	3:40:05 MEZ	13°	4:35:21 MEZ	16°
Wien	3:44:05 MEZ	18°	4:36:55 MEZ	21°
Zürich	3:39:29 MEZ	16°	4:19:41 MEZ	19°



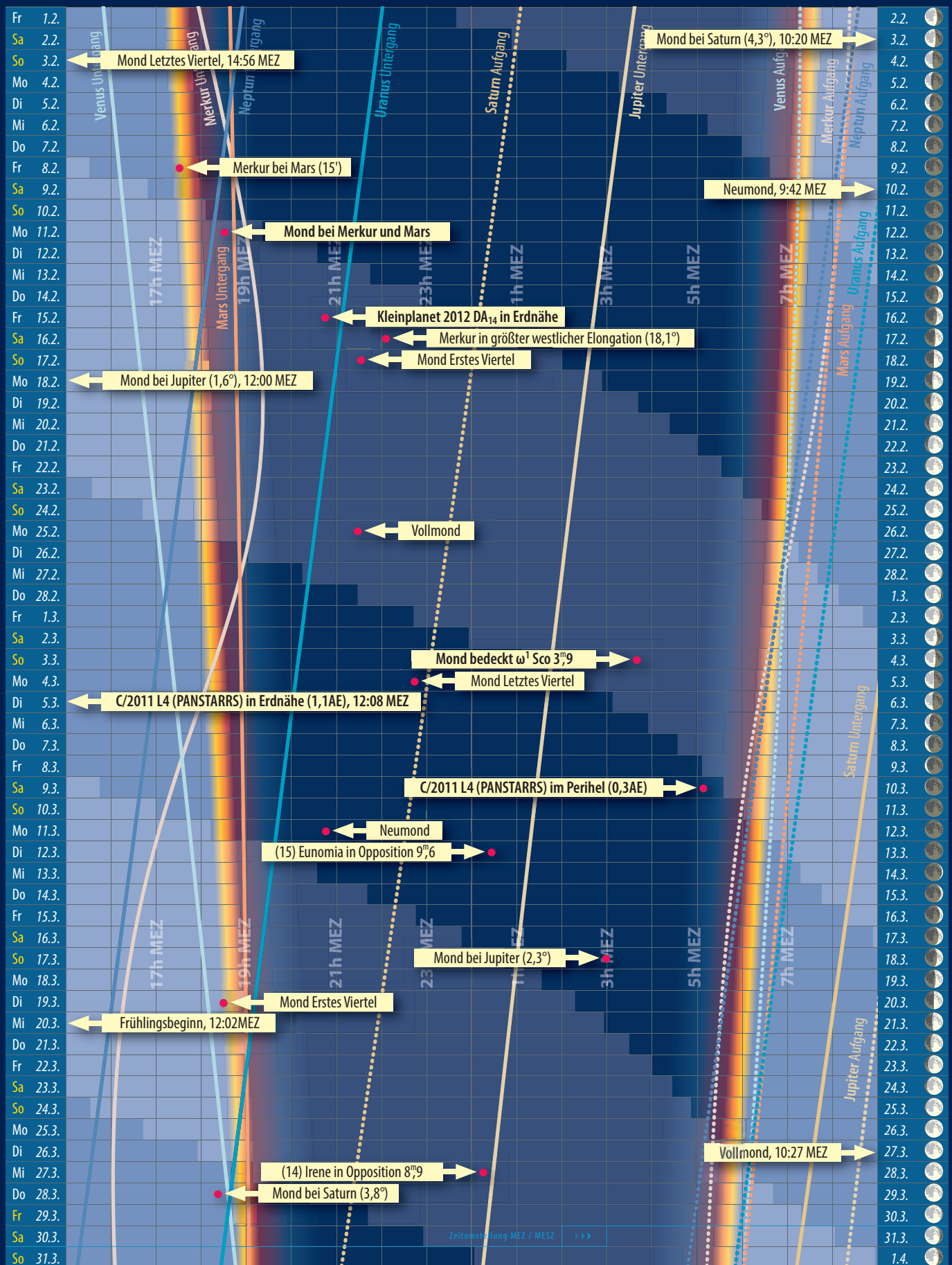
INTERAKTIV



Senden Sie uns Ihre Beobachtungen - Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen! Eine Auswahl wird im Heft veröffentlicht! Nutzen Sie den direkten Upload:

🔗 www.interstellarum.de/aktuelleereignisse.asp

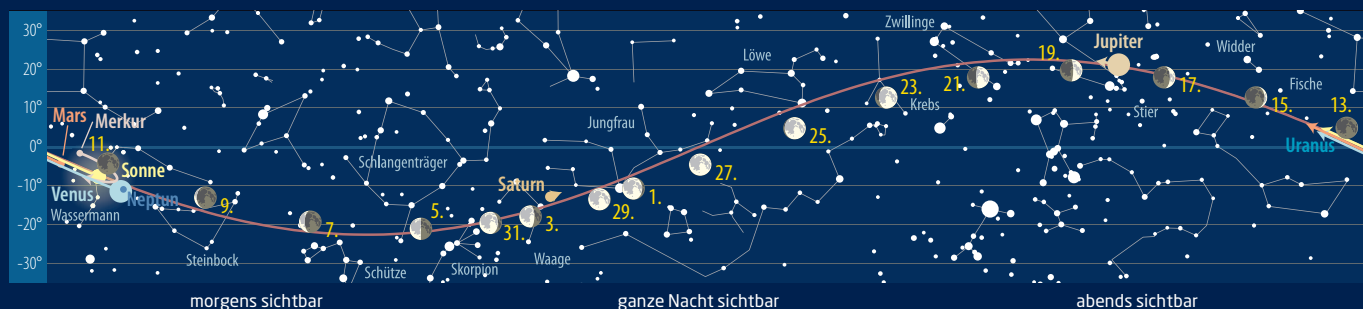
Dämmerungsdiagramm für Februar/März 2013



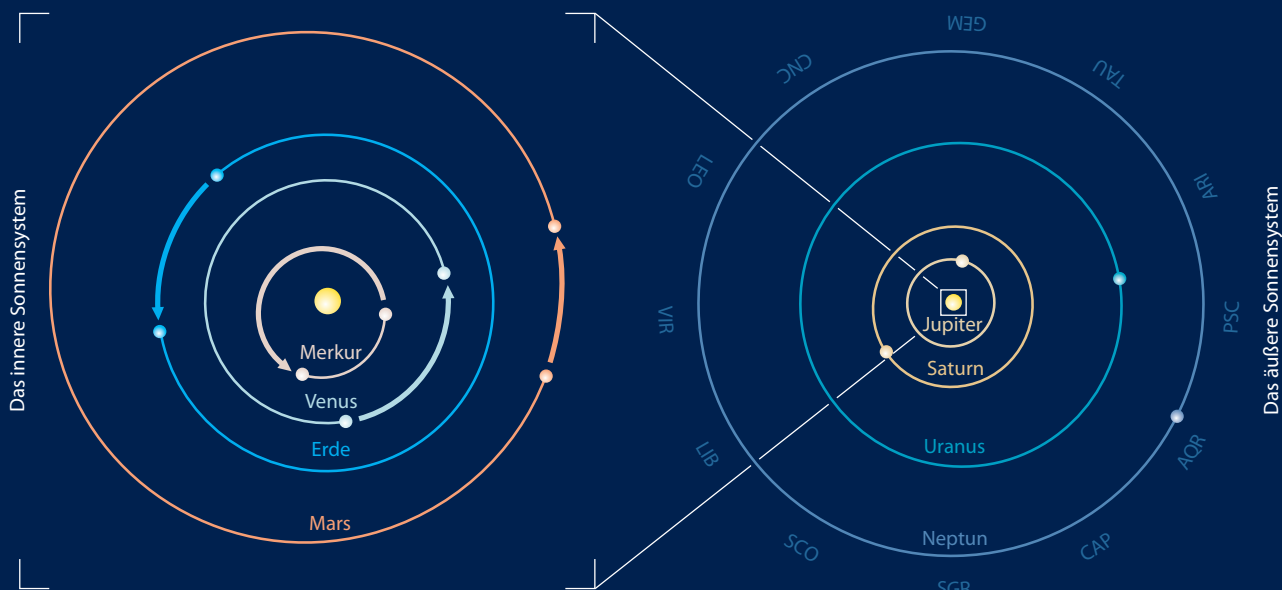
Der Lauf der Planeten im Februar 2013



Der Lauf der Planeten im März 2013

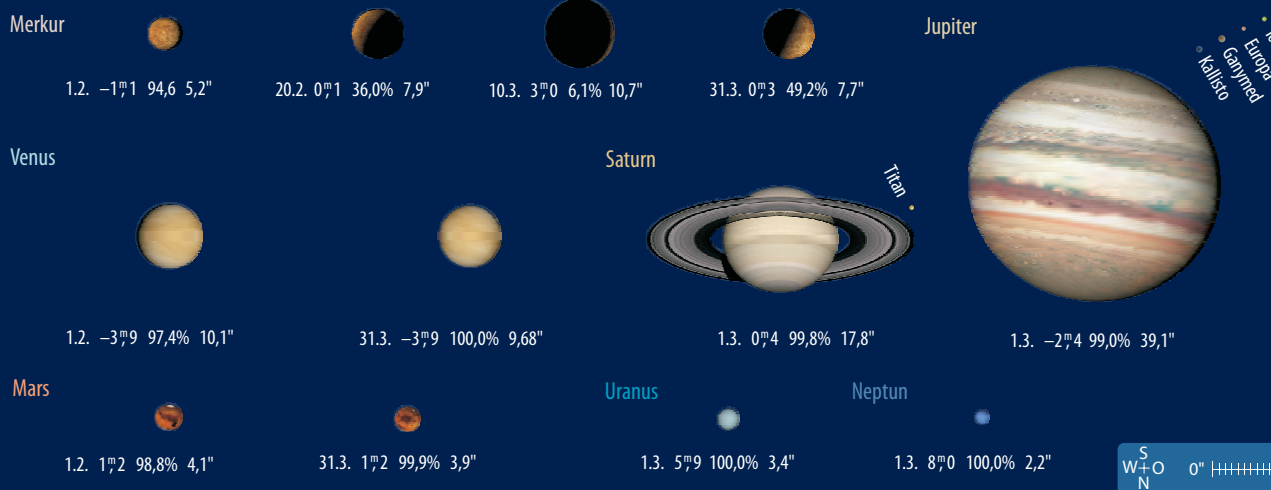


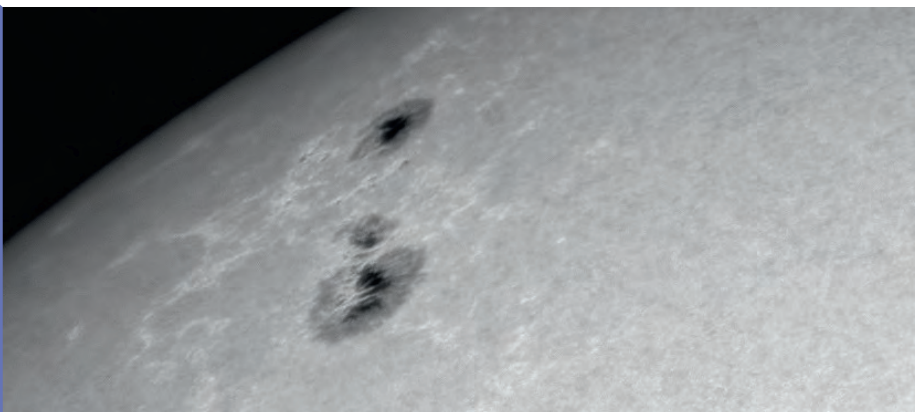
Die Planeten auf ihren Bahnen im Februar/März 2013



Die Planeten im Fernrohr im Februar/März 2013

Zeitraum 1.2.–31.3.





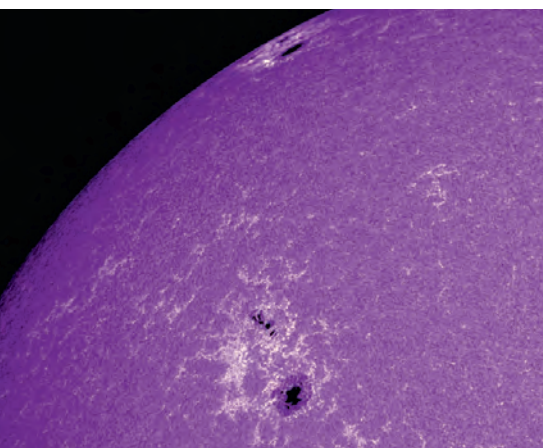
▲ Abb. 1: Die Sonne am 19.10.2012 mit der Fleckengruppe AR 1596. CCD-Aufnahme, 5"-Refraktor bei 2000mm, TIS DMK31, Baader-Herschelkeil mit Baader Solar Continuum-Filter, 500 von 2500 Bildern in Avistack und Photoshop bearbeitet. Ullrich Dittler

Sonne aktuell Abwärts statt aufwärts

Nach einem kleinen Aktivitätshoch im Juli und August 2012 ist die Zahl der Sonnenflecken wieder eingebrochen und teilweise auf Vorjahreswerte zurückgefallen. Der September erwies sich als eher durchschnittlicher Monat, in dem nur 20 Fleckengruppen neu registriert wurden. Zu Anfang des Monats konnten – allerdings nicht zweifelsfrei – einige Aktivitätsgebiete als E- oder F-Gruppen eingestuft werden, danach wurde nur noch die Waldmeierklasse D erreicht. Die Zahl der Gruppen pro Tag nahm Mitte des Monats stark ab, stieg danach aber kurzfristig wieder an, vorwiegend aufgrund einer Vielzahl kleinerer Fleckengruppen, die dieses Mal verstärkt über die Südhalbkugel der Sonne zogen.

Im Oktober ging die Sonnenaktivität noch weiter zurück, es wurden nur noch 18 neue Fleckengruppen gesichtet und an manchen Tagen konnten nur drei Gruppen gleichzeitig im Teleskop verfolgt werden. Dass die

▼ Abb. 2: Anblick in der Kalzium-Linie zwei Tage später. CCD-Aufnahme, 5"-Refraktor bei 1000mm, TIS DMK31, Lunt CaK-Modul, 500 von 2500 Bildern in Avistack und Photoshop bearbeitet. Ullrich Dittler



magnetische Aktivität derzeit immer noch sehr schwach ist, erkennt man daran, dass Fleckengruppen nach Erreichen ihres Höhepunktes binnen weniger Tage völlig in sich zusammenfallen. Besonders auffällig war dies im Oktober, als beide Hemisphären gleich schwach waren: zur Monatsmitte bildeten sich einige größere Fleckengruppen – auch hier war die Identifikation als E- oder F-Gruppe nur sehr schwer möglich – und führten zusammen mit kleineren Aktivitätsgebieten zu einem kurzfristigen Anstieg der Relativzahlen. Danach sank die Fleckentätigkeit so stark ab, dass bestenfalls noch C-Gruppen zu sehen waren.

Im Gegensatz dazu stand die Aktivität der Sonne in der Wasserstofflinie H α , in der man in die Chromosphäre hineinblickt. Es mangelte zwar immer noch an großen, weit in den Weltraum hinausgreifenden Protuberanzen – manchmal können sie mehrere Millionen Kilometer hoch über der Sonnenoberfläche auf ihren Magnetfeldern sitzen – doch die Zahl der Filamente und der hellen Flaregebiete stieg spürbar an. Im September wurden vier M-Flares, im Oktober sechs M- und ein X-Flare registriert. Einige Koronale Massenauswürfe und die erhöhte Strahlung aus Koronalen Löchern führten zu schwachen Polarlichtern, die entweder nur knapp über dem Horizont auftraten oder nur fotografisch nachweisbar waren.

Die Aussichten auf das Maximum im Herbst 2013 – die Angaben des Marshall

INTERAKTIV



- Senden Sie uns Ihre Beobachtungen – Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen! Alle Ergebnisse werden auf sonneaktuell.de, eine Auswahl im Heft veröffentlicht! Nutzen Sie den direkten Upload:
☞ www.interstellarium.de/aktuelleereignisse.asp
- Bestimmen Sie die H-alpha-Relativzahl durch eigene Beobachtungen:
☞ www.interstellarium.de/halpha-ergebnisse.asp

Space Flight Center der NASA sind seit einigen Monaten relativ stabil – sehen eher düster aus, denn als Maximumhöhe wird eine ausgeglichene Sonnenfleckenrelativzahl von maximal 73 erwartet. Damit wäre der 24. Fleckenzklus in etwa vergleichbar mit dem 12. Zyklus, dessen Maximum im Dezember 1883 mit 74,6 verzeichnet wurde, und dem 7. Zyklus, dessen Höhepunkt im November 1829 mit 71,7 eintrat. Niedriger war nur der Zyklus mit der Nummer 14: Hier kam man im Februar 1906 nur auf eine ausgeglichene Monatsrelativzahl von 64,2. Geradezu verwegend sehen da die Prognosen des nächsten Minimums aus: Diese kennzeichnen den Beginn des 25. Zyklus um 2022 und es soll das niedrigste seit rund 300 Jahren werden.

► Manfred Holl

SURFTIPPS



Sonnenfotos der interstellarium-Leser:

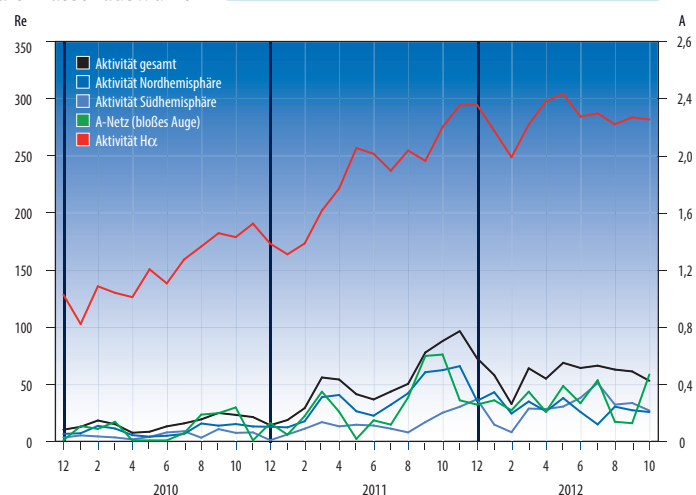
☞ www.sonneaktuell.de

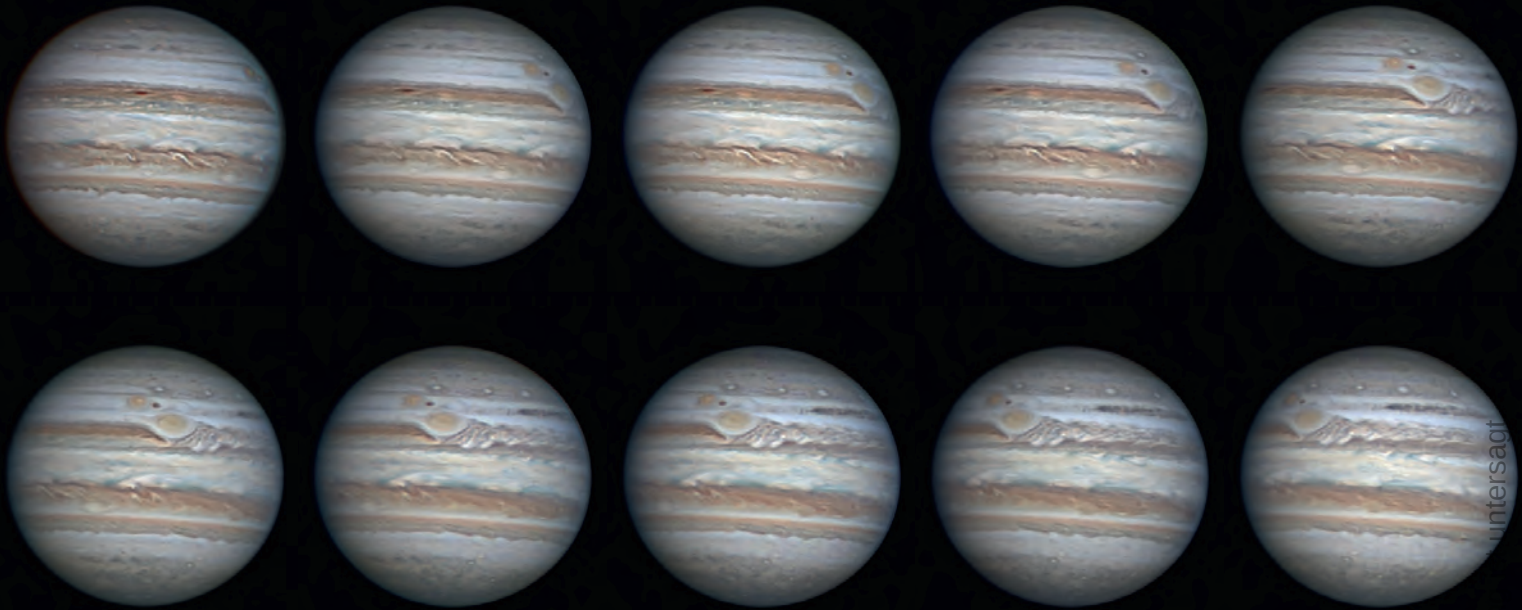
Sonnenseite der Pariser Sternwarte:

☞ bass2000.obspm.fr/home.php

Japanische Sonnensonde HINODE:

☞ solar-b.nao.ac.jp/index_e.shtml





▲ Abb. 1: Jupiter mit dem Großen Roten Fleck und Oval BA, beide derzeit orange gefärbt. Aufnahmeserie von Jupiter am 23.10.2012 über 2,5 Stunden ab 2:47 MESZ, 11°-SCT bei 5780mm, Basler ace 640-100gm. Waldemar Skorupa

Planeten aktuell Im Auge des Sturms

Planetenbeobachter konzentrieren sich derzeit fast ausschließlich auf **Jupiter**. Der Grund dafür ist nicht nur die ideale Abendsichtbarkeit bei großer HORIZONTHÖHE, sondern auch die große Aktivität in der Atmosphäre des Riesenplaneten (vgl. interstellarum 85).

Neben der Aktivität in den Äquatorbändern steht der berühmte Große Rote Fleck (GRF) derzeit im Zentrum der Aufmerksamkeit. Er befindet sich bei etwa 187° Länge im System II und ist leuchtend orange gefärbt. Bei geduldiger Beobachtung zeigen ihn schon kleine Teleskope ab etwa 100-facher Vergrößerung — bei gutem Seeing.

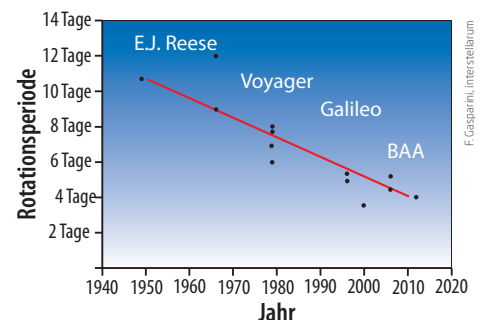
Seit etwa 180 Jahren gibt es verlässliche Aufzeichnungen dieses erdgroßen Wirbelsystems. Zu den spannenden und auch mit Amateurmitteln zu beantwortenden Fragen gehört die Rotationsperiode des gegen den Uhrzeigersinn drehenden Flecks. Jüngste

Auswertungen von John Rogers, dem Direktor der Jupiter-Sektion der British Astronomical Society, haben eine Periode von vier Tagen ergeben. Dieser Wert beruht auf hoch auflösenden Fotos eines kleinen Flecks am Rand des GRF im September 2012, der mehr als drei volle Umrundungen verfolgt werden konnte. Dies entspricht einer mittleren Relativgeschwindigkeit von 135m/s am Rand des Sturms.

Die Rotationsperiode des GRF hat damit im Vergleich zu früheren Beobachtungen kontinuierlich abgenommen — parallel zur Abnahme der Längenausdehnung des GRF um etwa 0,2° pro Jahr [1]. Der Sturm wird also immer kleiner, dreht sich aber immer schneller.

Am 18.9.2012 wurde der GRF südlich von einem Objekt überholt, das ihm derzeit sehr ähnlich sieht: Dem ehemals weißen Oval BA. Es ist das letzte von ehemals drei Ovalen im STB. Im Dezember stand es schon deutlich vor (im Rotationssinn) dem GRF. Zwischen den beiden orange erscheinenden Flecken hat sich nach deren Begegnung ein sehr kleiner, tief dunkelbrauner Fleck gebildet — eine schöne Herausforderung für visuelle Beobachter und Fotografen.

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 2: Die Rotationsperiode des Großen Roten Flecks nach Rogers [1]. Seit 1950 hat sie sich mehr als halbiert.

SURFTIPPS

Planetenfotos der interstellarum-Leser:

☞ www.planetenaktuell.de

Artikel von Rogers:

☞ www.britastro.org/jupiter/JBAA-118-1_GRS-paper.pdf

[1] Rogers, J. H.: The accelerating circulation of Jupiter's Great Red Spot, JBAA 118, 14 (2008)

INTERAKTIV



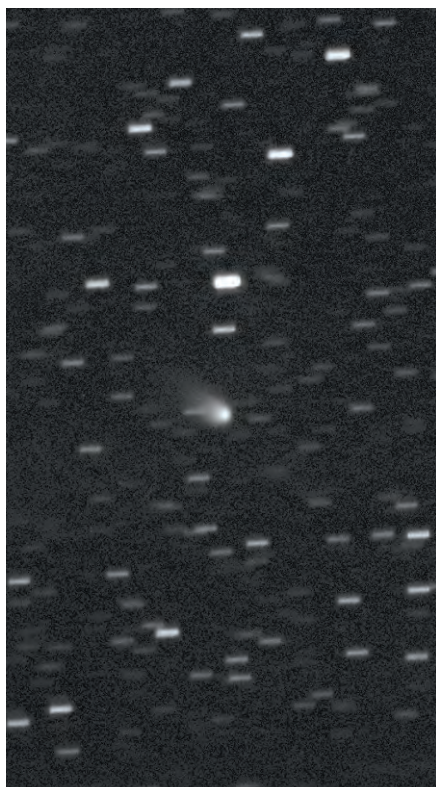
Senden Sie uns Ihre Beobachtungen - Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen! Alle Ergebnisse werden auf planetenaktuell.de, eine Auswahl im Heft veröffentlicht! Nutzen Sie den direkten Upload:

☞ www.interstellarum.de/aktuelleereignisse.asp



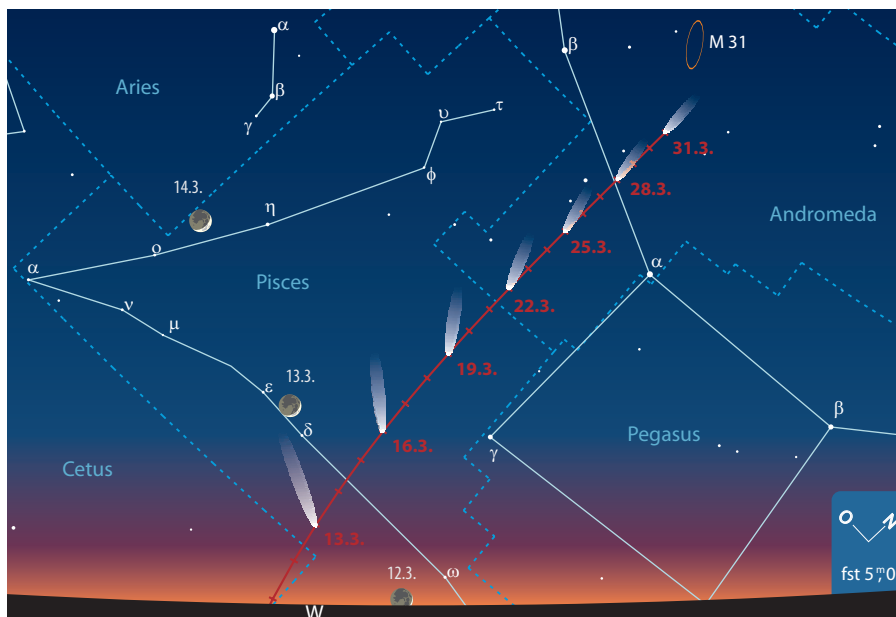
▲ Abb. 1: Eine ähnliche Begegnung wie zwischen 152P/Ikeya-Zhang und M 31 am 4. April 2002 ist Ende März/Anfang April auch mit C/2011 L4 (PANSTARRS) zu erwarten. Der Komet könnte dabei noch heller sein. *Gerald Rhemann/Michael Jäger*

▼ Abb. 2: C/2011 L4 (PANSTARRS) am 15. Juni 2012, CCD-Aufnahme 14"-Astrograph bei 1085mm, 7×3min. *Michael Jäger*



Kometen aktuell

16 Jahre nach Hale-Bopp – heller Komet am Abendhimmel



Is auf den im Januar 2007 nur kurz sichtbaren C/2006 P1 (McNaught) waren für Beobachter in Mitteleuropa in den letzten 16 Jahren keine sehr hellen Kometen mehr sichtbar. Das Jahr 2013 bringt nun aber gleich zwei Kometen, die Helligkeiten im negativen Magnitudenbereich erreichen könnten: Im Frühling ist es zunächst **C/2011 L4 (PANSTARRS)**, der dann im Herbst von C/2012 S1 (ISON) noch an Helligkeit übertroffen werden könnte.

Am 6. Juni 2011 entdeckte Richard Waincoat auf Aufnahmen mit dem 1,8m-PANSTARRS-1-Teleskop auf dem Mount Haleakala (Hawaii) einen neuen Kometen. Pan-STARRS (»Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System«) ist ein Projekt zur Durchmusterung des Himmels nach potenziell gefährlichen erdnahen Asteroiden und Kometen. Mit einer hochempfindlichen Gigapixel-Kamera ausgerüstet, können mit dem System in nur 30 Sekunden Belichtungszeit Objekte bis zur 24. Größenklasse abgebildet werden. Seit Mai 2010 voll in Betrieb, war C/2011 L4 erst die zweite Kometenentdeckung für das Projekt, inzwischen sind es mehr als 20. Mit dem demnächst in Betrieb gehenden, baugleichen Pan-STARRS-2-Teleskop wird die Zahl der Entdeckungen nochmals entsprechend ansteigen.

Die Entdeckungshelligkeit des neuen Kometen betrug 19^m 5 und die Sonnenentfernung lag bei mehr als 8AE – damit befand er sich zu diesem Zeitpunkt noch weit außerhalb

der Jupiterbahn. Schon erste Bahnberechnungen wiesen auf ein Perihel im Frühjahr 2013 bei einer Sonnenentfernung von rund 0,35AE hin und ließen auf eine gute Sichtbarkeit hoffen. Die Bahn ist inzwischen genau bestimmt und dies bedeutet einen Periheldurchgang am 10. März in 0,30AE Abstand – damit kommt der Schweifstern der Sonne etwa so nahe wie der Planet Merkur. Fünf Tage vorher wird C/2011 L4 die Erdnähe in 1,1AE Distanz erreichen. Exakt 16 Jahre nach der Erdnähe von Komet C/1995 O1 (Hale-Bopp) sollte also wieder ein heller Schweifstern am Abendhimmel zu sehen sein. Da die Bedingungen aber erst rund zwei Wochen nach dem Perihel eine einfache Beobachtung erlauben, muss auf ein nicht zu schnelles Nachlassen der Helligkeit gehofft werden.

Im Februar kann die Entwicklung des Kometen während seiner Annäherung an die Sonne nur von der Südhalbkugel aus verfolgt

INTERAKTIV



Senden Sie uns Ihre Beobachtungen – Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen! Alle Ergebnisse werden auf kometenaktuell.de, eine Auswahl im Heft veröffentlicht! Nutzen Sie den direkten Upload:

🔗 www.interstellarum.de/aktuelleereignisse.asp

werden. Bedingt durch eine fast senkrecht zur Ekliptik geneigte Bahn zieht der Komet ab Anfang März aber rasch nach Norden. Ab etwa 7. März steht er zwar nördlich der Sonne, leider nimmt die Elongation aber bis zum 11. auf ein Minimum von 15° ab. Auch danach wächst der Winkelabstand zur Sonne sehr langsam und der Komet bleibt anfangs nur horizontnah in der Dämmerung beobachtbar. Ein Beobachtungsstandort mit freier Horizontsicht Richtung Westen und Nordwesten ist daher unbedingt notwendig.

Wann der Schweifstern tatsächlich am mitteleuropäischen Himmel sichtbar wird, hängt stark von der erreichten Perihelhelligkeit ab. Erwartet wird eine Maximalhelligkeit von rund -1^m – in etwa so hell wie die hellsten Sterne. Damit ergeben sich erste Chancen auf eine Beobachtung rund um den 10. März. Gleich nach Sonnenuntergang – je nach Standort zwischen 18:00 MEZ und 18:30 MEZ – kann mit der Suche knapp über dem westlichen Horizont begonnen werden. Das ideale Beobachtungsinstrument dafür ist ein Fernglas. Die Helligkeit könnte auch größer ausfallen – optimistische Prognosen gehen von etwa -4^m aus, das entspricht der Helligkeit von Venus. In diesem Fall könnten der Komet oder sein Schweif bereits einige Tage früher in der hellen Dämmerung wahrnehmbar sein. Am 12. und 13. März kann die noch junge Mondsichel als Aufsuchhilfe dienen und zusammen mit einem vielleicht 10° langen Kometenschweif ein eindrucksvolles Fotomotiv ergeben. Die beste Beobachtungszeit wird bei rund 19:00 MEZ liegen.

Nach der Monatsmitte verbessern sich die Sichtbedingungen langsam, der Sonnenabstand wächst bis zum 20. März auf 20° an. Je nach geografischer Breite kann Komet PANSTARRS nun schon bis zu einer Stunde lang zwischen 19:00 MEZ und 20:00 MEZ über dem nordwestlichen Horizont beobachtet werden. Zusätzlich ergibt sich nun auch ein kurzes Beobachtungsfenster kurz vor 6:00 MEZ am nordöstlichen Morgenhimmel: Am 22. wechselt der Schweifstern auf seiner steil nordwärts gerichteten Bahn am Himmel vom Sternbild Fische in das Sternbild Andromeda. Die Helligkeit sollte zwar leicht auf rund $+1^m$ zurückgegangen sein, inzwischen kann der Komet aber bereits für mehrere Stunden sowohl am Abend- als auch am Morgenhimmel gesichtet werden. Am Abend liegt die Beobachtungszeit etwa zwischen 19:00 MEZ und 21:00 MEZ, am Morgen zwischen 5:00 MEZ und 6:00 MEZ. Beobachtungsorte in nördlicheren Breiten sind dabei bevorzugt.

Störend wirkt sich der Vollmond am 27.

aus, gegen Ende März ergeben sich dann aber vielleicht die besten Beobachtungsmöglichkeiten. Der Komet ist nun nahezu zirkumpolar, kann also fast die ganze Nacht über beobachtet werden. Mit einer erwarteten Helligkeit von etwa $+2^m$ wandert C/2011 L4 zu diesem Zeitpunkt auf die Andromeda-Galaxie M 31 zu, die er Anfang April in einem Abstand von ca. 1° passieren wird. Die Annäherung der beiden Objekte Ende März wird bei guten Sichtbedingungen mit bloßem Auge zu verfolgen sein und ein sehr schönes Motiv für Astrofotografen ergeben.

Über die aktuelle Entwicklung des Kometen informiert Sie der interstellarum-Newsletter.

► Burkhard Leitner

SURFTIPPS

C/2011 L4 im Cometary

Science Archive:

☞ www.csc.eps.harvard.edu/2011L4/index.html

C/2011 L4 bei Cometography:

☞ www.cometography.com/comets/2011L4.html

Informationen und Links zu

C/2011 L4:

☞ www.kometen.info/2011L4.htm

interstellarum-Newsletter:

☞ www.oculum.de/interstellarum/newsletter.asp

Kometen im Februar/März 2013

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	Erwartete Helligkeit
C/2011 L4 (PANSTARRS)	6.6.2011	10.3.2013 (0,30AE)	5.3.2013 (1,09AE)	März bis August 2013	-1^m bis $+2^m$

IM DETAIL

Helligkeitsausbruch bei 168P/Hergenrother

Ein überraschender Helligkeitsanstieg brachte den Kometen 168P/Hergenrother im Herbst in die Sichtweite kleiner Amateurteleskope. Der kurzperiodische Komet mit einer Umlaufzeit von 6,9 Jahren wurde erst 1998 entdeckt und blieb bislang unspektakulär, bei Perihelhelligkeiten zwischen 17^m und 15^m . Bei der Wiederkehr 2012 gab es jedoch mehrere Helligkeitssprünge, die den Kometen im Oktober bis zu 9^m hell werden ließen.

Als Ursache des Anstieges konnte mittels Großteleskopen eine Fragmentation des Kometen nachgewiesen werden. Zunächst wurden rund um den 20. Oktober Wolken von freigesetztem Material aus dem Kern beobachtet. Am 26. Oktober gelang dann erstmals die Beobachtung eines vom Kern losgelösten Fragmentes mit dem 2m-Faulkes-Teleskop auf Hawaii. Mit dem 8,1m-Gemini-Nord-Teleskop konnten dann am 2. November insgesamt vier Kernfragmente festgestellt werden. Diese blieben mit Helligkeiten zwischen 17^m und 18^m für Amateure unbeobachtbar.

Die Entwicklung des Kometen erinnert an jene von 73P/Schwassmann/Wachmann



▲ 168/P Hergenrother am 21.10.2012, CCD-Aufnahme, 1:27 MESZ, $20''$ -Deltagraph bei 1500mm, STX-16803, Teleskop der Sternwarte Hagen. Norbert Mrozek

und deutet auf ein beginnendes Auseinanderbrechen des Kometen hin. Besonders interessant verspricht daher die nächste Wiederkehr von 168P/Hergenrother im August 2019 zu werden.

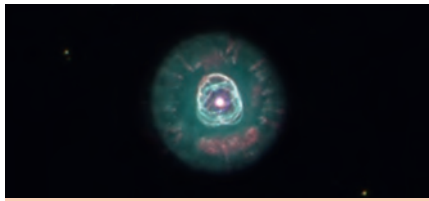
Objekte der Saison

Beobachtungsempfehlungen für Februar/März 2013



für Einsteiger

M81/M82 (Gx)



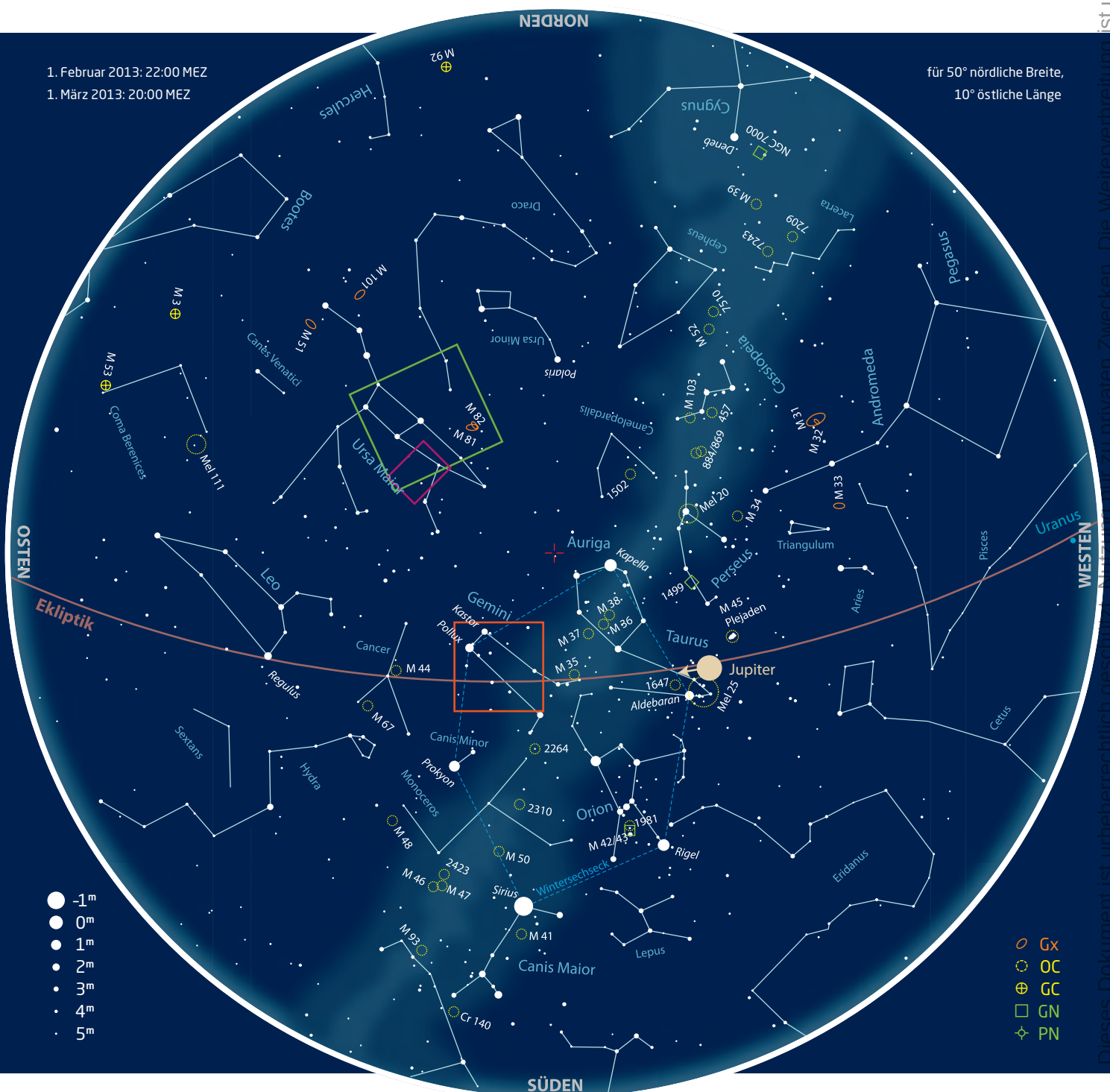
für Stadtbeobachter

NGC 2392 (PN)



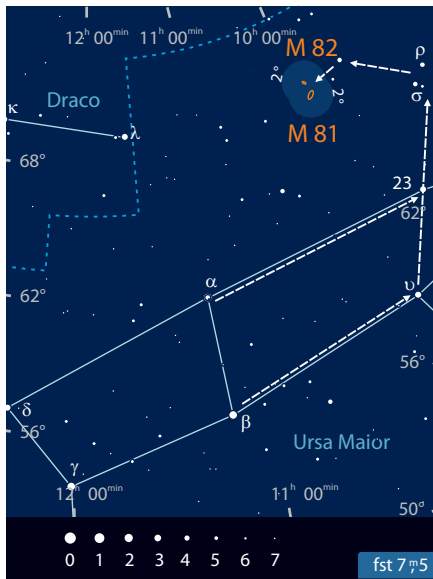
für Landbeobachter

NGC 3079 (Gx)



Objekt der Saison für Einsteiger

M 81 und M 82



Frühjahrszeit ist Galaxienzeit! Jetzt wird der Blick tief in den intergalaktischen Raum frei und zwei attraktive Exemplare lassen sich hoch in Zenit besonders gut beobachten: das Galaxienpaar M 81 und M 82 im Sternbild Großer Bär.

Erstmals beobachtet wurden die beiden Sterninseln zum Jahreswechsel am 31.12.1774 von dem deutschen Astronomen Johann Elert Bode. Die Bezeichnung »Bodes Nebel« für M 81 erinnert zu Ehren des Astronomen an diese Entdeckung. Unabhängig von Bode wurden die beiden Galaxien 1779 ebenfalls von dem

französischen Astronomen Pierre Méchain gefunden und später von seinem Berufskollegen und Freund Charles Messier in dessen berühmter Liste als Nummer 81 und 82 verewigt.

M 81 in 11 Millionen Lichtjahren Entfernung ist die Hauptgalaxie der nächsten größeren Galaxienansammlung, vergleichbar mit der lokalen Gruppe um unsere eigene Milchstraße. M 82 steht mit ebenfalls 11 Millionen Lichtjahren in gleicher Entfernung und in etwa 125000 Lichtjahren Abstand zu ihrer Partnerin M 81. Die beiden Galaxien hatten vor etwa 600 Millionen Jahren eine enge Begegnung, die entscheidend das heutige Erscheinungsbild prägte. Auf Fotografien von M 81 ist erkennbar, dass die Gezeitenwirkung das gleichmäßige Muster der Spiralgalaxie gestört hat. Auffallend ist der abgeknickte, auf M 82 weisende östliche Spiralarm [1]. Die ehemalige Struktur von M 81 wurde dagegen vollständig zerstört. Die Fotografie zeigt eine irreguläre Galaxie ohne Spiralarme oder Kern, helle Sternentstehungsgebiete mit hoher Aktivität, dunkle Staubwolken und einen zentralen Bereich, aus dem Gaswolken senkrecht zur Galaxienachse förmlich herauschießen; ein beliebtes Ziel vieler Astrofotografen.

Für den visuellen Beobachter liegt der besondere Reiz in der Sichtbarkeit der beiden Galaxien im gleichen Sehfeld. Ideal dafür ist ein tatsächliches Gesichtsfeld von 2° oder mehr und eine Vergrößerung von etwa 20×–30×. Auch im kleinen Teleskop ist dieses Ziel erreichbar. M 81 erscheint als kleiner ovaler und diffuser Nebelfleck, während M 82 als schmaler Lichtstreifen sichtbar wird. Das unterschiedliche Erscheinungsbild in der Fotografie ist also auch visuell erkennbar.

Das Auffinden der beiden Galaxien ist bei aufgehelltem Himmel allerdings schon eine kleine Herausforderung, da nur wenige mit dem bloßen Auge sichtbare Sterne für die Orientierung zur Verfügung stehen. Aber mit dem »klassischen« Aufsuchweg sollte dies in einigen Versuchen erfolgreich gelingen. Zuerst ist das Sternmuster des Großen Wagens zu lokalisieren. Verlängert man diesen nach Westen, stößt man nach etwa einer Kastenlänge wieder auf zwei helle Sterne, ν und 23 UMa. Die Verbindungslinie beider Sterne weist nach Norden, wo man in 5° Entfernung im Sucher auf ein Dreiersternmuster trifft. Die beiden südlichen Sterne des Musters weisen nach Nordosten, dort steht in 4° Entfernung ein



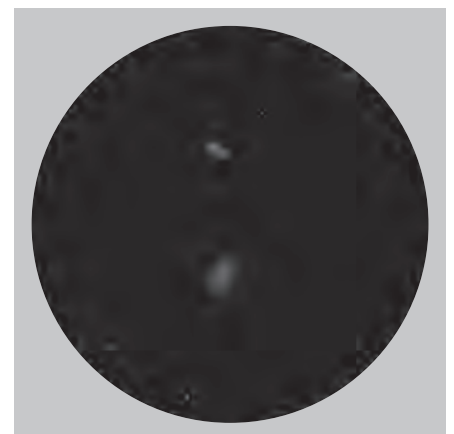
▲ Abb. 1: Auf lang belichteten Astrofotografien sind die Spiralarme von M 81 und die chaotische Struktur von M 82 sichtbar. Dieter Beer

weiteres Sterndreieck mit δ UMa als hellstem Mitglied welches eventuell am aufgehellten Standort gerade noch so mit dem bloßen Auge sichtbar ist. M 81 und M 82 befinden sich jetzt nur 1,5° südöstlich davon und sind im Sucher mit 50mm Öffnung oder im 50mm-Fernglas (siehe Kasten) erkennbar [2].

► Lambert Spix

- [1] Stoyan, R.: Atlas der Messier Objekte, Oculum-Verlag (2006)
- [2] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, Oculum-Verlag (2004)

▼ Abb. 2: M 81 und M 82 im Teleskop mit 70mm Öffnung, Vergrößerung 21×, Gesichtsfeld: 2°. Lambert Spix

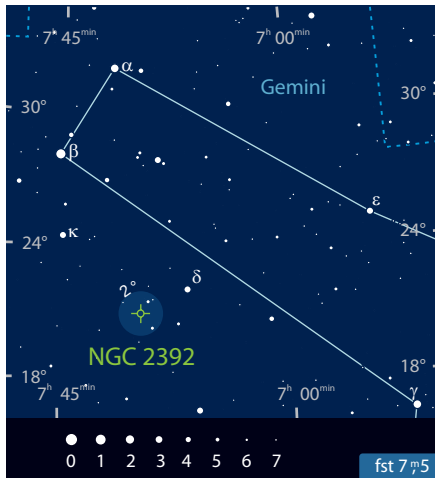


PRAXISTIPP

Fernglastipp: M 81 und M 82

Besitzer eines Fernglases sollten – gerade vor dem Aufsuchen mit einem Teleskop – dem Galaxienpaar ebenfalls einen Besuch abstatten. Aufgrund des großen Sehfelds ist es in der Regel leichter M 81 und M 82 zu finden und man entwickelt nebenbei ein Gefühl für deren Position am Himmel. Ist das Sternmuster des Kleinen Wagens komplett sichtbar, sind die beiden Galaxien für ein Fernglas mit 42mm bis 50mm Öffnung ein erreichbares Ziel. M 81 zeigt sich mit 6^m9 Helligkeit als kleines Oval, die mit 8^m4 dunklere Galaxie M 82 ist ab 10× als längliche »ziگارrenförmige« Struktur zu erkennen.

Objekt der Saison für Stadtbeobachter NGC 2392



Deep-Sky-Objekte für die visuelle Beobachtung und Fotografie in unmittelbarer Stadtnähe müssen eine hohe Flächenhelligkeit besitzen, damit sie nicht im Hintergrund der Lichtverschmutzung untergehen. Gleichzeitig sollten sie hoch am Himmel stehen und dennoch visuell und fotografisch attraktiv sein.

Ein Objekt, das diese Voraussetzungen auf ideale Weise erfüllt, ist der Planetarische Nebel NGC 2392, der Eskimonebel im Sternbild Zwillinge. Er wurde am 10.4.1785 von Wilhelm Herschel entdeckt. Dieser beschrieb den Nebel als »sehr bemerkenswert«, weil ihn die klare Verbindung von hellem Zentralstern

▼ Der Eskimonebel NGC 2392 ist der hellste Planetarische Nebel des Winterhimmels. *Johannes Schedler*



und runder Nebelhülle faszinierte: Hier schien offenbar ein direkter Zusammenhang zu bestehen. Später wurde mit dem großen Reflektor von Lord Rosse die Ringstruktur klar, ebenso dunkle Flecken in unmittelbarer Nähe des Zentralsterns. Jedoch erst mittels Spektroskopie wurde am 7.1.1869 durch Winnlock und Peirce in Harvard die gasförmige Natur des Nebels bestätigt [1]. Seinen Spitznamen erhielt er aufgrund seines Aussehens auf tiefen Fotografien.

NGC 2392 ist ein sphärischer Planetarischer Nebel mit einer Doppelhüllenstruktur. Der 10^m,5 helle Zentralstern ist 75000K heiß und der Rest eines Vorgängersterns von etwa 1,5 Sonnenmassen [2]. Er besteht nach neuesten Untersuchungen aus einem engen interagierenden Sternpaar, dessen andere Komponente ein weiter entwickelter Weißer Zwerg von ca. einer Sonnenmasse ist. Demnach könnte der zentrale Doppelstern als potentieller Vorläufer einer Supernova vom Typ Ia betrachtet werden [3, 4].

Der Nebel selbst besteht aus einer hellen ellipsoiden inneren Blase, umgeben von einer sphärischen Emissionshülle, die kleinere Knoten enthält. Diese kometenartigen Strukturen sind Reste der staubigen äußeren Hülle aus der Roten-Riesen-Phase des Vorgängersterns, vom nun schnelleren Sternwind des heißen Zentralsterns erodiert. Hier wird die äußere Hülle mit einer Expansionsgeschwindigkeit von 16km/s von der inneren Hülle mit 60km/s eingeholt. Die Entfernung beträgt 2870 Lj [5].

Im Fernglas erscheint NGC 2392 wie ein Stern. Mit geringen Vergrößerungen sind auch im Teleskop nur der helle Zentralstern und die äußere Nebelhülle zu sehen. Um die innere Schale zu erkennen, sind Vergrößerungen von mehr als 150× und Öffnungen ab 4" notwendig. Bei NGC 2392 lohnt es sich wie bei den meisten flächenhellen kleinen Planetarischen Nebeln sehr, die höchstmögliche Vergrößerung zu nutzen. Bei gutem Seeing mit Stand des Nebels im Zenit können mit 4" Öffnung 250×, mit 8" 400× und mit 12" 600× eingesetzt werden. Nebelfilter sind dabei aber eher abträglich für die Detailwahrnehmung.

Mit Öffnungen ab 12" sind dann in unmittelbarer Umgebung des Zentralsterns Dunkelstrukturen in der hellen inneren Schale zu sehen. Je nach Orientierung des Okularbildes

lassen sie sich als Augen und Mund zu einem Gesicht zusammensetzen. Für den fotografischen Nachweis dieser Feinstrukturen im inneren, nur 20" großen Bereich sind lange Brennweiten erforderlich, vielfach wird mit Okularprojektion aufgenommen.

Der Autor hatte seine beste Beobachtung des Eskimonebels in einem 18,5"-Teleskop bei 1020×. Bei dieser extrem hohen Vergrößerung ist die Winkelausdehnung der feinen Details im Nebelzentrum ideal und die hohe Flächenhelligkeit bietet einen guten Kontrast. Dabei ist die Lichtverschmutzung des Himmels nicht von Belang. Wenn dann auch noch die feine Zeichnung der äußeren Hülle sichtbar wird, ergibt sich tatsächlich der Eindruck eines Gesichts mit Kapuze: der Eskimo lässt grüßen [6].

► Ronald Stoyan

- [1] Steinicke, W.: Nebel und Sternhaufen: Geschichte ihrer Entdeckung, Beobachtung und Katalogisierung – von Herschel bis Dreyers »New General Catalogue«, Books on Demand, Norderstedt (2009)
- [2] Schröder, K. P.: Hubbles Planetarische Nebel, interstellarum Thema 1/2009 Planetarische Nebel, 15 (2009)
- [3] Méndez, R. H. et al.: Peculiar CNO photospheric abundances in the central star of NGC 2392, Proc. IAU, IAU Symposium 283, 436 (2011)
- [4] Danehkar, A. et al.: A search for Type Ia supernova progenitors: the central stars of the planetary nebulae NGC 2392 and NGC 6026, arXiv:1109.2181 (2011)
- [5] Phillips, J. P., Cuesta, L.: The Structure of NGC 2392, Astron. J. 118, 2929 (1999)
- [6] Stoyan, R.: NGC 2392, Objekt der Saison, interstellarum 2, 44 (1995)

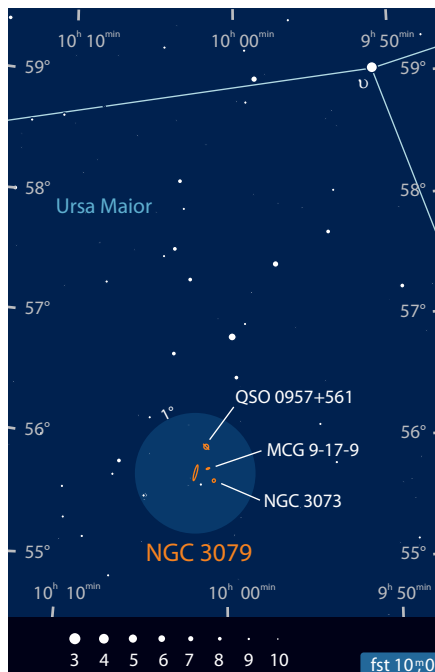
INTERAKTIV



Senden Sie uns Ihre Beobachtungen – Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen zu den drei Objekten der Saison! Alle Ergebnisse werden auf interstellarum.de, eine Auswahl im Heft veröffentlicht! Nutzen Sie den direkten Upload:

🔗 www.interstellarum.de/ods.asp

Objekt der Saison für Landbeobachter NGC 3079



Die Region um die helle Galaxie NGC 3079 im Sternbild Großer Bär (Ursa Major) bietet dem Beobachter die Möglichkeit Astrophysik hautnah mitzuerleben. Hier findet sich zum einen eine äußerst aktive Galaxie, deren Zentrum man mit einem brodelnden Vulkan vergleichen kann. Außerdem zeigen sich schwache Begleitgalaxien, die durch die Gewalt der Hauptgalaxie zerrissen werden. Das Sahnehäubchen stellt schließlich ein weit entfernter Quasar dar, der dem Beobachter den Effekt einer Gravitationslinse veranschaulicht.

NGC 3079 wurde von Wilhelm Herschel am 1. April 1790 mit seinem 18,7"-Reflektor entdeckt. Er beschrieb die Galaxie als sehr hell, stark elongiert und zum Zentrum hin deutlich heller. Auch seine Beobachtungen der Größe stimmen mit $8' \times 2'$ gut mit den heutigen Vermessungen überein. In der gleichen Nacht fand Herschel auch noch die Begleitgalaxie NGC 3073, die er als sehr schwach, klein und mit hellerem Zentrum beschrieb. Knapp 190 Jahre später gelang einem Forscherteam um Dennis Walsh eine Sensation [1]. Sie beschrieben nur $10'$ nördlich von NGC 3079 das erste Gravitationslinsen-System und damit einen direkt sichtbaren Beweis für Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie. Dieses Objekt ist heute als QSO 0957+561 bekannt, wird jedoch oft einfach nur als der Doppel- oder Zwillingsquasar bezeichnet.

Aus morphologischer Sicht handelt es sich

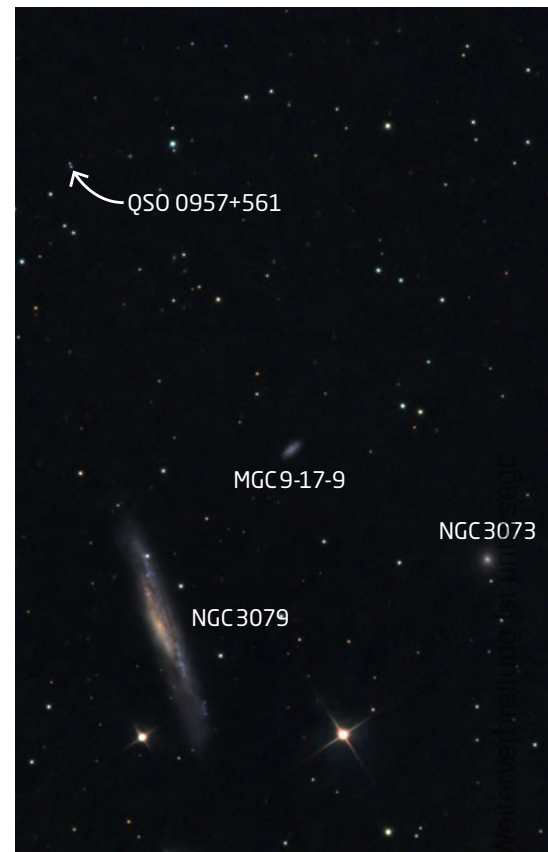
bei NGC 3079 um eine Balkenspirale, die mit 84° sehr stark gegen unsere Sichtachse geneigt ist, so dass wir sie fast in Kantenlage betrachten. Die Galaxie befindet sich in einer Entfernung von 56 Millionen Lichtjahren [2] und zählt somit noch zur erweiterten kosmischen Nachbarschaft. NGC 3079 besitzt als Seyfert-2-Galaxie einen aktiven und leuchtkräftigen Kern. Dieser beherbergt ein supermassereiches Schwarzes Loch, das seine Energie durch Materieeinströmung bezieht [3].

Ein bemerkenswertes Detail der Galaxie ist eine riesige, ionisierte Gasblase, welche die Galaxie aus ihrem Zentrum ausstößt. Die Blase hat einen Durchmesser von 3000 Lichtjahren und erstreckt sich auf eine projizierte Höhe von bis zu 10000 Lichtjahren über der galaktischen Scheibe [2]. Dieses Detail wurde im Jahre 2001 mit dem Hubble Space Telescope festgehalten und vermittelt die unwahrscheinlichen Kräfte, die im Zentrum von NGC 3079 wirken.

In direkter Nachbarschaft der Galaxie finden sich mit NGC 3073 und MCG 9-17-9 zwei kleine Begleitgalaxien, die optisch in keiner Interaktion mit der Hauptgalaxie zu stehen scheinen. Untersuchungen im Radio-Bereich dokumentieren jedoch Gas-Schweife bei den Begleitern, die durch den Einfluss der Hauptgalaxie herausgerissen werden [4]. Burbidge et al. weisen auf eine Häufung von Quasaren im Umfeld der Galaxie NGC 3079 hin [5]. Allein in einem Umkreis von 1° führen sie 21 Quasare an. Der berühmteste unter ihnen ist der erwähnte Doppelquasar QSO 0957+561. Als Gravitationslinse wirkt hier ein entfernter Galaxienhaufen, der das Licht des Quasars in zwei Bilder der Helligkeiten $16^m,7$ und $16^m,5$ in nur $6''$ Abstand aufspaltet.

Die Galaxie findet sich im westlichen Bereich des Sternbildes Großer Bär, etwa 2° nordöstlich des Sterns ϕ Ursae Majoris. Mit einer visuellen Helligkeit von $10^m,8$ ist NGC 3079 vergleichbar mit den schwächsten Galaxien des Messier-Katalogs. In einem 2,5"-Teleskop zeigt sich nur mit indirektem Sehen ein schwacher Nebelstreif. Mit $8''$ ist bereits eine beeindruckende, langgestreckte Spindel erkennbar. Die Begleitgalaxie NGC 3073 ist als sehr schwacher Nebel $10'$ westlich erkennbar. Erst mit $12,5''$ offenbaren sich die meisten Geheimnisse. NGC 3079 wirkt unsymmetrisch und zeigt nach Osten hin eine Ausbuchtung.

Die sehr schwache Begleitgalaxie MCG 9-17-9 wird $7'$ nordwestlich des Zentrums der Hauptgalaxie erkennbar. Erst mit dieser



▲ In der Nähe der aktiven Galaxie NGC 3079 befindet sich der berühmte Doppelquasar QSO 0957+561, der durch den Gravitationslinseneffekt in zwei Bilder aufgespalten ist. Johannes Schedler

Öffnung ist auch der Doppelquasar QSO 0957+561 zugänglich. Die beiden Komponenten verschwimmen jedoch zu einem kleinen, länglichen Fleck. Mit großen Teleskopen ab $16''$ lassen sich in NGC 3079 eine Vielzahl von Details entdecken. Dazu zählen ein zentrales Staubbund sowie verschiedene HII-Regionen. Die Trennung des Doppelquasars in seine beiden Komponenten erfordert jedoch nicht nur hohe Vergrößerungen, sondern auch entsprechend gutes Seeing.

► Matthias Juchert

- [1] Walsh, D. et al.: 0957 + 561 A, B – Twin quasistellar objects or gravitational lens, *Nature* 279, 381 (1979)
- [2] Cecil, G. et al.: Jet- and Wind-driven Ionized Outflows in the Superbubble and Star-forming Disk of NGC 3079, *Astrophys. J.*, 555, 338 (2001)
- [3] Kondratko, P. T. et al.: Evidence for a Geometrically Thick Self-Gravitating Accretion Disk in NGC 3079, *Astrophys. J.*, 618, 618 (2005)
- [4] Shafi, N. et al.: The Hot and Cold Outflows of NGC 3079, *ASPC* 423, 61 (2009)
- [5] Burbidge, E. M. et al.: An anomalous concentration of QSOs around NGC 3079, arxiv.org/abs/astro-ph/0510815 (2005)

Orionnebel extrem

Eine detaillierte Zeichnung von M 42

von Ronald Stoyan

Der Orionnebel gilt als schönstes Objekt des Winterhimmels und ist eine der faszinierendsten Nebellandschaften am Sternhimmel überhaupt. Während es viele beeindruckende Fotos von Amateurastronomen gibt, zeigen nur wenige Zeichnungen visueller Beobachter den ganzen Nebel. Das liegt an seinem unvergleichlichen Detailreichtum – und dem großen Aufwand, diesen zeichnerisch festzuhalten. Neun Nächte im Winter 2011/12 wurden für einen Versuch verwendet, eine genaue und detaillierte Zeichnung von M 42 zu gewinnen.

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

Den Orionnebel zu zeichnen ist vielleicht die größte Herausforderung an die Ausdauer und Geduld eines visuellen Beobachters, die ein Einzelobjekt zu bieten hat. Die enorme Bandbreite an sichtbaren Details, Intensitäten und Sternen schreckt viele Beobachter ab. Die meisten Zeichnungen von M 42 sind deshalb nur Skizzen oder grobe Okulareindrücke ohne den Anspruch an Detailgenauigkeit und Tiefe, der sonst als Maßstab an gute zeichnerische Ergebnisse angelegt wird.

Viele Details

Schon mit sehr kleiner Optik sind im Orionnebel erstaunliche Details zu sehen. Insbesondere die eckig abgegrenzte zentrale Huginsregion offenbart schon im Zweizöller so viel Struktur, dass stundenlanges Zeichnen nötig ist, wenn man den Anspruch hat, wirklich alles zu sehende Detail zu dokumentieren. Schon mit einem Vierzöller benötigt man mehr Zeit, als eine der langen Winternächte bietet.

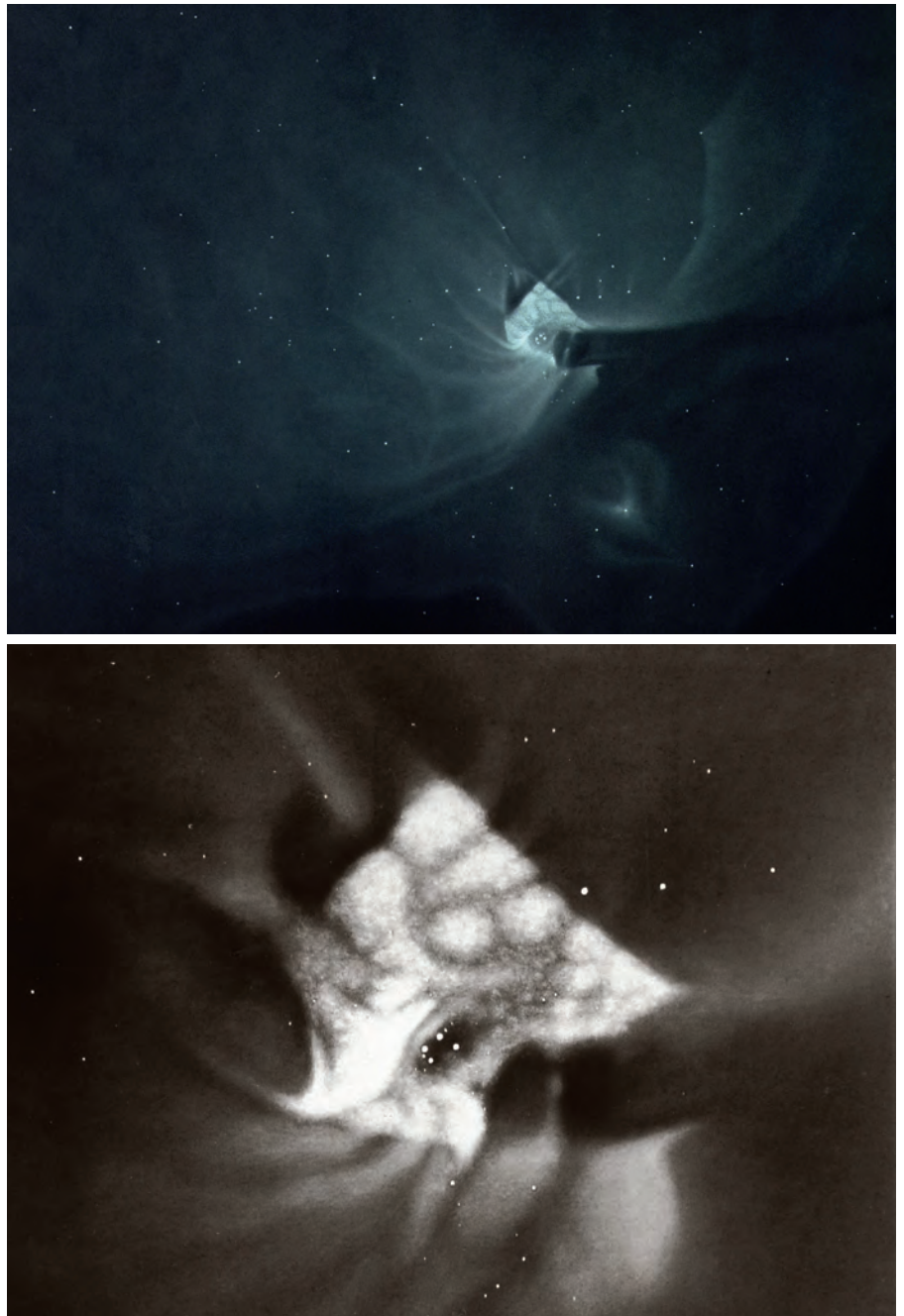
Es ist zudem nicht möglich, alle Details des Nebels im gleichen Maßstab festzuhalten. Deshalb ist die Planung verschiedener Einzelzeichnungen mit unterschiedlichen Maßstäben nötig: Während der Außenbereich idealerweise bei großen und mittleren Austrittspupillen beobachtet wird, muss in der Zentralregion sehr hoch vergrößert werden. Diese Zeichnungen mit verschiedenem Detaillierungsgrad müssen nachher wie ein Mosaik zusammengesetzt werden. Die Wahl der richtigen Felder ist abhängig von der Leistungsfähigkeit des eigenen Teleskops und erfordert viel Erfahrung.

Historische Vorbilder

Zeichnungen des Orionnebels wurden in der Vergangenheit wiederholt versucht. M 42 ist eines der wenigen Objekte, die Charles Messier selbst skizziert hat. Auch die meisten Darstellungen in der Folgezeit blieben aber eher skizzenhaft. Das änderte sich erst Mitte des 19. Jahrhunderts.

Die vollständigste und detailreichste Zeichnung des Orionnebels stammt von George P. Bond [1]. Der amerikanische Astronom benutzte den 15"-Refraktor des Harvard College

◀ Abb. 1: Die beeindruckende Nebellandschaft von M 42 zu fotografieren ist das eine, sie zeichnerisch auf Papier zu bringen eine zusätzliche Herausforderung. Die Fotografie entstand an einem selbst gebauten 16"-Astrograph bei f/3 mit einer STL-11000 CCD-Kamera. Süden ist oben wie in allen Abbildungen in diesem Artikel. *Bernd Liebscher*



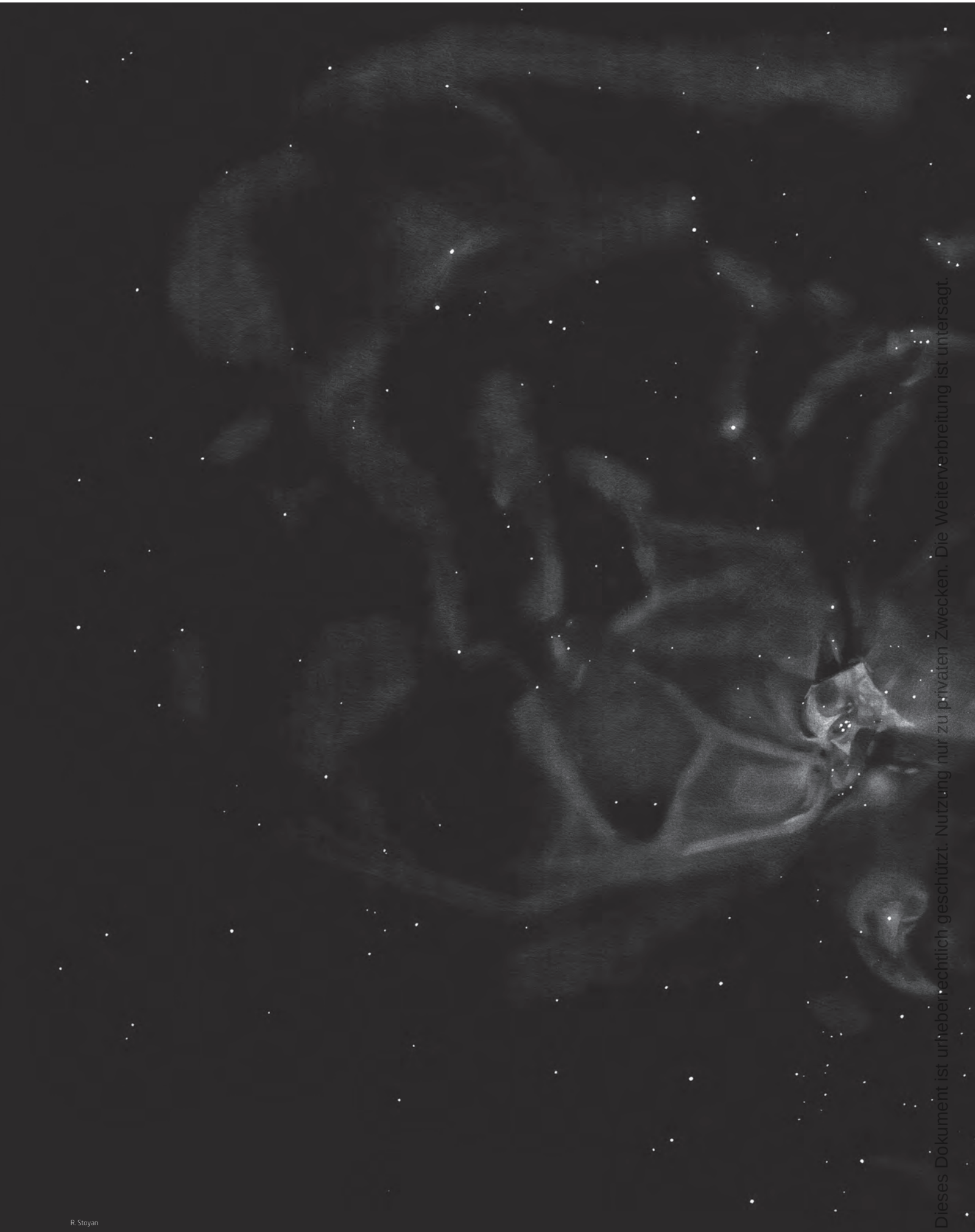
▲ Abb. 2: Historische Zeichnungen des Orionnebels von George P. Bond 1865 (oben) und Léopold Trouvelot 1875 (unten).

Observatory, um eine möglichst detailgenaue Studie der gesamten Nebelregion anzufertigen. Sein Ziel war es, eine präzise Datengrundlage zu schaffen, um die immer wieder behaupteten Veränderungen der Nebelstrukturen bestätigen oder verwerfen zu können. Vor dem Einzug der Fotografie war dies nur durch genaue visuelle Beobachtung möglich.

Bei einer Vergrößerung von 141× und einem Gesichtsfeld von nur 10' beobachtete Bond systematisch die gesamte Nebelregion über 3,36 Quadratgrad. Er bestimmte mikrometrisch die Position aller Sterne bis 20' Entfernung vom Trapez, schätzte deren Helligkeit wiederholt und entdeckte auf diese Weise die Veränderlichkeit vieler Sterne im Nebel.

Insgesamt dokumentierte und katalogisierte er 1101 Sterne bis 15^m. Acht Jahre von 1857 bis 1865 benötigte Bond für diese Arbeit – es war eine der größten Energieleistungen eines visuellen Beobachters, die jemals stattfand.

Seine Zeichnung ist bis heute die genaueste Darstellung des Orionnebels – und eine der schönsten. Bond ließ selbst den Graveur, der die Umsetzung zu besorgen hatte, den Nebel beobachten, damit dieser einen Eindruck von den Helligkeitsverläufen und Intensitäten bekam. Sein Ergebnis wurde in ästhetischer Hinsicht nur von Léopold Trouvelot erreicht, der 1875 mit dem 26"-Clarke-Refraktor des United States Naval Observatory in Washington arbeiten konnte.



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



Moderne Vorbilder

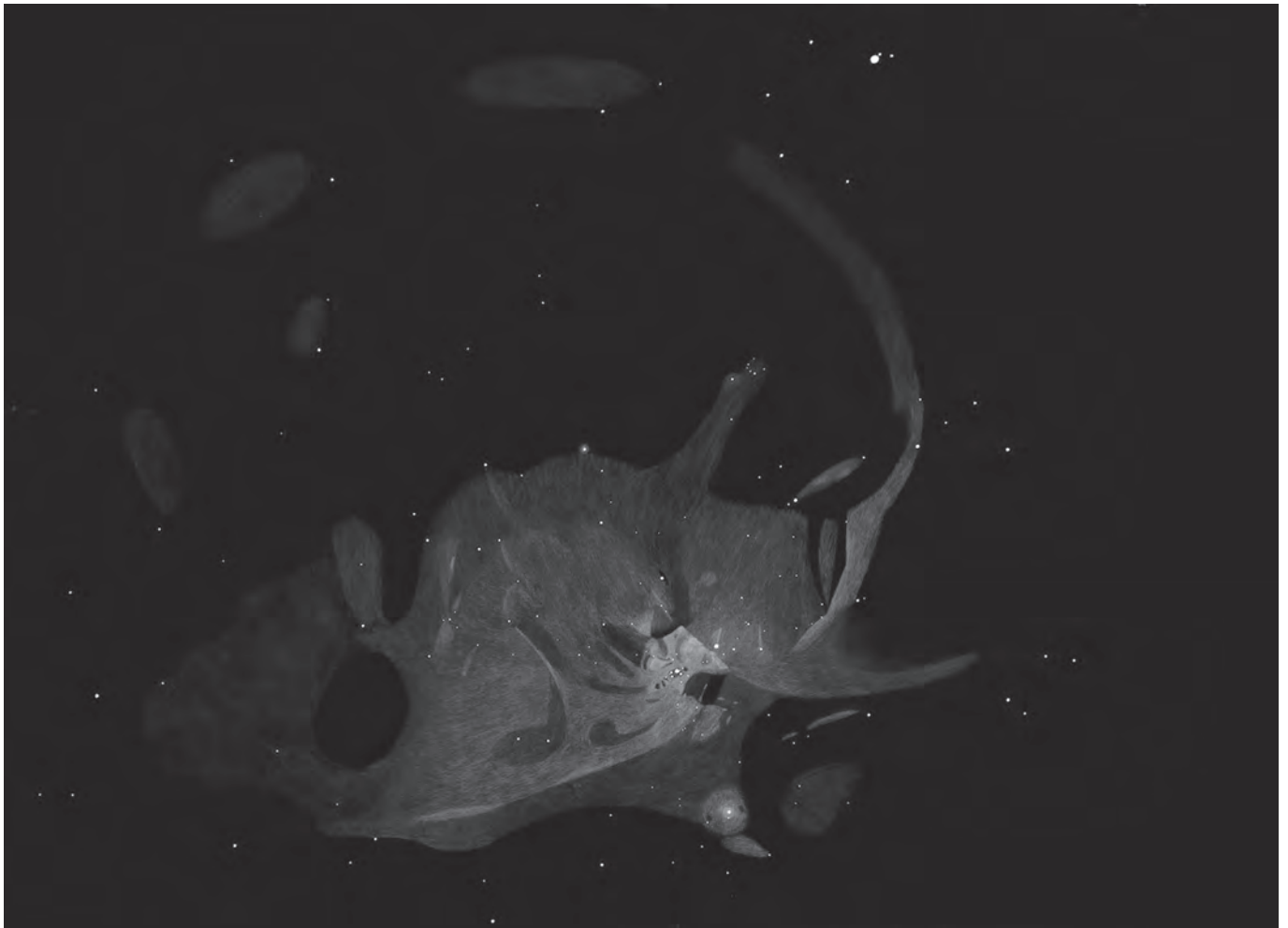
Ende des 20. Jahrhunderts erlebte die Zeichnung von astronomischen Objekten nach den Vorbildern aus der vorfotografischen Zeit unter Amateurastronomen eine Renaissance. 1992 erstellte Andreas Alzner eine detaillierte visuelle Studie des Orionnebels [2]. Mit einem 14"-Newton dokumentierte er mit 74× bis 658× unter typischen Landhimmelbedingungen den Nebel in seinem gesamten Ausmaß. Seine auf dem Titel von interstellarum 5 reproduzierte Zeichnung basiert auf insgesamt 22 Nächten und 33 Beobachtungstunden Arbeit im Winter 1990/91 und im Laufe des Jahrs 1992. Teilweise wurde ein OG515-Filter benutzt, um den hellen Nebel zurückzudrängen und schwache Sterne besser sichtbar zu machen. 18 Sterne in der Huygensregion und 160 Sterne insgesamt konnten im Nebel erfasst werden. Die Gesamtzeichnung umfasst 95cm × 65cm und wurde mit weißer Kreide auf dunklem Untergrund ausgeführt.

Seit 1994 versuchte auch der Autor, den Orionnebel zeichnerisch zu erfassen [3, 4]. Mehrere Versuche beschränkten sich jedoch auf die Zentralregion, die mit 14" und 24" Öffnung abgebildet wurde [5]. Der gesamte Nebel wurde nur mit 4,7" gezeichnet – der große Aufwand einer Zeichnung mit großer Öffnung schreckte jahrelang ab.

Neuer Versuch

Im Winter 2011/12 wurde mit einem 14"-f/5-Newton der Versuch unternommen, den ganzen Nebel sowohl mit größtmöglicher Detailgenauigkeit als auch hoher Ästhetik der Darstellung zu zeichnen. Dazu wurden als Zeichengrundlage 14 Einzelblätter der gesamten Nebelregion erstellt. Die dargestellten Sterne wurden vom Grünauszug eines Fotos der Nebelregion übernommen. Die Sterne als Grundgerüst bei der Orientierung im Nebel erleichterten die Beobachtung enorm, bei vielen Gelegenheiten erwiesen sich die Sterneintragungen jedoch auch als trügerisch, da sie oft nicht mit der beobachteten Wirklichkeit übereinstimmten – meist ist der Grund dafür in der Variabilität vieler Sterne in M42 zu suchen.

◀ Abb. 3: Zeichnung des Orionnebels am 21.11. (21^m15/□), 28.11. (21^m0/□), 29.11.2011 (21^m1/□), 15.1. (21^m15/□), 17.1. (21^m1/□), 26.1. (20^m9/□), 11.2. (20^m8/□), 20.2. (21^m0/□) und 22.2.2012 (20^m65/□). 14"-Newton bei 136-593×. Beobachtungsorte Großenbohe, Kriben und Kräft. Es wurden keine Nebelfilter verwendet.



▲ Abb. 4: **Zeichnung des Orionnebels** Andreas Alzner, ebenfalls mit einem 14"-Newton bei 74-658×. Es wurden UHC-, [OIII]-, H β - und OG550-Filter verwendet.

In neun Nächten zwischen dem 11.11.2011 und dem 22.2.2012 entstanden in 20 Stunden Beobachtungszeit 14 Blätter mit Rohzeichnungen. Die Himmelsqualität war mit 20^m65/□ bis 21^m15/□ (SQM) als eher durchschnittlicher ländlicher Standort zu bezeichnen – unter wirklich dunklem Himmel sollte noch einmal deutlich mehr zu sehen sein. Bei Temperaturen von bis zu –15°C betrug die Beobachtungszeit jeweils zwei bis drei Stunden; bevor die Konzentration nachließ, wurde jeweils abgebrochen.

Intensitäten schätzen

Vergrößerungen zwischen 136× und 593× kamen zum Einsatz. Fast alle Gebiete wurden zwei Mal unabhängig voneinander gezeichnet, um Beobachtungsfehler zu minimieren.

Bei einer Gesamtzeichnung des Orionnebels über mehrere Nächte ist es nicht einfach, die jeweiligen Nebelhelligkeiten mit gleicher Intensität auf das Papier zu bringen, damit nachher ein einheitliches Gesamtbild entsteht. Deshalb wurden alle Nebeldetails mit 10 Intensitätsstufen bewertet. Zu Beginn jeder

neuen Beobachtungsnacht wurde erst durch Wiederholung der bisherigen Beobachtungen ein Gefühl für die vergebenen Werte ermittelt, bevor neue Partien des Nebels gezeichnet wurden. Zum Ende jeder Beobachtungsnacht erfolgte zudem ein kritischer Vergleich der vergebenen Intensitätswerte mit den anderen Teilen der Zeichnung.

Übertragung auf Großformat

Eine Herausforderung war auch die Übertragung der 14 Blätter mit verschiedenem Maßstab auf einen Bogen festen Zeichenpapiers im Format 84cm × 59cm. Die zuerst geplante Digitalisierung aller Einzelblätter, um sie zusammensetzen und dann zu übertragen, scheiterte an den dennoch vorhandenen Übergangsfehlern an den Nahtstellen der Blätter. So wurde direkt auf den Bogen ein Gerüst von Sternen übertragen, und dann von Hand der gesamte Nebel neu gezeichnet, wobei mehrfach aufgenommenes fragliches Detail »gemittelt« oder weggelassen werden konnte.

Schließlich wurde das Ergebnis gescannt, invertiert und in Helligkeit und Kontrast dem

visuellen Eindruck am Okular entsprechend angepasst. Dieser ist allerdings in der gedruckten Wiedergabe nur schwer zu erreichen.

- [1] Bond, G.P.: Observations upon the Great Nebula of Orion, Riverside Press, Cambridge 1867
- [2] Alzner, A.: Orions Schwertgehänge, Teil 3, interstellarum 5, 19 (1995)
- [3] Stoyan, R.: Orions Schwertgehänge, Teil 1, interstellarum 2, 6 (1995)
- [4] Stoyan, R.: Orions Schwertgehänge, Teil 2, interstellarum 5, 16 (1995)
- [5] Stoyan, R.: Hubbles tiefe Blicke: M 42, Die Messier-Objekte in neuem Licht, interstellarum 49, 48 (2007)

INTERAKTIV



Haben Sie Fragen zum Artikel oder einen Diskussionsbeitrag dazu? Senden Sie uns einen Leserbrief:

✉ www.interstellarum.de/leserbriefe.asp

100 Quadratgrad Himmel

Fabelhaftes im Einhorn

von Constantin Lazzari

15 Mon

NGC 2264

Konusnebel

Trümpler 5

NGC 2247

NGC 2245

IC 446

IC 447

▲ Abb. 1: Die Wintermilchstraße im Einhorn ist reich an interessanten Deep-Sky-Objekten. In der Weitwinkelaufnahme sind von rechts nach links zu sehen: Der ausgedehnte Nebelkomplex Sharpless 273 mit Konusnebel, der Stern 15 Mon, der Weihnachtsbaum-Sternhaufen NGC 2264 und Trümpler 5. In der rechten Bildhälfte sind die Gasnebel NGC 2245, NGC 2247, IC 446 und IC 447 zu erkennen. *Davide Bordini*

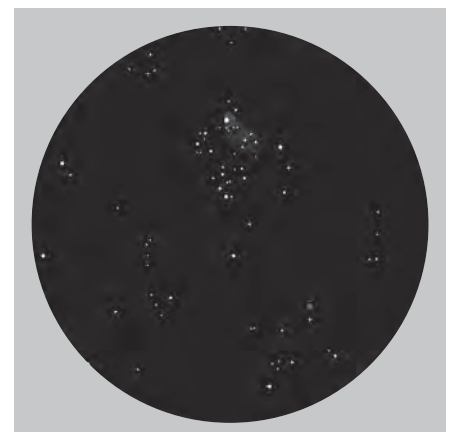
Die Winternächte im Februar können besonders frostig sein. Diejenigen, die den eisigen Temperaturen dennoch trotzen und den Weg ins Freie abseits der lichtverschmutzten Städte aufsuchen, werden in diesen überwiegend trockenen und klaren Nächten zumeist mit einem atemberaubenden Winterhimmel belohnt. Der Beobachter erhält dabei einen nahezu ungetrübten Blick auf die typischen Objekte der Milchstraße wie Sternhaufen, lichtschwache Gasnebel und Planetarische Nebel.

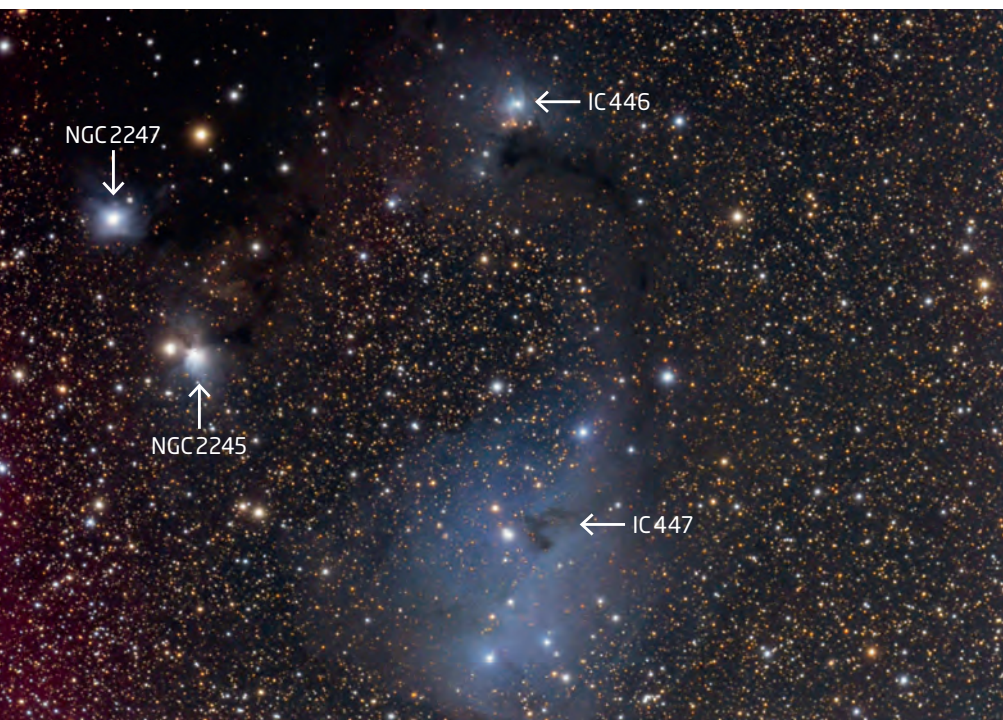
Vom Sternbild Kassiopeia ausgehend startet das schmale und milchige Band der Wintermilchstraße, durchstreift dabei das Sternbild Perseus, verläuft dann weiter zwischen den Sternbildern Zwillinge und Stier und durchquert anschließend zentral das Sternbild Einhorn, um dann im Sternbild Achterdeck hinter dem Horizont zu verschwinden. Inmitten der Wintermilchstraße, im eher unscheinbaren Sternbild Einhorn, liegt ein Feld voller interessanter Deep-Sky-Objekte.

Ein noch junges Sternentstehungsgebiet

Das Einhorn ist nicht gerade reich an hellen Sternen. Als Startpunkt für das Aufsuchen bieten sich deshalb Sterne in den Nachbarsternbildern an, z.B. der Stern 3. Größenklasse ξ (xi) Gem, auch bekannt unter dem

► Abb. 2: NGC 2264, der Weihnachtsbaum-Sternhaufen und NGC 2261, Hubbles Veränderlicher Nebel. Zeichnung, 20×125-Fernglas. *Uwe Glahn*





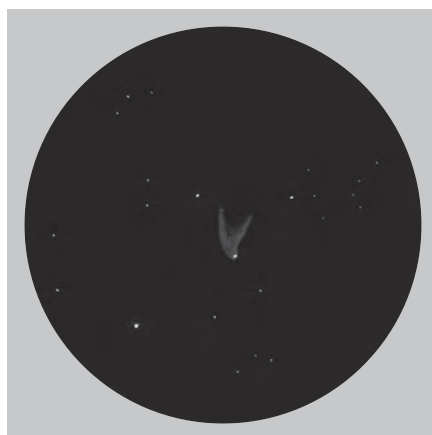
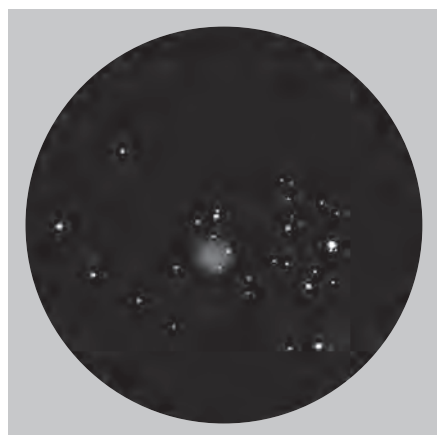
Eigennamen Alzir. Mit dem bloßem Auge erkennt man etwa 3° südlich eine unscharfe stellare Aufhellung. In einem 10×50 -Fernglas zeigt sich, verteilt auf etwa $0,5^\circ$ Himmel, eine lockere Ansammlung heller blauer Sterne, auch bekannt als **NGC 2264**.

NGC 2264 ist ein noch sehr junges Sternentstehungsgebiet, dessen dichte Gaswolke einen Großteil der nur wenige hunderttausend Jahre alten Sterne verbirgt. Die Gaswolke und der dort beheimatete Sternhaufen sind nur ein Teil einer weitaus umfangreicheren Molekülwolke, welche sich am Nachthimmel über mehrere Grad erstreckt. Im Fernglas besteht der Sternhaufen aus 20 bis 30 hellen Mitgliedern, die sich zu einem langgezogenen Dreieck formieren bzw. einen auf den Kopf gestellten Christbaum darstellen. Nicht umsonst trägt der Sternhaufen den Eigennamen »Weihnachtsbaumsternhaufen«.

Am Fuße des Baumes befindet sich der stark blau leuchtende $4^m 6$ helle Stern 15 Mon. Ab $6''$ Öffnung und mit einem ausreichend großen

Gesichtsfeld von mindestens $0,5^\circ$ ist der Christbaumcharakter des Sternhaufens offensichtlich. Mit einem Spiegelteleskop ist der Christbaum obendrein aufrecht zu sehen. Bei optimalen Bedingungen kann man versuchen, die umgebende HII-Nebelregion, auch bekannt als Sharpless 273, im Sternhaufen zu erhaschen.

Im südlichen Bereich des Sternhaufens, an der Baumspitze des Weihnachtsbaumes, konnte der Autor mit $8''$ und $133\times$ eine weitere lichtschwache Nebelregion ausmachen. Da es sich hauptsächlich um Reflexionsnebel handelt, ist ein Nebelfilter zur Kontrastverbesserung zwecklos. Der berühmte Konusnebel im Süden des Sternhaufens erfordert zur sicheren visuellen Sichtung eine große Öffnung ab $20''$ und exzellente Bedingungen. Allerdings ist es einigen wenigen visuellen Beobachter gelungen – wie z.B. der bekannten Amateurastronomin Sue French – den dunklen Streifen im Konusnebel mit einem $10''$ -Newton zu beobachten. Mehrere Versuche des Autors mit $12''$ Öffnung verliefen bislang noch ohne positives Ergebnis.



◀ Abb. 3: Detailaufnahme der Gasnebel NGC 2245, NGC 2247 und IC 446 und IC 447 – auch bekannt als IC 2167 und IC 2169. *Bernhard Hubl*

Zwei helle Reflexionsnebel im Blickfeld

Etwa 2° westlich von NGC 2264 befinden sich zwei eng benachbarte kleine Nebelflecke, NGC 2245 und NGC 2247. Beide Nebel werden in diversen Katalogen als Reflexionsnebel beschrieben und sind Teil des Sternentstehungsgebietes um NGC 2264.

Im Okular ist NGC 2245 der hellere der beiden Nebelflecke und bereits unter dunklem Landhimmel mit $6''$ Öffnung visuell erreichbar. Mit einem $16''$ -Newton ist der Nebel bereits im Übersichtsokular problemlos als leicht elongierter Nebelfleck zu erkennen. Bei $200\times$ sind ein helles Zentrum und ein nach Westen auslaufender Nebelbereich zu erkennen. Der Nebel wirkt oval und ist mit einer schwachen, dunklen Kante im Süden versehen.

Der Einsatz eines UHC-Filters steigert ein wenig den Kontrast des Nebels zum leicht aufgehellten Himmelshintergrund. Die Kontraststeigerung ist auch als Hinweis zu deuten, dass der Nebel nicht nur das benachbarte Sternlicht reflektiert, sondern der Nebel selbst auch in Emissionslinien leuchtet.

Etwa $10'$ nordöstlich ist der Reflexionsnebel NGC 2247 zu finden, ein runder diffuser Nebel, in dessen Zentrum sich ein 8^m heller Stern befindet. NGC 2247 ist deutlich lichtschwächer als sein Nachbar im Süden. Ein UHC-Filter ist bei NGC 2247 völlig wirkungslos. In unmittelbarer Nähe im Westen befinden sich die Reflexionsnebel IC 446 und IC 447 – jeweils auch unter der Bezeichnung IC 2167 und IC 2169 bekannt – welche unter dunklem Landhimmel mit Öffnungen ab $16''$ problemlos visuell zu erreichen sind.

Zwei lichtschwache Sternhaufen

In der Umgebung von NGC 2264, etwas mehr als 1° nord- und $0,5^\circ$ ostwärts, ist der Sternhaufen NGC 2259 zu finden. NGC 2259

◀ Abb. 4: Kaum beobachtet und mit einem Alter von 300-700 Millionen Jahren noch recht jung: Der Offene Sternhaufen NGC 2259 zeigt sich mit $8''$ als lichtschwacher rundlicher Nebelfleck. Zeichnung, $8''$ -Newton, $160\times$. *Jaakko Saloranta*

◀ Abb. 5: NGC 2261 – Hubbles Veränderlicher Nebel – ein seltener Vertreter der Objektklasse der kometarischen Nebel. Zeichnung, $12''$ -Newton, $205\times$. *Hans-Jürgen Merk*

► Abb. 6: **NGC 2141** ist ein kompakter Offener Sternhaufen im Sternbild Orion. *Andreas Rörig*

befindet sich am nördlichen Ende des Nebelkomplexes Sharpless 273 und markiert dessen Ende.

Aufgrund seiner gedrängten Maße von nur 3,5' und einer Gesamthelligkeit von $10^m 8$ ist der Sternhaufen weder lichtstark noch sehr groß und dadurch nicht gerade einfach zu lokalisieren. Man sollte sich davon dennoch nicht abschrecken lassen und einen Versuch wagen. Mit 16" und bei 90× ist NGC 2259 in einer sternreichen Umgebung als ein unregelmäßig runder Sternhaufen zu erkennen. Er ist mit zahlreichen nadelfeinen Sternen besprenkelt und im Hintergrund leuchtet ein lichtschwacher milchiger Schleier durch. Im Westen wird der Sternhaufen durch einen 9^m hellen Feldstern flankiert. NGC 2259 ist ein lohnendes Ziel für Teleskope ab 12".

Einen ähnlichen Sternhaufen findet man knapp 1° südwestlich von NGC 2264, er trägt den Namen **Trümpler 5**. Mit einer Winkelausdehnung von 7' ist der Sternhaufen zwar doppelt so groß wie NGC 2259, aber trotzdem nicht einfacher zu lokalisieren. Immerhin verteilt sich die Helligkeit von $10^m 9$ auf eine viel größeren Fläche. Unter gutem Landhimmel ist mit 12" bei 115× ein schwacher Sternhaufen mit 10 bis 15 Einzelsternen zu erkennen. Bei sukzessiver Steigerung der Vergrößerung ist im Sternhaufen eine leichte Granulation zu sehen. Trotz großer Bemühungen konnte der Autor mit seinem 12"-Newton unter nahezu perfekten Bedingungen die Granulation im Sternhaufen nicht in Einzelsterne auflösen.

Ein kometenartiger Nebel

Schwenkt man das Fernrohr etwas mehr als 1° südwärts von NGC 2264, dann landet man bei einem kleinen kometenartigen Nebelschweif mit der Bezeichnung **NGC 2261**. Der Nebel ist durch seine helle Spitze im Süden und durch seine fächerförmigen Form charakterisiert. Die verblüffende Ähnlichkeit zu einem Kometen mit Schweif gibt NGC 2261 die Typenbeschreibung Kometarischer Nebel.

► Abb. 7: Der helle Stern μ Ori stört bei der Wahrnehmung von Abell 12. Zeichnung, 12"-Newton, 300× und [OIII]-Filter. *Hans-Jürgen Merk*

►► Abb. 8: Der **Rosettennebel** gehört zu den spektakulärsten Deep-Sky-Objekten des Winterhimmels für jegliche Öffnungsgröße. Zeichnung, 4"-Newton, 26×, [OIII]-Filter. *Uwe Glahn*



NGC 2261 ist strenggenommen ein Reflexionsnebel und wurde am 26.12.1783 von W. Herschel mit seinem 18,7"-Newton entdeckt. 1916 entdeckte Edwin Hubble zusätzlich die Veränderlichkeit des Nebels in seiner Form und Helligkeit, daher der Eigenname »Hubbles Veränderlicher Nebel«. NGC 2261 ist unter einem ausreichend dunklen Himmel bereits mit 5" Öffnung beobachtbar. Am besten zeigt sich der Nebel bei mittelhoher Vergrößerung von 150× bis 300×. Er erstreckt sich nördlich eines 11^m -Sterns und öffnet sich nordwärts wie ein Fächer. Erhöht man die Vergrößerung, dann wirkt der Nebel dank seiner hohen Flächenhelligkeit weiterhin leuchtkräftig und offenbart zusätzlich zwei helle Flanken im Osten und im Westen.

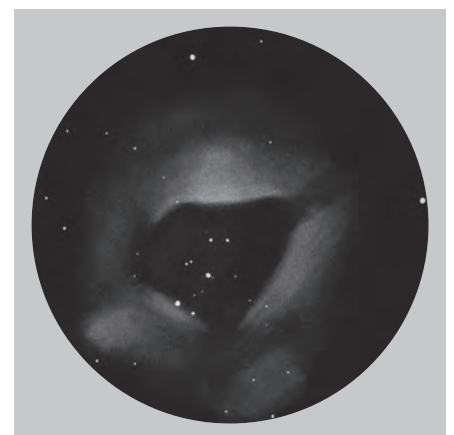
Mit zunehmender Öffnung ab 8" sind im Inneren diverse Aufhellungen und Verdunkelungen zu erkennen. Zur Beobachtung des Nebels benötigt man keinen Filter, denn der Nebel besteht größtenteils aus Staub und reflektiert das gesamte Lichtspektrum des eingebetteten Sterns R Monocerotis. Der Stern R Mon

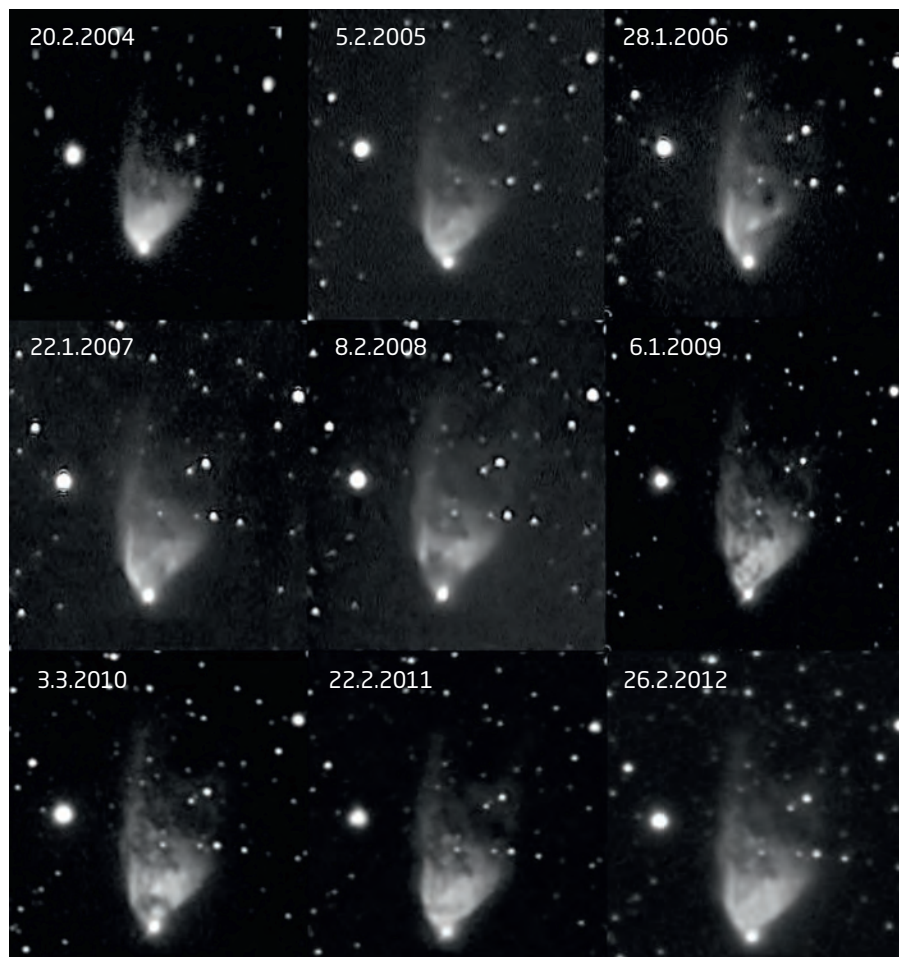
befindet sich auffällig an der Spitze des Nebels im Süden, seine Helligkeit variiert in unregelmäßigen Abständen über mehrere Magnituden. Interessanterweise sieht man nicht den Stern selbst, sondern lediglich seine helle, zirkumstellare Hülle, bestehend aus Gas und Staub, hinter der sich ein junger Doppelstern verbirgt.

Zusammen mit der Helligkeit des Sterns verändert der Nebel auch seine Struktur. Mit einem mittelgroßen Teleskop ab 10" sind diese Veränderungen im Nebel über die Jahre hinweg visuell nachvollziehbar. Weitere Vertreter dieser relativ seltenen, aber äußerst spannenden Kategorie von veränderlichen Deep-Sky-Objekten sind z.B. NGC 6729, Parsamyan 21 oder McNeils Nebel bei M 78.

Sternhaufen im Überfluss

6° westlich von NGC 2259 oder 1,5° südlich von ξ Ori, einem Stern vierter Größenklasse, befindet sich der Sternhaufen **NGC 2194**. Für kleine Teleskope der 4"-Klasse ist





◀ Abb. 9: Hubbles Veränderlicher Nebel zwischen 2004 und 2012. Manfred Mrotzek

noch gut vom sternreichen Hintergrund abhebt. Im Sternhaufen sind ca. 20 Einzelsterne auflösbar. Zwei helle Mitglieder stechen deutlich hervor: der eine begrenzt den Haufen im Südosten, der andere im Nordwesten. Ein diffuses Schimmern im Hintergrund deutet an, dass der Sternhaufen aus weiteren unaufgelösten Mitgliedern besteht.

Ein weiterer sehenswerter und dennoch oft vernachlässigter Sternhaufen ist **NGC 2141**. Als Ausgangspunkt kann der 4^m 1 helle Stern μ Ori genommen werden. Bewegt man das Fernrohr nun etwa 2° nordwärts und anschließend wenige Bogenminuten nach Osten, dann landet man direkt auf einem recht gut definierten Sternhaufen. Er wurde um 1882 durch den US-amerikanischen Astronomen E. Barnard entdeckt und besitzt eine Winkelausdehnung von knapp 10' bei einer Helligkeit von 9^m 4.

Auch dieser Sternhaufen könnte sich für kleinere Teleskope der 6"-Klasse als eine Herausforderung herausstellen. Ab 8" ist bei 90× ein runder Nebelfleck zu erkennen und mit Hilfe des Indirekten Sehens eine ganz schwache Granulation sichtbar. Mit 16" wirkt der Nebelfleck stattdessen sehr kompakt und hebt sich gut vom Hintergrund ab. Bei 138× sind zahlreiche nadelfeine Sterne zu erkennen. NGC 2141 ist ein sehr ästhetischer Sternhaufen abseits der bekannten Pfade und definitiv einen Beobachtungsversuch wert.

Der versteckte Planetarische Nebel

Eine ganz andere Herausforderung ist die Beobachtung des Planetarischen Nebels **Abell 12**. Er gehört mit einer Winkelausdehnung von 0,6' und einer Helligkeit von 12^m 2 zu

der Sternhaufen eher unscheinbar und nicht mehr als ein runder dunkelgrauer Nebelfleck. Mit größerem Gerät ab 8" ist der Haufencharakter leicht zu erkennen, wirkt bei 37× kompakt, ist allerdings nur schwer in Einzelsterne auflösbar. Mit zunehmender Vergrößerung wird eine deutliche Granulation wahrnehmbar. Ab 12" und mit Hilfe des Indirekten Sehens sind ab 100-facher Vergrößerung nadelfeine Einzelsterne zu erkennen. NGC 2194 ist ein lohnenswertes Ziel abseits der bekannten Sternhaufen in unserer Milchstraße.

Ähnlich verhält es sich mit **NGC 2186**,

einem kleinen Sternhaufen im östlichen Orion, 7° südlich von NGC 2194. Als Aufsuchhilfe kann der Stern fünfter Größenklasse 63 Ori dienen. Der Sternhaufen befindet sich auf einer gedachten waagerechten Linie ca. 2° ostwärts. Aufgrund seiner Größe von lediglich 4' und einer Helligkeit von 8^m 7 könnte auch dieser Sternhaufen eine Herausforderung für kleinere Teleskope sein. Mit einem 4"-Refraktor ist unter dunklem Himmel nicht mehr als ein rundlicher und lichtschwacher Nebelfleck zu erkennen. Mit 8" ist bei 37× problemlos ein kompakter Sternhaufen zu erkennen, der sich

Deep-Sky-Objekte im Einhorn

Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	DSRA/Uran.
NGC 2264	OC	6 ^h 41,0 ^{min}	+9° 54'	4 ^m 1	40' × 40'	Weihnachtsbaum-Sternhaufen	18/183
NGC 2245	GN	6 ^h 32,7 ^{min}	+10° 9'	–	5' × 5'	UHC-Filter	–/182
NGC 2247	GN	6 ^h 33,1 ^{min}	+10° 19'	–	6' × 6'	kein Filter	–/182
NGC 2259	OC	6 ^h 38,4 ^{min}	+10° 53'	10 ^m 8	3,5' × 3,5'	–	–/182
Trümpfer 5	OC	6 ^h 36,7 ^{min}	+9° 27'	10 ^m 9	7' × 7'	–	–/182
NGC 2261	GN	6 ^h 39,2 ^{min}	+8° 45'	–	3' × 3'	Hubbles Veränderlicher Nebel, kein Filter	18/182
NGC 2194	OC	6 ^h 13,8 ^{min}	+12° 48'	8 ^m 5	9' × 9'	–	–/182
NGC 2186	OC	6 ^h 12,1 ^{min}	+5° 28'	8 ^m 7	5' × 5'	–	–/227
NGC 2141	OC	6 ^h 2,9 ^{min}	+10° 27'	9 ^m 4	10' × 10'	–	–/181
Abell 12	PN	6 ^h 2,4 ^{min}	+9° 39'	12 ^m 23	0,6' × 0,6'	[OIII]-Filter	–/181
NGC 2244	OC	6 ^h 31,9 ^{min}	+4° 57'	4 ^m 8	24' × 24'	im Rosettennebel	18/227
NGC 2237–9/46	GN	6 ^h 31,9 ^{min}	+4° 57'	–	80' × 80'	Rosettennebel, [OIII]- oder UHC-Filter	18/227

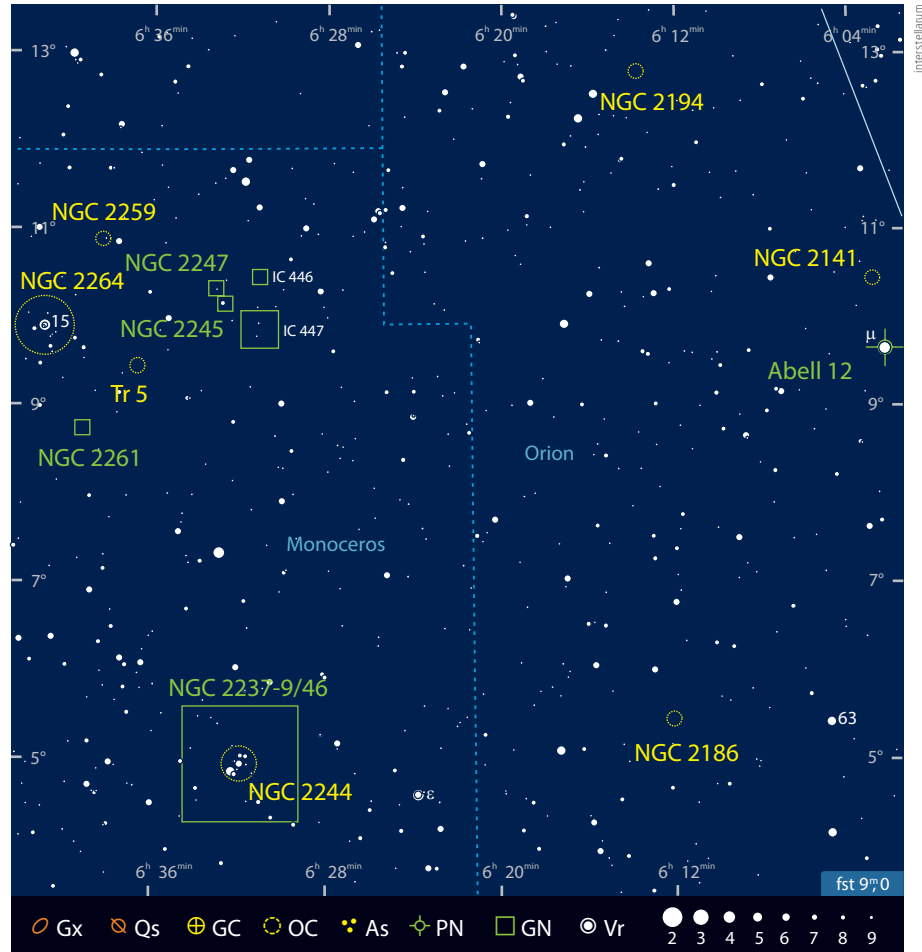
den hellsten der 86 Vertreter lichtschwacher Planetarischer Nebel, die im gleichnamigen Abell-Katalog zusammengefasst sind. Die Herausforderung liegt in seiner Nähe zum 4^m1 hellen Stern μ Ori: Abell 12 befindet sich weniger als 1' nördlich von μ Ori und der Helligkeitsunterschied zwischen Stern und Planetarischem Nebel ist dabei enorm. Der Nebel versteckt sich regelrecht im Halo des Sterns.

Der Trick zur dennoch erfolgreichen Sichtung liegt in der Nutzung eines [OIII]-Filters. Dieser dunkelt das störende Sternlicht ausreichend ab und erhöht gleichzeitig den Kontrast des Nebels. Mit diesem Trick ist Abell 12 bei exzellenten Bedingungen bereits mit 4" Öffnung visuell erreichbar. Mit 12" ist er als lichtschwacher und strukturloser Nebelfleck leicht zu erkennen. Mit 16"-Teleskopen wirkt der kleine Nebel schon wesentlich interessanter, denn ab 200x wird die Ringform ersichtlich und das dunkle Zentrum kann erahnt werden. Der lichtschwache Zentralstern bleibt aber weiterhin unsichtbar und ist selbst für größere Teleskope jenseits der 20"-Klasse nicht zu erreichen.

Der Rosettennebel

2,5° östlich vom 4^m4 hellen Stern ϵ Mon liegt der helle Sternhaufen NGC 2244. Mit einem Fernglas ist er problemlos als solcher zu erkennen. Er besitzt mehrere helle Mitglieder und ist selbst aus lichtverschmutzten Großstädten zu beobachten. Den besonderen Reiz von NGC 2244 macht sein junges Alter aus, denn der Sternhaufen hat sich noch nicht vollständig von seiner Gashülle befreit und seine hellsten Mitglieder regen die verbliebene Gashülle zum Leuchten an.

Unter dunklem und transparentem Landhimmel, wie man ihn zumeist nur im Winter antrifft, ist die Gashülle, auch bekannt als Rosettennebel, bereits mit 4" zu identifizieren. Der visuell äußerst bemerkenswerte Nebel wird im New General Catalogue in vier Bereiche unterteilt, diese tragen die Katalognummern NGC 2237, 2238, 2239 und 2246. Den besten visuellen Eindruck des Nebels erlangt man bei möglichst großer Austrittspupille und mit großem Gesichtsfeld. Ein Schmalband-Filter ist bei der Beobachtung des Nebels Pflicht. Das Zentrum des Rosettennebels zeigt sich dabei vollständig nebelfrei und beherbergt in seiner Mitte den Sternhaufen NGC 2244. Um den Sternhaufen leuchtet die Gaswolke als ein dicker, zerfränkter Ring. Im Norden ist sie nicht nur dicker und ausgeprägter, sondern auch am hellsten und am deutlichsten zu sehen. Dort sind auch die meisten und komplexesten Verdichtungen und scharfen Kanten zu erkennen.



Mit 16" Öffnung und mit Hilfe eines [OIII]-Filters zeigt sich der Rosettennebel dort zusätzlich sehr stark strukturiert und mit dunklen Verästelungen übersät. Im Süden und Osten wirkt der Nebel etwas weniger hell und diffuser. Im Zentrum ist der Rosettennebel vollständig nebelfrei und die hellsten Mitglieder des Sternhaufens NGC 2244 scheinen nahezu ungehindert durch den Filter hindurch. Unter exzellenten Bedingungen kann man im Okular deutlich nachvollziehen, wie der Nebel durch die leuchtstarken Sonnen im Sternhaufen regelrecht weggeblasen wird. In den äußeren Bereichen des Rosettennebels wirkt der Nebel deutlich diffuser und verliert sich regelrecht im Weltall. Der Rosettennebel gehört zu Recht zu den schönsten Objekten des Winterhimmels und offenbart für jegliche Öffnungsklasse ein wahres visuelles Spektakel, das für etliche Stunden unter freiem Himmel und bei klirrender Kälte belohnt.

- [1] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, Oculum-Verlag, Erlangen (2004)
- [2] O'Meara, S. J.: Herschel 400 Observing Guide, Cambridge University Press, Cambridge (2007)
- [3] Julius, K.-P.: Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter, interstellarum 74, 42 (2011)
- [4] Dahm, S.E.: The Young Cluster and Star Forming Region NGC 2264, in The Handbook of

Star Forming Regions, Volume I, ASP Monograph Publications, ed. B. Reipurth (2008)

- [5] French, S.: Deep-Sky Wonders, A Tour of the Universe with Sky and Telescope's Sue French, Firefly Books, Richmond Hills (2011)
- [6] Stoyan, R.: NGC 2261, interstellarum 32, 22 (2004)
- [7] Tschierske, N.: Hubbles Veränderlicher Nebel, interstellarum 26, 8 (2003)
- [8] Stoyan, R.: PK 198-6.1, interstellarum 13, 82 (1998)
- [9] Stoyan, R., Lamprecht, J.: NGC 2244 und NGC 2237-8/46, interstellarum 44, 24 (2006)

SURFTIPPS

NGC/IC-Projekt:

☞ www.ngcicproject.org

Deep-Sky-Herausforderungen:

☞ deepsky-visuell.de/Projekte/DS_Herausforderungen.htm

Planetarische Nebel in der Wintermilchstraße:

☞ www.pn-visuell.de/winter.htm

Exotisches am Himmel:

☞ www.reinervogel.net/index.html?/exotic/exotic11.html



Schritt-für-Schritt

Wie kann man Sonnenflecken zeichnen?

von Uwe Pilz

◀ Abb. 1: Für kleine Fernrohre können Rohrstücke aus dem Klempnerbedarf als Basis für den Sonnenfilter dienen, das ist besser geeignet als Pappe. Es ist wichtig, dass der Filter straff sitzt und nicht durch Windstöße vom Instrument geweht werden kann. Dies wurde durch Aufkleben von Filzstreifen erreicht.

Fast jedes Fernrohr eignet sich für aussagekräftige Beobachtungen der Sonne.

Selbst preisgünstige kleine Refraktoren können für diese Aufgabe erfolgreich eingesetzt werden. Ein eventuell vorhandener Farbfehler kann durch einen Grün- oder Gelbfilter weitgehend unterdrückt werden. Der Lichtverlust spielt bei der Sonne keine Rolle, an das gefärbte Sonnenbild muss man sich aber gewöhnen. Zwingend erforderlich ist ein Sonnenfilter, den man sich aus handelsüblicher Sonnenfilterfolie selbst basteln kann und der vor dem Objektiv angebracht werden muss. Ein Blick in die Sonne ohne Filter gefährdet das Augenlicht!

1. Überblick verschaffen

Zu Beginn der Beobachtung verschafft man sich einen Überblick über das Geschehen auf der Sonne. Lohnt sich eine Zeichnung überhaupt? Welche Vergrößerung gestattet die Atmosphäre? Die Vergrößerung sollte zunächst so gewählt werden, dass die gesamte Sonnenscheibe bequem überblickt werden kann. Für

Fernrohre ohne Nachführung sollte etwas Raum um die Sonne verbleiben, so dass man nicht ständig an den Feinbewegungen stellen muss. Danach wird das Zeichenblatt vorbereitet. Selbst mit einer mittleren Vergrößerung ist eine überraschend große Menge an Einzelheiten wahrnehmbar. Um dies zu Papier zu bringen, muss der Sonnendurchmesser auf dem Karton groß genug sein. Bewährt hat sich ein Sonnenbild mit 20cm Durchmesser, welches gut auf ein DIN-A4-Blatt passt. Mit einem Zirkel oder einer Schablone zieht man einen Kreis dieses Durchmessers und beschriftet das Blatt mit dem Datum, den Einzelheiten zum benutzten Instrument und ggf. dem Beobachtungsort.

2. Zeichnung vorbereiten und Lage der Gruppen markieren

Am Teleskop ermittelt man die Lage der Himmelsrichtung: Bei ausgeschalteter Nachführung wandert die Sonne aus dem Bild. Die Richtung, in welche die Sonne wandert, ist Westen. Dies wird mit einem Pfeil gekennzeichnet. Als Nächstes markiert man die Lage der Fleckengruppen mit feinen Bleistiftkreuzen – den harten Bleistift verwenden. Dies ist anfangs nicht leicht. Man korrigiert so lange, bis die Kreuze auf dem Blatt mit dem Anblick im Teleskop übereinstimmen. Eine einzelne Gruppe lässt sich schwieriger beurteilen als die Zusammenstellung mehrerer Aktivitätsgebiete: Am genauesten werden die Korrekturen also am Schluss.

3. Flecken und Gruppen skizzieren

Sonnenflecken können sich erstaunlich schnell verändern. Es ist deshalb zweckmäßig,

die Arbeit am Instrument rasch zu erledigen, aber dennoch genau und ordentlich. Hierzu teilt man auf in Skizzieren am Fernrohr und Fertigstellen am Schreibtisch. Zuerst wird die Sonnenscheibe komplettiert. Hier empfiehlt es sich, mit den Umrissen der Penumbren zu beginnen. Wenn man mit der Umbra beginnt, wird die Gefahr größer, dass man die Flecken insgesamt zu groß zeichnet. Diese Umrisse zeichnet man mit dem harten Stift und wenig Druck. Im zweiten Schritt werden mit dem weichen Stift die Umrisse der Umbren eingefügt. Am Schluss ergänzt man kleine Fleckchen. Je nachdem, ob diese tiefschwarz oder eher grau erscheinen, benutzt man den weichen oder den harten Bleistift. Man notiert die Uhrzeit und könnte an dieser Stelle die Arbeit am Fernrohr beenden: Man hat jetzt alle Informationen, welche die Sonnenscheibe betreffen, auf dem Papier. Die Feinarbeit kommt später.

4. Details getrennt zeichnen

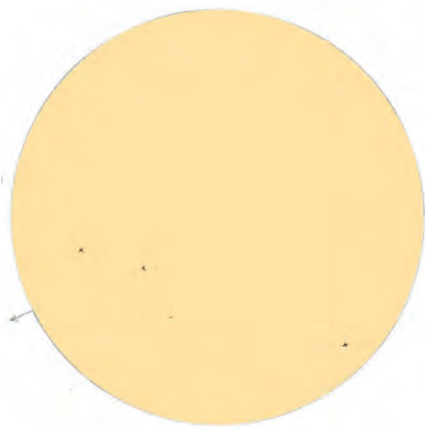
Es lohnt sich, zumindest einige der Fleckengruppen im Detail zu zeichnen, ggf. mit höherer Vergrößerung. Auch hier ist es wieder einfacher, nur das Nötigste direkt am Instrument zu erledigen und die Feinarbeiten für den Schreibtisch zu lassen. Bei den Detailzeichnungen ist es zweckmäßig, mit der Umbra zu beginnen. Sie sollte groß genug gezeichnet werden, so dass alle visuell erkennbaren Einzelheiten auch abgebildet werden können. Die Penumbra folgt im zweiten Schritt. Penumbren sind nicht homogen: Häufig sind Teile des Randes merklich dunkler, das muss in die Skizze eingetragen werden. Wenn die Luftruhe gut ist, dann sieht man in der Penumbra helle und dunkle Fäden,

PRAXISTIPP

Ausrüstung und Material

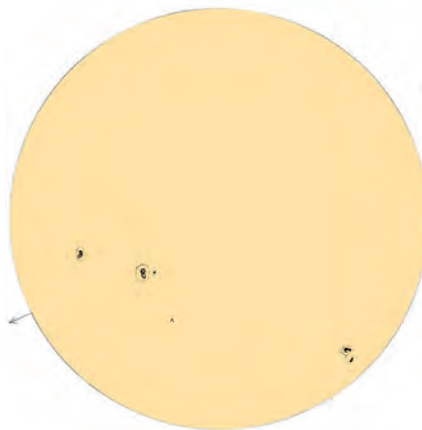
- Teleskop/Fernglas mit Sonnenfilter
- Zeichenkarton
- 2 Bleistifte, sehr hart und weich (z.B. 4H und B)
- Radiergummi
- Filzwischer (Estompen)
- Bleistiftspitzer

U. Pilz



▲ Abb. 2: Im ersten Schritt wird die Orientierung der Sonnenscheibe am Himmel festgestellt und die Lage der Aktivitätsgebiete mit feinen Kreuzen oder Punkten markiert (alle Sonnenscheiben wurden nachträglich eingefärbt).

U. Pilz



▲ Abb. 3: Im zweiten Schritt wird eine vollständige Skizze der Sonnenscheibe erstellt: Alle in diesem Maßstab darstellbaren Einzelheiten sind eingetragen. Das Ausfüllen der schwarzen Umbra und grauen Penumbra erledigt man später am Schreibtisch.

INTERAKTIV



Haben Sie Fragen zur visuellen Beobachtung und Beobachtungstechnik? Unser Experte Uwe Pilz beantwortet sie an dieser Stelle! Unser Anfrageformular finden Sie unter:

www.interstellarum.de/knowhow.asp

▼ Abb. 4: Die drei großen Fleckengebiete sind als Detailskizze ausgeführt. Wahrgenommen wurden ein heller Bereich in einer Penumbra, abschnittsweise Filamente in einer anderen Penumbra sowie kleine Flecken mit Helligkeitsvariationen. Das rechte Detailbild enthält einen kleinen Fehler (überflüssiger Strich), der später entfernt wird. Fackeln und Details am Sonnenrand waren an diesem Tag nicht zu zeichnen.

sog. Filamente, zumindest bereichsweise. Auch dies wird der Skizze hinzugefügt. Schließlich enthalten Penumbren helle Stellen, welche mit einer fein gepunkteten Linie markiert werden. Alle Arbeiten an der Penumbra nimmt man mit dem harten Stift vor.

5. Zeichnung fertigstellen

Am Schreibtisch füllt man schließlich die Umbren und Penumbren: die Umbren mit dem weichen Stift, die Penumbren mit dem Filzwischer. Die Teile der Penumbra, in denen Filamente zu sehen waren, müssen vorher mit dem harten Stift mit radialen Strichen gefüllt werden.

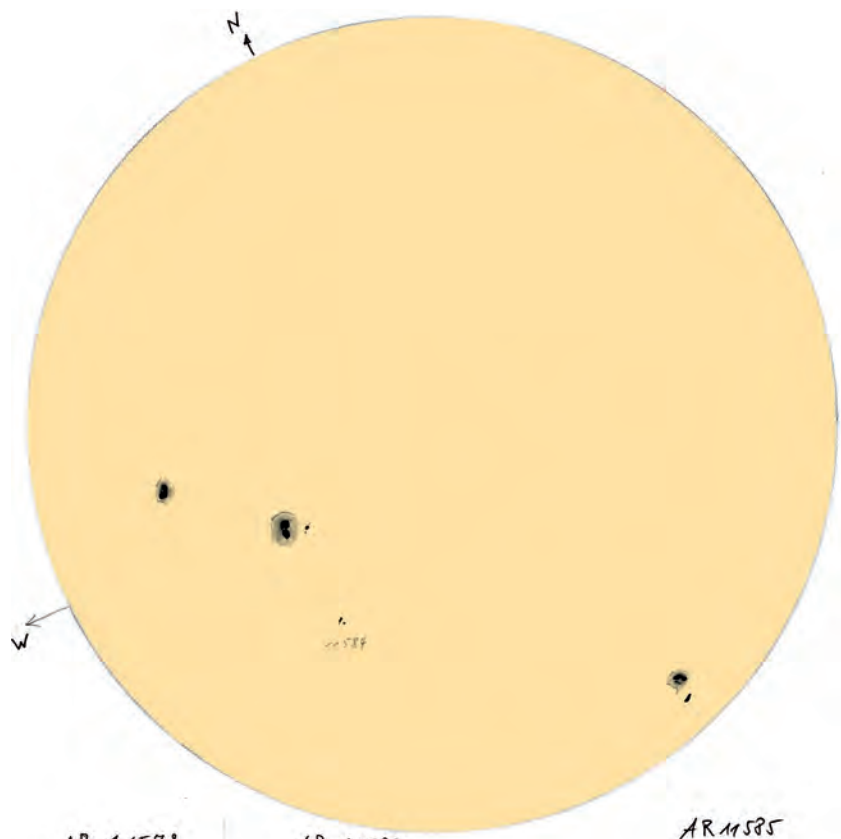
Es ist sicher reizvoll, die Veränderung von Fleckengruppen zu verfolgen oder die eigenen Ergebnisse mit denen anderer zeichnerisch oder fotografisch arbeitender Astronomen zu vergleichen. Auch zu diesem Zweck werden die Aktivitätsgebiete auf der Sonne seit Anfang 1972 nummeriert. Es ist zweckmäßig, die Nummern dieser Regionen zu vermerken (vgl. Surftipp). Schließlich wird aus dem Westpfeil und dem verwendeten Instrumentarium noch die Nordrichtung bestimmt und eingetragen. Die Zeichnung ist fertig.

► Abb. 5: Fertige Zeichnung.

SURFTIPPS

Aktuelle Aktivitätsgebiete auf der Sonne:

www.raben.com/maps



AR 11573

AR 11582

AR 11585

12:52
80x12:58
80x13:04
80x

Inside Pix Insight

Ein Workshop für Astrofotografen

von Herbert Walter

Teil 1: Grundlagen und Übersicht

Photoshop gilt als Mittel der Wahl für die Bearbeitung von Astrofotos. Doch in letzter Zeit ist immer öfter der Name PixInsight zu hören. In einer sechsteiligen Serie werden in interstellarum im Laufe des Jahres 2013 die wichtigsten Funktionen und Möglichkeiten mit PixInsight vorgestellt.

H. Walter

▲ Abb. 1: PixInsight als Alternative zu Photoshop ist eine Bildbearbeitungssoftware speziell für Astro-Aufnahmen. Die Galaxie M 101, bearbeitet mit PixInsight.

PixInsight wurde von Pleiades Astrophoto, einer spanischen Firma, speziell für die astronomische Bildbearbeitung entworfen und programmiert. Im Team befinden sich auch spanische Profi-Astronomen, welche darauf bedacht sind, das Programm möglichst praxisnah zu halten, sowohl für den Profi als auch für den Amateur.

Dies führt dazu, dass PixInsight wesentlich mehr Möglichkeiten und Werkzeuge enthält als andere Programme, die normalerweise für die astronomische Bildbearbeitung eingesetzt werden.

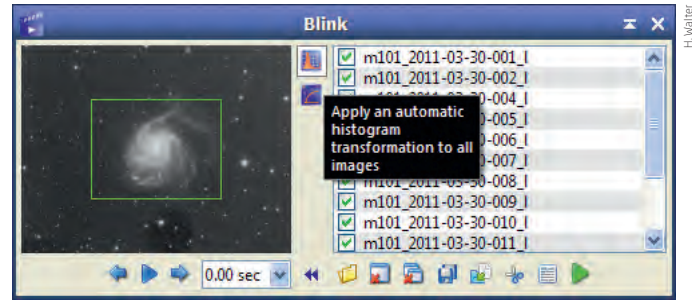
Was ist PixInsight?

Mit PixInsight steht eine Software zur Verfügung, die alle Funktionen zur Bildbearbeitung vom Rohbild bis zum fertigen Astrobild anbietet: Beginnend bei der Durchsicht und Auswahl der Rohbilder, über das Kalibrieren und Aufsummieren bis hin zur Bearbeitung für ein »Pretty Picture« und dem Abspeichern in einem komprimierten Format, z.B. für das Internet. Damit ist es nicht mehr notwendig, für die Bilderstellung verschiedene Programme zu verwenden, was gerade Einsteigern entgegen kommt. Erfahrene Astrofotografen schätzen das logische Konzept der Software und Werkzeuge, die kompromisslos auf die Bearbeitung von Astrofotos ausgerichtet sind.

PixInsight ist in einer 32-Bit- oder 64-Bit-Version (empfohlen!) für die Betriebssysteme FreeBSD, Linux, MacOS X und Microsoft Windows verfügbar. Die Oberfläche ist in englischer Sprache gehalten. Eine Java-Script-Umgebung gestattet, eigene Skripte zu programmieren. Die Lizenz erlaubt die Installation auf mehreren Computern (auch mit unterschiedlichen Betriebssystemen). Leider sind die Hilfedateien zu den Modulen noch nicht vollständig, welches aber durch ein sehr gut funktionierendes Forum zum Teil ausgeglichen wird. Die Software kostet etwas mehr als 200 Euro und Updates sind kostenfrei. PixInsight bietet auch eine kostenfreie und funktional uneingeschränkte Testversion für die Dauer von 45 Tagen an.

Grundlagen des Workflows

PixInsight ist eine sehr komplexe Software mit vielen Modulen und Skripten. Es ist daher

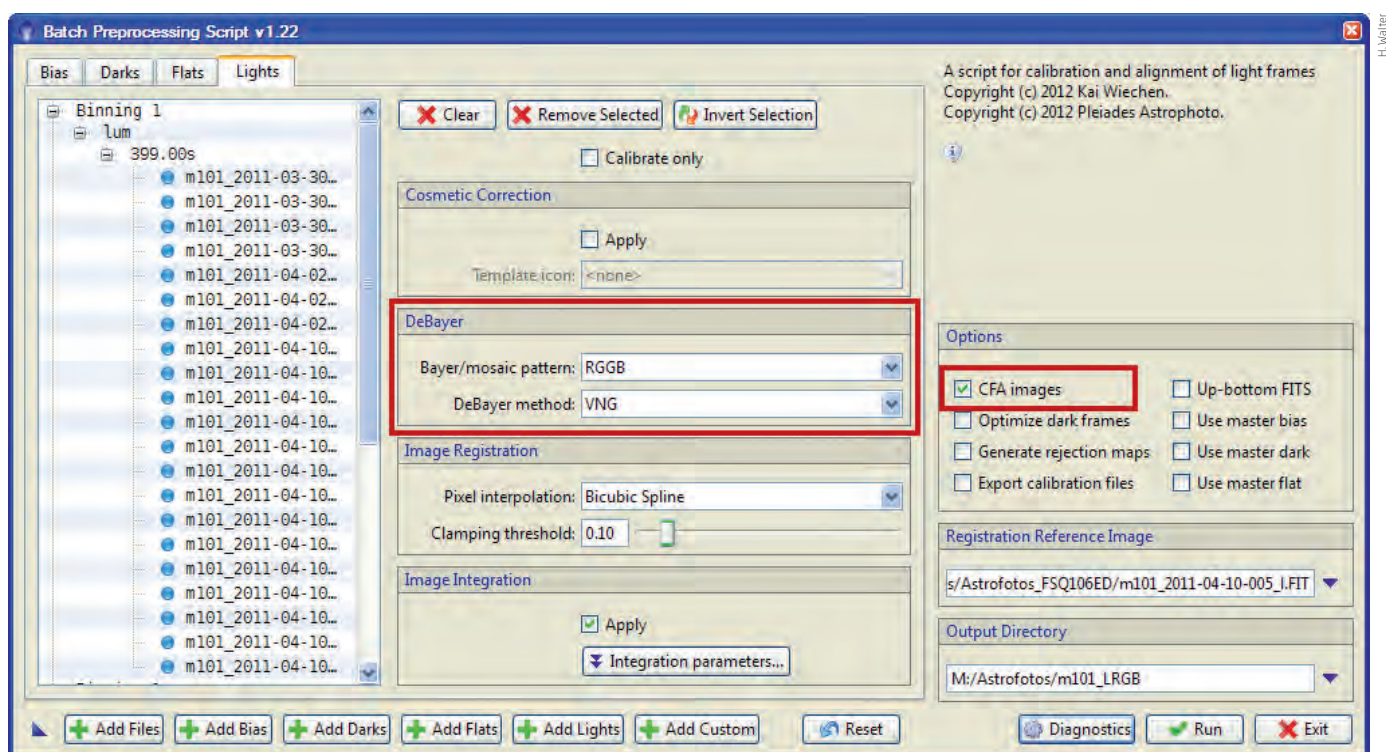


▲ Abb. 2: Die »Blink«-Funktion dient zur Ansicht von Bildern im schnellen Wechsel. Mit dem Scrollrad oder der Tastenfunktion STRG + + bzw. - kann man in das Bild hinein- bzw. herauszoomen. Weitere nützliche Funktionen finden sich in der Fußleiste dieses Moduls, wie zum Beispiel aussortierte Bilder in einen eigenen Ordner verschieben.

für Einsteiger oder Umsteiger nicht leicht, sich zurechtzufinden. Deshalb wird hier zu Beginn des Workshops zuerst ein einfacher Weg gezeigt, aus den Rohdaten ein »Pretty Picture« zu bekommen.

Die folgenden Arbeitsschritte zeigen einen möglichen Ablauf der Bildbearbeitung, beginnend bei der Auswahl der Rohbilder bis zum Erstellen eines LRGB-Farbbildes. Es werden die grundlegendsten, notwendigen Arbeitsschritte und Werkzeuge gezeigt. Dadurch wird man mit der Handhabung des Programms vertraut und lernt die elementaren Begriffe und Bezeichnungen, die in PixInsight verwendet werden, kennen.

▼ Abb. 3: Der gesamte Workflow der Datenreduktion bis hin zum Erstellen der Summenbilder kann mit dem »BatchProcessing«-Tool einfach erledigt werden. Die Kalibrierung, Registrierung und Integration erfolgt nach Angabe von wenigen Parametern in einem Arbeitsgang. Die Bearbeitung von DSLR- und Farb-CCD-Bildern erfolgt analog wie bei einer S/W-Kamera, es muss lediglich ein Häkchen im Batch Preprocessing Script gesetzt werden: »CFA images«. Anschließend kann man unter »DeBayer« die Farbmatrix der Kamera einstellen (z.B. bei Canon-Kameras immer RGGB), als Algorithmus wählt man »VNG«.



PRAXISTIPP

Workflow zur Erstellung eines LRGB-Bildes

1. Erstellen der LRGB-Masterbilder mit **BatchPreprocessing**
2. RGB-Bild: Erstellen mit **LRGBCombination**
3. RGB-Bild: Beschneiden mit **DynamicCrop**
4. RGB-Bild: Gradienten entfernen mit **DynamicBackgroundExtraction**
5. RGB-Bild: Hintergrund neutralisieren mit **BackgroundNeutralization**
6. RGB-Bild: Farbkalibrieren mit **ColorCalibration**
7. Luminanz-Bild: Beschneiden mit **DynamicCrop**
8. Luminanz-Bild: Gradienten entfernen mit **DynamicBackgroundExtraction**
9. Strecken RGB-Bild mit **HistogramTransformation**
10. Strecken Luminanz-Bild mit **HistogramTransformation**
11. Luminanz-Bild und RGB-Bild zusammenfügen mit **LRGBCombination**

Der folgende Workflow ist für eine monochromatische CCD-Kamera geschrieben, wofür PixInsight auch entwickelt wurde. Trotzdem stehen alle notwendigen Werkzeuge und Skripte für die Bildbearbeitung von Farbkameras ebenfalls zur Verfügung.

Die Oberfläche von PixInsight

Die Oberfläche ist einfach strukturiert, es gibt drei wichtige Menüleisten. Die erste Menüleiste enthält alle Befehle, Skripte und Optionen. Darunter befindet sich eine Shortcutableiste, die man selbst konfigurieren kann (View → Toolbars). Auf der linken Seite befinden sich ebenfalls wichtige Schnellzugriffe

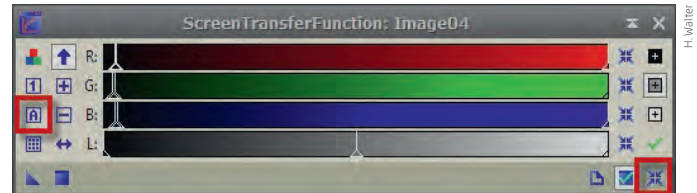
wie die »Process Console« (hier wird in mathematischer Weise dargestellt, was das Programm gerade macht), der »Process Explorer« (für den Schnellzugriff auf alle Tools) und der »History Explorer« (welcher die vorgenommenen Bildbearbeitungsschritte anzeigt). Alle Werkzeuge, die in diesem Beitrag verwendet werden, können entweder über den Process Explorer oder wahlweise über die allgemeine Menüleiste unter → Process gefunden werden.

Das Preprocessing

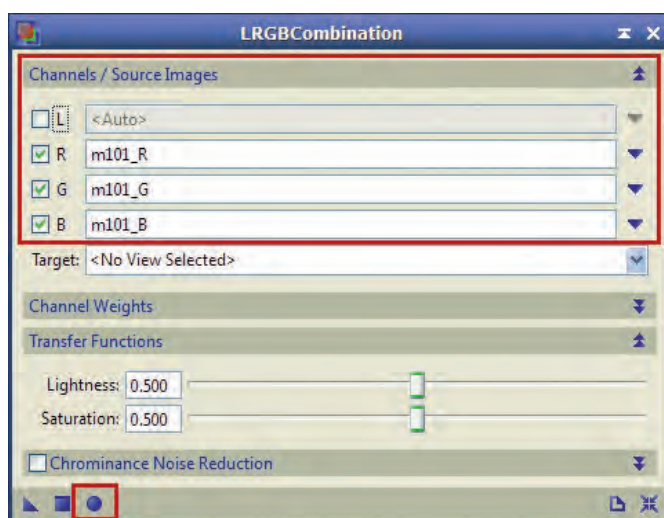
Jeder Astrofotograf weiß, dass gute Rohdaten und ein korrekt kalibriertes Bild die

Bildbearbeitung wesentlich erleichtern. Daher werden zusätzlich zu den Aufnahmen des Objektes noch Korrekturbilder angefertigt. Das sind Bias-, Dark- und Flataufnahmen, mit denen die Rohbilder kalibriert und dadurch Fehler des Kamerachips und der Optik korrigiert werden. Damit sind die »nächtlichen« Aktivitäten abgeschlossen und die Bildbearbeitung kann beginnen.

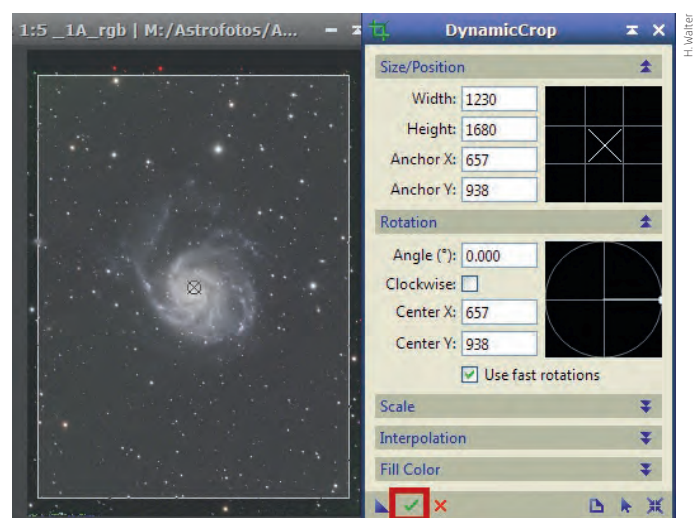
Die erste Kontrolle der Bilder erfolgt mit dem Modul »Blink« (Process → Image Inspection → Blink). Darin werden die Rohdaten geladen und es wird, da die Bilder eine leicht unterschiedliche Helligkeit haben, eine automatische »Histogram Transformation«



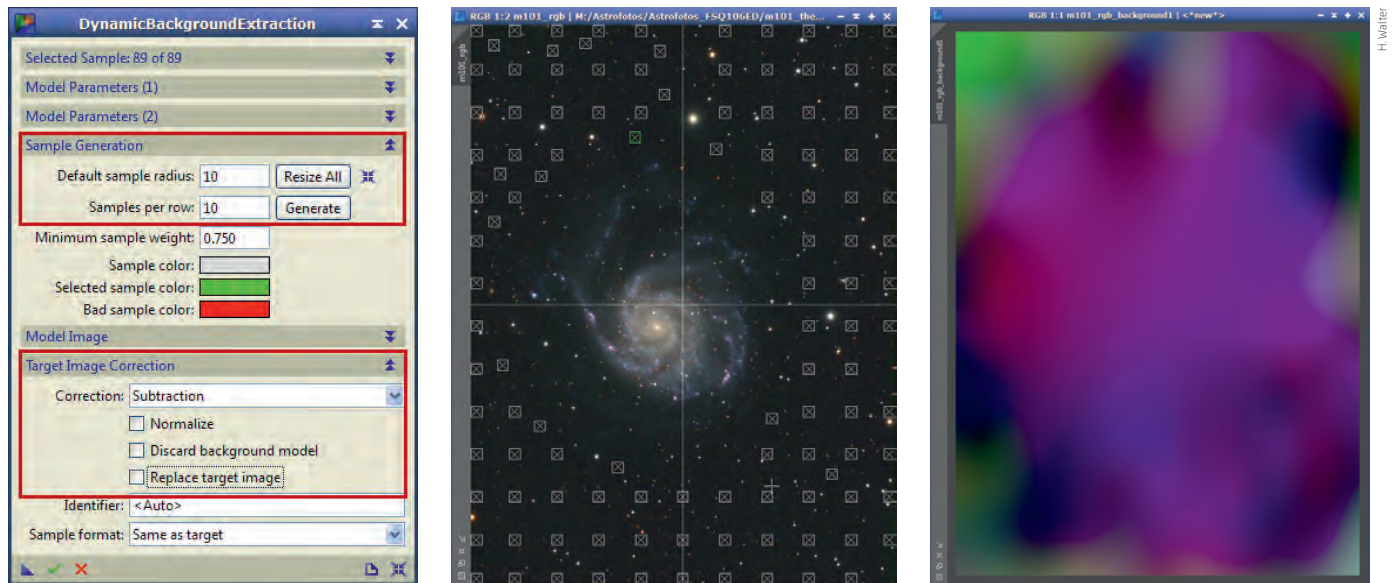
▲ Abb. 4: Mit »ScreenTransferFunction« (STF) wird die Helligkeit des Bildes für die Bildschirmdarstellung angehoben (»Tastaturkürzel«: STRG + a). Der Resetbutton befindet sich rechts unten in der Fußleiste des Fensters. Bei gedrückter STRG-Taste und Klick mit der linken Maustaste auf das Symbol »A« (»AutoStretch«) öffnet sich das »STF AutoStretch«-Fenster. Mit den beiden Reglern kann die Bildschirmdarstellung sehr feinfühlig eingestellt werden. Diese Einstellung kann auf das Histogramm übertragen werden, indem man das blaue »NewInstance«-Dreieck auf den Statuszeilenbereich im Histogrammfenster zieht. Jetzt entspricht die dargestellte Kurve im Histogramm den Einstellungen von STF. Die STF-Darstellung wird nun ausgeschaltet indem man auf den Resetbutton rechts unten klickt und anschließend im Histogrammfenster das blaue Dreieck auf das Bild zieht. Damit wurde das Bild tatsächlich gestreckt. Diese Vorgehensweise ist eine weitere Möglichkeit in PixInsight zum Strecken von Bildern.



▲ Abb. 5: Zum Erstellen des RGB-Farbbildes werden im Modul »LRGB-Combination« in den entsprechenden Feldern die Summenbilder von R/G/B eingetragen. Dieses Modul wird auch zum Vereinen der Luminanzaufnahme mit dem RGB-Bild verwendet.



▲ Abb. 6: Mit »DynamicCrop« können Bilder beschnitten und auch gedreht werden. Dieser Prozess wird mit einem Klick auf das »Execute«-Symbol (grüner Pfeil) ausgeführt.



▲ Abb. 7: Es können zwei Arten von Gradienten im Bild auftreten: additive Fehler durch z.B. Lichtverschmutzung und unterschiedliche Himmelshelligkeit, die durch »Subtraction« korrigiert werden, oder multiplikative Fehler durch z.B. unpassende Flats, deren Korrektur durch »Division« erfolgt. Daher kann es notwendig sein, »DynamicBackgroundExtraction« mehrmals anwenden zu müssen, bis die Gradienten vollständig aus dem Bild entfernt sind.

angewandt (oberes Icon rechts vom Vorschaufenster). Anschließend kann man die Bilder »blinken«, begutachten und eventuell aussortieren.

Kalibration, Registrierung und Integration

PixInsight stellt für fortgeschrittene Anwender drei eigenständige Werkzeuge für Kalibration, Registrierung und Integration (in PixInsight verwendeter Begriff für das Summieren der Bilder) zur Verfügung: Image Calibration, Image Registration und Image Integration. Für den Anfänger, der das Programm kennenlernen möchte, gibt

es ein Skript, welches die notwendigen Arbeitsschritte automatisch erledigt.

Es handelt sich um das »Batch Preprocessing Script« (Script → Batch Processing → BatchPreProcessing) und man findet hier alles vor, um Bias-, Flat-, Dark- und Light-Frames in das Skript hineinzuladen und die Masterframes (Summenbilder) zu erstellen. Das Fenster ist in drei Bereiche unterteilt – links der Eingabebereich für die Rohbilder, im mittleren Bereich befinden sich die dazugehörigen Parameter und rechts die allgemeinen Einstellungen.

Die Eingabe der Bilder erfolgt durch die in der Fußleiste angeordneten Schaltflächen »Add Bias«, »Add Darks«, »Add Flats« und »Add Lights«.

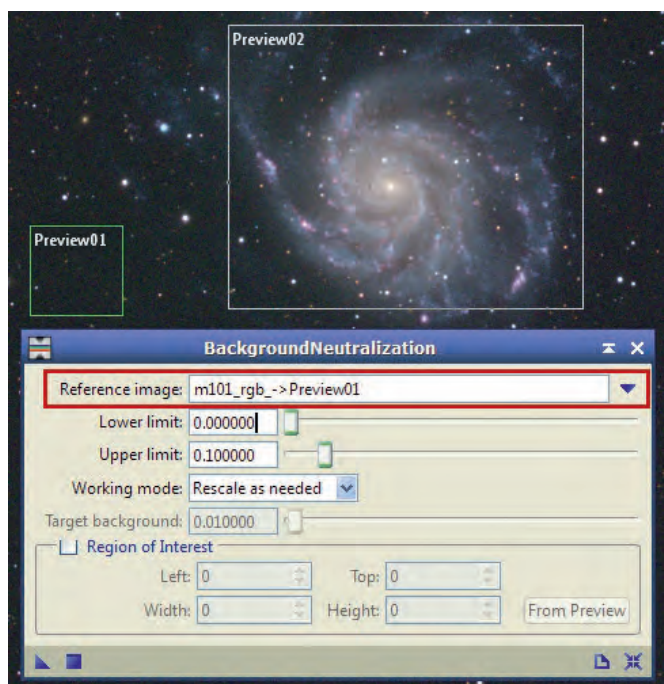
Es werden für jedes Binning die Belichtungszeit, die Flat- und Lightframes zusätzlich nach Filter getrennt aufgelistet. Die für die Auflistung notwendigen Informationen stehen im FITS-Header der Bilder. Sollte die Informationen über die Belichtungszeit, Filter usw.

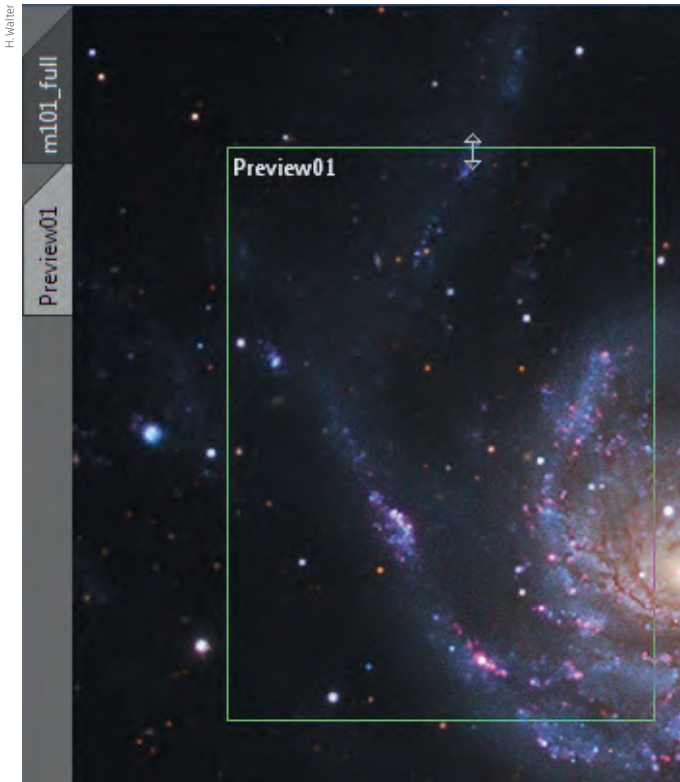
im FITS-Header fehlen, können die Bilder über die Schaltfläche »Add Custom« auch händisch zugeteilt werden. Für die Korrekturbilder (Bias, Dark, Flat) übernimmt man die Defaulteinstellungen im Bereich »Image Integration«. Das Skript setzt voraus, dass Biasframes vorhanden sind, Darks können auch weggelassen werden.

Summenbilder erstellen

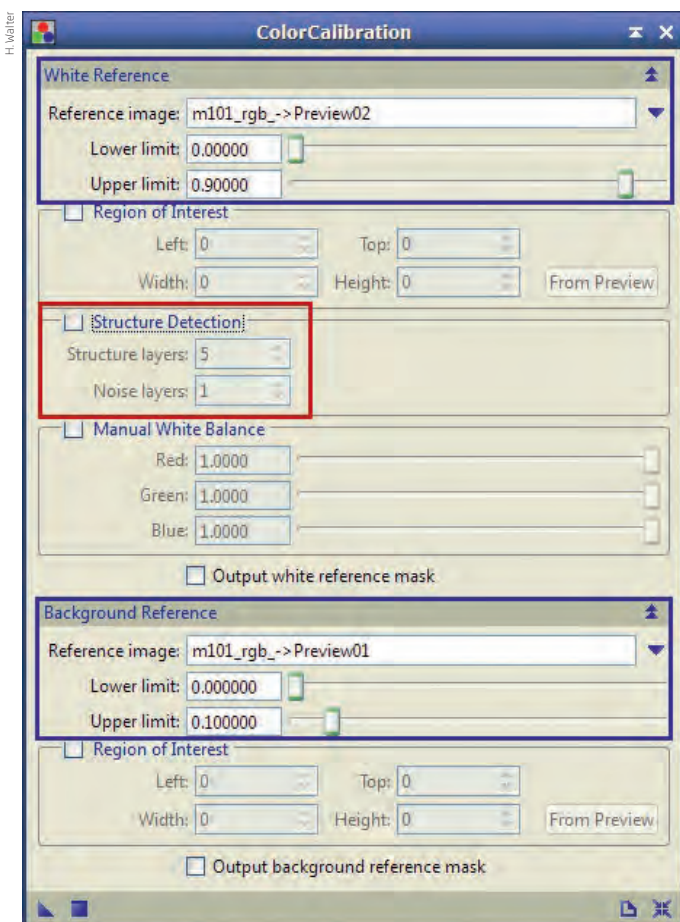
Für die Erstellung der LRGB-Summenbilder kann man ebenfalls die vorgegebenen Einstellungen übernehmen. Sollten Artefakte (Sterne mit schwarzem Rand) im Summenbild aufscheinen, hilft es, im Bereich »Image Registration« die »Pixel interpolation« von »Auto« auf »BicubicSpline« zu ändern und den »Clamping Threshold« auf 0,1 zu stellen. Im untersten Bereich »Image Integration« bleibt bei »Reject Algorithym« »Winsorized Sigma Clipping« eingestellt. Im rechten Fensterbereich »Options« werden alle Kästchen abgewählt (bei DSLR- bzw. Farb-CCD-Fotos ist die Option CFA anzuwählen, s. Abb. 3). Außerdem ist noch ein Referenzbild (»Registration Reference Image«), nachdem die Lightframes ausgerichtet (registriert) werden, anzugeben und der Ordner, wohin die erstellten Bilder gespeichert werden (»Output Directory«).

▲ Abb. 8: Mit »BackgroundNeutralization« wird die Farbverschiebung in den RGB-Kanälen für den Hintergrundbereich des Bildes korrigiert, um einen neutralen Grauton zu erzielen. Dabei ist auf eine sorgfältige Auswahl des Previews zu achten, um nicht schwache Ausläufer von Nebeln bzw. Galaxien einzuschließen. Diese Funktion ist vor der Farbkalibrierung anzuwenden.





▼ Abb. 10: Die Grundlage der Farbkalibrierung in PixInsight besteht in der Annahme, dass im Bild die Farben im Mittel weiß sind, und unterscheidet sich dadurch von Verfahren, die Sternspektren zur Gewichtung der R-/G-/B-Faktoren verwenden. Zwei Methoden bietet PixInsight dafür an: 1. mittels Referenzbereichen im Bild, die das Objekt bzw. den Hintergrund darstellen und 2. »Structure Detection«: Hier selektiert das Modul die Sterne aus dem Bild und berechnet daraus die Korrekturfaktoren.



◀ Abb. 9: Ein Preview (Vorschau) wird in PixInsight dazu verwendet, Bildausschnitte zu erstellen. Benötigt werden sie bei Anwendungen, wo bestimmte Bereiche des Bildes ausgewählt werden müssen (z. B. bei der Farbkalibrierung), aber auch um an Vorschaubildern (rechenintensive) Bearbeitungsschritte zu testen, bevor sie auf das Bild angewandt werden. Am einfachsten erstellt man Vorschaubilder mit dem Tastaturkürzel ALT + N und zieht bei gedrückter Maustaste den Rahmen. In der Shortcutleiste findet man dazugehörige Schalter zum Beispiel für das Ein- und Ausschalten der Anwendung zur raschen Beurteilung.

Nachdem alle Eingaben getätigt sind, gibt ein Klick auf die Schaltfläche »Diagnostics« Auskunft, ob alle notwendigen Frames vorhanden sind bzw. andere Angaben fehlen. Wenn z.B. keine Darkframes verwendet werden, kommt die Meldung: »Warning: No dark frames have been selected«. Dabei handelt es sich nur um einen Hinweis und keine Fehlermeldung.

Bestätigen mit »OK« und ein Klick auf »Run« starten das Skript. Das Hinweisenfenster erscheint wiederum, was mit »Continue« bestätigt wird. Anschließend erscheint eine weitere Meldung, die ausdrücklich darauf hinweist, dass ein besseres Ergebnis mit dem eigenständigen »ImageIntegration Tool« (s. Surftipps) erzielt werden kann und der vollautomatische Prozess nur für einen ersten Anblick der Daten geeignet ist. Für den Einstieg in die Arbeitsweise von PixInsight soll das aber nicht beunruhigen. Mit einem Klick auf »Continue« wird der Prozess nun endgültig gestartet.

Nun werden die Masterbilder für Bias, Dark und Flat erzeugt, die Lightframes damit korrigiert (kalibriert), anschließend registriert (»ImageRegistration«) und die Master für die einzelnen LR-GB-Kanäle erstellt und in den angegebenen Ordner gespeichert. Somit ist die Aufbereitung (Preprocessing) der vielen Einzelbilder in vier Summenbilder (LRGB) abgeschlossen.

RGB-Bild erstellen

Der nächste Schritt ist das Erstellen des Farbbildes. Dazu öffnet man die einzelnen RGB-Master,

die am Bildschirm sehr dunkel angezeigt werden. Das Modul »ScreenTransferFunction« (Process → ImageIntensity → ScreenTransferFunction), Abkürzung STF, streckt die Bilder für die Bildschirmdarstellung. Dazu klickt man im STF-Fenster mit der linken Maus auf das Symbol »A« und kann erstmals die Bilder »sehen«. Jetzt werden im Prozess »ChannelCombination« (Process → ColorSpaces → LRGBCombination) die entsprechenden Bilder eingetragen (der Kanal L abgewählt, da es nur ein RGB-Bild ist, die anderen Parameter bleiben unverändert) und durch Drücken auf das blaue Kreissymbol (»Apply Global«) in der Fußleiste wird das Farbbild erstellt. Mit STF erhält man wiederum eine brauchbare Bildschirmdarstellung.

Deutlich sichtbar wird auch ein Farbstich sein. Um vorerst eine farblich neutrale Darstellung zu bekommen, wird im STF-Fenster die Schaltfläche links oben (»Link RGB Channel«) deaktiviert und anschließend erneut auf das Symbol »A« geklickt.

Im nächsten Schritt wird das Bild beschnitten (wenn notwendig), um Ränder, die z. B. durch Dithern oder unterschiedliche Bildausrichtungen in mehreren Aufnahmenächten entstanden sind, zu entfernen. Das Werkzeug dazu nennt sich »DynamicCrop« (Process → Geometry → DynamicCrop): Mit der linken Maustaste in das Bild klicken, einen Rahmen ziehen und die Maustaste loslassen. Der Rahmen kann noch exakt angepasst und auch rotiert werden, um z.B. eine Bildkante genau nach Norden auszurichten. Mit einem Klick auf das grüne

Häkchen (»Execute«) wird das Werkzeug ausgeführt.

Gradienten entfernen

Im nächsten Schritt werden die Gradienten (unterschiedliche Hintergrundhelligkeit) im Bild, die durch Lichtverschmutzung und eventuell inkorrekte Flatframes entstanden sind, entfernt. Dazu verwendet man »DynamicBackgroundExtraction« (Process → BackgroundModelization → DynamicBackgroundExtraction). Das Bild wird mit einem Klick mit der linken Maustaste aktiviert, dann im Bereich »SampleGenerator« auf »Generate« geklickt. Alternativ dazu können die quadratischen Auswahlbereiche, anhand derer das Gradientenmodell berechnet wird, auch händisch in das Bild durch Anklicken an der gewünschten Position eingetragen werden. Generell ist darauf zu achten, dass nur Hintergrundbereiche ausgewählt sind und nicht zu viele Punkte gesetzt werden, die man auch verschieben bzw. wieder entfernen kann.

Danach bei »TargetImageCorrection« »Subtraction« auswählen und anschließend auf den »Execute«-Button (grünes Symbol) klicken. Es werden zwei neue Bilder erstellt, nämlich ein Modell vom Hintergrund und ein neues RGB mit korrigierten Hintergrund. Beide muss man wiederum mit STF aufhellen, um das Ergebnis deutlich zu sehen. Ist man mit diesem zufrieden, werden die beiden neuen Bilder geschlossen, »Replace Target Image« ausgewählt und das blaue Dreieck auf das RGB-Bild gezogen. Diese Prozedur kann bei Bedarf auch mehrmals durchgeführt werden (zusätzlich zu »Subtraction« auch »Division« probieren), sollten nicht alle Gradienten entfernt worden sein.

Als Nächstes wird der Hintergrund farblich neutralisiert. Dazu gibt es das Modul Process → Color Calibration → BackgroundNeutralization. Man erstellt dazu ein Vorschaubild (in Abb.

8 entspricht das Preview01), welches den Hintergrund präsentiert, wählt dieses im BackgroundNeutralization-Fenster an und zieht anschließend das blaue Dreieck auf das Bild. Ein Preview erstellt man am einfachsten mit dem Tastaturkürzel ALT + n und zieht mit der Maus den gewünschten Rahmen.

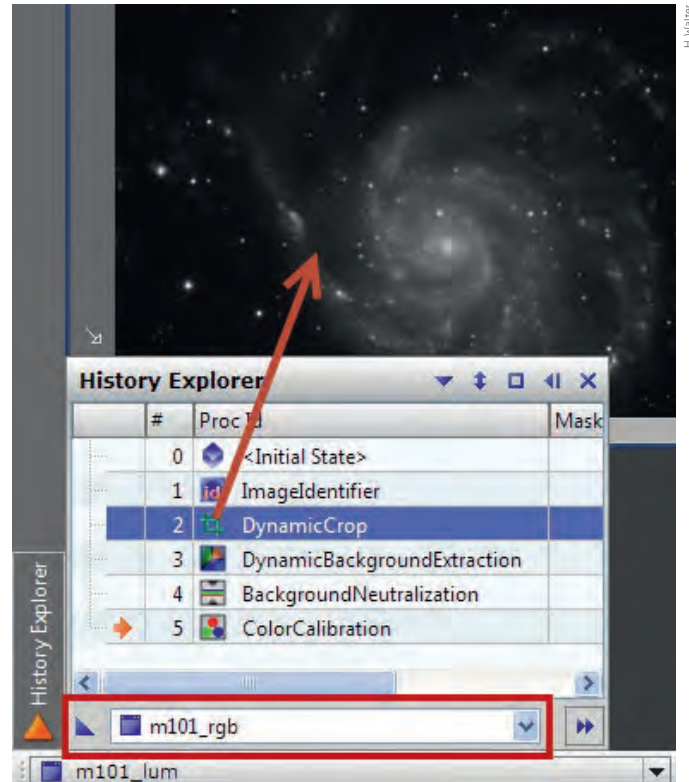
Farbkalibrierung

Das Werkzeug zur Farbkalibrierung befindet sich unter Process → ColorCalibration → ColorCalibration und besteht aus den zwei Hauptbereichen »White Reference« und »Background Reference«. Für beide Referenzfelder wird ein Preview erstellt. Für »White Reference« wird die Galaxie ausgewählt (siehe Abb. 8) und für den Hintergrund können wir das zuvor erstellte Preview01 verwenden. Bleibt eines der Referenzfelder frei, wird das gesamte Bild herangezogen. Für »White Reference« ist das bei ausgedehnten Nebelregionen sinnvoll. In der Process Console sind die errechneten Gewichtungsfaktoren für die RGB-Kanäle aufgelistet.

Achtung: »Structure Detection« darf nicht angewählt sein. Dies ist die zweite Methode zur Farbkalibrierung in PixInsight. Ist diese Option angewählt, werden die Sterne im Bild verwendet und es wird wiederum davon ausgegangen, dass die Summe aller Sternfarben weiß ergibt.

Luminanzbild beschneiden und Gradienten entfernen

Nach dem Öffnen der Luminanzaufnahme wird wiederum STF angewendet und es muss nun, ebenfalls wie beim RGB-Bild, der Rand beschnitten werden. Dazu wird der Mauszeiger auf die Bezeichnung »History Explorer« in der linken Leiste unten bewegt. Es öffnet sich das »History«-Fenster und man wählt das RGB-Bild aus.



▲ Abb. 11: Im »HistoryExplorer« werden alle Arbeitsschritte am Bild gespeichert. Durch einen Doppelklick in der linken Spalte kann man Arbeitsschritte vor- und zurückblättern und bei einem Doppelklick auf ein Symbol öffnet sich das Werkzeug mit den verwendeten Parametern. Das kann von Interesse sein, wenn man Arbeitsschritte zurückgehen möchte, die verwendeten Parameter einzelner Anwendungen nachlesen will oder ein Werkzeug mit identischen Einstellungen auf ein anderes Bild anwenden möchte.

PRAXISTIPP

Verwendete Prozesse

Blink:

☞ Process → Image Inspection → Blink

BatchPreprocessing:

☞ Script → BatchProcessing → BatchPreprocessing

ScreenTransferFunction:

☞ Process → Intensity Transformation
→ ScreenTransferFunction

LRGBCombination:

☞ Process → ImageSpaces → LRGBCombination

DynamicCrop:

☞ Process → Geometry → DynamicCrop

DynamicBackgroundExtraction:

☞ Process → BackgroundModelization
→ DynamicBackgroundExtraction

BackgroundNeutralization:

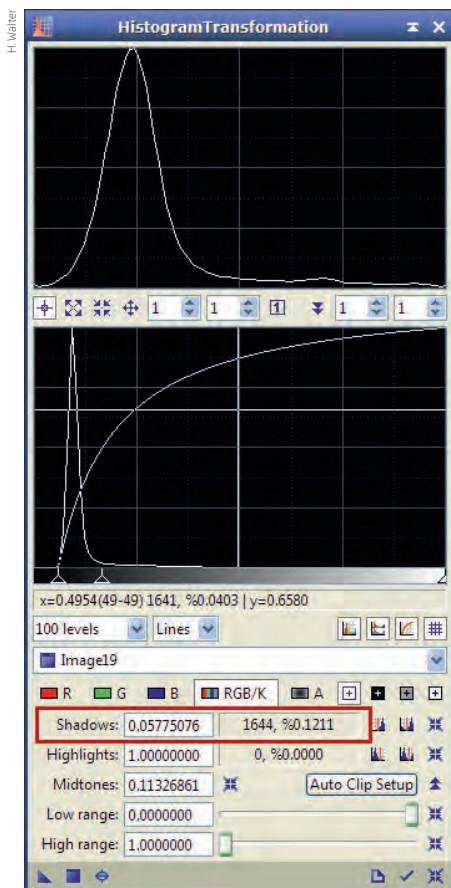
☞ Process → ColorCalibration → BackgroundNeutralization

ColorCalibration:

☞ Process → ColorCalibration → ColorCalibration

HistogramTransformation:

☞ Process → IntensityTransformations → HistogramTransformation



▲ Abb. 12: **HistogramTransformation** bietet eine Möglichkeit Bilder zu strecken. Dazu bewegt man zu Beginn den mittleren Regler (»Midtones«) nach links. Im oberen Teil des Fensters wird synchron die Auswirkung auf das Bild angezeigt. Dann ist es notwendig den Schwarzpunkt (»Shadows«, linker Regler) nach rechts zu schieben, um »schwarze« Bereiche des Bildes zu entfernen. Dabei ist darauf zu achten, das Histogramm nicht zu beschneiden. Rechts neben dem »Shadows«-Feld werden die entfernten Pixel in Prozent und Anzahl angegeben.

SURFTIPPS

Homepage von PixInsight:

☞ pixinsight.com

Englisches PixInsight-Forum:

☞ pixinsight.com/forum/

PixInsight-FAQ:

☞ pixinsight.com/faq/index.html

Deutsches PixInsight-Forum:

☞ www.astronomicum.de/index.php

Dokumentation Image Integration:

☞ pixinsight.com/doc/tools/ImageIntegration/ImageIntegration.html

Homepage von Herbert Walter:

☞ www.skypixels.at

Homepage von Daniel Gütl:

☞ www.astrastyria.at

Jetzt werden sämtliche Arbeitsschritte, die bisher am RGB-Bild erfolgten, mit den zugehörigen Werkzeugen und Einstellungen aufgelistet. Ein Doppelklick auf den Eintrag »DynamicCrop« öffnet das Modul, in dem die Einstellungen, die beim RGB-Bild angewandt wurden, gespeichert sind. Jetzt genügt es, das blaue Dreieck vom DynamicCrop-Fenster auf die Luminanzaufnahme zu ziehen und das Bild wird mit denselben Abmessungen wie das RGB-Bild beschnitten.

Dasselbe erreicht man, indem man das grüne Symbol links neben der Bezeichnung DynamicCrop mit der linken Maustaste auf das Luminanzbild zieht. Damit ist garantiert, dass beide Bilder dieselbe Größe haben und exakt ausgerichtet bleiben. Die Gradienten-Entfernung geschieht auf dieselbe Weise wie beim RGB-Bild. Somit sind die Vorbereitungsschritte für das RGB- und das Luminanzbild abgeschlossen.

Strecken

Zum Strecken von Bildern bietet PixInsight mehrere Möglichkeiten wie »ScreenTransferFunction« (vgl. Abb. 4), »HistogramTransformation«, »AutoHistogram« und »MaskedStretch«. Eine Methode, die verlässliche Ergebnisse liefert, bedient sich des Histogramms. Im Histogramm-Fenster klickt man in der Fußleiste auf die Schaltfläche für »Real Time Preview« (drittes Icon von links). Es öffnet sich ein neues Fenster, in dem man die Veränderungen am Bild in Echtzeit verfolgen kann. Bevor man das Bild hochzieht, soll der Resetbutton der ScreenTransferFunction gedrückt werden, um das Bild wieder im Originalzustand – nämlich dunkel – darzustellen.

Nun schiebt man im Histogramm-Fenster den mittleren Regler deutlich nach links und sieht am Vorschaubild, wie das Bild heller wird. Danach ist es notwendig den (linken) Schwarzpunktregler nach rechts zu schieben, um den Hintergrund wieder abzudunkeln. Die Anwendung der beiden Regler soll abwechselnd geschehen, bis man mit der Darstellung zufrieden ist. Nun schließt man das Vorschaufenster und zieht das blaue Dreieck auf das Bild. Das macht man sowohl mit dem RGB- als auch mit dem Luminanz-Bild und versucht dabei dieselbe Helligkeit in beiden Bildern zu erreichen.

LRGB erstellen

Mit Process → ColorSpaces → LRGBCombination fügt man nun das RGB-Bild und die Luminanzaufnahme zusammen. Im L-Feld

werden das Luminanzbild aus- und die RGB-Felder abgewählt. »Channelweights« bleibt unangetastet, da das RGB-Bild bereits farbkalibriert ist, und mit dem »Lightness«-Parameter kann man die Helligkeit der Luminanzaufnahme nachträglich korrigieren.

Mit dem Regler »Saturation« kann die Farbsättigung des RGB-Bildes erhöht (Werte <0,5) und mit der dazugehörigen »Chrominance Noise Reduction« das Farbrauschen reduziert werden. Abschließend zieht man das Icon »New Instance« auf das RGB-Bild und damit ist das Luminanzbild in das RGB-Bild eingefügt. Das LRGB-Bild soll jetzt weniger Rauschen, aber mehr Tiefe und Farbe haben, als das bisherige RGB-Bild. Somit ist die Erstellung eines LRGB-Bildes mit wenigen Arbeitsschritten abgeschlossen und die ersten grundlegenden Funktionen in PixInsight sind erklärt.

Jetzt fehlen für eine verfeinerte Darstellung des Bildes, für ein Pretty Picture, natürlich noch Zwischenschritte in der Bildbearbeitung, wie z.B. Rauschminderung, Schärfen oder Farbsättigung. Diese und weitere Bearbeitungstechniken werden Inhalt der folgenden Artikel sein. Auch die Bearbeitung von Astrofotos in der Hubble-Palette sowie die Verwendung spezieller Module, wie Deconvolution zum Rückrechnen von Abbildungsfehlern oder Skripte zur astrometrischen Berechnung von Aufnahmen und Objektidentifizierung in Bildern werden in dieser Serie vorgestellt. Für viele dieser Arbeitsschritte sind geeignete Masken notwendig, wofür in PixInsight sehr effiziente Module zur Verfügung stehen. Die Erstellung von effektiven Masken für die Bildbearbeitung wird der Inhalt der nächsten Folge des Workshops sein.

BUCHTIPP



Stefan Seip: Digitale Astro-Bildbearbeitung (DVD). Oculum-Verlag. 39,90€

☞ <http://www.oculum.de/oculum/titel.asp?nr=64>

Eine runde Sache für den Einstieg

Die CCD-Kamera 428EX Mono von Atik

von Ullrich Dittler



U. Dittler

Gekühlte CCD-Kameras zählen zu Recht zu den Leistungsträgern der digitalen Astrofotografie: Sie sind empfindlicher als DSLR, haben deutlich größere Chips als Webcams und sind mit ihren gekühlten Chips besser geeignet, das schwache Sternlicht über viele Minuten zu sammeln. Der englische Hersteller Atik hat mit der Atik 428EX eine Kamera neu auf den Markt gebracht, die zunächst durch ihre Gehäuseform auffällt.

▲ Abb. 1: **Klein und rund:** Die kompakte CCD-Kamera Atik 428EX aus England ist für den Einstieg in die CCD-Welt gedacht.

DANK

Die Kamera wurde zur Verfügung gestellt von Artemis CCD Ltd., Cambridge, England.

Als um den Jahrtausendwechsel zunehmend Webcams zur Fotografie der Planeten in die Astrofotografie Einzug gehalten haben, hat sich ein engagierter Amateur für seine astrooptimierten Webcam-Umbauten schnell einen Namen in der Szene gemacht: Steve Chambers. Aus der Entwicklung von astrooptimierten Webcams entstand bald die Firma Atik, die Steve Chambers vor weniger als einem Jahrzehnt gegründet hat. Der junge britische Anbieter – die Kameras werden in England entwickelt und in Portugal gebaut – hat in den letzten Jahren sein Angebot an CCD-Kameras kontinuierlich ausgebaut. Ziel ist es, eine breite Palette von CCD-Kameras anzubieten, die leicht, leistungsfähig und preiswert sind – insgesamt umfasst sie derzeit 12 verschiedene Modelle.

Die Modellpalette der Atik-Kameras

Das Angebot von Atik reicht von der kleinformatigen »Atik Titan«, die mit ihrem 659×494 Pixel großen Sony-ICX424-Chip vor allem als Planeten- und Guiding-Kamera ausgelegt ist – und daher an die Anfänge von Steve Chambers im Bereich der Webcam-Entwicklung anknüpft – über ein relativ breites Angebot an mittleren CCD-Kameras bis hin zu vollformatigen Astrokameras und entsprechenden Filterrädern.



▲ Abb. 2: Der Lieferumfang der CCD-Kamera umfasst den Kamerakopf, eine englischsprachige Anleitung und Treiber-/Software-CD, ein USB-Kabel und ein Spannungsversorgungskabel mit 12V-Anschluss.

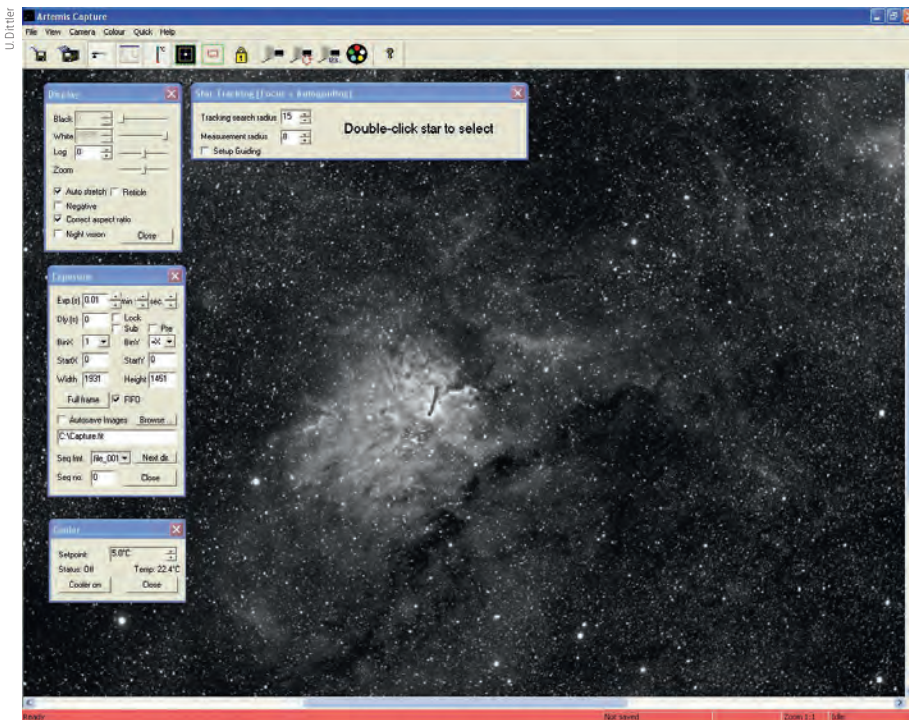
Während in den größeren Kameras entweder der 4002×2672 Pixel große Kodak-Chip KAI-11002 (in der Atik 11000), der Kodak-Chip KAF-8300 mit 3362×2504 Pixeln (in der Atik 383L+) bzw. der 2048×2048 Pixel umfassende Kodak-Chip KAI-04022 (in der Atik 4000 bzw. Atik 4000LE) zum Einsatz kommen, ist das Angebot bei den Kameras mit mittlerer Chipgröße noch vielfältiger und geprägt von den Sensoren von Sony: Der Sony-Chip ICX205AL findet mit seinen 1392×1040 Pixeln in der Atik 314E Verwendung, die gleiche Auflösung bietet auch der ICX285AL, der in der Atik 314L+ eingesetzt ist, während die Atik 320E

den ICX274 mit 1620×1220 Pixeln enthält.

Neu sind die Kameras Atik 420 (die ebenfalls den Sony-Chip ICX274 mit der Auflösung von 1620×1220 Pixeln enthält), die Atik 450 mit der Auflösung von 2448×2050 Pixeln, die der ICX655 bietet, die Atik 428EX, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll, sowie die Atik 460 EX mit 2750×2200 Pixeln des Sony-Chips ICX694. Gemeinsam ist den Kameras der neuen 400er-Serie die sehr schlanke und längliche Bauform, die die Kameras für den Einsatz an Hyperstar- oder Faststar-Systemen von Celestron-SCT prädestiniert. Alle genannten Kameras sind wahlweise mit Farb- oder Monochrom-Chip verfügbar.

▼ Abb. 3: Blick auf Vorder- und Rückseite der Kamera mit Okularanschluss.





▲ Abb. 5: Zum Lieferumfang gehört die Aufnahmesoftware »Artemis Capture«.

Die Kamera: Atik 428EX

Für diesen Beitrag wurde uns eine monochrome Version der neuen Atik 428EX zur Verfügung gestellt. Die 428EX ist im neuen, rot eloxierten Gehäuse der 400er-Serie mit rund 12cm Länge und 5cm Durchmesser untergebracht. Die Kamera wiegt 400g und belastet damit den Teleskopauszug nur wenig. Teleskopseitig findet die Kamera Anschluss entweder über den zum Lieferumfang gehörenden 1/4"-Steckanschluss (ein 2"-Anschlussstück liegt der Kamera nicht bei) oder über das integrierte T2-Gewinde, das auch die von vielen Astrofotografen bevorzugte verschraubte Verbindung zwischen Teleskop und Kamera ermöglicht. Auf der Rückseite der Kamera fällt zunächst der 2,9cm große Ventilator zur Kühlung der Aufnahmeeinheit auf, darunter sind die (gesteckten) Anschlüsse für die Stromversorgung und die Mini-USB-Buchse für den Datentransfer zum PC zu finden.

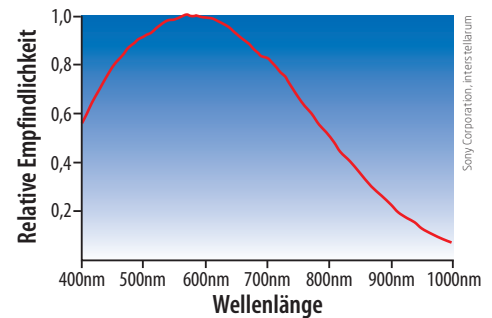
Beide Steckverbindungen sind nicht zugentlastet und auch eine Kabelführung eng entlang am Kamerabody, wie sie für die Verwendung an HyperStar- und Faststar-Systemen von Vorteil wäre, ist nicht integriert – so dass vermutlich handelsübliche Kabelbinder die Kabel bei der Verwendung an derartig modifizierten schnellen SCT übernehmen müssen. Neben der 1/4"-Anschlusshülse und einem USB-Kabel gehört eine Spannungsversorgung für

12V-Zigarettenanzünder ebenso zum Lieferumfang wie eine CD mit Treibern und Software (dazu später mehr). Insgesamt macht die Kamera in ihrem rot eloxierten Aluminiumgehäuse einen sauber verarbeiteten und wertigen Eindruck.

Der Chip: Sony ICX674ALG

Für die Abbildung der astronomischen Objekte ist in der Atik 428EX der Sony-Chip ICX674ALG verantwortlich: Auf einer Detektorfläche von 8,8mm × 6,5mm finden 1932 × 1452 Pixel Platz, so dass sich eine Pixelgröße von quadratischen 4,54µm × 4,54µm ergibt. Insgesamt verfügt die Kamera damit über eine Auflösung von 2,8 Megapixeln bei einer Chipdiagonalen von 11mm. Die thermoelektrische Kühlung der CCD-Kamera kann den Aufnahmechip laut Hersteller maximal um 25°C unter die Umgebungstemperatur kühlen.

Seine höchste Empfindlichkeit erreicht der Chip im Bereich von 550nm bis 600nm (grünes bis gelbes Licht); von 400nm bis 500 nm, d.h. im Bereich des violetten bis blauen Lichtes, steigt die Empfindlichkeit deutlich an, während sie im roten und infraroten Spektralbereich (ab 600nm) wieder abfällt. Im Bereich von 656nm, d.h. in dem für Astrofotografen so wichtigen H α -Licht, liegt die Empfindlichkeit gemäß Kennlinie noch bei rund 90% der maximalen Empfindlichkeit des Chips.



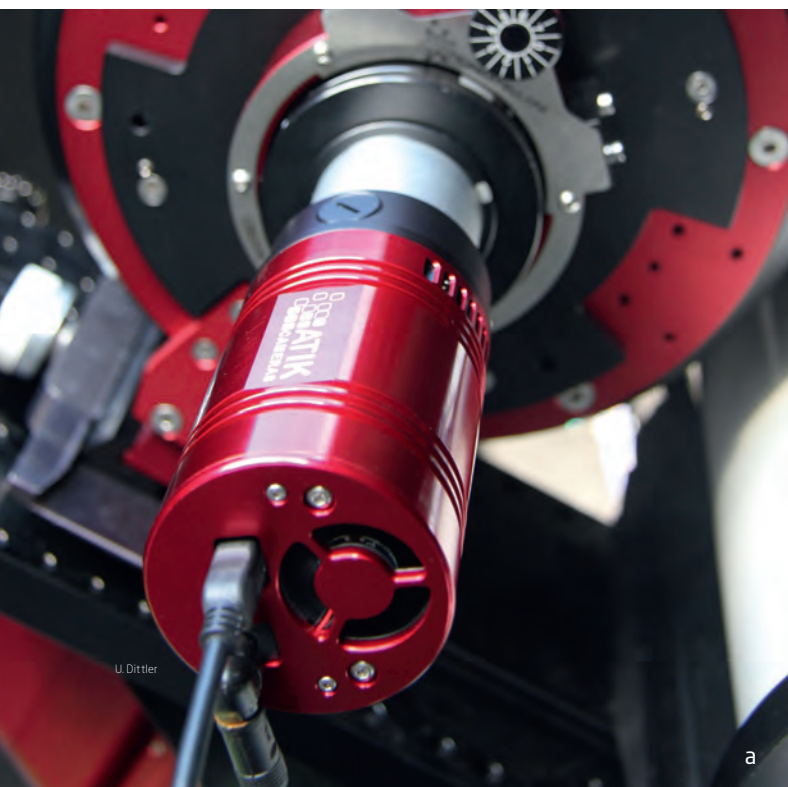
▲ Abb. 4: Die Quanteneffizienz des in der Atik 428EX (monochrom) verwendeten Sony-Chips ICX674.

Die Software: Artemis Capture

Zusammen mit dem Kamerakopf werden zwei Software-CDs ausgeliefert, die neben den Treibern für Atik-Kameras auch das recht umfangreiche Softwarepaket »Artemis Software« enthalten: Neben der Aufnahmesoftware »Artemis Capture« beinhaltet das Paket auch ASCOM-Treiber für die Kamera und ein optionales Filterrad, außerdem Plugins für die bekannten Kamerasteuerungsprogramme Astroart, Maxim DL sowie CCDSoft. Darüber hinaus ist mit »DAWN« eine von Atik für ihre Kameras entwickelte Bildbearbeitungssoftware enthalten. Die zweite beiliegende CD beinhaltet zudem ein umfangreiches Tutorial-Angebot unter dem Titel »Image Processing for Astrophotography« in der sogenannten Starter Edition.

Artemis Capture ist eine relativ einfach zu bedienende Aufnahmesoftware, die im Wesentlichen über die drei Reiter »Cooler« zur Steuerung der Chip-Temperatur, »Exposure« zur Steuerung der Belichtung und »Display« zur Anzeige des aufgenommenen Bildes gesteuert wird, wobei die Einträge auf den Reitern selbsterklärend sind und ein Blick in die als PDF-Datei mitgelieferte, nur 15-seitige englischsprachige Anleitung zunächst für die Aufnahme der ersten Bilder nicht notwendig erscheint.

Für Aufnahmeserien ist der – in der Anleitung erstaunlicherweise nicht erklärte – »Sequencer« besonders hilfreich, da er die automatisierte Erstellung von Aufnahmeserien mit gleicher oder unterschiedlicher Belichtungszeit ermöglicht. Hierbei können auch unterschiedliche Filter zum Einsatz kommen – sofern die Kamera gemeinsam mit einem Atik-Filterrad betrieben wird. Mittels der entsprechenden Plugins kann die Atik 428EX auch über die bekannten und leistungsfähigeren Astro-Programme Maxim DL, AstroArt oder CCDSoft gesteuert werden.



a



b

▲ Abb. 6: Bildergebnisse der Atik 428EX, angeschlossen an einen 8"-Astrographen bei f/3 (a) jeweils mit H α -Filter von Baader Planetarium;

Testarrangement

Die Installation der Kamera und der mitgelieferten Software erfolgt dank der mitgelieferten gedruckten (Kurz-)Anleitung problemlos innerhalb weniger Minuten, ebenso die Adaption der Kamera am Teleskopauszug.

In den wieder länger werdenden Nächten des letzten Spätsommers und Herbstes bot es sich an, die leuchtenden Nebelgebiete vom horizontnahen Sternbild Schütze über die

Schlange bis hin zum Schwan auf die Beobachtungsliste zu setzen. Mit dem Omega-nebel (Messier 17), Adlernebel (M 16, NGC 6611), aber auch dem Gamma-Cygni-Nebel (IC 1318) bis hin zum populären Nordamerikanebel (NGC 7000) boten sich damit verschiedene Objekte zur Fotografie an. Die Atik 428EX wurde dazu an einen schnellen Astrographen (8" f/3) angeschlossen. Da bei der Jagd nach den Nebelgebieten ein vorhandener 2"-H α -Filter verwendet werden sollte, wurde der serienmäßige 1¼"-Steckanschluss

durch einen 2"-Anschluss eines Fremdherstellers ersetzt, der in das T2-Gewinde der Atik-CCD-Kamera geschraubt wurde und dann im 2"-Auszug des Teleskops Anschluss fand.

Die Kamera im nächtlichen Einsatz

Nach dem Anfahren der zu beobachtenden Objekte erfolgte jeweils eine Nachfokussierung und anschließend die Belichtungsreihe durch einen in den 2"-Anschluss eingeschraubten 2"-Filter; in diesem Fall einen 35nm-H α -Filter von Baader Planetarium.

Die Absenkung der Chip-Temperatur geht nach dem Anklicken der »Cooling«-Funktion erfreulich schnell vonstatten – die Anleitung rät, der Kamera vor der ersten Aufnahme 5 Minuten Zeit zu geben, um den Chip auf die gewählte Arbeitstemperatur abzusinken und diese Temperatur konstant zu halten. Bei unseren Tests war die gewählte Arbeitstemperatur schneller erreicht – und wurde anschließend in der Nacht auf 0,2°C genau gehalten.

Die Fokussierung ist mittels der mitgelieferten Software Artemis Capture und der auf den Tasten F1 bis F8 hinterlegten kurzen Belichtungszeiten schnell und unkompliziert möglich: Die Software zeigt hierzu die FWHM-Werte eines ausgewählten Sterns

Technische Daten der Atik 428EX

Chip	Sony ICX674
Pixelanzahl	1932 × 1452
Pixelgröße	4,54µm × 4,54µm
Sensorgroße	8,8mm × 6,5mm
Quanteneffizienz (540nm)	77%
Ausleserauschen	5e ⁻
Dynamikumfang	16 Bit
Anschluss	Mini-USB
Belichtungszeit	0,001s – 9999s
Kühlung	Ventilator, bis ca. 25°C unter Umgebungstemperatur
Teleskopanschluss	1¼"
Größe	12cm × 6cm
Gewicht	400g
Lieferumfang	Kamerakopf, 1¼"-Anschluss, USB-Kabel, Stromkabel, Anleitung, Software-/Treiber-CD
Listenpreis	1850€



b) Omeganebel, Messier 17, 12×3min; c) Adlernebel, Messier 16, 12×4min; d) Gamma-Cygni-Nebel IC 1318, 18×3min (Ausschnitt)

an, so dass die Auswirkungen der Fokussierung direkt überprüft werden können und der optimale Fokuspunkt schnell gefunden werden kann.

Auch die Anfertigung der eigentlichen Aufnahmen unterstützt die Software schnell und unkompliziert: Nach der Eingabe von Belichtungszeit (die Software unterstützt Belichtungszeiten von 0,001s bis 9999s), Binning (von 1×1- bis 8×8-Binning) und der Angabe des Speicherorts der Bilder kann die Kamera ihre Arbeit beginnen: entweder durch die Anfertigung von Einzelbildern, von Bildserien (fortlaufende Anfertigung von Aufnahmen

mit den gleichen Aufnahmeparametern) oder durch das Abarbeiten von zuvor definierten Aufnahmesequenzen.

Besonders die Aufnahmemodi für Bildserien und Bildsequenzen vereinfachen die nächtliche Arbeit mit der Kamera. Die Möglichkeit zum automatisierten Abzug eines Dunkelbilds oder eines Flatfields bietet die Software nicht; auch verfügt die Kamera nicht über einen mechanischen Shutter, der die Anfertigung solcher Darks erleichtert. Der Download der 2,8 Megapixel-Bilder von der Kamera zum Rechner erfolgt in nur rund 3s; die Speicherung erfolgt im FITS-Format, so dass die Aufnahmen in den gängigen Programmen weiter bearbeitet werden können.

Leider verfügt die Kamera nicht über eine Status-LED, so dass der Fortschritt beim Abarbeiten einer Aufnahmesequenz nur auf dem Computerbildschirm, nicht jedoch direkt an der Kamera, mitverfolgt werden kann, da die Kamera nicht signalisiert, wann sie ihre Arbeit abgeschlossen hat.

Im Gegensatz zu Kameras einiger anderer Hersteller verfügt die Atik 428EX weder über einen eingebauten Guidingchip (wie dies bei SBIG-Kameras der Fall ist) noch einen integrierten Off-Axis-Guider (wie dies bei QSI-Kameras der Fall ist), die Nachführung der Kamera sollte daher während der Aufnahme durch eine separate Guidingcam sichergestellt werden.

Fazit

Im Vergleich zu anderen – und meist teureren – Astro-CCD-Kameras ist zu beachten, dass die Atik 428EX den Aufnahmechip nur um 25°C unter die Umgebungstemperatur kühlt – andere Kamerahersteller kühlen bis zu 50°C unter die Umgebungstemperatur allein durch thermoelektrische Kühlung (was das Signal/Rausch-Verhältnis der Chips und damit die Bildqualität verbessert). Auch wird die Größe des in der Atik 428EX verwendeten Chips (mit einer Bild-diagonalen von knapp 11mm) sicherlich von Astrofotografen, die zuvor Erfahrungen mit einer DSLR (Bild-diagonale über 26mm) am Teleskop gesammelt haben, als recht klein empfunden. Dennoch bietet die Atik 428EX für unter 2000 Euro den Einstieg in die Astrofotografie mit gekühlten CCD-Kameras und ist für Einsteiger in die CCD-Fotografie sicherlich eine runde Sache.

BEWERTUNG

Die Kamera in der Praxis

- + hochwertige Verarbeitung
- + sehr gut geeignet zur Verwendung an Hyperstar-/Faststar-System
- + Einfache und strukturierte Bedienung der Software AstroFX
- Chip-Kühlung wenig leistungsfähig
- geringe Chipgröße
- Netzteil nicht im Lieferumfang enthalten

INTERAKTIV



Haben Sie Fragen zum Artikel oder einen Diskussionsbeitrag dazu? Senden Sie uns einen Leserbrief:

www.interstellarum.de/leserbriefe.asp

Schritt-für-Schritt

Wie kann man Strichspuraufnahmen optimieren?

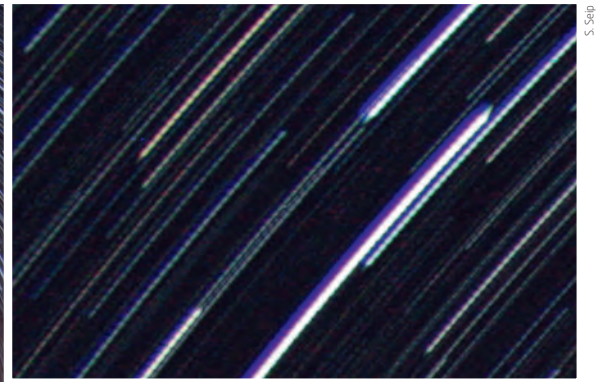
von Stefan Seip

Belichtet man mit unbewegter Kamera bei Nacht eine Landschaft einige Minuten oder gar Stunden lang, erscheinen die Sterne auf dem Foto aufgrund der Erdrotation als Striche oder Bögen. Das Resultat stellt eine Strichspuraufnahme dar.

Da die maximal sinnvolle Belichtungszeit bei Digitalkameras limitiert ist und durch das lineare Ansprechverhalten der Sensoren auf Licht außerdem schnell Überbelichtung droht, müssen digitale Strichspuraufnahmen aus mehreren bis vielen Einzelaufnahmen durch Bildverarbeitung miteinander kombiniert werden. Eine leicht zu bedienende Software, die diese Aufgabe erledigt, ist das Programm »Startrails«, das als Freeware zur Verfügung steht (vgl. Surftipp). Die Funktionsweise von Startrails ist simpel: Eine Aufnahme wird »über« eine andere gelegt und für jedes einzelne Pixel geprüft, ob das untere oder das obere Bild eine größere Helligkeit aufweist. Das jeweils hellere Pixel wird für das Resultat

übernommen, das dunklere ignoriert. Das heißt, dass von einer Addition bei diesem Verfahren nicht die Rede sein kann. Vergleichbar ist die Methode mit Ebenen in Photoshop, die mit dem Überblendmodus »Aufhellen« miteinander kombiniert werden.

Betrachtet man eine auf diese Art und Weise zustande gekommene Strichspuraufnahme (Abb. 1) genauer, fällt unangenehm ins Auge, dass die Strichspuren kurze Lücken aufweisen, selbst wenn die Pause zwischen den Einzelaufnahmen so kurz ist, wie es technisch bei Spiegelreflexkameras machbar ist. Bei verkleinerter Bilddarstellung wird das oftmals nicht bemerkt, sehr wohl aber bei großer Darstellung (Projektion, Druck, Poster). Die Lücken in den Strichspuren können in Photoshop geschlossen werden, wenn alle Sternspuren auf dem Bild entweder radial oder linear verlaufen. Je kleiner der Bildwinkel des verwendeten Objektivs ist, desto größer ist die Chance, dass diese Situation gegeben ist, insbesondere dann, wenn die Region des Himmelsnord- oder Südpols abgelichtet wurde. Weitwinkelaufnahmen von Bereichen nahe des Himmelsäquators hingegen sind problematisch, weil die Krümmungsradien



◀ Abb. 1: Das Ergebnis einer Strichspurberechnung durch die Software »Startrails«. Das Inset zeigt einen Bildausschnitt aus der linken, oberen Ecke: Die Strichspuren weisen Lücken auf.

der Sterne dann um zwei statt um einen Drehpunkt laufen. Außerdem kritisch sind deformierte Strichspuren, wie sie aufgrund von Verzeichnung oder Verzerrung entstehen können. Verzeichnung ist ein Abbildungsfehler von Objektiven, systembedingt stark ausgeprägt und gewollt bei Fisheye-Optiken. Vor allem starke Weitwinkel-Objektive sind davon betroffen. Verzerrung ist der Abbildungsgeometrie geschuldet und stellt keinen Objektivfehler dar. Wiederum sind es starke Weitwinkelobjektive, bei denen solche perspektivischen Verzerrungen besonders ausgeprägt sind.

Mit Bildbearbeitungsprogrammen wie Photoshop (CS) können Sie aus Ihrer fertig berechneten Strichspuraufnahme die Lücken in den Sternspuren schließen:

1. Auswahl des Vordergrunds

Öffnen Sie Ihre Strichspuraufnahme mit Photoshop. Blenden Sie – falls noch nicht geschehen, die Ebenen-Palette ein mit dem Befehl »Fenster/Ebenen«, Tastenschlüssel »F7« ein. Drücken Sie »Strg(+)J«, um von der Hintergrundebene eine Kopie anzulegen, die den Namen »Hintergrund Kopie« trägt.

Verwenden Sie nun geeignete Auswahlwerkzeuge von Photoshop, um auf der Ebene »Hintergrund Kopie« nur die Landschaftselemente auszuwählen, nicht jedoch den Sternhimmel. Je nach Beschaffenheit des vorliegenden Bildes

INTERAKTIV

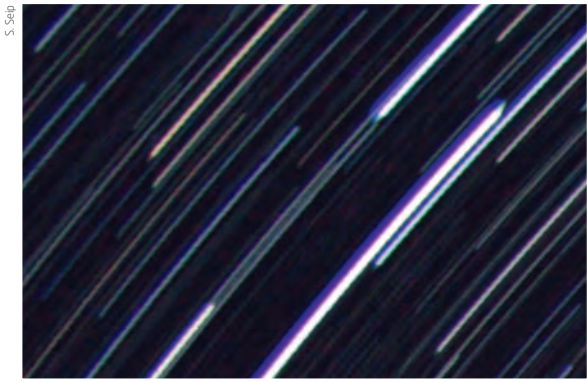


Haben Sie Fragen zur Astrofotografie und Bildbearbeitung? Unser Experte Stefan Seip beantwortet sie an dieser Stelle! Unser Anfrageformular finden Sie unter:

➔ www.interstellarum.de/knowhow.asp



◀ Abb. 2: Der statische Vordergrund des Bildes wurde in Photoshop ausgewählt.



► Abb. 5: Nach Abschluss der Bildbearbeitung wirken die Sternspuren sehr viel angenehmer – die Lücken sind verschwunden.

eignet sich dazu das »Magnetische Lasso«, das »Polygon-Lasso«, der »Zauberstab« oder das »Schnellauswahlwerkzeug«. Die verschiedenen Werkzeuge können auch nacheinander angewendet werden, um verschiedene Bildbereiche zu bearbeiten. Bei den meisten dieser Werkzeuge gilt: Mit gedrückter »Shift«-Taste können zur Auswahl neue Bereiche hinzugefügt werden, mit gedrückter »Alt«-Taste versehentlich ausgewählte Bereiche wieder von der Auswahl subtrahiert werden. Wie das Ergebnis aussehen kann, zeigt die Abb. 2. Die Auswahl des statischen Vordergrunds kann sehr aufwendig sein, wenn zum Beispiel fein verzweigte Äste von Bäumen in den Himmel ragen.

Drücken Sie erneut »Strg«+»J«, um nur die Auswahl, also den ausgewählten Vordergrund, in eine dritte Ebene zu kopieren, die den Namen »Ebene 1« bekommen wird. Klicken Sie auf den Namen der Ebene »Hintergrund Kopie«, um diese weiter zu bearbeiten.

2. Drehpunkt verschieben

Wählen Sie das »Verschieben-Werkzeug«, Tastenschlüssel »V« und achten Sie darauf, dass in der Eigenschaftsleiste die Option »Transformationssteuerungen« angehakt ist.

Verschieben Sie mit der Maus den Dreh- und Angelpunkt, der anfangs in der Bildmitte sitzt, an die Position des Himmelspols. Zu verschieben ist eine Art »Fadenkreuz« (Abb. 3).

Verändern Sie den Überblendmodus der aktuellen Ebene von »Normal« auf »Aufhellen«. Drehen Sie nun die Ebene um einen winzigen Winkelbetrag, so dass die Lücken der Sternspuren geschlossen erscheinen. Bevor Sie diese Aktion mit der Taste »Enter« bestätigen, zoomen Sie mit »Strg«+»+« in das Bild ein und untersuchen verschiedene Bildregionen, um den Erfolg Ihrer Aktion sicherzustellen. Achten Sie darauf, nicht zu weit zu drehen, die Sternspuren sollten nicht merklich länger werden!

Wählen Sie den Befehl »Ebene/Mit darunter liegender auf eine Ebene reduzieren«, Tastenschlüssel »Strg«+»E«.

Wenn der Himmelspol außerhalb des Bildes liegt, dann muss man dessen Position schätzen und gegebenenfalls mehrere Versuche unternehmen. Verlaufen die Strichspuren

parallel und sind mehr oder minder gerade Linien, wird die Ebene »Hintergrund Kopie« nicht gedreht, sondern lediglich verschoben. Am besten eignen sich dazu die Cursortasten auf der Tastatur. Eine Verschiebung des Drehpunktes ist dabei nicht nötig.

3. Artefakte entfernen

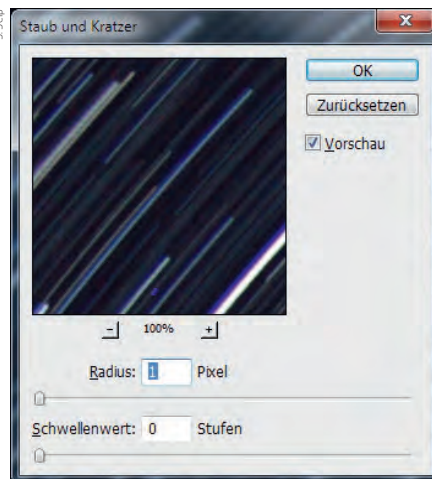
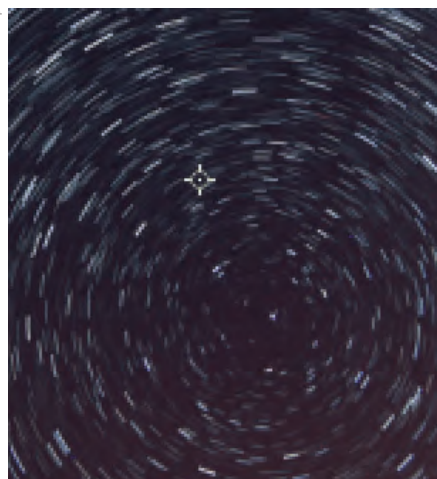
Um den Strichspuren die letzten digitalen Artefakte zu nehmen und eine fast »analoge Anmutung« zu erreichen, können Sie an dieser Stelle optional den Befehl »Filter/Rauschfilter/Staub und Kratzer« wählen und bei Radius »1 Pixel«, bei Schwellenwert »0 Stufen eintragen« (Abb. 4).

Wählen Sie den Befehl »Ebene/Auf Hintergrundebene reduzieren« und speichern Sie das Ergebnis ab.

Die kritischen Phasen dieser Bearbeitung sind die Auswahl des Hintergrunds und die Verschiebung des Drehpunkts, dort ist besonders viel Sorgfalt vonnöten.

◀ Abb. 3: Dieses »Fadenkreuz« stellt den Drehpunkt dar. Es muss mit der Maus an die Stelle des Himmelsnordpols verschoben werden.

◀ Abb. 4: Dialogfeld »Filter/Rauschfilter/Staub und Kratzer« von Photoshop.



SURFTIPPS

Software Startrails:
www.startrails.de

Himmliches Lichtspiel

Aurora Borealis über den Lofoten

von Frank Gasparini

Leise rauscht die Meeresbrandung an das nahe gelegene Ufer, ein kühler, bei leichten Minusgraden aber glücklicherweise schwacher Wind weht aus Nordwesten. Das von Raureif bedeckte Gras knirscht bei jedem Schritt unter den Schuhen. Über uns wölbt sich ein sternklarer Himmel, an dem sich deutlich das Band der Milchstraße abzeichnet. Unser Interesse gilt aber einem anderen Lichtband, das sich im Norden unterhalb des Großen Wagens am Himmel entlang zieht und im Nordwesten bzw. Nordosten bis zum Horizont reicht. Seine Lage ist weitgehend ortsstabil und an der Unterseite ist es recht deutlich begrenzt, die Oberkante ist eher diffus auslaufend. Innerhalb des Bandes bilden sich regelmäßig verdichtete Knoten, die sich anschließend in hellere Zonen auseinanderziehen, um dann wieder in dem schwächeren Hintergrund unterzugehen. Diese Lichterscheinung wird von grünlichen, gelegentlich rötlichen, selten auch von violetten bis blauen Farbtönen begleitet und wirkt auf den ersten Blick fast statisch. Die Veränderungen sind nur bei genauem Hinsehen über einen längeren Zeitraum zu erkennen.

Hektik während der Anreise

Das Polarlicht, Nordlicht oder auch Aurora Borealis genannt, ist der Grund für unsere vierköpfige Reisegruppe, drei davon erfahrene Hobbyastronomen, die Lofoten jenseits des nördlichen Polarkreises im Oktober 2012 zu besuchen. Eine gewisse Hektik erfasste uns, als während der abendlichen Anreise vom Flughafen Evenes zu unserer Unterkunft unerwartet die Bewölkung aufriss und sich der erste Lichtbogen über den Himmel spannte. Beseelt von dem Wunsch dieses Polarlicht gleich zu beobachten und zu fotografieren – wer wusste schon, wie sich das Wetter und die Polarlichtaktivität in den Folgetagen entwickeln würden – wurden kurzerhand die Kameras ausgepackt. Andererseits war ein wirklich guter Standort auf die Schnelle entlang der Fernstraße E10, die den Archipel von Nord nach Süd komplett durchzieht, nicht zu finden und zudem war eine feste Uhrzeit zur Übergabe des angemieteten Ferienhauses vereinbart. Da wir bereits schlecht im Zeitplan lagen, wurde nach einem kurzen Foto-Stopp widerwillig die Autofahrt fortgesetzt, immer begleitet von neugierigen Blicken nach draußen. An der Unterkunft angekommen (vom Verwalter keine Spur, der Schlüssel steckte einfach von außen

◀ Abb. 1: Stille Wasserflächen bieten reizvolle Motive mit Spiegelung des Polarlichtes.



▲ Abb. 2: Der kurz zuvor noch gleichmäßige Polarlichtbogen (unteres Lichtband) fasert in Strahlen auf und beginnt im Osten aufzufächern. Rote Farben deuten hier auf eine Sauerstoffanregung in großer Höhe bis 200km hin, violette Farben stammen von angeregtem Stickstoff und erfordern hohe Energien mit starkem Sonnenwind.

in der Türe) waren nach dem Ausladen des Gepäcks alle sofort wieder wie elektrisiert im Freien. Der Nordhimmel demonstrierte uns in dieser ersten Nacht auf beeindruckende Weise die Faszination des Polarlichtes, der wir – trotz Müdigkeit von der langen Anreise – bis in die frühen Morgenstunden erlagen.

Kaiserwetter am Polarkreis

Von der Hektik der ersten Beobachtungsnacht ist nichts mehr zu spüren. Tagsüber erkunden wir bei teilweise grandiosem Wetter die Inselkette mit ihrer beeindruckenden Landschaft und suchen geeignete Standorte für die nächtliche Beobachtung und Foto-Dokumentation. In der Nacht stehen wir an den Stativen und bedienen konzentriert die darauf montierten DSLR-Kameras. Gelegentlich leuchtet eine gedimmte Stirnlampe auf, um Kameraeinstellungen vorzunehmen oder glimmt ein Display auf, um die letzte Aufnahme zu kontrollieren. Es hat sich bereits eine gewisse Routine in den Abläufen eingestellt, denn wir erleben bereits die vierte Polarlicht-Nacht unter fantastisch klarem Himmel und es sollten noch weitere folgen.

Plötzlich geht ein Raunen durch die Gruppe. »Heller Beamer im Westen«, »auffächerndes Band von Nordost bis in den Zenit« oder ähnlich lauten die Hinweise aus der Gruppe, denn wie mit einem Paukenschlag ist der Himmel

wie verwandelt. Aus dem eher statischen Polarlichtband entwickelt sich nach und nach eine wahre Lichter-Show. Dünne, grüne Striche ziehen über den Himmel, um Momente später im Nichts zu verschwinden. Andere fächernd weit auf und zeigen an der Oberseite intensive rote bis violette Schleier. Ganze Bündel von breiten Bändern wehen wie Gardinen im Wind, während sich andernorts pulsierende, flächige Lichter fast wie Wolkenberge auftürmen. Formenvielfalt und Farbenspiele sind mit Worten nicht zu fassen.

▼ Abb. 3: Aus dem Bogen lösen sich häufig helle Knoten heraus.





F. Gasparrini

▲ Abb. 4: Strahlenförmige Bänder mit schöner Höhenstaffelung der Farbe.

▼ Abb. 5: Die Verwirbelungen des Polarlichtbandes ändern sich mitunter binnen weniger Sekunden.



F. Gasparrini

Im Zenit leuchtet eine Korona auf und scheint ihr Licht direkt über uns zu ergießen. Kaum zu glauben, dass diese Phänomene in 100–200 Kilometer Höhe entstehen. Der ganze Himmel scheint zu brennen, die Veränderungen vollziehen sich so schnell, dass wir sie nicht alle erfassen können. Die Kameras werden teilweise umprogrammiert und schießen für 30–45 Minuten im 5-Sekunden-Takt Bilder, um die Veränderungen in Video-Sequenzen zu dokumentieren. Wir überlassen die Technik derweil sich selbst und genießen in dieser Zeit nur das Beobachten und Staunen. Ein kurzer Blick ins Internet bestätigt eine sehr hohe Aktivität an den regionalen Magnetometern, die noch ein längeres Andauern der Polarlichtaktivität erwarten lässt. Wer sicher gehen will, nichts zu verpassen, kann sich auch auf die SMS-Warnliste des »Polarlichtcenter« in Laukvik, Lofoten eintragen lassen. Tatsächlich hält die Aktivität noch einige Stunden an, flacht aber kontinuierlich ab. Kurz vor 4:00 Uhr kulminiert Orion – er steht hier nur knapp über dem Horizont – darüber stehen Jupiter und die Plejaden. Der gesamte Himmel ist von sich langsam bewegend, grün leuchtenden

Lichtfetzen übersät, die die Landschaft in ein unwirkliches Licht tauchen.

Was für ein Bild! Der richtige Zeitpunkt an etwas Schlaf zu denken, wer weiß, was die nächste Nacht bringt.

HINWEIS

Sehen Sie ein Interview mit dem Autor sowie Polarlicht-Animationen in der aktuellen Ausgabe der interstellarum Sternstunde:

🔗 www.interstellarum.de/video.asp

SURFTIPPS

Lage geomagnetischer Stationen:

🔗 flux.phys.uit.no/map

Aktuelle Magnetometer-Daten:

🔗 flux.phys.uit.no/cgi-bin/mkstackplot.cgi?&comp=H&nor=&Sync=&

Polarlichtcenter in Laukvik, Lofoten:

🔗 www.polarlightcenter.com

Leser beobachten:

M48

▲ Abb. 1: Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 24×3min, 6×5min, 8×10min. Siegfried Kohlert

BEOBACHTUNGEN

M48

- **Bloßes Auge:** fst 6^m5; schwach aber eindeutig mit freiem Auge als Nebelwölkchen zu sehen. M 48 ist ein »Himmelsprüfer«. *Wolfgang Vollmann*
- **Bloßes Auge:** fst 6^m9; erfordert eine dunkle Nacht mit guter Transparenz. Dann ist mittels indirekter Sicht ein recht deutlicher Nebelfleck erkennbar. *Matthias Juchert*
- **8×42-Fernglas:** SQM-L 21^m2/□"; heller, zum Teil aufgelöster Sternhaufen von knapp einem Grad Durchmesser, in Ost-West-Richtung etwas ausgedehnter. Die zentrale Verdichtung lässt sich erst bei 10× im 50mm-Sucherfernrohr auflösen. Schönes Objekt auch für kleine Instrumente mit großem Gesichtsfeld. *Michael Zschech*
- **10×50-Fernglas:** fst 6^m5; sehr großer Sternhaufen, länglich (Nordwest – Südost) 35' × 20', etwa 30 Einzelsterne ab

8^m sichtbar. *Wolfgang Vollmann*

- **150/750-Newton:** Großer, deutlich sichtbarer Sternhaufen. Sehr einfach zu beobachten. Aufgelöst. Die am engsten stehenden Sterne bilden einen deutlich sichtbaren Bogen. Der Bogen hat seine höchste Dichte in der Mitte des Haufens. Einige Stellen im Haufen sind ohne Sterne. Verschieden helle Sterne. Unregelmäßige Form. 53×. *Gerd Kohler*
- **200/800-Newton:** Groß und gut zu sehen. Mittlere Anzahl mittelheller bläulich-weißer Sterne. Unregelmäßig und locker verteilt. Im Süden und Osten hat der Haufen durch Sternketten »gerade Ränder«. Dreieckige Form. 33×. *Gerd Kohler*
- **254/1270-Newton:** SQM-L 20^m9/□"; M48 ist leicht aufzufinden. Bei 51× ist der ganze Haufen zu überblicken, der aus vielen Zweier- bis Vierergruppen

etwa gleichheller, vor einem Hintergrund schwächerer Sterne besteht. In der Mitte fällt bei 80× - 190× eine C-förmige Figur auf, die aus drei Zweiergruppen von Sternen besteht, mit einem weiteren schwächeren Pärchen in der Mitte. Das ganze Gesichtsfeld ist dann voller Sterne. Am besten aber wirkt der gesamte Haufen doch bei niedrigerer Vergrößerung. *Hans-Georg Purucker.*

- **400/1800-Newton:** SQM 20^m58/□"; Offener Haufen, ziemlich groß, etwa 45'. Besteht aus ca. 30 weit übers Feld verstreuten, ähnlich hellen Sternen. Einige schwächere Sterne sind ebenfalls zu erkennen, aber kein milchiger Schimmer, der auf weitere schwächere Sterne schließen ließe. Auffällig, sehr offen wirkend, Abgrenzung zur Umgebung unscharf. 58×. *Michael Schumann*



▲ Abb. 2: **CCD-Aufnahme**, 5"-Refraktor bei 387mm, SBIG STL-11000M, 3×5min (je RGB). *Dieter Willasch*

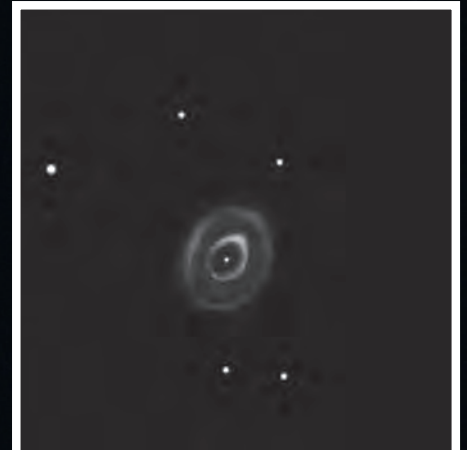
▼ Abb. 3: **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 350D (modifiziert), ISO 800, 31×3min. *Ulf Manfred Schliemann*

▼ Abb. 4: **Digitalfoto**, 3"-Refraktor bei 500mm, Canon EOS 1000Da, ISO 800, 16×5min, Guiding mit Guidemaster, Stacking mit Deepsky-Stacker, weitere Bearbeitung mit Fitswork und Photoshop. *Olaf Filzinger*



Leser beobachten:

NGC 3242



▲ Abb. 5: **CCD-Aufnahme**, 24"-Hypergraph bei 4940mm, SBIG ST-10XME, 10×3min (L), 5×3min (je RGB), LRGB-Filtersatz, Aufnahmeort: Amani Lodge, Namibia. *Stefan Binnewies, Rainer Sparenberg, Volker Robering*

▲ Abb. 6: **Zeichnung**, 400/1800-Newton, fst 7^m; 515×. *Rainer Mannoff*

BEOBACHTUNGEN

NGC 3242

- **7×50-Fernglas:** fst 6^m 5; deutlich erkennbar und völlig sternartig. *Wolfgang Vollmann*
- **150/900-Newton:** SQM-L 21^m 35/□"; im 3mm - 6mm-Zoomokular ohne Filter bis 300× kontraststarkes Bild. Der Planetarische Nebel bildet eine große elliptische Scheibe - darin eingelagert ein stark elliptischer Ring. Die Flächenhelligkeit ist insgesamt hoch. Die Scheibe wirkt stark gesprenkelt, der Ring ist am hellsten an den Enden der großen Achse. Die Achsen von Scheibe und Ring stimmen überein. Ein Zentralstern nicht erkennbar. Ein [OIII]-Filter bringt keine weiteren Details. 150× - 300×. *Roland Höfer*
- **200/800-Newton:** Bei direktem Sehen ohne Filter ein sehr heller und auffälliger Planetarischer Nebel, den ich sehr einfach erkennen kann. Er ist eine helle, leicht grünliche Scheibe. In der Nähe des westlichen Randes kann ich zwei Aufhellungen erkennen. Mit [OIII]-Filter wird der Nebel bei direktem Sehen sehr schwach,

bis nur noch der Zentralstern zu sehen ist. Indirekt wird der Nebel sehr schnell wieder hell. Auch hier ist die Scheibe nicht gleichmäßig hell. Besonders beim Übergang vom direkten zum indirekten Sehen ist die Scheibe fleckig. Weiter entsteht beim Übergang von direkt zu indirekt ein Ring um den Innenbereich des Nebels. 170×. *Gerd Kohler*

- **250/1250-Newton:** fst 4^m 5; Jupiters Geist ist, wie das Original, bereits mit kleiner Vergrößerung als ovales Scheibchen sichtbar. Mit Steigerung der Vergrößerung und Einsatz von Nebelfiltern (UHC und [OIII]) wird der dunkle Zentralbereich sichtbar. Darum eine sehr helle Nebelschale, leicht gemottelt. Außen wird NGC 3242 schwächer und deutlich diffuser. 250×. *Frank Lange*
- **254/1270-Newton:** SQM-L 20^m 9/□", Seeing 3; Der Planetarische Nebel ist bei 36× sofort an seiner blaugrünen Farbe zu

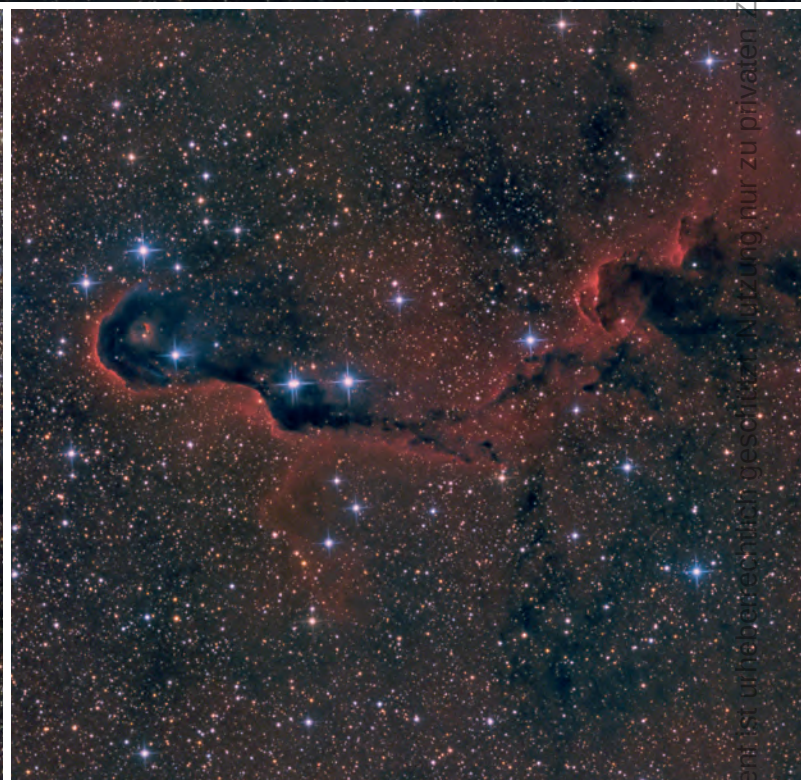
erkennen. Mit zwei Feldsternen bildet er ein rechtwinkeliges Dreieck. Er wirkt wie ein unscharfer Stern und verschwindet bei direktem Anblick fast. Bei 190× ist er leicht elongiert. Bei 290× erkennt man blickweise die Schalenstruktur - hellerer Innenbereich umgeben von einer schwächeren äußeren Schale. Der Zentralstern war wegen des schlechten Seeings nicht zu erkennen. *Hans-Georg Purucker*

- **400/1800-Newton:** fst 7^m; der Nebel ist in Richtung Südost/Nordwest elongiert, deutlich sind eine Innen- und eine Außenschale erkennbar. Starke Helligkeitsunterschiede in den Schalen, wobei die innere Schale nahezu durchweg heller erscheint als die äußere. Die stärkste Aufhellung des Objekts befindet sich im Nordwesten der inneren Schale. Im Südosten von dieser befindet sich eine kompakte Lichtquelle, möglicherweise ein Stern. 515×. *Rainer Mannoff*

Pferdekopf & Co.

▲ Abb. 1: **Flammen- und Pferdekopfnebel** (IC 434 und B 33) im Orion. Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 50×10min (IDAS LPS), 30×10min (UHC), 60×10min (H α); Mosaik aus zwei Aufnahmen. *Siegfried Kohlert*

▼ Abb. 2: **In der Umgebung von M 81 und M 82** finden sich auf dieser Aufnahme noch weitere schwache Galaxien, z.B. Holmberg IX (UGC 5336), die irreguläre Galaxie direkt links neben M 81 und – deutlich heller – NGC 3077 links unten im Bild. 4"-Refraktor bei 530mm, Alccd6, 35×15min. *Rochus Hess*



▲ Abb. 3: **Barnard 174 (links) und Barnard 169-171**, Dunkelnebel im Sternbild Kepheus. CCD-Aufnahme, 3,5"-Refraktor bei 400mm, 36×5min (L) mit Atik383L+, 23×7min (RGB) mit QHY8. *Manfred Wasshuber*

▼ Abb. 4: **vdB 142**, der »Elefantenrüssel« im Emissionsnebel IC 1396, der sich ebenfalls im Sternbild Kepheus befindet. CCD-Aufnahme, 10"-Newton bei 1200mm, Moravian G2-8300, 5×5min (L), 27×15min (H α), 10×10min ([OIII]), 8×5min (R), 9×5min (G), 15×5min (B), Astronomik-Filter, LRGB mit synthetischem L-Kanal, R aus H α + R, G aus G + [OIII], B aus B + [OIII]. Die Aufnahme entstand in vier Nächten. *Jürgen Stein*

Grünes Leuchten



▲▼ Abb. 1-3: Polarlichter auf dem Hurtigruten-Schiff MS Polarlys vor Tromsø, Norwegen, bei Vollmond und sehr ruhiger Fahrt am 2.11.2012. Digitalfoto, ca. 21:00 MEZ, Canon EOS 400Da, ISO 1600, 10s. *Dieter Seiwald*

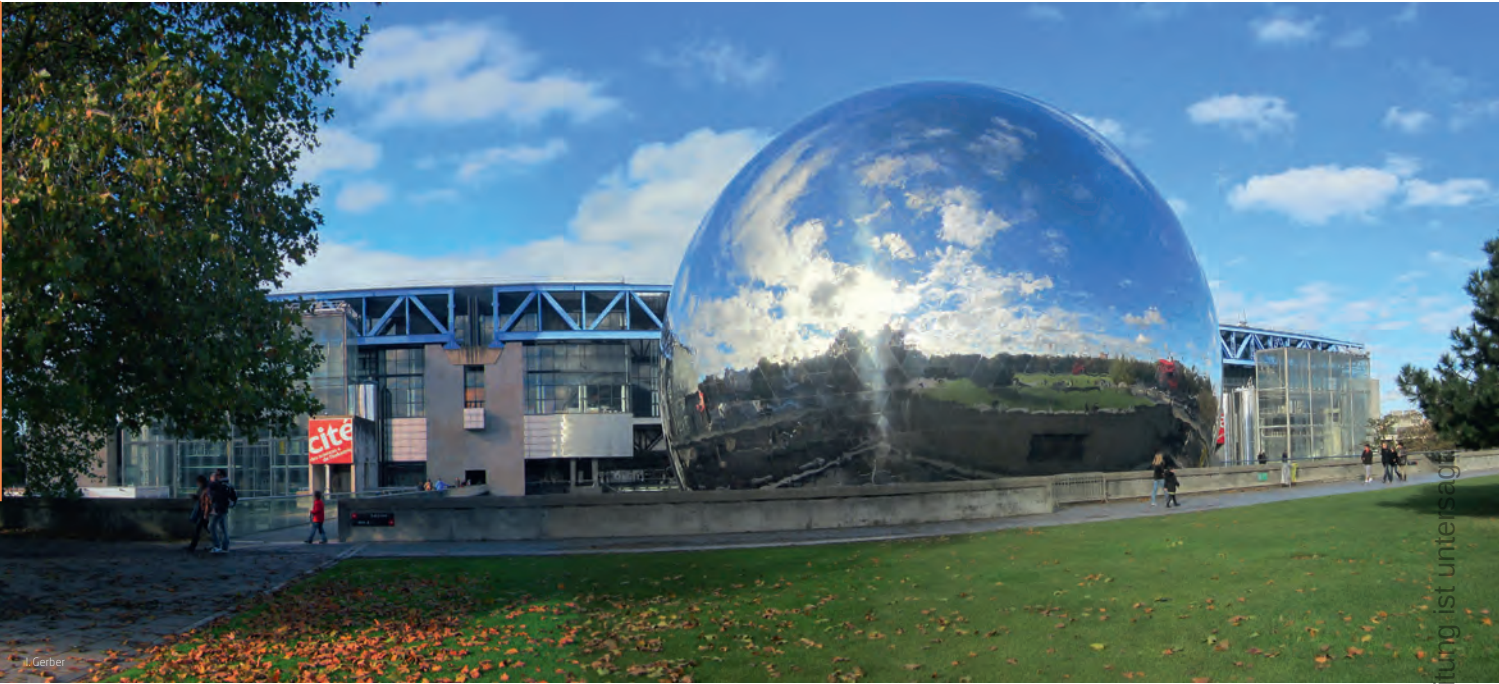




▲ Abb. 2: **Dieser Bolide** vom 20.10.2012 war extrem hell, hat auch visuell deutlich grün geleuchtet und ist am Ende zerbrochen. Leider ist das nicht (mehr) auf dem Bild zu sehen. Die Helligkeit war schwer einschätzbar, aber für kurze Zeit vermutlich größer als die des Vollmonds. Digitalfoto, 22:42 MEZ, 11mm-Objektiv bei f/2,8, Canon EOS 450D, ISO 1600, 25s. *René Merting*

▼ Abb. 3: **Polarlicht**, aufgenommen 30km nordöstlich von Reykjavik, Island. Digitalfoto, 17.10.2012, 22:33 Ortszeit, Zoom-Objektiv bei 17mm und f/2,8, Canon EOS 60Da, ISO 3200, 6s. *Jürgen Stümpfl*





▲ Abb. 1: Der gigantische und futuristisch anmutende Gebäudekomplex der Cité des sciences et de l'industrie eignet sich hervorragend als Austragungsort für solch eine Messe, auch weil hier etliche Themenkomplexe rund um die Astronomie und Raumfahrt in ständigen oder wechselnden Ausstellungen gezeigt werden.

Ein Ausflug nach Paris

Die Rencontres du Ciel et de l'Espace 2012

von Immo Gerber

Alle zwei Jahre öffnet eine der größten Astronomiemessen Europas, die »Rencontres du Ciel et de l'Espace« in Paris, ihre Pforten. Innerhalb von drei Tagen vom 1. bis 4.11.2012 wurde ein riesiges Angebot an Themen und Vorführungen geboten. Rund um das Vortragsprogramm

war wie jedes Jahr eine interessante Ausstellung zu bestaunen. Zahlreiche Hersteller gaben sich hier ein Stelldichein, dieses Jahr waren auch etliche deutsche Firmen und Händler vertreten.

SURFTIPPS

Homepage der Messe:

🔗 www.afanet.fr/rce

Programm:

🔗 www.afanet.fr/rce/prog_Rce_2012.pdf

Aussteller:

🔗 www.afanet.fr/rce/Salon.aspx

▼ Abb. 2: Anders als bei vielen anderen Messen werden hier auch große Optiken, Montierungen und Kuppeln ausgestellt, so dass man sich viele Gerätschaften, welche man sonst nur von Bildern aus dem Internet oder Katalogen kennt, live anschauen kann.

▼ Abb. 3: Neben einem großen Planetarium bietet der Austragungsort viel Platz. So können mehrere Vorträge gleichzeitig stattfinden, die trotz des parallelen Betriebes sehr gut besucht sind. Einziger Wermutstropfen: Alle Vorträge werden ausschließlich in der Landessprache gehalten.



Termine für Sternfreunde

Februar/März 2013

Messen

1 23.2.: 13. Astronomie Treff Hückelhoven (ATH)

Gymnasium, 41836 Hückelhoven

☞ astroag@freenet.de, astroag.jimdo.com/
ath-astronomie-treff-hueckelhoven

Fachtagungen/Workshops

2 1.–3.3.: Central European Digital Imaging Conference (CEDIC)

Ars Electronica Center, A-4020 Linz

☞ www.cedic.at

3 1.–3.3.: 5. Deep Sky Meeting (DSM)

Landgasthof Hirsch, 72534 Hayingen-Indelhausen

☞ Hans-Jürgen Merk, hajuem@web.de, deepskymeeting.astromerk.de

8 22.–24.3.: 32. Seminar des Arbeitskreises Meteore e.V.

Naturfreundehaus, 30655 Hannover

☞ ina.rendtel@meteoros.de, www.meteoros.de/akm/seminar13.html

9 22.–24.3.: Deep-Sky-Treffen 2013

Hotel Sonnenblick, 36179 Bebra

☞ VdS-Fachgruppe Visuelle Deep-Sky-Beobachtung und
 VdS-Fachgruppe Astrofotografie, astronomie@jens-bohle.de,
fg-astrofotografie@vds-astro.de, www.deepsky.fg-vds.de/dst

Beobachtungstreffen

5 9.3.: Messier-Nacht

Sternwarte, 08289 Schneeberg

☞ Herr Georgi, Kulturhaus Aue, sternwarteschneeberg@t-online.de,
www.sternwarte-schneeberg.de



6 14.–17.3.: 11. Sternfreundetreffen im Harz (SFTH)

Todtenrode bei 38889 Altenbrak

☞ Astronomische Gesellschaft Magdeburg e.V., jens.briesemeister@e-technik.uni-magdeburg.de, www.astronomie-magdeburg.de/sfth.htm

Sonstiges

4 2.3.: Amateurastronomie in 360°

Planetarium Wolfsburg, 38440 Wolfsburg

☞ Dirk Schlesier, wiss. Leiter Planetarium Wolfsburg, dirk.schlesier@planetarium-wolfsburg.de,
www.planetarium-wolfsburg.de

7 16.3.: Bundesweiter Astronomietag in Deutschland

☞ www.astronomietag.de

▼ Abb. 4: Namhafte Hersteller wie Takahashi zeigen ihre ganze Produktpalette.



▼ Abb. 5: Auch große Instrumente wie dieser Astrograph von PlaneWave werden ausgestellt.



Kosmische Kultstätten der Welt



Ken Taylor: **Kosmische Kultstätten der Welt: Von Stonehenge bis zu den Maya-Tempeln**, Franck-Kosmos Verlag, Stuttgart 2012, ISBN 978-3-440-13221-0, 240 S., 29,99€

Stonehenge, Teotihuacán, Angkor Wat: Die mythischen Zentralorte der Menschheit, deren Anziehungskraft bis heute anhält, basieren auf astronomischen Ausrichtungen. Ob in eine Grabkammer zur Sonnenwende Licht fällt oder der Polarstern über einer Pyramide erscheint – in vielen Fällen waren die astronomischen Kenntnisse unserer Vorfahren Grund für die Errichtung der Bauwerke, oder deren Architektur wurde zumindest von ihrer astronomischen/astrologischen Bedeutung wesentlich bestimmt.

»Kosmische Kultstätten der Welt« behandelt etwa 200 Orte, deren astronomischer Hintergrund mehr oder weniger sicher nachgewiesen ist. Auch Orte der letzteren Kategorie werden behandelt, und das ist durchaus positiv, nur so kann der englische Autor Ken Taylor den zahlreichen, die Ränder der Archäoastronomie prägenden unwissenschaftlichen

Behauptungen entgegentreten – von den »Landebahnen der Götter« in Nazca bis zu den »Energieorten« der Vorzeit in Europa.

Benutzerunfreundlich ist die Gliederung des Buchs: Nicht nach Orten oder Alter, sondern nach bestimmendem Gestirn sind die jeweils 2–3 Seiten umfassenden Einzelkapitel geordnet. Stonehenge und Chichén Itzá kommen so beide zwei Mal im Abstand von über 100 Seiten vor – äußerst unpraktisch. Das Fehlen einer Auflistung aller Orte und einer Karte gleichermaßen macht die Übersicht außerdem schwierig. Hintergrundwissen zu den Ausrichtungen, etwa die Bedeutung der Mondwenden oder der Zirkumpolarsterne, sind wahllos zwischen die Einzelkapitel gestreut. Das ist schade, denn der Inhalt dieses schönen Hardcovers weiß durchaus zu überzeugen.

► Ronald Stoyan

Android-App Sky Map+



Android-App: **Sky Map+** (Is It Broken), 2,5MB, Version 1.7.3., Android 2.2 oder höher, kostenlos

Apple hat mit dem iPhone und dem iPad in den vergangenen Jahren den Markt der SmartDevices revolutioniert. Der technische Vorsprung verringert sich derzeit, da verschiedene andere Hersteller zwischenzeitlich ebenfalls leistungsfähige Smartphones und Tablets im Angebot haben – viele davon basierend auf dem Betriebssystem Android von Google. Im Rahmen der App-Rezensionen, die seit Heft 74 fester Bestandteil von interstellarum sind, werden daher zukünftig Apps an dieser Stelle vorgestellt.

auf Android-Geräten eine digitale Sternkarte zur Verfügung, die – wie bei derartigen Apps inzwischen üblich – die Position und die »Blickrichtung« des Nutzers verwendet um den Himmelsausschnitt anzuzeigen, der sich quasi hinter dem Bildschirm befindet. Über eine kleine Navigationsleiste am Bildschirmrand kann die Anzeige von Sternen, Sternbildern, Meteorschauern, DeepSky-Objekten (die App kennt die Messier-Objekte) oder von Objekten des Sonnensystems (Planeten und – seit der aktuellen Version – auch Satelliten)

Auch für Android-Geräte gibt es unterschiedliche elektronische Himmelskarten; eine davon ist die ursprünglich vom gleichnamigen Konzern entwickelte App »Google Sky Map«, die zwischenzeitlich von der Firma Is it Broken unter dem Namen »SkyMap+« weiterentwickelt wird: Die App stellt

sowie von Hilfslinien (Ekliptik und Koordinatenraster) ein- und ausgeschaltet werden. Die App bietet leider keine weiterführenden Informationen zu den genannten astronomischen Objekten – jedoch eine Suchfunktion sowie eine Bildergalerie mit 21 Fotos von Planeten und Nebeln (leider jedoch auch hier ohne weitere Beschriftung oder Erklärung). Auch die Anzahl und Helligkeit der angezeigten Sterne kann nicht beeinflusst werden und wichtige Kataloge wie der NGC- oder IC-Katalog sind der App leider unbekannt – ebenso wie die Monde der Planeten. Sowohl Funktionsumfang als auch grafische Darstellung der App bleiben deutlich hinter anderen digitalen Sternkarten zurück – dies ist umso erstaunlicher, als Google bei den Kartendiensten sonst zu den führenden Anbietern zählt.

► Ullrich Dittler

► <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.isitbroken.android.stardroid>



Praktisches Erlebnis und spannende Theorie

Zum Artikel »Astronomie für alle Schüler!« von Lutz Clausnitzer in interstellarum 84

In der alten Bundesrepublik wird seit der bekannten Mondlandung unentwegt versucht, die Astronomie über den Physikunterricht in die Schulen zu tragen. Bei dem äußerst mageren Erfolg dieser Strategie muss man sie nach vier Jahrzehnten wohl als gescheitert ansehen. Selbst die Teilerfolge, die mit den Oberstufenkursen in Bayern und Baden-Württemberg erzielt werden konnten, betreffen nur einen sehr kleinen Teil der Schüler und haben keine Breitenwirkung. Zudem sollte man Schüler nicht erst in der Oberstufe mit der Himmelskunde vertraut machen. Lutz Clausnitzer geht von einem objektiven Vergleich der Organisationsformen astronomischer Bildung aus und zeigt schlüssig, warum es am einfachsten, ökonomischsten und zugleich hochwertigsten ist, die Astronomie in der Form eines eigenständigen Faches zu vermitteln. Was brauchen unsere Politiker noch?

► Erwin Raupp

Ich unterrichte schon seit 8 Jahren Astronomie an der Schule. Da es in Österreich Astronomie als Fach nicht gibt, habe ich es als Informatik getarnt unterrichtet. Da es sehr beliebt war, wurde es in ein Angebotspaket für hochbegabte Schüler in Salzburg genommen. Meine Schüler sind Multiplikatoren für Astronomie, da sie in ihren eigenen Schulen oft Vorträge über Astronomie halten und in Physik ihre Referate über Astronomie oft gefragt sind. Weiters halten meine Schüler Workshops für Schüler, Eltern und Lehrer an der Pädagogischen Hochschule ab und sind daher Werbeträger für Astronomie an den Schulen und in der Gesellschaft. Ich finde Ihren Artikel deswegen sehr wichtig, da Sie die verschiedenen Möglichkeiten, wie Astronomie an den Schulen unterrichtet werden soll, sehr deutlich hervorgehoben haben. Dabei nehmen Sie auch Bezug zur geschichtlichen Entwicklung des Astronomieunterrichtes in Deutschland und auch in anderen Ländern. Dabei sind mir die verschiedenen Sichtweisen, wie man Astronomie unterrichten kann, sehr bewusst geworden. Danke für diesen Artikel, der auch mich ganz schön ins Grübeln brachte.

► Herbert Pühringer

Die Astronomie – zweifellos wissenschaftshistorisch gesehen die Mutter aller Wissenschaften – besäße jenes inkludierende Potenzial, das unseren Schüler und Studenten bereits während ihres Bildungsweges vermittelt werden müsste, und nicht erst am Ende ihrer Ausbildung, wenn sie nach zig Semestern »Fachidioten« geworden sind, denen es dann verständlicherweise schwer fällt, sich rigoros interdisziplinären Ideen und Gedanken zu öffnen. Von jenen wird (...) abhängen, ob wir die Herausforderungen der Zukunft meistern können.

► Kurt Hopf

Grundsätzlich versuche ich, astronomische Themen in den Physikunterricht der Mittelstufe und der Gymnasialen Oberstufe zu integrieren. Schon die Vorstellung des Programms Stellarium auf den in allen Räumen meiner Schule vorhandenen Smartboards weckt stets ein großes Interesse bei den Schülerinnen und Schülern und evoziert zahlreiche Fragen. Oft wird seitens der Schüler der Wunsch nach mehr astronomischen Themen im Physikunterricht oder nach Astronomie als eigenständigem Fach geäußert.

In meiner Funktion als Fachbereichsleiter habe ich mich für eine Öffnung des Wahlunterrichts eingesetzt und in diesem Rahmen jährlich einen einjährigen Astronomiekurs mit zwei Unterrichtsstunden pro Woche für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 8 bis 11 angeboten.

Wichtig war mir bei der Konzeption des Kurses, dass Schüler Dinge mit eigenen Augen sehen (z.B. Sonnengang, Sonnenaktivität, Sonnenrotation) und Theorie und Praxis miteinander verknüpft werden. Dazu habe ich zahlreiche Unterrichtsmaterialien selbst entwickelt. Neben einer Sternwanderung, Beobachtungsabenden und Exkursionen war sicherlich die Gestaltung einer öffentlichen Abendveranstaltung mit Prof. Harald Lesch in der Aula unserer Schule ein Highlight, in der die Kursteilnehmer Arbeitsergebnisse im Rahmen einer Ausstellung präsentiert haben.

► Mario Cimiotti



12 interstellarum 84 – Oktober/November 2012

Gerade das in einer Schulsternwarte oder sogar zu Hause realisierbare, praktische Erlebnis kann hier gewinnbringend und motivierend auch bei Schülern eingesetzt werden, die sonst mit reiner Theorie ihre Schwierigkeiten haben. Am Besten erscheint mir daher ein jährlich wiederkehrender Astronomie-Anteil als Bestandteil des Lehrplans bereits etablierter naturwissenschaftlicher Fächer.

► Boris Ruth

Ich bin zwar kein Lehrer an einer Schule, aber ich arbeite ehrenamtlich an der Schwäbischen Sternwarte in Stuttgart auf der Uhlandshöhe und mache dort seit 2006 ausschließlich nur Tag-Führungen mit hauptsächlich Schulklassen aus nahezu ganz Baden-Württemberg. Im Laufe der Zeit hat sich mit dem Staufer-Gymnasium in Waiblingen eine sehr fruchtbare Zusammenarbeit zum Schul-Wahlfach Astronomie entwickelt. Seit 2006 sind es mittlerweile schon 71 Tag-Führungen geworden. Mir als Mitarbeiter der Sternwarte macht es große Freude, wenn sich besonders auch junge Leute mit dem Thema Astronomie befassen.

► Alfred Eberhardt

INTERAKTIV



Was ist Ihre Meinung zum Thema?
Schreiben Sie uns einen Leserbrief – natürlich auch zu allen anderen Themen dieses Hefts:

www.interstellarum.de/leserbriefe.asp

interstellarium 87



Ab dem 8.3.2013 im Handel.

interstellarium

Thema Teleskope & Ferngläser



Seit dem 19.10.2012 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 85 (Com), Abell 1656 (Com)	Heft 81	Heft 87	20.1.2013
M 10 (Oph), IC 4665 (Oph)	Heft 82	Heft 88	20.3.2013
M 26 (Sct), M 25 (Sgr)	Heft 83	Heft 89	20.5.2013
IC 1848 (Cas), NGC 1245 (Per)	Heft 84	Heft 90	20.7.2013
NGC 1981 (Ori), NGC 1535 (Eri)	Heft 85	Heft 91	20.9.2013
M 81/82 (UMa), NGC 2392 (Gem), NGC 3079 (UMa)	S. 27-29	Heft 92	20.11.2013

Für eingesandte Beiträge, insbesondere Fotos, überlassen Sie uns das Recht für einen einmaligen Abdruck im Heft und auf der Archiv-CD. Weitere Nutzungen in Büchern sind nicht gleichzeitig gegeben und bedürfen der Genehmigung durch den Autor. Ausgenommen davon ist der Abdruck ausgewählter Bilder in der Vorschau für die nächste Ausgabe und unter www.interstellarium.de.

Prinzipiell drucken wir nur unveröffentlichte Fotos und Texte. Parallelveröffentlichungen bereits eingesandter Materialien sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach Abdruck

untersagt (§ 2-1 Verlagsgesetz) – 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 vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinnstiftend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

Abonnement

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

Abo-Service

Sylvia Schaub, aboservice@interstellarium.de,
09131/978594

Impressum

interstellarium

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

Verlag

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

Geschäftsführung

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Ronald Stoyan

Redaktion

Daniel Fischer, Dr. Frank Gasparini,
Dr. Hans-Georg Purucker
redaktion@interstellarium.de, 09131/970690

Kolumnen

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

Astrofotos

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

Herstellung

Christian Protzel, Frank Haller

Grafik

Frank Haller, Dr. Frank Gasparini, Stephan
Schurig, Arnold Barmettler

Anzeigen

es gilt die Preisliste Nr. 14 vom 1.11.2012
www.interstellarium.de/mediainfo.asp

Anzeigenleitung

Anne-Katrin Pawelek,
werbung@interstellarium.de, 09131/978594

Vertrieb (DE, AT, CH)

Verlagsunion KG, Am Klingenberg 10,
65396 Walluf, 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, NGC/IC W. Steinicke, Deep Sky
Field Guide, CalSky

Koordinaten: äquatoriale Koordinaten-
angaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders

angeben V-Helligkeit

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

Kartenverweise: Deep Sky Reiseführer (DSRA),
Uranometria 1. Auflage (Uran), Fotografischer
Mondatlas (FMA)

