fokussiert

Liebe Leserinnen und Leser,

100° heißt die magische Zahl: So viel scheinbares Gesichtsfeld zeigt die Speerspitze moderner Okulartechnologie von Ethos und dem in China produzierenden Hersteller Explore Scientific. Statt durch eine Röhre blickt man aus einer riesigen Kuppel, deren Begrenzung immer mehr zurück tritt: Unglaublich ist der Eindruck des Himmels, den diese Spitzenokulare bieten. Ob sie den Gegenwert eines 10"-Einsteiger-Dobson wert sind und ob der Newcomer Explore Scientific dem Platzhirsch Televue das Wasser reichen kann, zeigt unser Test (Seite 44).

Für kleine Planeten hielt man die Mehrzahl der Asteroiden lange. Doch spannende neue Sondenmissionen der europäischen und japanischen Raumfahrtagenturen haben ein neues Bild gezeigt: Viele der Kleinkörper zwischen Mars und Jupiter gleichen eher fliegenden Schutthaufen von überraschend geringer Dichte oder sogar mit größeren Hohlräumen. In den kommenden beiden Monaten werden neue Erkenntnisse und Bilder der Sonden Rosetta und Hayabusa erwartet – Wissenschaftsjournalist Boris Hänßler bereitet Sie darauf vor (Seite 12).

Die Objekte der Saison laufen als Beobachtungsprojekt zum Mitmachen für alle Leser ununterbrochen seit der ersten interstellarum-Nummer 1994, 187 Objekte sind bis dato vorgestellt worden. Nun bricht ein neues Zeitalter bei den OdS an: Ab sofort werden alle Ergebnisse auch auf www.interstellarum.de präsentiert. Anders als bisher im gedruckten Heft, wo nur eine Auswahl der eingegangenen Ergebnisse gezeigt werden kann – dabei wird es auch bleiben, wenn auch in diesem Heft auf einer Doppelseite zusätzlich – zeigen wir online alle Lesereinsendungen. Lassen Sie sich animieren, mitzumachen: Die Objekte für die kommenden Ausgaben finden Sie auf Seite 66 aufgelistet.

Viel Spaß beim Beobachten wünscht,

Rosald Soyun

بادا





Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: Dieses schöne Motiv ist nur eine von insgesamt 38 bildlichen Darstellungen, die die Redaktion für die Objekte der Saison in diesem Bild erhalten hat. Ab sofort können Sie dieses und andere Motive auch im Internet unter www.interstellarum.de betrachten. Die CCD-Aufnahme entstand mit einem 20"-Astrograph bei 1500mm, verwendet wurde eine STL 11000 CCD-Kamera von SBIG bei einer Belichtungszeit von je 6×3min für die Kanäle L, R und B sowie 6×8min für den B-Kanal. Die Aufnahme entstand im Juni 2009 auf der IAS-Sternwarte nahe der Farm Hakos in Namibia. Rudolf Dobesberger

ist untersac

eitung

We









Hintergrund

Hauptartikel

12 Fliegende Schutthaufen

Zwei Sonden gehen auf Entdeckungsreise im Asteroidengürtel

- 16 Astro-Wissen: Wie klassifiziert man Asteroiden?
- Schlagzeilen
- 8 Jupiters leuchtender Roter Fleck Mars' nasse Vergangenheit
- 9 Die ersten Schwarzen Löcher im Universum Lebenselixier im All
- 10 Raumfahrt aktuell: Mars Express auf Tuchfühlung mit Phobos

Himmel

- Ereignisse
- 18 Planetentreffen am Abendhimmel

Regulus empfängt Mars und Venus Mars trifft Saturn am 31. Juli

- 19 Jupiter passiert Uranus am 8. Juni Asteroid Roma bedeckt δ Oph am 8. Juli 2010
- Sonnensystem
- 22 Sonne aktuell: Es geht aufwärts
- 23 Planeten aktuell: Neuigkeiten von Mars und Saturn
- 24 Kometen aktuell: Zweimal McNaught am nördlichen Himmel
- Sternhimmel
- 27 Astronomie mit bloßem Auge: Mitternachtsdämmerung
- 27 Astronomie mit dem Fernglas: M 8
- 28 Objekt der Saison: M 4
- 30 Objekt der Saison: NGC 6369
- 31 Veränderlicher aktuell: Delta Scorpii

Praxis

- Deep-Sky
- 36 Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Überraschungen am Sommerhimmel

39 **Ungetrübte Beobachtung**

Wie findet man einen brauchbaren Beobachtungsplatz?

42 Praxis-Wissen: Wie kann man Dunkelnebel beobachten?

aktuell auf www.interstellarum.de

interstellarum Die Zeitschrift für praktische Astronomie

Das große Portal für Hobby-Astronomen

າeu:

- Sonne aktuell
- Planeten aktuell
- Kometen aktuell

interstellarum NEWSLE TE Die Zeitschrift für praktische Astronomie

Der größte Online-Nachrichtendienst für Hobby-Astronomen in deutscher Sprache, erscheint Freitags alle 14 Tage.

- Aktuelles am Himmel
- Neuigkeiten aus der Forschung
- Nachrichten aus der Astroszene
- Informationen für interstellarum-Leser

astroeinstieg.de by im@erstellarum Zeitschrift für praktische Astronom

Die interstellarum-Einsteigerseiten

Technik

- Test
- 44 Das 100°-Duell

Die Okulare Televue Ethos und Explore Scientific im Vergleich

50 Leistungsfähig, flexibel und ein bisschen revolutionär

Die gekühlten Astrokameras 540wsg und 583cs von QSI

- Selbstbau
- 56 **Sternwarte in Schieflage**

Eine neue Rolldachkonstruktion

Astrofotografie

58 Weniger ist mehr

Strategien der Rauschreduktion für Astrofotografen

62 Technik-Wissen: Wie bearbeitet man Teile eines Bildes?

Beobachtungen

- Rückblick
- 63 Kosmische Begegnungen
- First Light
- 64 Facelift für die Plejaden
- Objekte der Saison
- 66 M 16 / M 17
- Galerie
- 72 Astrofotos unserer Leser



Service

- Szene
- 75 Termine für Sternfreunde: Juni bis Juli 2010
- 75 Neue Ära der Planetariumstechnik in Deutschland
- Rezensionen
- 74 Astronomie Die kosmische Perspektive

Capturing the Stars BAV-Einführung

- Astromarkt
- 76 Kleinanzeigen

Leserhinweise

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

Datenquellen: Sonnensystem: Kosmos Himmelsjahr, Ahnerts Kalender für Sternfreunde, Cartes du Ciel; Deep-Sky: Deep Sky Reiseführer, NGC/IC W. Steinicke, Deep Sky Field Guide

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

Kartenverweise: Deep Sky Reiseatlas (DSRA), Uranometria 1. Auflage (Uran.)

- 1 fokussiert
- 2 Inhaltsverzeichnis
- 3 Leserhinweise
- 78 Vorschau, Impressum

Das 100°-Duell Die Okulare Televue Ethos und Explore Scientific im Vergleich





Jupiters leuchtender oter Flec

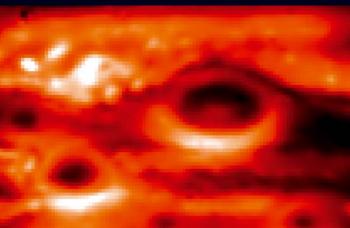
eue Wärmebilder, die mit dem Very Large Telescope, Gemini Süd und Subaru gewonnen wurden und durch Daten des 3m-Teleskops der Infrared Telescope Facility der NASA sowie der Raumsonde Galilei ergänzt wurden, zeigen Wirbel warmer Gase und kältere Regionen im Großen Roten Fleck des Planeten Jupiter, der mit etwa –160°C ein Kaltgebiet in der Jupiteratmosphäre darstellt. Daraus konnte die erste Wetterkarte dieses gigantischen Sturms erstellt werden, aus der die Zusammenhänge von Temperatur, Wind, Druck und chemischer Zusammensetzung mit der Farbe des Flecks deutlich werden -

auch wenn noch nicht bekannt ist, welche Elemente für die rote Farbe verantwortlich sind. Die Beobachtungen zeigten nämlich, dass diejenigen Gebiete des Großen Roten Flecks, die eine besonders intensive rötliche Färbung aufweisen, wärmer als ihre Umgebung sind. Eine um bis zu 3° – 4° höhere Temperatur in der Zentralregion, die sich über acht Längengrade und drei Breitengrade erstreckt, reicht sogar aus, um dort die Drehrichtung des Sturms, der sich im Wesentlichen gegen den Uhrzeigersinn dreht, umzukehren. In anderen Regionen der Jupiteratmosphäre reicht ein solcher Temperaturunterschied aus, um die Windge-

Surftipps

JPL/NASA: www.jpl.nasa.gov Space Telescope Science Institute: www.stsci.edu ESO-Pressemitteilungen: www.eso.org/outreach/press-rel Max-Planck-Gesellschaft: www.mpg.de

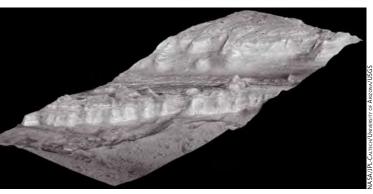
schwindigkeiten und Wolkenmuster in den verschiedenen Streifen und Regionen der Atmosphäre messbar abzuändern. Außerdem sind auf den Bildern dunkle Streifen in den Randgebieten des Sturms sichtbar, bei denen es sich um Gase handelt, die in tiefer liegende Regionen der Planetenatmosphäre absinken. Die jahrelangen Beobachtungen haben auch gezeigt, dass der Sturm überraschend stabil ist - trotz der turbulenten Gasbewegungen und trotz Wechselwirkungen weiterer kleiner Wirbelstürme mit den Randregionen des Großen Roten Flecks. [ESO Science Release eso1010; JPL 2010-086, Icarus, imDruck (2010)]





Der große Rote Fleck, Oval BA und ein kleiner roter Fleck in einer Infrarotaufnahme bei 10,8µm, die mit dem VLT im Jahr 2008 aufgenommen wurde (links), und in einer Aufnahme im visuellen Spektralbereich, die mit dem Weltraumteleskop Hubble gewonnen wurde.

Mars' nasse Vergangenheit



Im etwa 150km durchmessenden Gale-Krater nahe Elvsium Planitia auf dem Mars hat der Mars Reconnaissance Orbiter Aufnahmen der Erhebung im Zentrum gemacht, die hunderte von Gesteinsschichten

Perspektivische sicht der Schichtung im Gale-Krater.

und eine gewaltige Umweltveränderung etwa 3,5 Milliarden Jahren an der Grenze der Noachian- zur Hesperian-Epoche zeigen. Während in den untersten Schichten Tone konzen-

triert sind, die sich unter sehr nassen Bedingungen bilden, liegen darüber Schichten, in denen Tone mit Sulfatmineralien gemischt sind. Sulfate entstehen ebenfalls unter sehr nassen Bedingungen und lagern

sich ab, wenn das Wasser, in dem sie gelöst sind, verdunstet. Darauf folgen Schichten, die zwar Sulfate, aber keine Tone mehr enthalten. Die obersten, in gleichmäßigen Abständen angeordneten Schichten werden von Mineralien gebildet, die in wasserloser Umgebung entstehen. Ähnliche Schichtungen wurden an anderen Stellen auf dem Mars bereits gefunden, allerdings nie in geschlossener zeitlicher Abfolge von älteren zu jüngeren Schichten. Die Schichtungen im Gale-Krater stellen deshalb einen starken Hinweis auf die allmähliche Austrocknung des Mars dar, wie sie seit einiger Zeit von Wissenschaftlern postuliert wird. [JPL 2010-044; Geophysical Research Letters 37, L04201 (2010)]

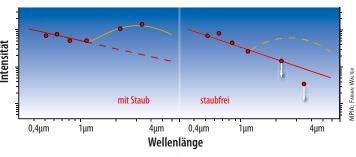
Die ersten Schwarzen Löcher im Universum

Nach urtümlichen Schwarzen Löchern, welche die Kerne aktiver Galaxien besiedeln und bereits im jungen Universum existiert haben sollen, wird intensiv gesucht, da man sich Aufschlüsse über die Entwicklung von Galaxien erhofft. Jetzt wurden vermutlich zwei solcher Objekte in Quasaren aufgespürt. Ein Quasar stellt die Zentralregion einer Galaxie dar, in der ein aktives Schwarzes Loch sitzt. Das Licht der zwei Objekte wurde vor 12,7 Milliarden Jahren ausgesandt, als das Universum gerade einmal eine Milliarde Jahre alt war. Man würde erwarten, in dieser Epoche so kurz nach dem Urknall vergleichsweise primitive Vorläufer der modernen Quasare zu entdecken, die gerade erst im Entstehen begriffen sind. Tatsächlich aber hatten bisherige Beobachtungen gezeigt, dass die entferntesten Quasare sich nicht wesentlich von ihren heutigen, der Erde näher stehenden Verwandten unterschieden.

Nun wurden erstmals Objekte beobachtet, bei denen es sich tatsächlich um eine frühe Form moderner Quasare zu handeln scheint. Die Beobachtungen wurden mit dem Weltraumteleskop Spitzer, das Infrarotlicht auffängt, gemacht. In diesem Spektralbereich

Vergleich der Infrarotspektren zweier entfernter

Ouasare. Die ein-



gezeichneten Kurven geben die Vorhersagen der Modelle für die Fälle wieder, dass Staub vorhanden oder nicht vorhanden ist. Im linken Bild das Spektrum des Quasars J1250+3130. Der orangefarbene Teil der Kurve zeigt den charakteristischen Buckel für heißen Staub. Im rechten Bild das Spektrum von J0005-0006; der Buckel fehlt, die Kurve verläuft gerade weiter – ein Hinweis darauf, dass dieser Quasar so gut wie staubfrei ist.

lässt sich die charakteristische Strahlung von heißem Staub identifizieren. Solcher Staub ist typischer Bestandteil »moderner« Quasare: Nach heutigen Vorstellungen wird die Akkretionsscheibe (sie ist etwa so groß wie unser Sonnensystem) bei solchen Quasaren von einem riesigen Staubtorus umgeben, der rund tausendmal so groß ist wie die Akkretionsscheibe. Bei zwei der 21 beobachteten Quasare fehlten jedoch die Anzeichen für heißen Staub - kein anderer der untersuchten Quasare, insbesondere kein moderner Ouasar, besaß auch nur annähernd so wenig Staub. Die zwei Objekte könnten deshalb frühe primitive Quasare sein, denn im jungen Weltall gab es überhaupt keinen Staub. Zusätzlich wurde

bei den entferntesten Ouasaren ein Zusammenhang zwischen der Masse des Schwarzen Lochs und dem Staubgehalt gefunden: Je mehr Masse das zentrale Schwarze Loch besitzt, umso mehr Staub enthält der Ouasar. Bei näheren Quasaren besteht ein solcher Zusammenhang nicht, da zum Zeitpunkt ihrer Entstehung das intergalaktische Medium bereits mit Staub angereichert war. Das deutet auf einen Entwicklungsprozess im frühen Universum hin, bei dem das zentrale Schwarze Loch rasch wächst, indem es sich Materie einverleibt, während gleichzeitig mehr und mehr heißer Staub produziert wird. [MPG SP / 2010 (63); JPL 2010-088; arXiv:1003.3432 (2010)1

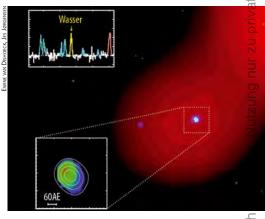
Lebenselixier im All

Wasser findet man überall im Weltall, auch in den Scheiben junger Sterne, in denen später vielleicht Planeten geboren werden. Vermutlich stammt ein Großteil des Wassers in den irdischen Ozeanen aus der Molekülwolke, aus der einst unser Planetensystem entstand. Wo sich das Wasser allerdings genau gebildet hat und wie es vor ungefähr 4,5 Milliarden Jahren seinen Weg auf die Erde fand, zählt zu den wichtigsten Fragen unserer Ursprungsgeschichte. Die Erforschung anderer Sterne, in deren unmittelbarer Umgebung sich neue Planeten und Planetensysteme bilden, könnte zur Lösung beitragen. Mit dem IRAM-Interferometer auf dem Plateau de Bure in den französischen Alpen wurde nun zum ersten Mal der genaue Ort einer großen Menge heißen Wasserdampfs innerhalb einer Scheibe lokalisiert, die um einen sehr jungen, sonnenähnlichen Stern kreist. Dabei wurden iedoch nicht Spektrallinien von »normalem« Wasser mit einem Sauerstoffatom der relativen Atommasse 16 beobachtet - dessen Strahlung würde von der Erdatmosphäre absorbiert -, sondern solche von Wasser, das ein Sauerstoffatom mit der Atommasse 18 enthält, also zwei Neutronen im Kern mehr besitzt. Die Strahlung

Radiobild des Sterns NGC 1333-IRAS4B,

aufgenommen mit dem IRAM-Interferometer. Das Inset links oben zeigt den spektralen Fingerabdruck des Wassermoleküls, das Inset links unten die Verteilung von Wasser innerhalb der protoplanetaren Scheibe.

dieses Wassers bei einer Wellenlänge von 1,47mm schafft es, die irdische Lufthülle zu durchdringen. Bei dem jungen Stern mit der Bezeichnung NGC 1333-IRAS4B, der erst vor ungefähr 10000 bis 50000 Jahren entstand, fand man heraus, dass ein Großteil des entdeckten Wasserdampfes in der rotierenden Scheibe steckt und sich in einem Abstand von 25 Astronomischen Einheiten um den jungen Stern befindet; das entspricht etwa der Distanz des Planeten Neptun zur Sonne. Frühere Beobachtungen dieses jungen Sterns hatten die Theorie nahe gelegt, dass das Wasser vor allem aus der molekularen Wolke stammt und in Form von Gas regenähnlich auf die Scheibe nieseln könnte, um sich dort zu sammeln. Die IRAM-Daten zeigen nun allerdings, dass die Menge an Wasser innerhalb der Scheibe von NGC 1333-IRAS4B hundert Mal größer ist, als es Modelle des oben genannten Szenarios vorhersagen: Das



würde dem Hundertfachen der in unseren Weltmeeren enthaltenen Wassermenge entsprechen. Vermutlich ist das Wasser in einer heißen Schicht direkt über der mittleren Ebene der Scheibe zu finden, wo der Großteil des vorhandenen Sauerstoffs durch chemische Reaktionen in Wassermolekülen gebunden ist. Die Beobachtungen deuten auch darauf hin, dass das Wasser in gefrorenem Zustand in die Scheibe eintritt, da es aus der kalten, kollabierenden, molekularen Wolke kommt. Die hohen Temperaturen in der Scheibe so nahe an dem jungen Stern sorgen allerdings schnell dafür, dass es verdampft. [MPG SP / 2010 (26); Astrophys. J. 710, 72 (2010)]

Raumfahrt aktuell

Mars Express auf Tuchfühlung mit Phobos

in Dutzend Mal ist die Raumsonde »Mars Express« im Februar und März dicht am Marsmond Phobos vorbei geflogen: Ein Großteil der Instrumente des europäischen Marsorbiters war bei der einen oder anderen Gelegenheit im Einsatz. Darunter die High Resolution Stereo Camera, die bis zu 4,4m Auflösung schaffte und sowohl das Landegebiet der russischen Mission Fobos-Grunt als auch die nur selten beobachtbare Mars-zugewandte Seite des Marsmonds erfasste. Oder die Radaranlage, die Phobos ein wenig unter die Oberfläche schaute. Den Höhepunkt der Vorbeiflugserie brachte jedoch der 3.3., als sich Mars Express bis auf rund 70km der Oberfläche des irregulären Himmelskörpers näherte. Dabei verhielt sich die Sonde völlig passiv, als reine Probemasse im Schwerefeld von Mars und Phobos, und die Abweichung der Sondenbahn durch Phobos lässt sich tatsächlich mit hoher Präzision aus einem starken Dopplereffekt ablesen. Die Freude ist indes nicht ungetrübt: Wegen eines geringfügig missglückten früheren Bahnmanövers hatte die Mindesthöhe deutlich angehoben werden müssen, damit die Sonde nicht zeitweise hinter Phobos verschwand. Durch den größeren Abstand verringerte sich aber der Einfluss komplexerer Anteile des Schwerefelds auf die Sondenbahn gleich um einen Faktor 8, und genau diese Zusatzeffekte waren wichtig: Es sollte erstmals untersucht werden, wie inhomogen Phobos eigentlich ist, dessen mittlere Dichte nur 1,9g/cm³ beträgt. Das spricht klar dafür, dass Phobos zu etwa einem Drittel hohl ist, und vielleicht gelingt es doch noch, etwas über die Verteilung dieser Hohlräume aus den Doppler-Daten herauszufiltern. Sie könnte nämlich zwischen verschiedenen Ideen zur Entstehung von Phobos unterscheiden helfen. Ein Szenario liegt derzeit vorn: Ein Asteroid traf einen Mond, der sich bereits im Orbit um den Mars befand, und aus den Trümmern entstand Phobos, mit großen Lücken zwischen den Fragmenten.

■ Daniel Fischer



Der Marsmond Phobos beim Vorbeiflug am 10. März: Die Auflösung beträgt 9 Meter, »N« markiert den Nordpol des kartoffelförmigen Monds.

Surftipp

ESA-Blog zu den Vorbeiflügen: webservices.esa.int/blog/blog/7

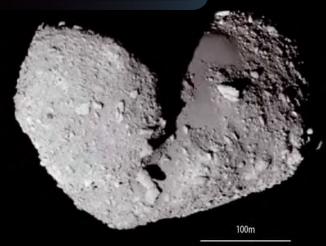
Fliegende Schutthaufen

Zwei Sonden gehen auf Entdeckungsreise im Asteroidengürtel

von Boris Hänssler

Ihre Ergebnisse werden mit Spannung erwartet: Zwei ehrgeizige Missionen der europäischen und japanischen Raumfahrtagenturen liefern in den kommenden Monaten neue Erkenntnisse über den Asteroidengürtel. Die europäische Sonde Rosetta passiert zum zweiten Mal auf ihrer Reise einen Asteroiden, den 100 Kilometer großen Brocken Lutetia. Die japanische Sonde Hayabusa wirft in Australien möglicherweise die erste Asteroidenprobe in der Geschichte der Weltraumforschung ab. Werden wir mehr darüber erfahren, wie unser Sonnensystem vor 4,5 Milliarden Jahren während seiner Entstehung aussah?

Abb. 1: Asteroiden hielt man bisher vielfach für kleine terrestrische Planeten. Das wahre Bild jedoch entspricht eher »fliegenden Schutthaufen« außerordentlich geringer Dichte, wie aktuelle Sondenmissionen ergaben. Das Bild zeigt den Asteroiden (25143) Itokawa, einen nur wenige hundert Meter großen Brocken fotografiert von der japanischen Raumsonde »Havabusa«.



JAXA

ückblende: Dienstag, 2. März 2004, 8:17 Uhr. Die Trägerrakete vom Typ Ariane 5 G+ startet vom europäischen Weltraumzentrum Kourou in Französisch-Guayana. Im Gepäck hat sie Rosetta, den ersten Kometen-Orbiter. Die etwa drei Tonnen schwere Raumsonde begibt sich auf einen langen Weg: Voraussichtlich im November 2014 soll ihr bzw. dem Landegerät Philae gelingen, was in der Raumfahrt noch nie geglückt ist, die Landung auf einem Kometen, dem Himmelskörper 67P/Tschurjumow-Gerasimenko. Ein Höhepunkt dieser Reise steht jedoch schon im Juni 2010 an. Rosetta schaut sich im Asteroidengürtel die 100 Kilometer große (21) Lutetia aus der Nähe an - und liefert Bilder und Daten, die vielleicht Aufschluss über die Entstehungsgeschichte unseres Sonnensystems geben.

Rosetta besucht Felsbrocken

Die ESA benannte ihre Raumsonde nach dem Stein von Rosetta, einer Stele aus der vorchristlichen Zeit mit einem in drei Schriften eingemeißelten Gesetzestext. Mit dessen Hilfe gelang es dem Franzosen François Champollion 1822, die ägyptischen Hieroglyphen zu entziffern – ein Meilenstein in der Erforschung der altägyptischen Kultur. Die Raumsonde von heute hat einen ähnlichen Auftrag: Sie soll Geheimnisse um die Frühphase unseres Sonnensystems lüften. Dabei könnte der kurze Besuch des Asteroidengürtels helfen, obwohl er eigentlich nur Nebenschauplatz der Kometen-Mission ist.

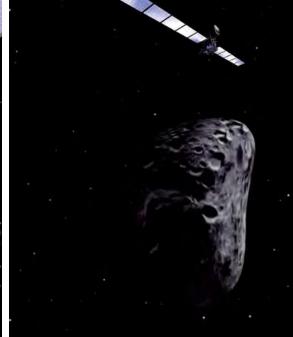
Asteroiden sind älter als Planeten, ein Überbleibsel jener chaotischen Phase, als die Planeten entstanden. Damals schlugen Planetesimale – die Vorläufer der Planeten – mit großer Wucht gegeneinander und zerbrachen oder verbanden sich. Nach Millionen Jahren setzte sich letzterer Prozess durch und die Planeten entstanden. Jupiter allerdings zwang die Asteroiden mit seiner enormen Masse in geordnete Umlaufbahnen und verhinderte, dass sich aus ihnen ein weiterer Planet formte. Durch das Studium des Asteroidengürtels können Forscher deshalb die Planetenentwicklung besser verstehen.

Um Lutetia und später den Zielkometen zu erreichen, führte Rosetta zunächst vier so genannte Swing-by-Manöver durch, dreimal - 2005, 2007 und 2009 - an der Erde und einmal im Februar 2007 am Mars. Dabei flog sie in geringem Abstand an den Planeten vorbei und gewann Energie aus der Bahnenergie der Planeten. So konnte sie beschleunigen oder abbremsen, ohne Treibstoff zu verbrauchen. Eines dieser Manöver führte zu einem kuriosen Missverständnis: Ein Astronom entdeckte 2007 ein »erdnahes Objekt«, das sich der Erde gefährlich näherte. Das Minor Planet Center vergab ihm in seinem offiziellen Zirkular die Bezeichnung 2007 VN₈₄, bis der russische Astronom Denis Denisenko den Irrtum bemerkte: Das Minor Planet Center musste zugeben, dass es sich bei dem Objekt um Rosetta handelte. Es nahm die Katalogbezeichnung zurück.

Ein Schutthaufen mit Riesenkrater

Nach ihren ersten drei Swing-bys flog die Raumsonde am 5. September 2008 in





ESA, C. CARREAU

Abb. 2: Die Raumsonde Rosetta bei der Annäherung an einen Asteroiden (Animationen). Die Sonde passierte am 5. September 2008 den Asteroiden Šteins in einer Entfernung von 800km (links). Am 10. Juni 2010 nähert sie sich Lutetia und wird mit einer Telekamera hochauflösende Bilder zur Erde schicken (rechts).

einem Abstand von etwa 800 Kilometern an ihrem ersten wissenschaftlichen Ziel, dem Asteroiden (2867) Šteins, vorbei. Die relative Geschwindigkeit betrug zum Zeitpunkt der geringsten Entfernung 8,6km/s. Um den Planetoiden im Blickfeld der Instrumente zu halten, musste die Sonde ein schnelles und kompliziertes Drehmanöver durchführen. Während des Vorbeiflugs sammelte sie unter anderem mit ihrem optischen System OSIRIS und dem Spektrometer VIRTIS Daten. OSIRIS besteht aus zwei Kameras, einer Weitwinkelkamera und einer Telekamera. Letztere fiel einige Minuten vor der Annäherung aus - sie ging fälschlicherweise in einen Fehlermodus. Daher fehlen ab diesem Zeitpunkt hochaufgelöste Bilder.

Dennoch lieferte der Šteins-Vorbeiflug interessante Ergebnisse. Šteins ist ein etwa 5,3 Kilometer großes Objekt und gehört zu den seltenen E-Typ-Asteroiden, die noch nie direkt von einem interplanetaren Raumfahrzeug beobachtet wurden. Diese Asteroiden sind relativ klein, meist findet man sie im inneren, der Sonne näheren Teil des zwischen Mars und Jupiter gelegenen Asteroiden-Hauptgürtels. Sie stammen vermutlich aus dem Mantel größerer Asteroiden, die in der Frühgeschichte des Sonnensystems zerstört wurden. Die Oberflächen dieses Typs bestehen aus dem Silikatmineral Enstatit. E-Asteroiden besitzen ein hohes Rückstrahlvermögen (Albedo), sie erscheinen also relativ hell. Šteins entpuppte sich bei näherer Betrachtung als eine Art Schutthaufen, oder »Rubble Pile« - das vermutet jedenfalls ein Team um Horst Uwe Keller vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau. Das Institut war bei der Entwicklung des OSIRIS-Systems federführend und wertet die Daten und Bilder aus, die das System aus dem Weltraum übermittelt.

YORP-Effekt auch im Asteroidengürtel

Šteins hat eine konische, diamantähnliche Form, ähnlich etwa einem Kinderkreisel. Man vermutet, dass die Form von dem Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack-Effekt (YORP-Effekt) herrührt. Im Asteroidengürtel hatte man ihn bis dahin noch nicht nachgewiesen. Der YORP-Effekt beschreibt die Wirkung der Sonnenstrahlung auf einen kleinen Himmelskörper. Die Sonne heizt seine Oberfläche auf, die Wärme wird als Strahlung abgegeben und verursacht ein Drehmoment. So kann sich je nach Lage zur Sonne die Rotationsgeschwindigkeit verlangsamen oder beschleunigen. Dabei verändert sie die räumliche Lage der Rotationsachse und schließlich auch die Form des Planetoiden. Der YORP-Effekt könnte Šteins Rotation immer mehr beschleunigt haben. Bei einem Rubble Pile würde so das Material von den Polen nach und nach zum Äquator wandern - daher Šteins rotationssymmetrische Gestalt. Auffallend ist auch ein etwa 2,1 Kilometer großer Krater nahe des südlichen Pols. Ein derartig wuchtiger Einschlag hätte den Asteroiden zerschlagen, wäre er ein fester Körper.

Die Diskussion über Šteins Alter – zwischen 50 Millionen Jahren und 1,2 Milliarden – zeigt, wie schwierig es ist, aus dem vorhandenen Daten- und Bildmaterial solche konkreten Schlussfolgerungen abzuleiten. Forscher leiten das Alter eines Asteroiden unter anderem aus den gesichteten Kratern ab. Ihrer Größenverteilung stellt man die

Größenverteilung von Planetoiden im Asteroidengürtel entgegen und errechnet die Wahrscheinlichkeit, mit solchen zusammenzustoßen. Dafür müssen die Astronomen aber erst einmal aus der Kratergröße die Größe der eingeschlagenen Brocken ableiten – je nach Modell ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse. Da dies eine statistische Herangehensweise ist, sind exakte Berechnungen nahezu unmöglich.

Lutetia gibt Rätsel auf

Von Lutetia erhoffen sich die Forscher indes genauere Daten. Der Asteroid hat einen Durchmesser von etwa 100 Kilometern Da diesmal kein Ausfall der Telekamera zu erwarten ist, erhalten die Astronomen OSIRIS-Bilder in einer größeren Auflösung. Sie können deshalb mehr Details erkennen und einige Rätsel endlich klären, etwa ob es sich tatsächlich um einen M-Typ-Asteroiden handelt. Über Lutetias Klassifizierung streiten die Forscher bis heute. Das »M« bedeutet »metallisch«, weil solche Asteroiden einen metallreichen Kern haben. Bei Lutetia fand man allerdings bislang wenig Anzeichen dafür. Neuere spektroskopische Untersuchungen ergaben, dass er eher den C-Typen ähnelt, die eine dunkle, kohlenstoffartige Oberfläche haben und eher wie kohlige Chondriten, also Steinmeteoriten, aufgebaut sind. In der nördlichen Hemisphäre vermuten Astronomen Ungleichmäßigkeiten in der Oberflächenstruktur oder einen riesigen Krater, weshalb Lutetia keine konvexe Form haben dürfte. Zumindest ein Teil der Oberfläche scheint von feinkörnigem Regolith mit einer Partikelgröße von weniger als 20µm bedeckt - der Durchmesser menschlichen

Rosettas Instrumente

An Bord der Rosetta-Sonde befinden sich elf Instrumente für die Untersuchungen des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko, dem Hauptziel der Mission [ESA].

- ALICE (Ultraviolet Imaging Spectrometer): Das Ultraviolett-Spektrometer sucht nach Edelgasen wie Helium, Neon und Xenon in Koma und Schweif. Aus ihren relativen Häufigkeiten können Rückschlüsse auf die Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt und zum Ort der Entstehung des Kometen geschlossen werden.
- **CONSERT** (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission): Der Kometenkern wird mit Radiowellen »beschossen«, um Reflexionsgrad und Streuung zu messen.
- COSIMA (Cometary Secondary Ion Mass Analysers): Das Massenspektrometer dient vor allem der Untersuchung des Kometenstaubes. Auch hier werden die Häufigkeiten von Elementen, Isotopen und Molekülen bestimmt.
- GIADA (Grain Impact Analyser and Dust Accumulator): dient der Messung von Anzahl, Massen-, Impuls- und Geschwindigkeitsverteilung der Staubteilchen, die sowohl vom Kern wie aus anderen Richtungen kommen.
- MIDAS (Micro Imaging Dust Analysis System): hochauflösendes Rasterkraft-Mikroskop zur direkten Abbildung der Feinstruktur einzelner Staubteilchen.
- MIRO (Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter): dient der Ermittlung der Verdampfungsraten der wichtigsten leicht flüchtigen Elemente sowie der Bestimmung der Temperatur im Kometenkern; soll nach Gasen in der Umgebung der besuchten Asteroiden suchen.
- OSIRIS (Optical Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System): besteht aus zwei hochauflösenden Kamerasystemen für Tele- und Weitwinkelaufnahmen des Kometenkerns sowie der Asteroiden. Die Kamerasysteme arbeiten im optischen Bereich und nahen Infrarotbereich.
- ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis): Zwei Massenspektrometer untersuchen die Kometenatmosphäre auf Ionen und Neutralgasteilchen, um so deren molekulare Zusammensetzung zu ermitteln.
 - RPC (Rosetta Plasma Consortium):
 Fünf verschiedene Sensoren untersuchen die physikalischen Eigenschaften des Kometenkerns und die Wechselwirkungen des Sonnenwindes mit der Kometenatmosphäre.
 - RSI (Radio Science Investigation):
 Die zur und von der Erde übertragenen Radiowellen mit den Telemetrie- und Messdaten werden zur Ermittlung der Masse, Dichte und des Gravitationsfeldes des Kometenkerns genutzt. Aus der Laufzeit der Signale lässt sich auch der Kometenorbit genau bestimmen.
- VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer): verfügt über zwei Bildsysteme mittlerer Auflösung im sichtbaren sowie ein hochauflösendes Spektrometer im infraroten Spektralbereich. Damit lässt sich die chemische Zusammensetzung des Kometenkerns sowie die räumliche Verteilung der gefundenen Elemente und Minerale bestimmen.



Haars ist etwa 70µm. Auch über Lutetias Dichte wird spekuliert: Sind es 2,5g/cm³ oder nur 1,3g/cm³? Rosetta prüft außerdem die Existenz von Wassermolekülen auf der Oberfläche.

Die Sonde wird am 10. Juli in einer Entfernung von etwa 3000km an Lutetia vorbeifliegen. Die ESA-Bodenkontrolleure im European Space Operations Centre (ESOC) in Darmstadt berechnen möglichst exakt die Bahn von Lutetia – alle paar Tage nehmen sie kleinere Bahnkorrekturen an der Sonde vor. Rosettas Navigationskamera erlaubt in der Schlussphase der Annäherungen letzte Feinkorrekturen. Technische Schwierigkeiten werden dabei nicht erwartet, höchstens eine Abweichung von ein paar Kilometern.

Die elf Instrumente, die sich an Bord der Sonde befinden, liefern Daten über Lutetias Oberflächenstruktur sowie seine chemische und mineralogische Zusammensetzung. Man hofft sogar, seine Massenverteilung bestimmen zu können: Die Sonde sendet Informationen als Radiowellen auf die Erde. Da der Asteroid sehr groß ist, kann seine Gravitation eine Störung von Rosettas Bahn verursachen – in der Laufzeit des Signals sieht man dann eine Verzögerung. Trotzdem wird es sehr schwierig, die Sendungen zu analysieren, da nicht die ganze Zeit der Kontakt mit der Sonde aufrechterhalten werden kann. Bei Šteins war die Bestimmung der Massenverteilung nicht möglich, da der Asteroid für derartige Störungen zu klein war. Die Verteilung gäbe Aufschluss über die Entwicklungsgeschichte des Asteroiden und würde helfen, die Dichte genauer zu bestimmen.

Hayabusas fragliches Mitbringsel

Mit mittelgroßen Teleskopen beobachten die Wissenschafter Lutetia schon seit längere Zeit von der Erde aus. Ein Ziel der Mission ist, die bisherigen Messungen mit denen der Rosetta-Instrumente zu vergleichen. So können künftig Beobachtungen von der Erde besser interpretiert und kalibriert werden. Es wäre dann auch leichter, eine passende Abwehrmaßnahme einzuleiten, wenn irgendwann einmal ein Asteroid der Erde gefährlich nahe kommen sollte.

So hilfreich Beobachtungen und Messungen im Weltraum sind - sie sind nicht vergleichbar mit Laboruntersuchungen kosmischen Materials. Die NASA-Sonde »Stardust« brachte zum Beispiel im Jahr 2006 Proben von Partikeln aus der Koma des Kometen Wild 2 sowie interstellaren Staub auf die Erde zurück – mit sensationellen Ergebnissen: Unter anderem fanden die Wissenschaftler kalzium- und aluminiumreiche Einschlüsse, die man von Meteoriten kennt. Sie entstehen durch Kondensation in der Nähe der Sonne bei extrem hohen Temperaturen. Wenn Kometen vom Rand des Sonnensystems Komponenten enthalten, die sich etwa zeitgleich bei hohen Temperaturen näher am Zentrum bildeten, spricht das für eine hohe Dynamik in der Entstehungsperiode: Das Material muss aus sonnennahen Bereichen bis in die äußeren kalten Zonen unseres Sonnensystems »geflossen« sein.

Hayabusa, eine Raumsonde der japanischen Weltraumbehörde JAXA, sollte ähnlich spektakuläre Ergebnisse mit sich bringen: Sie ist die erste Sonde, die eine Probe





Instrumente, mit denen zwei Asteroiden und ein Komet

Abb. 3: Eine künstlerische Illustration der Rosetta- Abb. 4: Der Asteroid Šteins aus einer Entfernung von etwa 800km. Das Sonde. Die Sonde ist mit schwarzer Wärmedämmung be- Bild wurde von der OSIRIS-Kamera an Bord der Sonde Rosetta aufgenomdeckt, um in der Region jenseits des Mars den Wärmever- men. Der Asteroid hat einen Durchmesser von ungefähr fünf Kilometern. lust einzuschränken. Rosetta enthält elf wissenschaftliche Oben ist ein etwa 2,1km breiter Krater zu sehen.

von der Oberfläche eines Asteroiden zur Erde bringen soll. Leider ging bei der Hayabusa-Mission einiges schief und erst im Juni dieses Jahres werden die japanischen Wissenschaftler sehen, was ihr Raumfahrzeug von dem Asteroiden (25143) Itokawa tatsächlich eingesammelt hat - dann wird Hayabusa seine 20kg schwere Rückkehrkapsel mit der Probe über dem australischen Woomera abwerfen.

Überlebenskampf im All

untersucht werden.

Hayabusa - japanisch für Falke - startete seine Reise im Mai 2003 in Kagoshima. Der Ablauf der gesamten Mission war eine Zitterpartie: Ende 2003 beschädigten starke Sonnenwinde die Solarzellen der Sonde. Sie fliegt mit vier Ionentriebwerken, deren nun geringere Schubkraft die Mission verzögert. Während der folgenden zweijährigen Flugzeit fielen zwei der drei Gyroskope aus - das sind Navigationsinstrumente zur Lagekontrolle und Ausrichtung der Sonde. Der erste Landungsanflug im November 2005 musste wegen eines ungewöhnlichen Signals 700m über dem Asteroiden abgebrochen werden. Beim zweiten Versuch löste sich der Lander Minerva in zu hohem Abstand zu Itokawas Oberfläche und ging in den Weiten des Alls verloren. Am 19. November 2005 gelang es der Sonde dennoch, auf dem Asteroiden zu landen - allerdings schaltete sie sich in einen Sicherheitsmodus, vermutlich wegen Überhitzung der Elektronik an der sonnenbeleuchteten Oberfläche des Asteroiden. Die Bodenkontrolle stellte den Kontakt wieder her und schickte Hayabusa sofort von dem Asteroiden weg. Die Wissenschaftler waren überrascht, als sie die Daten auswerteten: Die Sonde stand etwa 30 Minuten auf der Oberfläche, ohne jedoch eine Probe zu entnehmen. Dennoch: Es war der erste gelungene Landeund Startvorgang auf einem Himmelskörper mit Ausnahme des Mondes.

Am 25. November 2005 versuchte Hayabusa eine zweite Probenentnahme. Telemetrische Untersuchungen zeigten jedoch schnell, dass die Probenprojektile nicht abgefeuert wurden. Trotzdem könnte Hayabusa Proben eingefangen haben, da der Probeneinfangbehälter während der Lande- und Startphase geöffnet war und so eine sehr kleine Menge feiner Partikel dort eingedrungen sein könnte.

Das JAXA-Team brachte Hayabusa wieder auf Erdkurs, doch die Probleme gingen weiter: Am 9. Dezember 2005 verloren die Wissenschaftler sogar den Kontakt zur Sonde. Vermutlich verursachte ein Leck im Triebwerk eine leichte Drehung und veränderte die Antennenposition. Erst im Januar 2006 gelang es den Japanern, den Kontakt wiederherzustellen. Allerdings war der chemische Treibstoff verloren gegangen und vier der elf Lithium-Ionen Batterien funktionierten nicht mehr. Die Bodenkontrolleure nutzten die Solarzellen, um die Ionen-Triebwerke zu starten, zumindest die noch funktionierenden. Hayabusa hat vier Triebwerke. Triebwerk A wurde bereits kurz nach dem Start Hayabusas wegen Instabilität abgeschaltet, B folgte wegen Verschleißerscheinungen im April 2007. Triebwerk C ist noch betriebsbereit, wird aber ebenfalls wegen Verschleiß nicht mehr genutzt. Im November 2009 fiel auch Triebwerk D aus. Dem Kontrollteam gelang es aber, die Sonde auf Erdkurs zu bringen, indem es die Triebwerke A und B neu konfigurierte, um ihre funktionalen Teile noch nutzen zu können. Ende März werden

Abb. 5: Eine Illustration der Sonde Hayabusa. Der Sonde gelang erstmals eine kontrollierte Landung und ein Start auf einem Himmelskörper jenseits des Mondes. Im Juni bergen Astronomen in Australien den Probenbehälter – erst dann ist klar, ob er eine Probe vom Asteroiden Itokawa enthält.

die Triebwerke wieder eingeschaltet, um in der letzten, kritischen Flugphase bis Juni akkurate und rechtzeitige Bahnkorrekturen vorzunehmen.

Fragliche Resultate

JAXA wertet die Hayabusa-Mission als Erfolg, da in den Missionszielen die technischen Aspekte hervorgehoben wurden: Hauptziele waren die Hin- und Rückreise mit einem Ionentriebwerk unter der Ausnutzung des Gravitationsfelds der Erde, außerdem eine erfolgreiche autonome Navigation, die Probenentnahme und die Rückkehr des Behälters zur Erde. Trotz der Pannen könnte das alles noch gelingen.

Hayabusa brachte eine Reihe wissenschaftlich relevanter Resultate: Itokawa misst 535m × 294m × 209m Meter, hat also eine Bumerang-ähnliche Form mit einer Masse von etwa 3,58 × 1010kg und einer mittleren Dichte von 1,95g/cm³ - das entspricht etwa der Dichte von kantigem Sand. Es gibt erstaunlich wenig Impaktkrater auf der Oberfläche. Diese ist im Gegensatz zu den bekannten Asteroiden nicht homogen, sondern zum Teil mit Felsbrocken und Regolith bedeckt,





Abb. 6: Der Asteroid Itokawa vom Nordpol aus gesehen. Eine Kamera an Bord der japanischen Sonde Hayabusamachte diese Aufnahme am 1. November 2005. Die Oberfläche ist mit Felsbrocken bedeckt.

zum Teil glatt. Die japanischen Forscher vermuten, dass sich die Masse im Laufe der Zeit bewegt und die Oberfläche ständig neu geformt hat. Dies spräche wie bei Lutetia für einen »Rubble-Pile«-Asteroiden, einen Trümmerhaufen: Es wäre der erste bekannte Rubble-Pile-Asteroid mit einem Durchmesser von weniger als einem Kilometer.

Falls die Annäherung Hayabusas an die Erde im Juni gelingt, wird die Sonde in Singapur hell leuchtend am Himmel zu sehen sein – in der Region um das Abwurfgebiet bei Woomera kann man sogar gegen Mitternacht die Abwurfkapsel als Feuerball beobachten. Sie wird in einer Höhe von etwa 50000km von der Erde entfernt von der Sonde gelöst und landet auf dem militärischen Sperrgebiet »Woomera Prohibited Area«. Falls die Wis-

senschaftler in der Kapsel tatsächlich eine Probe von Itokawa finden, wird sie vermutlich weniger als ein Gramm wiegen.

Die Laboruntersuchungen dieses Materials wären sicher interessant, aber spektakuläre Ergebnisse darf man bei einigen Milligramm nicht erwarten. Asteroiden sind zudem keine homogenen Gebilde: Jeder hat seine individuelle Geschichte, je nach Familie oder dem Orbit im Asteroidengürtel. Auch haben Zusammenstöße das Material der Asteroiden im Laufe der Zeit stark verändert. Nach Ansicht von Horst Uwe Keller sollte man versuchen, Proben von Kometen zu bekommen. Sie seien relativ uniform und verraten deshalb mehr über die Anfänge des Sonnensystems. Wenn man 500g bis 1000g solchen Materials hätte, wäre das wirklich sensationell.

Abb. 7: Der Komada-Krater auf dem Asteroiden Itokawa. Die japanische Sonde Hayabusa nahm dieses Bild am 9. November 2005 auf. Der Krater ist auf der linken Seite zu sehen. Die glatte Fläche oben rechts benannten die japanischen Astronomen MUSES-C-Region – Hayabusa wurde vor dem Start noch MUSES-C genannt.



Wie klassifiziert man Asteroiden?

ie Klassifikation der Asteroiden beruht auf dem Spektrum des von ihnen reflektierten Sonnenlichts, ihrer Farbe und evtl. auch auf ihrer Albedo. Damit kann man natürlich nur ihre Oberfläche charakterisieren. Bei kleinen Körpern, deren innerer Aufbau nicht differenziert ist, dürfte die Oberflächenzusammensetzung der inneren entsprechen, bei großen Asteroiden wie z.B. Ceres oder Vesta ist dies jedoch nicht der Fall. Es ist nicht einmal gesagt, dass Asteroiden, die aufgrund ihrer Farben einer Klasse angehören, dasselbe Oberflächenmaterial besitzen - ein Spektrum gibt hier detailliertere Informationen. Darüber hinaus werden Asteroiden entsprechend ihren Bahnen auch noch in Gruppen und Familien eingeteilt. Gruppen sind lockere dynamische Verbände mit ähnlichen Bahnen, während die Mitglieder einer Familie die Überbleibsel eines gemeinsamen Mutterasteroiden sind, der in der Vergangenheit in einer Katastrophe zerbarst.

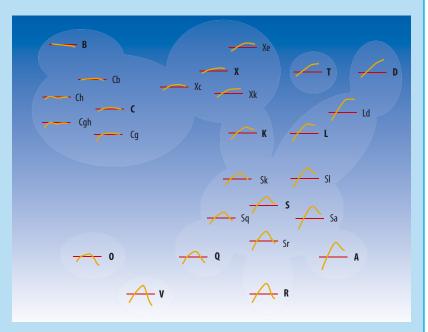
Die heutige spektrale Klassifikation geht auf Chapman, Morrison und Zellner zurück [1], die 1975 drei Kategorien einführten: C für dunkle, kohlenstoffhaltige, S für steinige, silikatreiche Objekte und U für diejenigen Objekte, die sich weder in C noch S einordnen lassen. Seitdem gab es Veränderungen und Erweiterungen, die aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten – meist Spektren geringer Auflösung oder photometrischer Daten – zu abweichenden Klassifikationen führten. Da bis heute keine besseren Daten für eine statistisch signifikante Gruppe von Asteroiden zur Verfügung stehen, fehlt es immer noch an einer einheitlichen Klassifikation der Asteroiden.

Weit verbreitet ist die 1984 von David Tholen eingeführte Taxonomie [2], die auf einer Acht-Farben-Photometrie von 978 Asteroiden in einem Spektralbereich zwischen 0,31µm und 1,06µm und zusätzlichen Albedomessungen beruht. 14 verschiedene Typen gibt es, wobei die meisten Asteroiden in eine der drei Hauptklassen C, S oder X fallen (vgl. Tab.). Wenn die Eigenschaften eines Asteroiden verschiedenen Typen entsprechen, wird er mehr als einem Typ zugeordnet und erhält eine entsprechende Buchstabenkombination.

2002 führten Schelte Bus und Richard Binzel eine neue Klassifikation ein [3], die auf dem Small Main-Belt Asteroid Spectroscopic Survey (SMASS) von 1447 Asteroiden beruht und zwar höher aufgelöste Spektren als Tholen verwendet, aber einen kleineren Spektralbereich (0,44µm bis 0,92µm) und keine Albedo berücksichtigt. Für die zweidimensionale Klassifikation wird zum einen der Verlauf des normierten Spektrums des Asteroiden als auch die Stärke der Absorption bei einer Wellenlänge von 1µm herangezogen. Damit ergeben sich 24 verschiedene Typen (A, B, C, D, K, L, O, Q, R, S, T, V, X mit diversen Untergruppen,

von Peter und Susanne Friedrich

ASTROWISSEN



Schema der Asteroiden-Klassifikation von Bus und Binzel, die sich an der Form des Spektrums und der Stärke der Absorption bei 1µm orientiert. So nimmt die Stärke der Absorption von oben nach unten zu und die »Steilheit« des Spektrums von links nach rechts. Die horizontale Linie eines jeden Spektrums stellt die Normierung auf 1 dar [nach 3].

die kleine lateinische Buchstaben erhalten). Wieder fallen die meisten Asteroiden in drei Hauptklassen namens C, S oder X, um eine gewisse Übereinstimmung mit der älteren Tholen-Klassifikation zu erhalten.

Nach heutigem Wissen fallen 75% der Asteroiden in die Klasse C und 17% in die Klasse S. Der Rest gehört zum größten Teil zur Klasse X. Diese Verteilung muss jedoch nicht unbedingt den wahren Verhältnissen entsprechen, da sich einige Eigenschaften leichter nachweisen lassen als andere. Insbesondere dunkle Asteroiden, d.h. solche mit geringer Albedo, sind schwer zu finden.

- [1] Chapman, C. R., Morrison, D., Zellner, B.: Surface properties of asteroids: A synthesis of polarimetry, radiometry, and spectrophotometry, Icarus 25, 104 (1975)
- [2] Tholen, D. J.: Asteroid taxonomic classifications in Asteroids II, University of Arizona Press, 1139
- [3] Bus, S. J., Binzel, R. P.: Phase II of the Small Main-belt Asteroid Spectroscopy Survey: A featurebased taxonomy, Icarus 158, 146 (2002)

Klassifikation	nach Tholen
C-Gruppe	dunkle, kohlenstoffhaltige Objekte, enthält vier Typen
В	ähnlich C, bläulicheres Spektrum, keine oder schwache Absorption bei Wellen- längen kleiner 500nm, größere Albedo als C
F	ähnlich B, ohne Wasserabsorption bei 3µm
G	ähnlich C, stärkere Absorption bei Wellenlängen kleiner 500nm
C	rötliches Spektrum, Absorption bei Wellenlängen kleiner 400nm – 500nm, keine Absorption bei größeren Wellenlängen, Absorption von Wasser bei 3μm, Albedo zwischen 0,03–0,1
S	silikatreiche (steinige) Objekte
X	flaches, rötliches Spektrum ohne spektrale Merkmale, Albedo unbekannt E-, M-, P-Unterklassen bei bekannter Albedo (abnehmend von E nach P)
Q, R, V, A, D, T	weitere sechs, kleinere Klassen für spektral ungewöhnliche Objekte

Himmelsereignisse im Juni/Juli 2010

Planetentreffen am Abendhimmel

Regulus empfängt Mars und Venus

Der Hauptstern des Sternbildes Löwe, Regulus, empfängt in diesem Sommer gleich beide Nachbarn der Erde im Sonnensystem, allerdings nacheinander. Der erste Besucher ist der Rote Planet Mars, der Anfang Juni nördlich des Regulus in östlicher Richtung vorbeiziehen wird. Am Abend des 7. Juni wird er dabei mit einem minimalen Abstand von 51' den Stern passieren. Dabei ist Mars mit 1^m₂ nur knapp heller als Regulus mit 1^m,4 und beide Himmelskörper bilden vorübergehend mit ihren verschiedenen Färbungen (rot bzw. blau-weiß) einen markanten »Doppelstern«. Zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung gegen 22:15 MESZ stehen Mars und Regulus rund 25° über dem

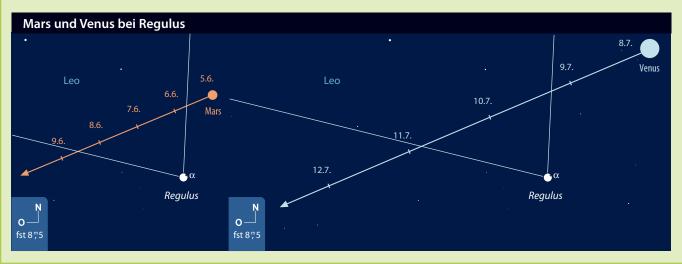
südwestlichen Horizont. Mit fortschreitender Dunkelheit neigen sich beide Objekte langsam Richtung Westen. Zum Beginn der nautischen Dämmerung stehen sie noch rund 15° über dem Westhorizont, bevor sie kurz nach 1:00 MESZ untergehen. Ein freier Westhorizont ist daher für eine erfolgreiche Beobachtung unumgänglich.

Venus wird als Abendstern etwa einen Monat später dem »kleinen König« einen kurzen Besuch abstatten. Auch sie zieht schnell nördlich des Sterns Richtung Osten. Der minimale Abstand zwischen beiden Himmelskörpern beträgt am Abend des 10. Juli dann rund 1°. Dabei bilden sie ein ungleiches Paar: Venus mit einer Helligkeit

von –4^m1 dominiert dabei deutlich. Leider sind die Sichtbarkeitsbedingungen in Mitteleuropa alles andere als ideal: Schon zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung gegen 22:15 MESZ stehen Venus und Regulus tief am westlichen Horizont und verschwinden eine knappe Stunde später bereits vom Himmel.

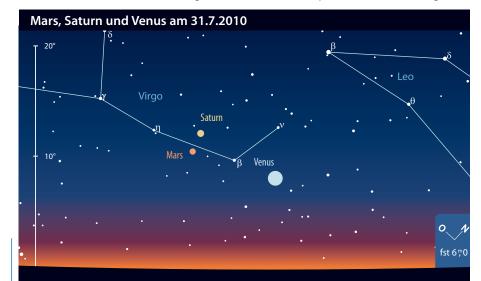
Theoretisch besteht auch die Möglichkeit, dass die Venus den Stern Regulus bedeckt – doch darauf müssen wir noch 34 Jahre warten: Erst am 1. Oktober 2044 wird es zu einer Regulusbedeckung kommen, die dann im westlichen Amerika beobachtet werden kann.

André Knöfel



Mars trifft Saturn am 31. Juli

Im Monat Juli kommt es im westlichen Teil des Sternbildes Jungfrau zu einer Begegnung von Mars und Saturn. Schon zum Beginn des Monats bewegt sich Saturn (1^m,1) langsam zwischen den unauffälligen Sternen Zavijah (β Vir) und Zaniah (η Vir) in östliche Richtung. West-

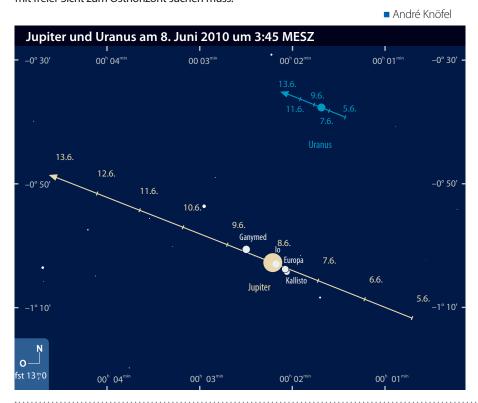


lich davon lauert bereits der schnellere Mars (1,"4), der am 31. Juli in 1,8° Entfernung südlich am Saturn vorbeizieht. Diese Begegnung können Beobachter in der abendlichen Dämmerung verfolgen, wozu man allerdings eine gute Horizontsicht benötigt, denn zum Ende der bürgerlichen Dämmerung stehen beide Planeten nur noch rund 8° über dem westlichen Horizont. In den darauf folgenden Tagen bekommt das Planetenduo noch Besuch von der Venus (–4,"3), die dann als Abendstern das Planetentreffen vervollständigt. Ihr Durchmesser ist inzwischen auf 20" angewachsen, übertrifft also schon die scheinbare Größe der Saturnkugel.

■ André Knöfel

Jupiter passiert Uranus am 8. Juni

Schaut man Anfang Juni eine Stunde vor Sonnenaufgang an den Osthimmel, fällt als hellstes Objekt in der Region der Planet Jupiter (-2^m3) auf. Am Morgen des 8. Juni zieht der Gasriese südlich an seinem äußeren Nachbarn, dem Planeten Uranus, vorbei. Dieser bewegt sich zu diesem Zeitpunkt mit einer Helligkeit von 5^m,9 im Sternbild Fische. Der minimale scheinbare Abstand zwischen den beiden Gasplaneten wird dabei nur 26' betragen. In diesem Bereich finden sich keine Sterne heller als 8^m, so dass eine Identifizierung des Uranus keine größeren Probleme darstellen sollte. Der Planet hat dabei eine ähnliche Helligkeit wie die vier Galileischen Monde, erscheint aber mit einem Winkeldurchmesser von 3,47" mehr als dreimal so groß wie sie. Allerdings stört bei der Beobachtung die bereits recht fortgeschrittene Dämmerung. Zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung (Sonne 6,5° unter dem Horizont) befinden sich die beiden Planeten nur etwas mehr als 10° über dem Horizont, so dass man für eine erfolgreiche Beobachtung einen Ort mit freier Sicht zum Osthorizont suchen muss.



Astronomische Ereignisse im Juni/Juli 2010					
5.6.	00:13:12 MESZ	Mond Letztes Viertel			
7.6.	08:06:00 MESZ	Mars bei Regulus, Mars 51' nördlich			
8.6.	10:42:00 MESZ	Jupiter bei Uranus, Jupiter 26' südlich			
12.6.	13:14:39 MESZ	Neumond			
19.6.	00:23:14 MESZ	Ceres in Opposition			
19.6.	06:29:34 MESZ	Mond Erstes Viertel			
20.6.	18:24:00 MESZ	Venus bei M 44, Venus 25' nördlich			
21.6.	13:28:29 MESZ	Sommeranfang			
25.6.	20:54:56 MESZ	Pluto in Opposition			
26.6.	13:30:26 MESZ	Vollmond			
28.6.	14:06:52 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion			
4.7.	16:35:18 MESZ	Mond Letztes Viertel			
8.7.	10:12:00 MESZ	Mond bei Plejaden, Mond 59' südlich			
8.7.	23:57:00 MESZ	(472) Roma bedeckt δ Oph			
10.7.	13:36:00 MESZ	Venus bei Regulus, Venus 1° nördlich			
11.7.	21:40:32 MESZ	Neumond			
18.7.	12:10:38 MESZ	Mond Erstes Viertel			
26.7.	03:36:37 MESZ	Vollmond			
31.7.	08:36:00 MESZ	Mars bei Saturn, Mars 1° 46' südlich			
Zeiten be	zogen auf die Mitte des deut	schen Sprachraums (Nürnberg)			

Asteroid Roma bedeckt δ Oph am 8. Juli 2010

Die Bahnen hunderttausender Kleinplaneten in unserem Sonnensystem sind inzwischen bekannt. Die kosmischen Brocken ziehen dabei zwangsläufig auch vor Hintergrundsternen vorbei und können diese dabei bedecken. Einige hundert Ereignisse werden pro Jahr vorhergesagt - nicht immer sind jedoch die Beobachtungen von Erfolg gekrönt, weil die Bahn des Asteroiden nicht genau genug bekannt oder der bedeckte Stern zu schwach ist. Selten ist zu beobachten, dass ein mit bloßem Auge gut sichtbarer Stern von einem größeren Kleinplaneten bedeckt wird. Am 8. Juli 2010 wird in Nord- und Nordwestdeutschland zwischen 23:57 und 23:58 MESZ solch ein Ereignis zu beobachten sein. Der 2^m,7 helle Stern δ Ophiuchi soll dann für maximal 5,6s von (472) Roma, einem ca. 50km großen Asteroiden, bedeckt werden. Dabei verläuft der derzeit vorhergesagte Finsternispfad von

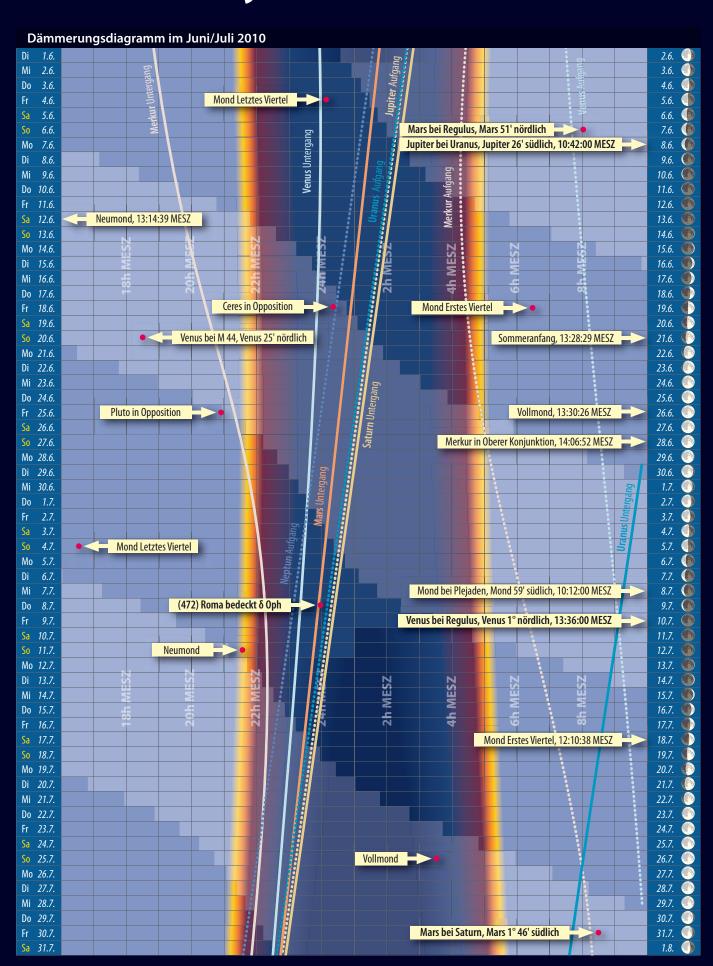
Dassow an der Ostsee über Ratzeburg, Geesthacht, Walsrode, Nienburg, Hamm, Dortmund, Wuppertal und Kerpen nach Monschau an der Grenze zu Belgien. Die Breite des Finsternispfades entspricht dabei der Größe des Asteroiden, also etwa 50km. Die Lage des Finsternispfades kann sich noch etwas ändern, wenn kurz vor dem Ereignis genauere Bahndaten des Asteroiden vorliegen. »Last-Minute-Vorhersagen« des Ereignisses werden im interstellarum-Newsletter veröffentlicht. Eine genaue Zeitnahme des Ereignisses ist wissenschaftlich interessant, da mit ausreichendem Beobachtungsmaterial von verschiedenen Orten aus auf die Form des Asteroiden geschlossen werden kann bzw. eventuelle Monde des Asteroiden entdeckt werden könnten.

André Knöfel



δ Oph, einer der hellsten Sterne im Sternbild Schlangenträger, wird 8. Juli für kurze 7eit verschwinden.

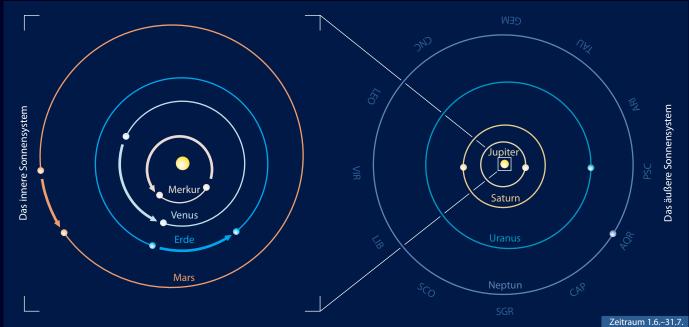
Das Sonnensystem im Juni/Juli 2010



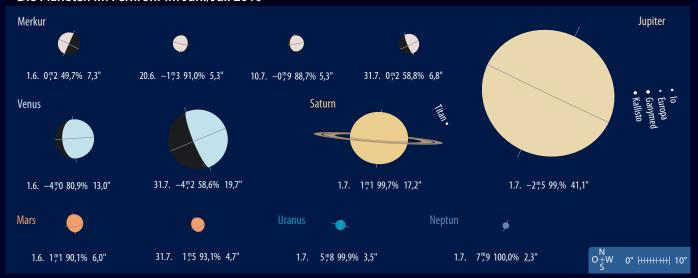




Die Planeten auf ihren Bahnen im Juni/Juli 2010



Die Planeten im Fernrohr im Juni/Juli 2010



Sonne aktuell Es geht aufwärts

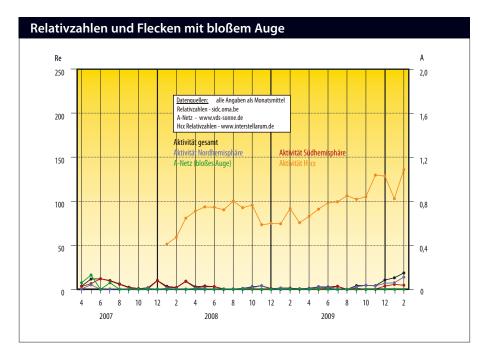
er Anstieg der Sonnenaktivität nach dem langen und sehr tiefen Minimum ist unverkennbar und in seiner Ausprägung auch stabil. Seit November 2009 ist ein zwar nicht sehr kräftiges, aber kontinuierliches Anwachsen sowohl der Zahl der Sonnenflecken als auch von deren Größe festzustellen. Ins Auge fielen dabei schon einige Gruppen, die zu höher entwickelten Waldmeierklassen gehörten und neben einer ausgeprägten Penumbra auch Lichtbrücken enthielten.

Wissenschaftler machen sich nun Gedanken, wie es zu dem außergewöhnlich langen und sehr tiefen Einbruch in der Sonnenaktivität gekommen sein mag. In einer erst kürzlich von David Hathaway vom Marshall Space Flight Center der NASA und Lisa Rightmire von der University of Memphis vorgelegten Studie [1] wurde der 23. Sonnenfleckenzyklus mithilfe von Daten des Michelson Doppler Imager auf der Sonnensonde SOHO eingehender untersucht. Dabei spielt das Verhalten der meridionalen, entlang eines Längenkreises vom Äquator Richtung Pol verlaufenden Strömungen der magnetischen, etwa 1000km durchmessenden Flussröhren dicht unter der Oberfläche der Sonne eine Rolle. Diese sollen nach früheren Arbeiten maßgeblich für die Entwicklung eines Sonnenfleckenzyklus verantwortlich sein, und dessen Maximum, aber auch dessen Minimum entscheidend beeinflussen.

Ein bekanntes Phänomen ist das Erscheinen von Sonnenflecken zu Beginn eines

Abb. 1: Die Sonne im Kalzium-Licht am **16.3.2010,** CCD-Aufnahme, 3,1"-Refraktor bei 1900mm, TIS DMK 31AF03, Kalzium K-Linie-Filter, Sonnenfleck NOAA1054. Ralf Gerstheimer

Zyklus auf hohen heliographischen Breiten. Diese Aktivitätszonen verschieben sich im Laufe des Zyklus bis in äquatoriale Bereiche, um dann wieder weit im Norden oder Süden ihre Tätigkeit aufzunehmen. Hathaway und Rightmire fanden heraus, dass die meridionalen Flüsse und die von ihnen mittransportierten magnetischen Zellen tatsächlich bis in Breiten von 75° Nord und Süd reichen, was sie als stichhaltigen Beleg dafür sehen, dass diese die entscheidenden Faktoren für den Zyklusverlauf sind. Sie sind offenbar nicht nur verantwortlich für die Umpolung des Magnetfeldes am Ende des 22-jährigen Magnetfeldzyklus, sondern beeinflussen damit auch den Zyklusverlauf [1]. Beide Wissenschaftler berechneten auch, dass der 23. Sonnenfleckenzyklus vom Mai 1996 bis zum Juni 2010 reichte, was aber nichts über den eigentlichen Minimumszeitpunkt aussagt, denn beide Ereignisse können bis zu einem Jahr auseinander liegen. Allerdings ist, wie die Autoren in ihrem Beitrag in Science schreiben, die Messung der Plasmaströme sehr schwierig. Die dabei gewonnenen Daten können daher durchaus zu unterschiedlichen, auch gegensätzlichen, Interpretationen führen (vgl. interstellarum 69).





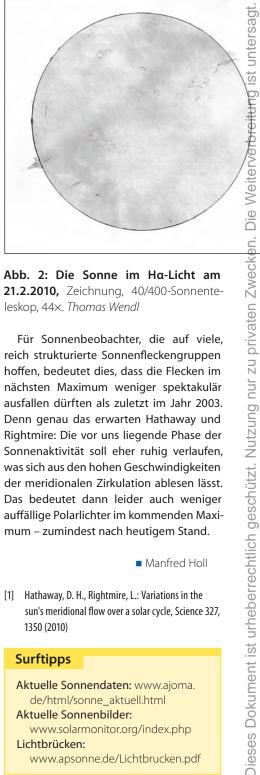


Abb. 2: Die Sonne im Hα-Licht am 21.2.2010, Zeichnung, 40/400-Sonnenteleskop, 44x. Thomas Wendl

Für Sonnenbeobachter, die auf viele, reich strukturierte Sonnenfleckengruppen hoffen, bedeutet dies, dass die Flecken im nächsten Maximum weniger spektakulär ausfallen dürften als zuletzt im Jahr 2003. Denn genau das erwarten Hathaway und Rightmire: Die vor uns liegende Phase der Sonnenaktivität soll eher ruhig verlaufen, was sich aus den hohen Geschwindigkeiten der meridionalen Zirkulation ablesen lässt. Das bedeutet dann leider auch weniger auffällige Polarlichter im kommenden Maximum – zumindest nach heutigem Stand.

■ Manfred Holl

[1] Hathaway, D. H., Rightmire, L.: Variations in the sun's meridional flow over a solar cycle, Science 327, 1350 (2010)

Surftipps

Aktuelle Sonnendaten: www.ajoma. de/html/sonne aktuell.html Aktuelle Sonnenbilder:

www.solarmonitor.org/index.php Lichtbrücken:

www.apsonne.de/Lichtbrucken.pdf



Abb. 1: Mars in voller Pracht am 31.1.2010 um 23:47 MEZ mit Dunst am Morgenterminator und dem Ansatz der Rima Tenuis. 14"-SCT, DMK21 BF04, Baader FFC. Mario Weigand



Abb. 2: Der Staubsturm über der Nordpolkappe am 29.1.2010 macht sich als oranger Fleck bemerkbar. Damian Peach



Abb. 3: Die Entwicklung der Polkappe zeigen diese beiden Bilder vom 20.2. und 2.3.2010. Sebastian Voltmer

Planeten aktuell Neuigkeiten von Mars und Saturn

ars zeigte auf dem Höhepunkt seiner Beobachtungsperiode im Februar und März viel Neues. Vor allem die Nordpolkappe stand im Fokus, denn im Frühjahr wird dort die stärkste Abschmelzrate beobachtet. Die Monatswende Januar/Februar überraschte jedoch mit einem Staubsturm, der vom Mare Acidalium aus über die Polkappe zog - ein Ereignis, das bisher in dieser Detailliertheit noch nicht dokumentiert worden war.

Während des Abschmelzprozesses traten Mitte März die von vorhergehenden Sichtbarkeiten bekannten Eisinseln auf, die regelmäßig beim Zurückweichen der Nordpolkappe entstehen. Ebenfalls bildete sich die Rima Tenuis heraus, die insbesondere auf derselben Länge wie Syrtis Maior gut zu sehen ist.

Durch das Abschmelzen der Polkappe gelangt Wasser und Kohlendioxid in die Marsatmosphäre, das vorher am Boden gebunden war. Deshalb entstehen mit Fortschreiten lokale Wolkenerscheinungen des Frühlings,

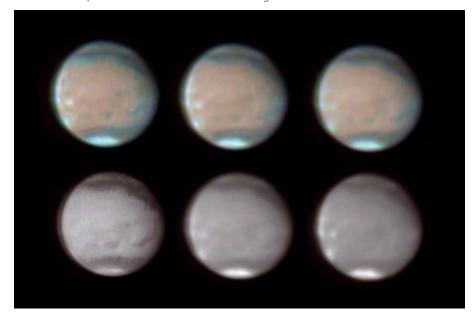
die sich insbesondere durch den Auftrieb an Bergen als orographische Wolken zeigen. Sind solche Wolken an den großen Vulkanen des Tharsis-Plateaus gleichzeitig vorhanden, bildet sich die »W«-Wolke in der Form dieses Buchstabens.

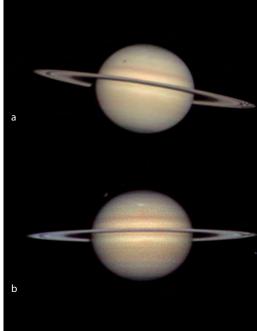
Während Mars nicht mit Details geizte, zeigte sich auch auf Saturn überraschend Aktivität. Am 6.3.2010 fand der japanische Beobachter Tomio Akutsu auf seinen Bildern einen hellen Fleck in der Südlichen Tropischen Zone (STrZ). Die Längenposition im System III war 5°. Ähnliche Erscheinungen werden immer wieder auf Saturn beobachtet und sind dennoch relativ selten. Im Februar hatte sich ein weit weniger auffallender Fleck im Südlichen Äquatorband (SEB) bei 47° (System III) bemerkbar gemacht.

Planetenbeobachter sind weiterhin aufgerufen, Saturn zu überwachen und aktuelle Ergebnisse auf interstellarum.de einzureichen.

■ Ronald Stoyan







▲ Abb. 5: Saturn zeigt 2010 viel Neues.

a) Schattendurchgang von Rhea am 19.2.2010 Anthony Wesley b) Heller STrZ-Fleck am 13.3.2010.

Surftipps

Christopher Go

Aktuelle Planetenbilder:

www.interstellarum.de/galeriethumbs.asp?Typ=Planeten

Einsenden von Planetenbildern:

www.interstellarum.de/ aktuelleereignisse.asp

Hochauflösende Saturnbilder:

www.britastro.org/saturn/subpages/ saturngallery/2009-2010/general-2010.

Kometen aktuell Zweimal McNaught am nördlichen Himmel

ach der positiven Helligkeitsentwicklung im Frühjahr sollte C/2009 K5 (McNaught) auch im Juni noch ein lohnendes Objekt sein. Mitte Mai wanderte er in nur 7° Entfernung am nördlichen Himmelspol vorbei und ist weiterhin zirkumpolar im Sternbild Giraffe zu finden. Die aktuelle Helligkeit dürfte rund 9\",0 betragen und wird ietzt – ein Monat nach der Perihelpassage – langsam zurückgehen. Im Juli verlangsamt der Komet seine Bewegung und wandert ins Sternbild Luchs, wo dann die Beobachtungszeit dieses überraschend hell gewordenen Kometen zu Ende gehen wird.

Eine weitere Entdeckung R. McNaughts dürfte zum hellsten Kometen dieses Sommers werden. C/2009 R1 (McNaught) wird am 2. Juli sein Perihel erreichen und in den kommenden vier Wochen zumindest Feldstecher-Helligkeit erreichen. Ein wirklich auffälliges Objekt kann man dennoch nicht erwarten die kurzen Juninächte und ein durchwegs geringer Horizontabstand werden dies leider verhindern. Der Komet wurde am 9. September des Vorjahres mit einer Helligkeit von 17,5 im Sternbild Mikroskop gefunden. Seine Bahn verlief im Winter und Frühjahr durch die Sternbilder Steinbock, Wassermann und Fische - zu sonnennah, um beobachtet werden zu können. Die maximale Elongation vor dem Perihel erreichte C/2009 R1 bereits Mitte Mai mit nur 47° und damit startete auch die kurze, aber interessante Beobachtungsphase des Kometen. Ende Mai/Anfang Juni ist er am östlichen Morgenhimmel im Grenzbereich der Sternbilder Fische, Dreieck und Andromeda zu finden. Gegen 3 Uhr MESZ sollte die beste Beobachtungszeit sein, um einen ersten Blick auf den nun etwa 7,0 hellen Kometen zu werfen. Am 8. Juni gibt es als ersten Höhepunkt eine enge Begegnung mit der schönen

Surftipps

Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder:

www.kometarium.com

Aktuelle Kometenfotos:

www.interstellarum.de/galerie-thumbs. asp?Typ=Kometen

C/2009 R1 (McNaught):

www.kometen.info/2009r1.htm

interstellarum-Newsletter:

www.interstellarum.de/newsletter.asp

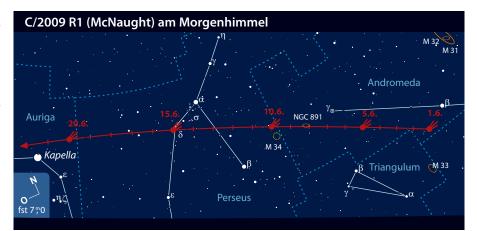
Edge-On-Galaxie NGC 891. Zur Erdnähe Mitte Juni befindet sich der Komet zirkumpolar im Sternbild Perseus, am besten kann er rund um Mitternacht tief am Nordhimmel aufgefunden werden. Die Helligkeit könnte jetzt etwa 4^m,5 betragen, unter guten Sichtbedingungen und einem freien Horizont könnte er sogar mit freiem Auge gesehen werden. Am 21. und 22. Juni kann Kapella als Aufsuchhilfe genutzt werden, der Schweifstern zieht nur etwa 1° nördlich am Hauptstern im Fuhrmann vorbei. Gegen Monatsende wird eine erfolgreiche Beobachtung immer schwieriger, obwohl McNaught - jetzt fast im Perihel - durchaus 3\,\text{\pi}0 hell sein könnte, denn zum einen stört der Vollmond die Beobachtung und zum anderen verringert sich der Sonnenabstand bald auf unter 20°.

Auch 10P/Tempel wird in den Sommermonaten seine maximale Helligkeit erreichen. Dass er tatsächlich die prognostizierte 8. Größenklasse erreichen wird, war nach den er-

C/2009 K5 (McNaught) am 20.3.2010, CCD-Aufnahme, 8"-Astrograph bei 530mm, SXV-H9, 3×4min (L),1×80s (je RGB). Michael Jäger

sten Beobachtungen im März eher nicht zu erwarten. Der Komet bewegt sich im Juni parallel zum Himmelsäguator relativ rasch durch das Sternbild Wassermann und geht etwa eine Stunde nach Mitternacht auf. Die kurzen Sommernächte lassen daher nur ein kurzes Beobachtungsfenster zwischen 2 und 3 Uhr MESZ offen. Anfang Juli wandert 10P ins Sternbild Walfisch, an der Beobachtungssituation ändert sich nur wenig. Am 4. Juli läuft der Komet durch sein Perihel, um in den folgenden Wochen bis zur Erdnähe Ende August seine größte Helligkeit zu erreichen. Leider wird die Sichtbarkeit auch im Juli auf die Stunden vor und nach 3:00 MESZ beschränkt bleiben und damit nicht sehr beobachterfreundlich sein.

■ Burkhard Leitner

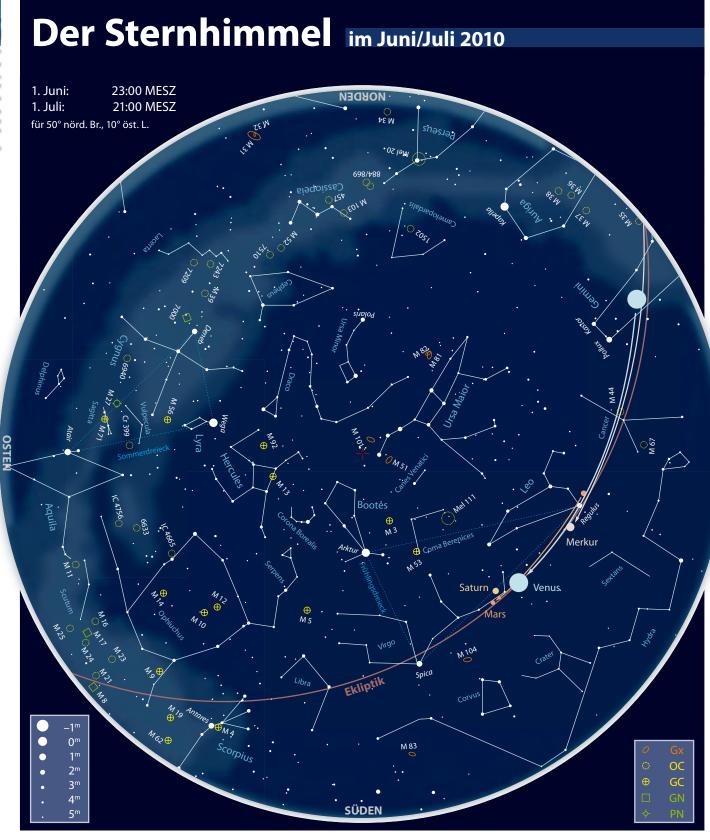


29P/Schwassmann-Wachmann mit Helligkeitsausbruch

Ein starker Helligkeitsausbruch konnte im Februar und März an 29P/ Schwassmann-Wachmann beobachtet werden. Auf Aufnahmen vom 3. Februar konnten spanische Astronomen den Kometen als sternförmiges Objekt 11. Größenklasse entdecken. Die Helligkeit stieg in den folgenden Tagen noch leicht an und erreichte Ende des Monats etwa 10^m,5. Gleichzeitig stieg der Durchmesser der runden Koma bis auf etwa 4th an, während der Kondensationsgrad stetig abnahm. Bis Mitte März war 29P dann bereits ein visuell schwierig zu beobachtendes, diffuses Objekt. Entwicklung und Aussehen erinnerte damit stark an den Kometen 17P/ Holmes, der im Herbst 2007 einen ähnlichen – allerdings ungleich stärkeren und länger andauernden – Ausbruch erlitten hatte.

29P/Schwassmann-Wachmann am 5.3.2010, CCD-Aufnahme, 8"-Astrograph bei 530mm, SXV-H9, 3×300s (L), 1×400s (je RGB). Michael Jäger

Kometen im Juni/Juli					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2009 K5 (McNaught)	27.5.2009	30.4.2010 (1,42AE)	18.4.2010 (1,26AE)	Februar bis Juli 2010	11 ^m -9 ^m
C/2009 R1 (McNaught)	9.9.2009	2.7.2010 (0,40AE)	15.6.2010 (1,13AE)	Mai bis Juni 2010	8 ^m —3 ^m
10P/Tempel	4.7.1873	4.7.2010 (1,42AE)	25.8.2010(0,65AE)	April bis Oktober 2010	11 ^m —9 ^m



Beobachtungsen	Beobachtungsempfehlungen für Juni/Juli							
Name	Empfehlung für	Тур	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
Mitternachts- dämmerung	bloßes Auge	-	_	-	-	_	_	-/-
M 8	Fernglas	OC/GN	18 ^h 3,8 ^{min}	-24° 23'	5,78/4,76	7'/90×'40'	4310Lj	29,30/339
M 4	Teleskop	GC	16 ^h 23,4 ^{min}	-26° 32'	5 , 78	35'	5600Lj	29/336
NGC 6369	Teleskop	PN	17 ^h 29,3 ^{min}	-23° 46'	11,5	32,4"	3400-5000Lj	29/338
δ Scorpii	bloßes Auge	Vr	16 ^h 0,3 ^{min s}	–22° 37'	1,6 - 2,3	-	400Lj	29/335

Astronomie mit bloßem Auge

Mitternachtsdämmerung

obby-Astronomen haben es nicht leicht: Lange Winternächte mit 16 Stunden Dunkelheit gehen oft mit klirrender Kälte einher, vor allem, wenn es klar ist. Im Sommer hingegen muss man fast bis Mitternacht warten, um Sterne beobachten zu können. Je weiter nördlich man wohnt, desto schlimmer wird es: nicht nur, dass das mit Deep-Sky-Objekten so reich bestückte Milchstraßenzentrum meist im Horizontdunst verschwindet. Um die Sommersonnenwende herum vergehen Tage und je nach Lage sogar etliche Wochen, ohne dass es richtig dunkel wird.

Die Ursache dieses Effekts liegt in der Neigung der Erdachse von ca. 23,5° gegen die Ebene, in der die Erde um die Sonne umläuft. Dadurch entstehen nicht nur die Jahreszeiten, sondern eben auch unterschiedlich helle Nächte. Man unterscheidet drei verschiedene Dämmerungsphasen: die bürgerliche, die nautische und die astronomische Dämmerung, bei denen die Sonne nicht mehr als 6,5°, 12° bzw. 18° unter dem Horizont steht. Nördlich des Polarkreises ab 66,5° nördlicher Breite geht die Sonne zur Mittsommernacht gar nicht unter. An den Polen führt dies dazu, dass einer Nacht von der Dauer eines halben Jahres ein ebenso langer Tag folgt. Zu literarischen Ehren gekommen sind die »weißen Nächte« von St. Petersburg, wo es einige Zeit auch nachts so hell bleibt, dass man draußen z.B. interstellarum lesen kann. Hier geht die bürgerliche Dämmerung des Abends in die des Morgens über, denn die Sonne sinkt zur Sonnenwende nicht mehr als 6,5° unter den Horizont.



Im größten Teil des deutschen Sprachraums wird es im Juni nicht mehr richtig dun**kel**, wie dieser Blick vom Feldberg im Taunus am 3.6.2006 zeigt.

Mitternachtsdämmerung in Deutschland				
0rt	Breite	Dauer der Mitternachtsdämmerung ¹		
Flensburg	54° 47' N	8.55.8.2010		
Berlin	52° 32' N	17.5.–26.7.2010		
Dresden	51° 2' N	25.5.–18.7.2010		
Mannheim	49° 29' N	5.68.7.2010		
Stuttgart	48° 47' N	13.6.–30.6.2010		

Der Hintergrund der nautischen Dämmerung ist ein durchaus astronomischer, denn bis zu einem wahren Sonnenstand von 12° unter dem Horizont ist die Horizontlinie auf dem Meer erkennbar, so dass Seeleute z.B. mit einem Sextanten die Höhe von Sternen messen können, von denen bei guter Witterung schon recht viele zu sehen sind.

Im deutschsprachigen Raum, der eine Nord-Süd-Ausdehnung von immerhin etwa 1000km besitzt, ist das Phänomen der Mitternachtsdämmerung etwa bis zu einer Linie Tübingen-Landshut bei 48,5° nördlicher Breite zu beobachten, denn dort sinkt die Sonne am tiefsten Punkt ihrer Bahn 18° unter

dem Horizont, was die Grenze der astronomischen Dämmerung darstellt. Diese wird definiert durch absolute Dunkelheit.

Je weiter nördlich man sich dieser Linie befindet, desto auffälliger werden die verschiedenen Dämmerungserscheinungen, auch lassen sie sich über immer längere Zeiträume um die Sommersonnenwende beobachten. Es lohnt sich also, mithilfe eines Planetariumsprogramms oder ähnlicher Hilfsmittel die Dämmerungszeiten für den eigenen Beobachtungsort zu berechnen und dann selbst zu verfolgen.

Kay Hempel

Astronomie mit dem Fernglas M8

ie Monate Juni und Juli sind trotz spät einsetzender Dunkelheit eine gute Zeit für die Beobachtung mit dem Fernglas: Versprechen sie doch laue Sommerabende und ausgedehnte Himmelstouren, z. B. in einem bequemen Liegestuhl - an dunklen Standorten gekrönt mit dem samtigen Bogen der Milchstraße. Zu dieser Zeit sind einige Gasnebel in der Region des Sternbildes Schütze

sichtbar, von denen der Lagunennebel M 8 wohl die größte Attraktion ist. Unter dem Namen M 8 werden genau genommen zwei Objekte zusammengefasst: der im Vordergrund liegende Offene Sternhaufen NGC 6530 und der Galaktische Nebel NGC 6523. Der englische Astronom John Flamsteed bemerkte 1680 als erster einen »Nebel vorangehend dem Bogen des Schützen«, hatte aber

nur den Sternhaufen gesehen, ebenso wie 1746 der Schweizer Astronom de Chéseaux. Erst 1749 wurde auch der Nebel durch den französischen Berufskollegen Guillaume le Gentil entdeckt und schließlich am 23.5.1767 von Charles Messier in seiner Liste als achten Eintrag verzeichnet. Allerdings beschrieb Messier ebenfalls vorwiegend den Sternhaufen und den Nebel nur nebenbei.



Abb. 1: M 8 ist der hellste Nebel der tiefen Sommermilchstraße im Schützen.

Der Glanz von M 8 verblasst mit der immer stärker zunehmenden Lichtverschmutzung. In Stadtnähe werden lediglich gut ein Dutzend der hellsten Mitglieder des Stern-

haufens vor einem schwachen nebligen Schimmer sichtbar – wenn nicht gerade das Himmelsareal direkt in der hellen Lichtglocke einer Stadt verschwindet. Der hellste

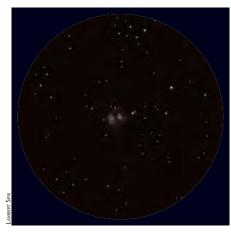


Abb. 2: M 8 im 20×80-Fernglas unter dunklem Landhimmel, Sehfeldgröße ca. 3°.

Nebelteil befindet sich um den 6^m hellen Stern 9 Sgr. Ein 8×42- oder 10×50-Fernglas genügt für die Sichtung. Hilfreich zum besseren Erkennen des Nebels ist das indirekte Sehen. Blendet bei der Beobachtung das Licht einer Straßenlaterne oder einer Hausbeleuchtung, hilft ein schwarzes Tuch, welches so über den Kopf gezogen wird, dass nur noch die Objektivlinsen aus dem Tuch heraus schauen. Mit zunehmender Dunkelheit des Himmels treten jedoch immer mehr die nebligen Anteile in den Vordergrund und M 8 gewinnt an Kontrast und Ausdehnung. An sehr dunklen Standorten kann mit einem Großfernglas ab 60mm Öffnung und etwa 20-facher Vergrößerung auch ein dunkler Staubstreifen erkannt werden, der den Nebel namensgebend als die so genannte Lagune unterteilt.

■ Lambert Spix

Objekt der Saison M 4

ie fächerförmige, von den Sternen der Scorpius-OB2-Assoziation dominierte Konstellation um den hellen Stern Antares ist der nördlichste Teil des Sternbilds Skorpion und beheimatet eine der eindrucksvollsten Regionen der gesamten Milchstraße. Das für visuelle Beobachter interessanteste Objekt der Region ist dabei der knapp 1,3° westlich von Antares gelegene Haufen M 4. Entdeckt 1746 durch den Schweizer Astronomen de Chéseaux und von Messier am 8. Mai 1764 katalogisiert, ist dieser Sternverbund eines der Glanzlichter des frühsommerlichen Himmels und ein von Beobachtern mit kleinen wie großen Öffnungen gleichermaßen geschätztes Ziel.

Mit einer visuellen Helligkeit von 5\(^{\text{6}}\)63 ist M 4 der f\(^{\text{Uniff}}\)thellste Kugelsternhaufen des

gesamten Himmels und wird unter den von unseren Breiten aus erreichbaren Objekten lediglich von M 22 übertroffen, der knapp 0,5 heller ist. Anders als etwa bei ω Cen oder 47 Tuc ist diese beachtliche scheinbare Helligkeit jedoch weniger einem außergewöhnlichen Sternreichtum geschuldet (in der Tat ist M 4 mit knapp 63000 Sonnenmassen [1] sogar relativ massearm), sondern erklärt sich vielmehr durch seine vergleichsweise geringe Entfernung zur Sonne. Tatsächlich ist M 4 mit einer Entfernung von knapp 5600Lj [1] das der Sonne am nächsten gelegene Exemplar unter den »klassischen« Kugelsternhaufen des NGC; noch näher könnte lediglich ein eher obskures, 2007 erstmals beschriebenes Objekt namens FSR 1767 stehen, dessen Klassifizierung als Kugelsternhaufen allerdings mehr

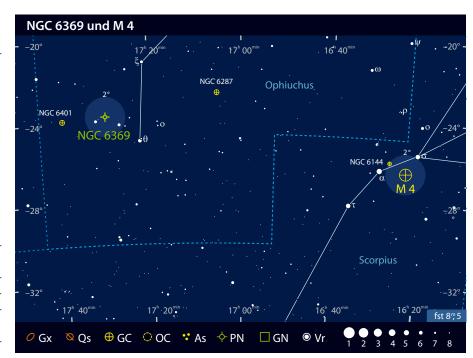
als nur umstritten ist [2, 3]. Die Ausdehnung von M 4 beträgt visuell etwa 15' und wächst auf sehr tiefen Aufnahmen auf mehr als Vollmondgröße an. Insgesamt dürfte seine Größe knapp 1° betragen, was bei der oben genannten Entfernung einem tatsächlichen Durchmesser von 100Lj entspricht. Sein Alter beträgt neuesten Erkenntnissen zufolge etwa 12,5 Mrd. Jahre [4].

Wurde M 4 in der Vergangenheit als zwar helles und nahes, ansonsten aber relativ durchschnittliches Exemplar eines galaktischen Kugelsternhaufens angesehen, lassen jüngste Erkenntnisse seine Geschichte in einem neuen Licht erscheinen. So konnte 2004 anhand von Hubble-Beobachtungen nachgewiesen werden, dass M 4 bei seiner Entstehung wohl wesentlich massereicher war als zum heu-

tigen Zeitpunkt [1]. Dieser Massenverlust ist wahrscheinlich eine direkte Konsequenz der stark elliptischen Bahn von M 4, die ihn immer wieder bis auf wenige tausend Lichtjahre an das Galaktische Zentrum heranführt [5]: angenommen wird dabei, dass die in dieser Region herrschenden starken Gezeitenkräfte bei jeder Annäherung einzelne, nur schwach gravitativ an den Haufen gebundene Sterne aus dem Verbund herausreißen, wodurch sich die Haufenmasse sukzessive verringert. Da sich dieser Prozess zudem mit abnehmender Haufenmasse immer mehr verstärkt, wird das gravitative Zerren des Galaktischen Zentrums in ferner Zukunft wohl zur vollständigen Auflösung des Haufens führen.

Weitere unerwartete Einblicke in die bewegte Vergangenheit von M 4 gelangen kürzlich mit Hilfe des Very Large Telescope [6]. Anhand von Spektren der Haufensterne konnte gezeigt werden, dass M 4 aus zwei Untergruppen von Sternen besteht, die unterschiedliche Elementhäufigkeiten besitzen und auch unterschiedliche Positionen im Farben-Helligkeits-Diagramm des Haufens einnehmen. Unklar ist bislang allerdings die Entstehung dieser beiden Sternpopulationen, deren Präsenz mit gängigen Theorien nicht in Einklang gebracht werden kann; mögliche Erklärungsansätze reichen von einer unvollständigen chemischen Durchmischung der interstellaren Wolke, aus der sich der Kugelsternhaufen gebildet hat, bis hin zu einem Szenario, in dem M 4 den letzten Rest einer Zwerggalaxie darstellt, die sich die Milchstraße vor Jahrmilliarden einverleibt hat [6, 7].

M 4 ist neben M 13 und M 5 der prominenteste Kugelsternhaufen des mitteleuropäischen Himmels und mit Ausnahme des Südhimmelobjekts NGC 6397 der am leichtesten in Einzelsterne auflösbare Vertreter seiner Zunft. Dies wird nicht zuletzt durch den Umstand verdeutlicht, dass M 4 als einziger Kugelsternhaufen des Messierkatalogs auch tatsächlich von Messier als Sternhaufen erkannt wurde! Eine freiäugige Sichtung des Haufens ohne zusätzliche optische Hilfsmittel erscheint aufgrund der beachtlichen Gesamthelligkeit möglich, dürfte aber aufgrund der südlichen Lage sowie seiner Nähe zu Antares lediglich von alpinen Standorten aus gelingen. In jedem Fall reicht aber bereits ein Opernglas aus, um den Haufen als 2' bis 3' großen, runden Nebelfleck erkennen zu können. Gute äußere Bedingungen vorausgesetzt, können erste Einzelsterne schon ab 2" aufgelöst werden. Mit 114mm Öffnung durchmisst M 4 bereits 10' und zeigt mehrere Dutzend Sterne auf diffusem Untergrund. Einige hellere Mitglieder ordnen sich dabei in Nord-Süd-Richtung entlang einer auffälligen, balkenähnlichen Struktur an, die bereits von



M 4 ist einer der nächsten Kugelsternhaufen überhaupt. Die Aufnahme entstand mit einem 90cm-Teleskop am Kitt Peak National Observatory.

Wilhelm Herschel bemerkt wurde und mitverantwortlich für das insgesamt eher längliche Erscheinungsbild des Haufens ist. Mit größeren Öffnungen ab 10" erscheint M 4 als reicher Haufen aus mehreren hundert Mitgliedern, die zum Teil in auffälligen Sternketten arrangiert sind, dem – seiner Konzentrationsklasse IX entsprechend – allerdings das von anderen Kugelsternhaufen bekannte, extrem dicht gepackte Zentrum fehlt.

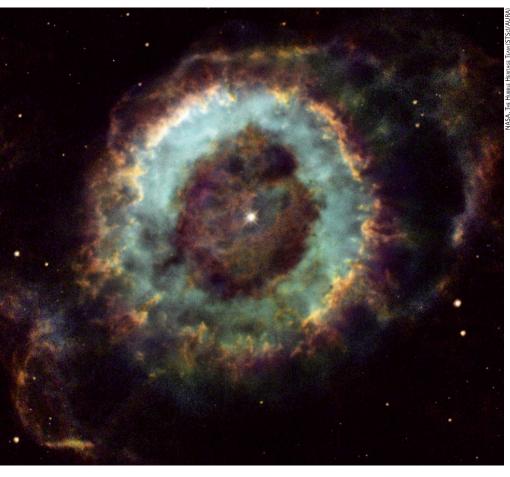
Auch abseits von M 4 hat die Antaresregion einiges zu bieten. So lohnt sich für Besitzer von Instrumenten ab 4" etwa ein Abstecher zum kleinen, 1° nordöstlich gelegenen Kugelsternhaufen NGC 6144, dessen hellste Einzelsterne ab 6" bis 8" aufgelöst werden können. Einen reizvollen Kontrapunkt dazu bietet das Wechselspiel der hellen und dunklen Nebelschwaden der p Oph-Molekülwolke, deren einzigartige Farbenpracht allerdings erst auf lang belichteten Aufnahmen zutage tritt. Dann aber entpuppt sich diese Himmelsregion als hochdynamisches, faszinierendes Miteinander einiger der ältesten und jüngsten Strukturen, die unser Milchstraßensystem zu bieten hat.

- Matthias Kronberger
- [1] Richer, H. B. et al.: Hubble Space Telescope observations of the main sequence of M 4, Astron. J. 127, 2771 (2004)
- [2] Bonatto, C. et al.: FSR 1767 a new globular cluster in the Galaxy, MNRAS 381, 45 (2007)



- [3] Froebrich, D., Meusinger, H., Scholz, A.: NTT followup observations of star cluster candidates from the FSR catalogue, MNRAS 390, 1598 (2008)
- [4] Dotter, A. et al.: The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. IX. Horizontal Branch Morphology and the Second Parameter Phenomenon, Astrophys. J. 708, 698 (2010)
- [5] Allen, C., Moreno, E., Pichardo, B.: The orbits of 48 globular clusters in a Milky Way-like barred galaxy, Astrophys. J. 652, 1150 (2006)
- [6] Marino, A. F. et al.: Spectroscopic and Photometric evidence of two stellar populations in the Galactic Globular Cluster NGC 6121 (M 4), Astron. Astrophys. 490, 625 (2008)
- [7] Forbes, D. A., Bridges, T.: Accreted versus In Situ Milky Way Globular Clusters, arXiv:1001.4289 (2010)

Objekt der Saison NGC 6369



Der Schlangenträger (lat.: Ophiuchus) überdeckt große Teile des frühsommerlichen Sternhimmels. Der südöstliche Bereich des Sternbildes ist geprägt durch ein Wechselspiel heller Milchstraßenfelder, Galaktischer Nebel und gewaltiger Dunkelwolken. Hier – nur etwa 5° vom Zentrum der Milchstraße entfernt – findet sich der Planetarische Nebel NGC 6369.

Die erste Sichtung von NGC 6369 gelang dem deutsch-britischen Beobachter W. Herschel mit seinem 18,7" Teleskop. Er entdeckte den Nebel zusammen mit den beiden nahe gelegenen Kugelsternhaufen NGC 6287 und NGC 6401 in der Nacht des 21.5.1784 [1]. Herschel beschreibt das Objekt als recht helle, runde und gut definierte planetarische Scheibe. Seine Abschätzung der Größe spiegelt mit einem Wert von etwa 30" bis 40" heutige Messwerte (32,4" [2]) sehr gut wieder. Veranschaulicht man sich die Positionen aller Herschel-Entdeckungen dieser Nacht, so fällt auf, dass sich diese durchwegs nahe der Ekliptik befinden. Der Abstand von NGC 6369 zu ihr beträgt z.B. nur etwa 30'. Ob Herschel in dieser Nacht tatsächlich auf der Jagd nach einem neuen Planeten war, lässt sich heute nicht mehr eindeutig verifizieren. Aufgrund der fehlenden Positionsänderung bei seinen Folgebeobachtungen konnte er NGC 6369 jedoch von der Liste potentieller Kandidaten streichen und es blieb bei der Klassifikation als »Planetary Nebulae« in Herschels Kategorie IV.

NGC 6369 befindet sich aus unserer Sicht vor dem galaktischen »Bulge«. Die Milchstraße wird in diesem Bereich jedoch von den undurchdringlichen Dunkelwolken des »Pfeifennebels« verhüllt. NGC 6369 scheint zwar vor den dichtesten Wolken zu liegen, jedoch wird auch der Nebel selbst durch die Extinktion immer noch um mehrere Größenklassen abgeschwächt. Laut Pottasch und Bernard-Salas [2] ist der Planetarische Nebel (PN) im Radiobereich das dritthellste Objekt seiner Klasse. Wie bei vielen anderen PN so ist auch bei NGC 6369 die Entfernung bislang nur mit großer Schwankungsbreite bekannt. Statistische Methoden geben einen Wert von etwa 3400 Lichtjahren an, während die Ergebnisse von Monteiro et al. [3] auf etwas mehr als 5000 Lichtjahre hindeuten. Monteiros Publikation stellte auch aus morphologischer Sicht einen Meilenstein dar, denn in ihr wurde das erste 3-D-Modell des Nebels präsentiert. Demnach blicken wir nahezu direkt entlang der Polachse in einen Nebeltorus. Die von Fotografien

NGC 6369, aufgenommen mit dem Weltraumteleskop Hubble.

bekannten »Ansae« (lat.: Griff, Henkel) des Nebels befinden sich vor bzw. hinter dem Nebel und erscheinen sichelförmig. Der Zentralstern besitzt eine visuelle Helligkeit von 15^m,9 und weist eine Oberflächentemperatur von 70000K auf.

Visuell zählt NGC 6369 mit einer scheinbaren Helligkeit von 11^m,5 bereits zu den anspruchsvolleren Objekten unter den Planetarischen Nebeln. Für mitteleuropäische Beobachter besteht die Hauptschwierigkeit in der südlichen Position des Objekts. Der Nebel erreicht zur Kulmination in Norddeutschland gerade einmal 12° Horizontabstand und selbst im Alpenraum wird die 20°-Marke nicht erreicht. Somit sollte für die Beobachtung eine klare Sommernacht ohne den charakteristischen Horizontdunst gewählt werden. Aber selbst von südlichen Standorten und unter besten Beobachtungsbedingungen ist das Objekt nicht mit einem Fernglas erkennbar [4]. Ein 4"-Teleskop zeigt den Nebel hingegen ohne weiteres als kleines graues Scheibchen inmitten des Sternfeldes. Mit 8" Öffnung erschließt sich bereits bei 50× die nahezu perfekte Ringform, die mit ihrem etwas dunkleren Zentrum an eine Miniatur-Variante von M 57 erinnert. Der Einsatz von Schmalband- oder Linienfilter lässt das Objekt noch deutlicher aus dem Sternfeld heraustreten. Ein 14"-Teleskop zeigt dann auch Helligkeitsvariationen innerhalb des Nebelrings, wobei die westliche Nebelhälfte merklich schwächer erscheint [5]. Die äußeren Filamente der Nebelscheibe bleiben jedoch, genauso wie der Zentralstern, Astrofotografen vorbehalten.

■ Matthias Juchert

- [1] Steinicke, W.: Historic NGC, www.klima-luft.de/ steinicke/ngcic/Historic_NGC.zip (2010)
- [2] Pottasch, S. R., Bernard-Salas, J.: Abundances of planetary nebulae NGC 3242 and NGC 6369, Astron. Astrophys. 490, 715 (2008)
- [3] Monteiro, H. et al.: Three-Dimensional Photoionization Structure and Distances of Planetary Nebulae. I. NGC 6369, Astrophys. J. 609, 194 (2004)
- [4] O'Meara, S. J.: Hidden treasures, Cambridge University Press, Cambridge (2007)
- [5] Reus, G., Stoyan R.: Bildatlas heller Planetarischer Nebel – Teil 2, interstellarum 8 (1996)



Veränderlicher aktuell **Delta Scorpii**

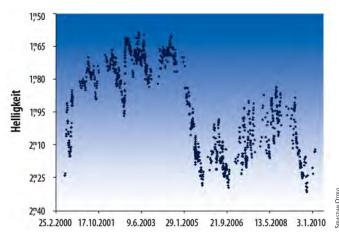


Abb. 2: Lichtkurve von δ Sco

Surftipps

Webseite von Sebastian Otero: varsao.com.ar/delta_Sco.htm Spektroskopische Beobachtungen:

www.bav-astro.de/rb/rb2009-3/151.pdf

Veränderliche Ha-Emission:

www.astrosurf.com/buil/becat/dsco/dsco_evol.htm

Abb. 1: δ Scorpii, einer der hellen Sterne in den Scheren des Skorpions, zeigt seit etwa zehn Jahren auffällige Veränderungen.

P-Sterne sind sehr seltene Leuchtkraftriesen unter den Sternen. Es sind besonders heiße und massereiche Sterne, nur übertroffen von den noch selteneren O-Sternen. Obwohl B-Sterne so selten sind, können wir viele davon sehen: Durch ihre enorme Leuchtkraft sind sie auch über große Entfernungen sichtbar, während ihre häufigeren aber leuchtschwachen Verwandten nur in der näheren Sonnenumgebung auffallen. So sind etwa mehr als ein Zehntel aller 6000 mit freiem Auge sichtbaren Sterne vom Spektraltyp B.

δ im Kopf des Sternbilds Skorpion war lange Zeit als ein »gewöhnlicher« B-Stern bekannt. Die Spektralklassifikation B0 zeigt den Stern als besonders heiß und leuchtkräftig. Normalerweise leuchtete der Stern mit einer V-Helligkeit von 2,32, ein wenig heller als der mit freiem Auge nicht trennbare schöne Doppelstern β Sco (2^m50). Im Juli 2000 bemerkte der argentinische Amateurastronom Sebastian Otero, dass δ Sco um etwa 0^m,2 heller geworden war [1]. Der Stern zeigte in den darauf folgenden Jahren irreguläre Helligkeitsschwankungen und erreichte in den Jahren 2003 und 2004 mehrmals eine Maximalhelligkeit von 1\,\frac{1}{7}6. Das war auch mit freiem Auge sehr auffallend. Seither ist δ Scorpii mit weiteren unregelmäßigen Schwankungen schwächer geworden und im Februar 2010 nur mehr 2^m1 hell.

δ Sco zeigte in den letzten Jahren das »Be-Stern-Phänomen«: Wie bei etwa einem Fünftel aller B-Sterne werden gelegentlich im Spektrum Emissionslinien von Wasserstoff und schwereren Elementen sichtbar - sie führen deshalb das »e« in ihrem Spektraltyp. Auch Helligkeitsausbrüche kommen dann vor. Der prominenteste Vertreter dieser Sternklasse ist y Cas, bei dem schon 1867 mit einem visuellen Spektroskop von Angelo Secchi Emission in der Hβ-Linie beobachtet wurde. Von 1932 bis 1942 zeigte dieser Stern starke Helligkeitsschwankungen und wurde 1^m,6 hell. Seither gab es kaum Helligkeitsänderungen und der Stern wurde ein normaler B-Stern [2].

Be-Sterne rotieren sehr rasch - ihre Drehgeschwindigkeit am Äquator beträgt bis zu 500km/s. Durch die hohen Fliehkräfte kann deshalb bevorzugt in der Äquatorebene Gas in Form einer langsam expandierenden Gasscheibe ausgestoßen werden. Die Sterne sind durch die rasche Rotation stark abgeplattet. Die Gasscheibe dürfte bei δ Sco um 2000/2001 einen Durchmesser von 40 Millionen Kilometer erreicht haben und vergrößerte sich auf etwa 80 Millionen Kilometer 2005/2006. Sie ist auch der Ursprungsort der Emissionslinien: Durch die ultraviolette Strahlung des Sterns werden die Atome der Scheibe zum Leuchten anaereat.

δ Sco ist ein enger Doppelstern: Der Hauptstern mit etwa 15 Sonnenmassen wird von einem Begleiter mit acht Sonnenmassen in einer sehr exzentrischen Bahn in der mittleren Entfernung Sonne-Jupiter umrundet. Der Stern erreichte das Periastron Mitte 2000 und könnte dabei das Be-Phänomen beim Hauptstern ausgelöst haben. Direkte Beobachtungen mit dem SUSI-Interferometer in Australien [3] erlaubten eine Bahnbestimmung mit einer Umlaufszeit von 10,7 Jahren und eine Massenbestimmung der Sterne. Mögliche weitere Begleiter mit Umlaufzeiten von 20–80 Tagen bzw. weit außerhalb sind nicht bestätigt.

Das nächste Periastron der beiden Sterne wird 2010/2011 eintreten und die Beobachter sind schon gespannt, was dann zu sehen sein wird. Gibt es einen neuerlichen Helligkeitsausbruch? Beobachten Sie mit!

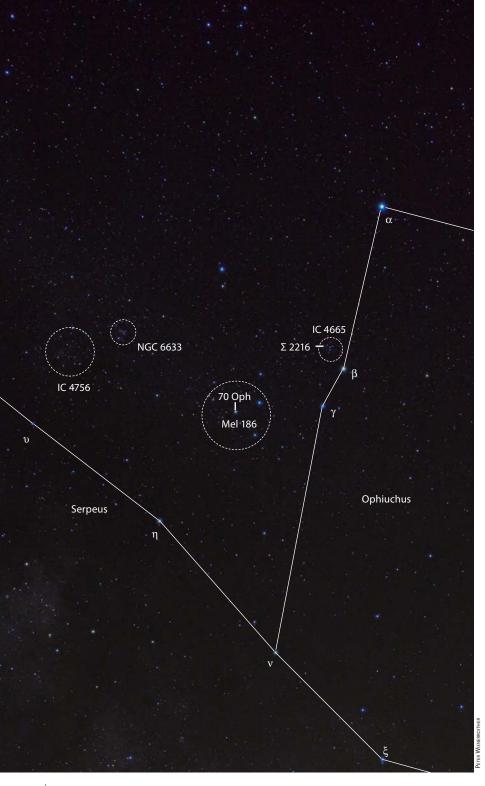
■ Wolfgang Vollmann

- [1] Hassforther, B.: Delta Scorpii, interstellarum 22 (2002)
- [2] Percy, J.: Understanding Variable Stars, Cambridge University Press, Cambridge (2007)
- [3] Tango, W. J. et al: A new determination of the orbit and masses of the Be binary system delta Scorpii, MNRAS

Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Überraschungen am Sommerhimmel

VON KARL-PETER JULIUS



Serpens Cauda, der Schwanz der Schlange, und Ophiuchus, der Schlangenträger, liegen etwas abseits der bekannten Sommersternbilder und gehören zu den eher selten besuchten Beobachtungsgebieten. Eine Reise ins Grenzgebiet beider Sternbilder führt aber gerade den Stadtastronomen zu außergewöhnlichen Deep-Sky-Objekten, die schon mit kleinen Teleskopen beeindruckende Beobachtungserlebnisse bieten, und das obwohl sie – überraschenderweise – nicht in dem bekannten Katalog von Charles Messier aufgeführt sind.

o sind die drei Offenen Sternhaufen IC 4665, IC 4756 und NGC 6633 mit jeweils 4^m,2 bzw. 4^m,6 sehr hell und gehören mit scheinbaren Durchmessern von 20' bzw. 70' zu den flächenmäßig größten Deep-Sky-Objekten des Sommerhimmels. Sie werden daher in der Literatur vornehmlich als Ziele für das bloße Auge oder als reine Fernglasobjekte geführt [1] und wegen ihrer Größe sogar zum Teil als teleskopungeeignet angesehen [2]. Auf Beobachtungen aus der Stadt können diese Einschätzungen allerdings nicht ohne weiteres übertragen werden. Denn trotz ihrer hohen Gesamthelligkeit geben sich die drei Haufen am aufgehellten Stadthimmel ohne optische Hilfe oder im Binokular nur sehr schwer als nebelhafte Objekte zu erkennen, da ihre großflächig verteilten Mitgliedssterne in der Regel nur Werte von 7m und schwächer erreichen und daher leicht im Himmelshintergrund untergehen. Mit zunehmender Lichtverschmutzung wird man daher immer mehr auf das Teleskop zurückgreifen müssen. Erforderlich ist dann allerdings ein Okular mit einer langen Brennweite, das Vergrößerungen ermöglicht, die Werte von 25× oder höchstens 30× nicht überschreiten.

Probleme bei der Beobachtung großflächiger Sternhaufen

Die vielleicht größte Schwierigkeit bei der Beobachtung der Sternhaufen IC 4665, IC 4756 und NGC 6633 besteht im Auffinden des Beobachtungsgebietes, das bei einer Deklination von rund +5° bereits erheblich von der Horizontaufhellung beeinflusst wird und in dem daher mit bloßem

Abb. 1: Das Sternbild Ophiuchus etwas abseits der hellen Sommermilchstraße steht im Schatten der angrenzenden Sternbilder Schütze und Skorpion, doch liegen zahlreiche interessante Deep-Sky-Objekte innerhalb seiner Grenzen.

Deep-Sky-Objek	Deep-Sky-Objekte im Schlangenträger								
Name	Тур	Sternbild	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	DSRA/Uran.		
IC 4665	0C	Oph	17 ^h 46,2 ^{min}	+5° 43'	4 <u>,</u> ,2	70'	21/203		
Struve 2216	DS	Oph	17 ^h 47,0 ^{min}	+5° 42'	8 [,] 70/10 [,] 70	27"	-/-		
NGC 6633	00	Oph	18 ^h 27,3 ^{min}	+6° 31'	4 <u>"</u> ,6	20'	22/205		
IC 4756	0C	Ser	18 ^h 38,9 ^{min}	+5° 26'	4 <u>"</u> ,6	70'	22/205, 250		
Mel 186	0C	Oph	18 ^h 01,1 ^{min}	+2° 54'	3 " 0	240'	-/-		
70 Oph	DS	Oph	18 ^h 05,5 ^{min}	+2° 30'	4,,2/6,,0	5,6"	22/249		

Auge kaum Sterne zu erkennen sind. Ohnehin besitzen Serpens Cauda und Ophiuchus kein markantes Sternmuster, an dem man sich auch bei günstigeren Sichtverhältnissen orientieren könnte. Man muss also mit Hilfe weiträumigen Starhoppings vorgehen und das Teleskop zunächst auf Atair richten, den hellsten Stern des Adlers, der unübersehbar den südlichen Endpunkt des bekannten Sommerdreiecks bildet. Etwas mehr als 30° westlich von ihm steht der mit 2^m1 ebenfalls recht helle Stern Rasalhague (α Oph), von dem aus man dann rund 7° in südöstlicher Richtung über ein relativ sternarmes Gebiet schwenken muss, um schließlich auf β Ophiuchi, einen Stern dritter Größenklasse, zu stoßen.

IC 4665 – der vergessene Sternhaufen

IC 4665, das erste Ziel, liegt nur 1,3° nordnordöstlich von β Oph und gehört zu den großflächigsten Sternhaufen am Firmament. 50 bis 60 Mitgliedssterne verteilen sich über eine Fläche von 70' [3], eine Ausdehnung, die in etwa vergleichbar ist mit M 44, der Praesepe, oder mit Collinder 399, dem sog. Kleiderbügel im Sternbild Vulpecula. Wer IC 4665 vom dunklen Landhimmel aus mit dem Teleskop beobachtet, wird auch bei geringer Vergrößerung häufig nur einen strukturlosen Mix von Sternen unterschiedlicher Helligkeit erkennen, ohne dass sich der Eindruck eines kompakten Haufens einstellt [1]. Dem Stadtbeobachter bietet sich dagegen ein etwas anderes Bild, da die schwächeren Sterne des Haufens und die Feldsterne der Milchstraße von der Horizontaufhellung verschluckt werden. So bleibt bei 24× nur ein gutes Dutzend Sterne siebter bis neunter Größenklasse sichtbar, die vor einem nahezu sternlosen Hintergrund ein markantes Muster abbilden. Mit etwas Fantasie lassen sich elf gleich helle Sterne als eine runde Blüte mit einem Stern in der Blütenmitte deuten, während vier weitere, bogenförmig angeordnete Sterne sich zu

Abb. 2: IC 4665 ist mit 4^m einer der hellsten Offenen Sternhaufen des Sommerhimmels.

einem »Blumenstengel« formieren. Besondere Beachtung verdient dabei der am östlichen Rand der »Blüte« gelegene Doppelstern Struve 2216, der bei geringer Vergrößerung ellipsenförmig erscheint. Ab 85-fach lässt sich die Ellipse bequem in ihre 8^m,0 und 10^m,0 hellen Komponenten trennen.

Dass ein Sternhaufen mit einer Gesamthelligkeit von 4^m2 weder im Messier-Katalog noch im NGC aufgelistet ist, sondern erst im Jahre 1908 als Nr. 4665 in John Dreyers zweitem Index-Katalog (IC) Erwähnung findet, ist erstaunlich, zumal der Sternhaufen in den vorangegangenen Jahrhunderten schon mehrfach beobachtet wurde. Caroline Herschel hatte bereits im Sommer des Jahres 1783 bei einer ihrer selbständig unternommenen Himmelsdurchmusterungen mit ihrem neuen 4,2"-Reflektor bei 30-facher Vergrößerung notiert: »a cluster of large stars« [5]. Ein Jahr zuvor hatte wahrscheinlich J. E. Bode eine ähnliche Beobachtung gemacht [4, 5] und möglicherweise hatte der Schweizer Astronom de Chésaux den Haufen schon in den Jahren 1745/46 entdeckt und hierüber gegenüber der französischen Akademie berichten lassen [6]. All diese Entdeckungen scheinen aber im Laufe der Zeit in Vergessenheit geraten zu sein, weil sie nur mündlich überliefert oder unzureichend dokumentiert wurden.

NGC 6633 und IC 4756 – das ungleiche Paar

Auf annähernd gleicher Deklination wie IC 4665 liegen zwei weitere Offene Sternhaufen, die man ebenfalls als ausgesprochen stadthimmeltauglich ansehen muss. Um NGC 6633 und IC 4756 ins Blickfeld zu bekommen, reicht es aus, das Teleskop von IC 4665 aus gut 10° in östliche Richtung zu bewegen. Zunächst erscheint nordwestlich eines 5^m₁7 hellen Sterns NGC 6633, ein 4,6 heller und 20' großer Sternhaufen, der bei 40× das gesamte Okularfeld ausfüllt. Ein breites Band von ca. 35 gleich hellen Lichtpunkten der achten Größenklasse windet sich von Nordosten nach Südwesten durchs Sichtfeld. NGC 6633 ist mit rund 1000 Lichtjahren ähnlich weit entfernt wie IC 4665, allerdings rund zehnmal so alt, wobei die Angaben zwischen 420 und 630 Millionen Jahren schwanken. Der Haufen weist eine physikalisch interessante Besonderheit auf, da zwei - auch im kleinen Teleskop deutlich sichtbare – Mitgliedssterne eine bläuliche Färbung besitzen, was sonst



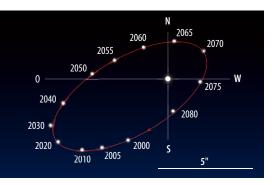


Abb. 3: Das Paar NGC 6633 und IC 4756 auf der Grenze der Sternbilder Ophiuchus und Serpens. IC 4756 ist auch bekannt als »Graff's Cluster«, nach einer Untersuchung von Kasimir Graff 1921, der dachte, ein neues Objekt gefunden zu haben.

nur in erheblich jüngeren Sternhaufen zu beobachten ist. Sterne dieser Art werden als »blue straggler«, blaue Nachzügler, bezeichnet, wobei die genauen physikalischen Zusammenhänge noch nicht eindeutig geklärt sind [7].

Nur 2,5° südöstlich gerät dann IC 4756 ins Blickfeld, eingerahmt von vier trapezförmig angeordneten 6^m,0 bzw. 6^m,5 hellen Sternen, die aber selbst keine Mitglieder sind. IC 4756 ist ähnlich hell wie die beiden zuvor besuchten Haufen, in Form und Gestalt jedoch völlig anders. Während IC 4665 von wenigen hellen Sternen beherrscht wird und NGC 6633 eher schlank und sternarm erscheint, weist der mit rund 500 Mitgliedern [3] äußerst sternreiche IC 4756 eine Fülle von schwachen Sternen der 9. und 10. Größenklasse auf, die bei geringst möglicher Vergrößerung das Sichtfeld komplett ausfüllen, ohne dass markante Strukturen erkennbar sind. Wegen ihrer engen Nachbarschaft werden NGC 6633 und IC 4756 in der amerikanischen Beobachtungsliteratur in Anlehnung an die ungleichen Zwillinge in einem Kinderbuch von L. Caroll als »Tweedledee-« (IC 4756) und »Tweedledum-Cluster« (NGC 6633) bezeichnet [6]. Wegen ihrer länglichen bzw. rundlichen Gesamtgestalt könnte man sie aber auch als »Pat und Patachon« des Sommerhimmels bezeichnen.

Die Lektüre der Entdeckungsgeschichte des Haufenpaares wirft ähnliche Fragen auf wie bei IC 4665. Wie dieser soll NGC 6633 wiederum von de Chésaux im Jahre 1745 und



davon unabhängig von Caroline Herschel im Sommer 1783 beobachtet worden sein [1]. Warum aber entging dann beiden der unmittelbar benachbarte Haufen IC 4756? Auf den ersten Blick erstaunlich erscheint ferner. dass Messier NGC 6633 und IC 4756 übersah. während er bei seinen äußerst erfolgreichen Himmelstouren im Mai 1764 zwei nur unweit entfernte, sehr viel lichtschwächere und kleinere Kugelsternhaufen entdeckte und als Nr. 10 und Nr. 12 in seine Liste aufnahm. Ein Grund mag darin liegen, dass einerseits Messier wohl keine systematischen Himmelsdurchmusterungen unternahm und andererseits de Chésaux und Caroline Herschel auch bei Verwendung eines schwach vergrößernden Okulars IC 4756 nur als Teil der Milchstraße wahrnahmen und nicht den Eindruck hatten, dass es sich hierbei um einen zusammenhängenden Sternhaufen handelt [8]. Die bislang gängige Annahme, dass der von allen großen Himmelsbeobachtern des 18. und 19. Jahrhunderts übersehene IC 4756 erst sehr spät, nämlich 1896 von Solon Bailey, oder gar erst 1921 von Kasimir Graff entdeckt worden sei, dürfte allerdings mittlerweile widerlegt sein. Jüngere historische Forschungen gelangen zu dem Ergebnis, dass der Haufen bereits von Reverend Thomas William Webb in seinem 1859 erschienenen Buch »Celestial Objects for Common Telescopes« beschrieben worden ist: »Group, very large, subdivided, chiefly 9 and 10 mag« [9].

70 Ophiuchi – sehr nah und äußerst schnell

Eine weitere Überraschung erwartet den Stadtbeobachter, wenn er das Teleskop von IC 4756 über eine Strecke von ca. 8° in leicht westliche Richtung zurückschwenkt.

Abb. 4: 70 Ophiuchi ist einer der wenigen Doppelsterne am Himmel, bei dem ein Menschenleben ausreicht, um einen kompletten Umlauf zu beobachten.

Im Sucher wird dann eine Ansammlung von vier Sternen der vierten Größenklasse sichtbar, die aus den Sternen 66, 67, 68 und 70 Ophiuchi besteht. Die vier Sterne bilden ein auffälliges, nach Nordosten geöffnetes »V« und sind Teil des als Melotte 186 geführten Sternhaufens, der sich über die enorme Fläche von 240' erstreckt [3]. Am weitaus interessantesten ist der östliche Stern des »V«, 70 Ophiuchi, ein auf den ersten Blick recht normal erscheinender Doppelstern, dessen 4^m₂2 und 6^m,2 helle Komponenten in einem komfortablen Abstand von gegenwärtig 5,6" stehen und auch im kleinen Teleskop bei etwa 85× getrennt werden können. Wie so häufig wird die Beobachtung von Doppelsternen erst dann richtig spannend, wenn man sich etwas näher mit ihren physikalischen Eigenschaften beschäftigt. So handelt es sich bei 70 Ophiuchi um ein binäres Sternsystem, dessen Komponenten sich in einer Periode von knapp 88 Jahren umkreisen. Mit einfachen optischen Hilfsmitteln lassen sich derart schnelle Systeme in der Regel nicht auflösen, da die Abstände der Komponenten zueinander für eine eindeutige Trennung viel zu gering sind, wie etwa bei η Ophiuchi: Dessen Komponenten umkreisen sich in 87,6 Jahren ähnlich schnell, sind aber bei einem Abstand von 0,6" auch mit großen Teleskopen so gut wie nicht zu trennen. Dass dies bei 70 Ophiuchi anders ist, liegt daran, dass der Stern nur 16,4 Lichtjahre von unserem Sonnensystem entfernt ist und damit zu den 50 nächstgelegenen Sternen gehört. Wenn man diese Abstände auf die tatsächlichen Distanzen umrechnet, dann blicken wir im Ergebnis auf ein Sternpaar, das z.Z. ähnlich weit von einander entfernt ist wie die Sonne vom Planeten Neptun - für astronomische Verhältnisse geradezu ein Katzensprung.

- [1] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, Oculum-Verlag, Erlangen (2004)
- [2] Ridpath, I., Tirion, W.: Der Kosmos Himmelsführer, Franck-Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart (2004)
- [3] Archinal, B. A., Hynes, S. J.: Star Clusters, Willmann-Bell, Richmond, Virginia (2003)
- [4] Flanders, T.: Herald of the Summer Milky Way, Sky & Telescope 6/2009, 70 (2009)
- [5] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [6] O'Meara, S. J.: Hidden Treasures, Cambridge University Press, Cambridge (2007)
- [7] Finlay, W. H.: Concise Cataloge of Deep-sky Objects, Springer, London (2003)
- [8] Fritz, M.: Der offene Sternhaufen IC 4756 im Sternbild Schlange, SuW 8/2009, 68 (2009)
- [9] Steinicke, W.: Nebel und Sternhaufen, Books on Demand, Norderstedt (2009)

Ungetrübte Beobachtung

Wie findet man einen brauchbaren Beobachtungsplatz?

VON UWE PILZ

Die meisten Amateurastronomen leben in Städten, viele davon in Ballungszentren. Der Zugang zu einem astronomisch brauchbaren Himmel ist für viele von uns schwierig. Die Auswahl eines guten Standortes hat dieselbe Bedeutung wie die Zusammenstellung der eigenen Ausrüstung. Beides ist für den Erfolg einer Beobachtung oder Himmelsfotografie entscheidend.

in guter Standort weist mehrere Merkmale gleichzeitig auf. In Abhängigkeit der eigenen Beobachtungsziele können diese für jeden von uns wichtiger oder weniger bedeutsam sein. So steht bei Doppelsternbeobachtern die Luftruhe im Vordergrund, während Kometenliebhaber einen transparenten, dunklen Himmel benötigen. Diese Kriterien zu kennen, genügt nicht: Wir müssen auch in der Lage sein, einen Beobachtungsplatz tatsächlich zu finden. Eine kombinierte Suche mit Hilfe von Kar-



ten und Besichtigung vor Ort ist zweckmäßig. Welche Merkmale des Standortes lassen sich mit Hilfe von Kartenmaterial erkennen?

Erreichbarkeit

Der beste Beobachtungsplatz ist derjenige, den man am meisten aufsucht. Die astronomisch besonders geeigneten Standorte der Teleskoptreffen legen bezüglich der Himmelsgüte eine Messlatte, die sich für viele von uns im Alltag nicht realisieren lässt. Die Überlegung sollte beginnen mit der Frage nach der akzeptablen Fahrdauer, eventuell für den Werktag und das Wochenende getrennt. Hieraus bestimmt sich der Radius der Suche. Auf jeden Fall in die Suche einbeziehen sollte man einen wirklich gut erreichbaren Platz mit höchstens einer halben Stunde Fahrzeit - auch wenn Einschränkungen hinsichtlich anderer Merkmale akzeptiert werden müssen.

Die Fahrdauer kann mit Hilfe einer Straßenkarte abgeschätzt werden. Innerhalb von Ortschaften rechnet man mit 25km/h, auf Bundesstraßen 60km/h. Hierbei ist das Durchqueren kleiner Orte eingeschlossen. Auf Autobahnen kön-

nen 100km/h angesetzt werden. Die so ermittelten Reisezeiten gelten später am Abend und nachts. Sie werden am Tag bei starkem Verkehr nicht erreicht. Die Internetseiten zur Reiseplanung (vgl. Surftipps) erleichtern diese Aufgabe.

Nichtmotorisierte Astronomen sind auf öffentliche Verkehrsmittel angewiesen und unterliegen größeren Einschränkungen hinsichtlich erreichbarer Plätze. Die Fahrpläne der Deutschen Bahn und der Nahverkehrsbetriebe sind ebenfalls im Internet zu finden.

Grenzgröße, Lichtglocken und Flugrouten

Der wichtigste Anhaltspunkt für einen dunklen Himmel ist eine Lichtverschmutzungskarte. Hiermit können Standorte regionenweise differenziert werden, mit einer Genauigkeit von 10km, höchstens 5km. Zugang zu solchen Karten bietet die Fachgruppe Dark Sky. Die dort publizierten Karten für Mitteleuropa beruhen auf weltraumgestützten Fotos der nächtlichen Beleuchtung. Leider enthalten die Karten keine Orte und nur die größten Straßen, so dass die Benutzung mühsam ist. Karten anderer Herkunft enthalten

mitunter diese Daten, sind aber weniger aussagekräftig, da sie auf Angaben zur Bevölkerungsdichte und nicht auf wirklichen Beleuchtungsmessungen beruhen. Sehr genau sind die kalibrierten Karten von Pierantonio Cinzano (Abb. 2). Allerdings sind sie mittlerweile 13 Jahre alt.

Aus den Karten ist auch erkennbar, bis in welche Entfernung Städte den Nachthimmel beeinflussen. Die nächstgelegene Stadt ist vom Beobachtungsort aus meist durch eine deutlich sichtbare Lichtglocke am Nachthimmel erkennbar. Wenn man die Wahl hat, sollte diese nicht direkt im Süden stehen.

Für Fotografen sind Flugzeuge besonders ärgerlich. Die Nähe von Flughäfen ist also zu meiden. Dies ist in Ballungsgebieten kaum möglich. Karten der Luftstraßen sind für Deutschland nicht frei zugänglich, die Flugspuren nahe den Flughäfen sind von der Deutschen Flugsicherung aufgezeichnet. Nicht jede Luftstraße wird bei jeder Windrichtung genutzt.

Ruhige Luft ohne Dunst und Staub

Um möglichst viel vom Objekt sehen zu können, sollte die Atmosphäre das Bild wenig verschlechtern. Sehr schädlich

Auswahlkriterien für einen Beobachtungsplatz

Wenn man mit Hilfe des Kartenmaterials ein oder mehrere aussichtsreiche Gebiete identifiziert hat, dann muss man in dieser Gegend einen geeigneten Beobachtungsplatz finden. Ich rate dazu, das Gebiet zu Fuß oder mit dem Fahrrad zu erkunden. Die folgenden zusätzlichen Merkmale lassen sich meist nur vor Ort feststellen:

Zugänglichkeit: Der Beobachtungsplatz sollte mit einem Kraftfahrzeug erreichbar sein. Hierzu ist wenigstens ein geschotterter Weg anzuraten, der auch nach starken Niederschlägen befahren werden kann. Besser ausgebaute Zufahrten ziehen auch nachts Verkehr an und sind oft weniger geeignet. Es ist zu prüfen, ob sich der Beobachtungsplatz in spe auf privatem Grund befindet, hierzu gehören auch viele Feldwege. In diesem Fall ist die Erlaubnis des Besitzers einzuholen.

Untergrund: Ein Beobachtungsplatz muss genügend ebene Fläche zum Aufbau der Instrumente bieten. Die Anforderungen richten sich danach, ob man allein oder in der Gruppe beobachten möchte, ob nur eines oder mehrere Instrumente und Fahrzeuge Platz finden müssen. Ein fester Untergrund ist zu bevorzugen; das mindeste ist ein Grasbewuchs. Plätze, die nach Niederschlägen zum Verschlammen neigen, feuchte Gebiete, in denen die Instrumente einsinken oder Sandflächen sind ungünstig. Sehr gut ist wiederum eine geschotterte Fläche. Als Einzelbeobachter kann man auf einem nachts nicht benutzten befestigten Weg aufbauen.

Streulicht: Streulicht wird durch Ortschaften und Straßen hervorgerufen. Eine nahe Ortschaft sollte wenigstens durch einen kleinen Hügel oder ein Stück Wald abgeschirmt sein. Stärker befahrene Straßen sollten nicht direkt auf den Beobachtungsort zu gerichtet sein, da das Fernlicht auf viele Kilometer stört. Am besten ist es,

wenn keine Straße im Blickfeld ist. Dies ist aber schwer zu erreichen und steht im Gegensatz zur vernünftigen Erreichbarkeit.

Windschutz: Außerhalb von Ortschaften weht der Wind viel kräftiger als innerhalb von Siedlungen. Wind ist schädlich; das Instrument vibriert und die Augen beginnen zu tränen. Ein im Norden gelegener Wald sorgt für viel mehr Komfort in dieser Beziehung. Allerdings ist der Nordhimmel dann nur eingeschränkt sichtbar. Ein Windschutz in anderen Himmelsrichtungen ist unpraktisch.

Rundumsicht: Für die meisten Beobachter ist der Südhorizont besonders wichtig, gefolgt von West- und Osthorizont. In diesen Richtungen sollte die Sicht bis wenige Grad über den natürlichen Horizont möglich sein. Am besten ist eine leichte Anhöhe, die auch bezüglich der Luftruhe zu bevorzugen ist. Die Rundumsicht steht in Konkurrenz zu Streulicht und Windschutz.

ist eine unruhige, turbulente Luft: Kompartimente etwas höherer Temperatur mischen sich mit kälteren Luftbereichen. Hierdurch kommt es zu Schlieren, welche das Bild im Fernrohr verschmieren. An einem heißen Tag kann dieser Effekt beobachtet werden, wenn man flach über eine heiße Asphaltstraße blickt. Die Temperaturunterschiede entstehen, weil sich die Luft nachts schneller abkühlt als der Untergrund. In dieser Beziehung gibt es große Unterschiede bezüglich des Terrains. Geeignet sind große Grasflächen, da diese tagsüber durch Verdunstung gekühlt werden. Bebauter Grund speichert viel mehr Wärme. Eine Anhöhe von nur wenigen Metern ragt aus der besonders turbulenten bodennahen Schicht heraus und führt zu einem ruhigeren Bild.

Flussniederungen und andere Gewässer erzeugen in ihrer Umgebung häufig Dunst und Nebel. Der Beobachtungsort sollte einige Kilometer entfernt sein. Staub entsteht auf unbewachsenen oder sandigen Flächen, aber solche Landschaften sind in Deutschland selten.

Klima

Die typischen Wetterzustände ändern sich nicht innerhalb weniger Kilometer. Am alltäglichen Beobachtungsort müssen wir mehr oder weniger mit den lokalen Gegebenheiten vorlieb nehmen. Für eine Urlaubsfahrt oder eine längere Beobachtungsnacht am Wochenende mag eine längere Reise akzeptabel sein: Dann kommt auch das lokale Klima ins Spiel. In Deutschland gibt es sehr große Unterschiede in der Regen- und Bewölkungswahrscheinlichkeit. Der Meteorologe Bernhard Mühr publiziert Klimakarten, die eine erste Orientierung geben (vgl. Surftipps). An folgenden Regeln kann man sich orientieren:

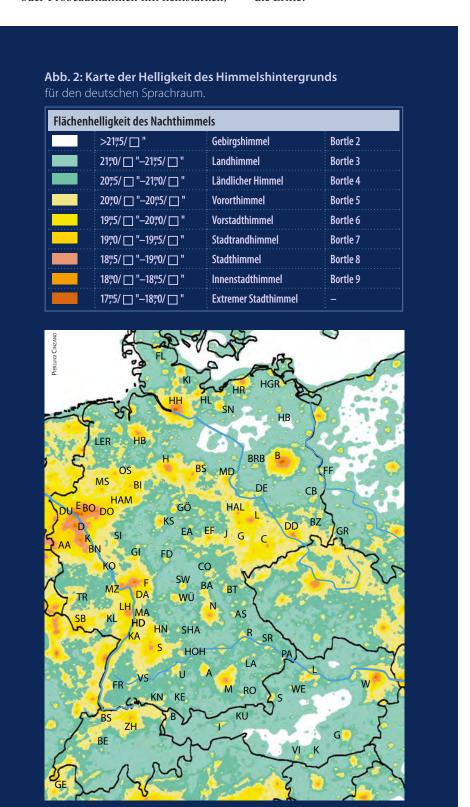
- Berggipfel sind oft in Wolken gehüllt. Stabiles klares Wetter ist hier seltener.
- Nach Osten zu wird der kontinentale Einfluss stärker, das Wetter wird trockener.
- Mittelgebirge erzeugen Regenschatten in ihrem Südosten, hier sind Gebiete geringer Wolkenwahrscheinlichkeit zu finden.

Verifizierung nachts

Die Praxis ist das Kriterium der Wahrheit, dies gilt auch für den Beobachtungsplatz. Insbesondere dann, wenn man mehrere Plätze erkundet hat, lohnt sich ein nächtlicher Vergleich. Ideal wäre es, dies in einer Nacht mit stabilem Wetter durch-

zuführen, damit die meteorologischen Verhältnisse gleich sind. Für jeden Platz sollte man prüfen:

- Gibt es Lichtglocken? In welcher Himmelsrichtung liegen sie und wie weit ragen sie in den Himmel? Eine Skizze ist für den späteren Vergleich hilfreich.
- Wie ist die Durchsicht im Zenit, wie in halber Höhe? Hier kann die Bortle-Skala angewandt werden [1]. Die Werte können auch durch SQM-Messungen oder Probeaufnahmen mit lichtstarken,
- kurzbrennweitigen Objektiven untermauert werden [2].
- Entspricht die Luftruhe den Erwartungen? Der rein visuelle Eindruck sollte besser durch Schätzungen nach der Antoniadi-Methode gestützt werden [3].
- Stören die Fahrzeuge der umgebenden Straßen sehr stark? Dies sieht man erst im Dunkeln richtig.
- Gibt es sonstige Störungen? Jäger? Tiere?
 Jugendliche? Saisonale Störungen, z.B.
 die Ernte?



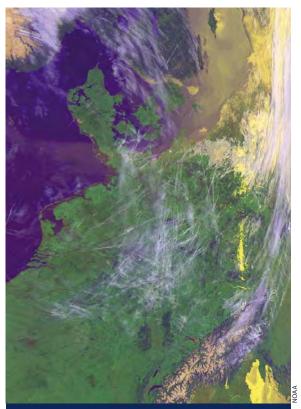


Abb. 3: Flugzeugspuren können die astronomische Beobachtung auch bei gutem Wetter erheblich stören.

Die Entscheidung

Bei der Auswahl des Platzes sind viele Kriterien zu berücksichtigen, die sich naturgemäß nicht vereinigen lassen. Für verschiedene Beobachtungsaufgaben sind die Anforderungen unterschiedlich. Wenn man sich nicht auf sein Gefühl verlassen möchte, kann man die Auswertung schematisieren. Ein Vorschlag besteht darin, eine Tabelle mit allen Kriterien aufzustellen und Schulnoten zu verteilen. Daraus lässt sich ein Durchschnitt berechnen.

- [1] Pilz, U.: Was ist die Bortle-Skala? interstellarum 64, 49 (2009).
- [2] Glahn, U., Stoyan, R., Strnad, A.: Grenzgröße ade, Das Sky Quality Meter in der Praxis, interstellarum 65, 48 (2009)
- [3] Pilz, U.: Wie bestimmt man die Luftruhe? interstellarum 60, 52 (2008)

Surftipps

Kostenloser Routenplaner:

www.de.map24.com

Fachgruppe Dark Sky:

www.lichtverschmutzung.de

Lichtverschmutzungskarte von Pierantonio Cinzano:

www.lightpollution.it

Klimadiagramme:

www.klimadiagramme.de/Karten/klimakarten.html

Flugspuren:

www.dfs.de/dfs/internet_2008/module/fliegen_und_umwelt/deutsch/fliegen_und_umwelt/flugverlaeufe/index.html

Wie kann man Dunkelnebel beobachten?

Dunkelnebel sind große Ansammlungen nicht leuchtender, interstellarer Materie, welche das Licht der dahinter liegenden Objekte abschwächen. Eine solche absorbierende Staub- und Gaswolke lässt sich nur beobachten, wenn große Sternansammlungen in der Milchstraße oder selbstleuchtende Gasnebel den geeigneten Hintergrund bilden.

Die Beobachtung dieser Objekte wird zu Unrecht etwas vernachlässigt. Dabei sind Dunkelnebel für jeden erreichbar: Wirklich große Instrumente sind nur in wenigen Fällen nötig, oft ist ein Fernglas ideal. Vieles lässt sich auch mit dem freien Auge sehen. Allerdings ist ein klarer, transparenter Himmel nötig, weil der Kontrast zwischen den leuchtenden Gaswolken bzw. der Milchstraße und dem dunklen Nebelgebiet erhalten werden muss. Um einen Dunkelnebel zu erkennen ist es notwendig, genügend viel vom leuchtenden Umfeld im Blick zu haben. Mit dem freien Auge und dem Fernglas ist das kein Problem, aber im Fernrohr: Hier ist ein möglichst großes wahres Gesichtsfeld anzustreben, 2° oder mehr. Bei größeren Geräten ist dies nur zu erreichen, wenn man eine Austrittspupille über 7mm akzeptiert.

Die bekannten Deep-Sky-Kataloge Messier und NGC/IC enthalten keine Objekte dieser Klasse. Die bekannteste Aufstellung von Dunkelwolken stammt von Barnard [1]. Umfangreicher ist der Katalog von Lynds [2]. Beide Kataloge wurden bei Auswertungen fotografischer Platten aufgestellt. Im Gegensatz zu den hellen Nebeln existieren umfangreiche Listen visueller Entdeckungen nicht! Es ist gut möglich, dass einige der leicht erreichbaren Dunkelnebel noch nie visuell wahrgenommen wurden. Andererseits muss man damit rechnen, dass die Katalogangaben bezüglich Ausdehnung und Opazität nicht mit dem Eindruck am Fernrohr übereinstimmen. Die Opazität von Dunkelnebeln bestimmt deren Fähigkeit, den Hintergrund abzudunkeln, je opaker, desto dunkler. Sie wird in sechs Klassen eingeteilt, 1 ist eine kaum wahrnehmbare Abschwächung und 6 ist pechschwarz. Objekte der Klassen 5 und 6 lassen sich üblicherweise gut erkennen, wenn sie nicht zu klein sind.

Leicht sichtbare Dunkelnebel für das bloße Auge

Nahezu jeder Amateurastronom kennt den **Großen Riss** (Great Rift) in der Milchstraße. Er teilt das Milchstraßenband vom Schwan beginnend bis in den Skorpion und weiter zum Centaurus in Hälften. Selbst unter einem mäßig dunklen Landhimmel ist dieses Dunkelband gut zu erkennen.

Wer jemals den südlichen Sternenhimmel sah, dem fiel gewiss der Kohlensack neben dem Kreuz des Südens auf. Dieser Dunkelnebel ist so prägnant, dass er bei den australischen Ureinwohnern als Kopf der Konstellation »Emu« bekannt ist. Mitten in der Milchstraße gelegen und umgeben von den hellen Sternen im Kreuz des Südens, ist er der prächtigste Dunkelnebel überhaupt.

Auch am nördlichen Himmel gibt es einen Kohlensack, genau genommen sogar zwei. Barnard bezeichnete damit die Abdunkelung der Milchstraße zwischen α und γ Cygni und gab dem Komplex die drei Katalognummern 346, 348 und 349. Heutzutage wird diese Bezeichnung eher für die dunkle Einbuchtung der Milchstraße östlich von Deneb benutzt.

Dieses Dokument ist urheberr

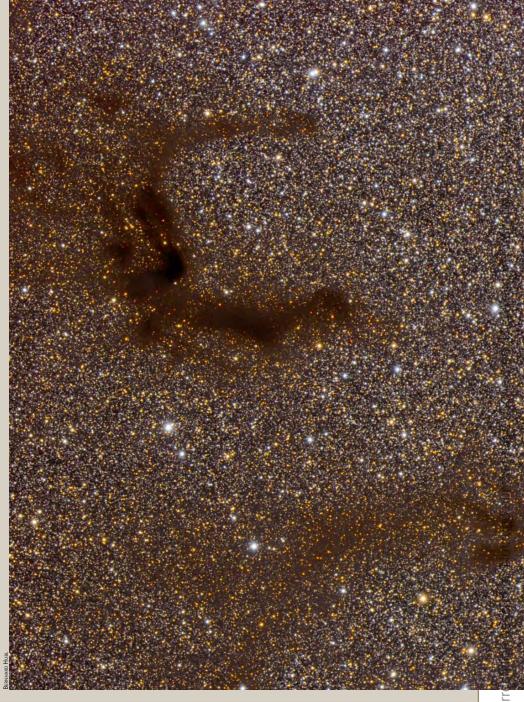
Prachtvolle Dunkelnebel in Fernrohr und Fernglas

Im Sternbild Adler liegt die bekannte »Dreiteilige Höhle« (Barnard 142 und 143), die im Fernglas gut zu erkennen ist. Auch mit dem bloßen Auge kann man sich an die Sichtung wagen. Sehr reizvoll ist auch die »Zigarre« Barnard 168 zwischen Schwan und Eidechse. Am Ostende dieses Nebels liegt der bekannte Cocoon-Nebel.

Am Winterhimmel kann man Dunkelnebel beobachten, deren Hintergrund nicht die Milchstraße, sondern helle Nebel sind. Für jeden erreichbar sind die Dunkelnebel im Großen Orionnebel, am kontrastreichsten hier das »Fischmaul«. Der bekannteste Dunkelnebel überhaupt, der Pferdekopfnebel Barnard 33, welcher vor dem hellen Emissionsnebel IC 434 steht, ist hingegen meist enttäuschend. In mittleren Instrumenten zeigt sich unter Anwendung eines Hβ- oder UHC-Filters lediglich eine Einbuchtung. Erst sehr große Geräte ab 500mm Öffnung lassen die von Fotos bekannten Details wie Schnauze und Mähne erkennen.

- [1] Lamperti, A.: E. E. Barnard's Catalog of Dark Nebulae, www.dvaa.org/AData/Barnard.html
- [2] Lynds, B. T.: Catalogue of Dark Nebulae, Astrophys. J. Suppl. 7, 1 (1962), archive.astro.umd. edu/archive/catalogs/7/7007A/index_long. html

Die »Dreiteilige Dunkelhöhle« im Adler gehört zu den schönsten Dunkelnebeln des Sommerhimmels und ist auch schon im Fernglas beeindruckend zu sehen.



Bekannte Dunkelnebel									
Name	andere Bezeichnung	R. A.	Dekl.	Größe	Opazität	DSRA/Uran.			
B 346, B 348, B 349	Nördlicher Kohlensack	20 ^h 26,8 ^{min} , 20 ^h 34 ^{min} , 20 ^h 47,4 ^{min}	+43° 44', +42° 1', +43° 57'	60'	3	-/85			
B 142, B 143	Dreiteilige Höhle	19 ^h 41,0 ^{min} , 19 ^h 41,4 ^{min}	+11° 31', +11° 1'	40'×40', 40'×60'	6	22/207			
B 168	Zigarre	21 ^h 53,3 ^{min}	+47° 12'	10'×100'	4	7/86			
B 33	Pferdekopfnebel	5 ^h 40,9 ^{min}	-2° 28'	4'×6	4	17/226			

Das 100°-Duell

Die Okulare Televue Ethos und Explore Scientific im Vergleich

VON RONALD STOYAN

130° überblickt ein gesundes menschliches Auge auf einmal. Nun fehlen nur noch 30° auf diesen Wert: 100° scheinbares Gesichtsfeld bietet die Speerspitze moderner Okulartechnologie. Nachdem Televue mit der Ethos-Okularreihe diese magische Marke erreichte (vgl. Themenheft Tekleskope), ist nun mit Explore Scientific ein Konkurrent auf den Plan getreten. Wir haben die beiden High-End-Okulare in einem besonderen Härtetest gegenübergestellt.





Abb. 1: Duell auf Augenhöhe: 100° scheinbares Gesichtsfeld bieten sowohl die chinesischen Okulare von Explore Scientific (links), als auch die Ethos-Okulare von Televue (rechts).

ontinuierlich hat sich die Entwicklung von Okularen dem unbegrenzten Blick verschrieben. War vor 25 Jahren noch ein Blickwinkel von 45° Standard und 65° Obergrenze, machte die »Nagler-Revolution« über 80° möglich. Mit sagenhaften 100° wurde nun eine neue Schwelle gebrochen – wieder waren die Optiker von Televue die Pioniere, und abermals ließ ein Konkurrent nicht lange auf sich warten.

Testarrangement

Verglichen wurden die Modelle 13mm Ethos von Televue sowie 14mm Explore Scientific. Beide Okularserien wurden inzwischen auf weitere Brennweiten ausgeweitet: Von Televue sind Ethos-Okulare mit 6mm, 8mm, 10mm, 17mm und 21mm zu haben, die Explore Scientific-Okulare gibt es auch in 9mm und 20mm.

Die visuellen Beobachtungen fanden gleichzeitig und direkt nebeneinander statt. Mit einem 16"-Newton (f/4,5, Vergrößerungen 140× bzw. 131×) wurden unter mäßig dunklem Himmel (SQM 21^m,3) besonders kritische Prüfungen ausgewählt: Während die Neigung zu Reflexen an Kapella (α Aur) einer harten Probe unterzogen wurde, dienten die Plejaden (M 45) als Testfeld für die Schärfeleistung. Der Kontrast wurde schließlich an Hubbles Veränder-

lichem Nebel (NGC 2261) sowie dem Pferdekopfnebel (B 33) untersucht – letzterer bietet ohne Nebelfilter ein ideales Testobjekt nahe der Wahrnehmungsgrenze.

Eine zweite Testprozedur mussten die Okulare am 4,7"-Apochromat (f/8,5, Vergrößerungen 78× bzw. 73×) durchlaufen. Verzeichnung, Farbfehler und außeraxiale Schärfeleistung wurden am Mond untersucht, zur Beurteilung der axialen Schärfe diente Mars. Bei einem Scheibchendurchmesser von nur 14" war das winzige Planetenbild ideal geeignet, auch feinste Darstellungsunterschiede herauszuarbeiten. Zusätzlich wurde die Größe des Gesichtsfelds mit der Durchlaufmethode bestimmt.

Verarbeitung

Das Televue Ethos ist das deutlich leichtere und etwas kleinere Okular. Es besitzt im Gegensatz zum in China gefertigten Okular von Explore Scientific eine 1½"/2"-Hybrid-Steckhülse, die das Verwenden von 1½"-Filtern ermöglicht, bei vorhandenen 2"-Filtern jedoch hinderlich ist. Die große Augenlinse ist von einer flexiblen Gummiaugenmuschel umgeben, die auch mit Handschuhen gut eingeklappt werden kann. Nimmt man die Augenmuschel ab, können die Dioptrx-Vorsatzlinsen für Beobachter mit Astigmatismus verwendet werden.

Das Okular von Explore Scientific wiegt fast 0,9kg – auch für stabile Okularauszüge und gut ausbalancierte Dobson-Teleskope können sich Probleme ergeben. Gut gefällt die konische 2"-Steckhülse, die effektiv ein versehentliches Herausrutschen des Okulars verhindert. Als weniger praktisch erweist sich dagegen die relativ steife Gummiaugenmuschel, die mit Handschuhen nur schwer umgeklappt werden kann.

Laut Werbung ist das Okular von Explore Scientific wasserdicht, jedes Modell soll vor der Auslieferung einem Wasserbad in 1m Tiefe ausgesetzt werden. Während sich Wasserschäden bei normaler Anwendung in Grenzen halten sollten, freuen sich mitteleuropäische Sternfreunde über die verringerte Gefahr des Beschlagens durch

Abb. 2: Unterschiedlich gearbeitet ist die Gummiaugenmuschel beider Okulare: Während sie beim Ethos-Okular relativ flexibel ist und sich leicht umklappen lässt (a), ist sie beim Modell von Explore Scientific steifer ausgeprägt (b).

100°-Okulare im Vergleich		
Okular	Televue Ethos 13mm	Explore Scientific 14mm
Scheinbares Gesichtsfeld	102°	103°
Augenabstand	15mm	14,5mm
Durchmesser Augenlinse	30mm	30mm
Länge × Durchmesser	144mm × 63mm	157mm × 70mm
Gewicht	562g	859g
Linsen/Gruppen	9/5	9/5
Steckhülse	11/4" + 2"	2"
Filtergewinde	1¼"	2"
Listenpreis	654€	439€

die bisher nur von Ferngläsern bekannte Stickstofffüllung. In der Praxis ergaben sich allerdings keine Unterschiede zum Televue-Okular.

Feld und Einblick

Das Ethos-Okular begeistert auf den sprichwörtlichen ersten Blick durch sein angenehmes entspanntes Einblickverhalten. Mit hochgeklappter Augenmuschel lässt sich der Kopf gut an das Okular anlegen, ohne dass ein Gefühl der Enge aufkommt. In dieser Stellung ist das ganze Feld rein durch Bewegen der Augen und ohne Bewegen des Kopfes voll überschaubar. Klappt man die Augenmuschel um,

ergeben sich durch den fehlenden Halt des Kopfes »Blackout-Effekte«. In dieser Position lässt sich aber gut mit Brille beobachten, dann sind etwa drei Viertel des Feldes überschaubar.

Beim Explore Scientific-Okular ist das Umklappen der Augenmuschel zu empfehlen. Mit aufgeklappter Muschel ist der Einblick etwas angespannt, zudem ist das Feld nicht mehr ganz überschaubar. Ohne Muschel lässt sich der Kopf anlegen, was das Beobachtungsgefühl entspannt – bei nicht zentraler Position ergeben sich jedoch die gefürchteten »Blackouts«. Brillenträger haben hier leider nicht so gute Karten, denn nur knapp zwei Drittel des Feldes können mit Sehhilfe noch überblickt werden.



Das Explore Scientific-Okular wurde zur Verfügung gestellt von Meade Europe, Borken.

interstellarum-Tests

Wirklich neutrale Aussagen über Teleskope und Zubehör – das wünschen sich viele Sternfreunde. Die vielfach veröffentlichten, fälschlicherweise als »Test« ausgegebenen Erfahrungsberichte in Zeitschriften und dem Internet sind nicht dazu geeignet. Oft hat man den Eindruck, dass Händlerinteressen die Artikel prägen.

interstellarum geht einen anderen Weg: In Zusammenarbeit mit den Herstellern und Händlern entstehen Tests, die eine Relativierung der Aussagen erlauben. Bewusst wird auf subjektive Wertungen verzichtet und dem Leser selbst die Möglichkeit gegeben, anhand der geschilderten Eigenschaften sich für eines der Produkte

Mehr über unsere Test-Grundsätze und bereits erschienene Berichte können Sie auf www.interstellarum.de nachlesen.

Beide Okulare übererfüllen die Herstellerangabe von 100° Gesichtsfeld, wobei das Explore Scientific-Okular die Nase leicht vorn hat.

Schärfeleistung

Nur bei der Planetenbeobachtung lässt sich die Achsenschärfe von Okularen wirklich gut beurteilen. Mars bietet mit kleinem Scheibchen bei der relativ kleinen Vergrößerung einen harten Test. Erst nach etwa halbstündiger Beobachtung ergibt sich der Eindruck etwas besser gezeichneter Kontraste von Polkappe und Mare Acidalium im Ethos-Okular. Mit dem bewährten orthoskopischen 16mm-Okular von Zeiss Jena können beide 100°-Okulare mithalten - ein exzellentes Zeugnis!

Die Randschärfe wird dagegen vom konvergierenden Strahlengang im f/4,5-Newton auf eine harte Probe gestellt. Das Ethos zeigt nur auf den äußeren 40% des Gesichtsfeldradius, gesehen von der Feldmitte, leicht unscharfe Sterne, erst auf den äußeren 20% des Feldes wird die leicht komaförmige

Sternabbildung störend. Das Bild bleibt jedoch bis zum Rand brauchbar scharf.

Das Explore-Scientific-Okular zeigt sich am Newton ebenbürtig. Die Sterne erscheinen bei 50% des Gesichtsfeldradius leicht unscharf, im Gegensatz zum Televue-Okular bleiben sie aber nahezu rund. Erst auf den letzten 10% lässt die Schärfezeichnung deutlich nach, ganz am Rand ist es unbrauchbar.

Insgesamt muss die Schärfezeichnung in beiden Okularen als exzellent bezeichnet werden. Bei hellen Objekten (Mond) ist die Unschärfe am Rand geringer als der Farbfehler und wird hauptsächlich durch diesen verursacht.

Kontrast und Reflexe

Der Pferdekopfnebel ist ohne Filter ein ideales Testobjekt unter durchschnittlichem Landhimmel, weil er bei 21^m,3/□ " an der Grenze der Wahrnehmungsfähigkeit liegt. Kleine Transmissionsdifferenzen können hier den Unterschied zwischen Sehen und Nicht-Sehen ausmachen. Hinderlich für die

Beurteilung ist jedoch die leicht unterschiedliche Austrittspupille durch die leicht verschiedene Brennweite der Okulare - auch nach längerer Beobachtung konnte nicht ermittelt werden, ob die sichtbaren minimalen Unterschiede darauf zurückzuführen sind oder doch auf unterschiedlichem Transmissionsverhalten beider Okulare fußen.

Am Mond zeigte das Ethos-Okular exzellente Kontrastleistung. Die Kraterränder erschienen sehr scharf, und schon bei 78× war die Rille im Posidonius ebenso zu sehen wie zwei Kleinkrater im Plato - eine außerordentliche Leistung!

Bei Kapella und Mars zeigte sich im Ethos-Okular ein winziger sternförmiger Reflex, wurden beide Objekte an den Bildrand gestellt, erschien ein leichter Strahlenkranz. Beim Mond erschien ein heller grüner Fleck, wenn der Mondrand sich in der Mitte des Gesichtsfeldes befand, und deutliche längliche Lichtstreifen, wenn der Mondrand kurz hinter dem Feldrand positioniert wurde.

Am Mond zeigte das Explore Scientific-Okular etwas weniger Detail als das Televue Ethos, jedoch ließ sich auch hier nicht klären ob die Unterschiede nur auf die leicht unterschiedliche Vergrößerung zurückzuführen waren. Bei Kapella machte sich ein flauer gegenläufiger Schein bemerkbar, der ohne Augenmuschel jedoch scharf und hell aufblitzte. Stellte man den Stern am Feldrand ein, erschien er mit deutlichen Strahlen. Bei Mars waren dagegen kaum Reflexe zu sehen. Beim Mond störte ein schwammiges Geisterbild mit einer Größe von etwa 15% Felddurchmesser, wenn der Mondrand in der Feldmitte positioniert wurde. Stand der Mond am Feldrand, waren dagegen keine Reflexe zu sehen.

Abb. 3: Verschieden sind auch die Steckhülsen beider Okulare: Televue verwendet einen 2"/11/4"-Hybrid (a), während Explore Scientific ganz auf 2" setzt.



Verzeichnung und Farbfehler

Das Ethos-Okular zeigt eine merkliche kissenförmige Verzeichnung. Farbfehler sind auf den äußeren 30% des Felddurchmessers am Mond zu sehen. Sie äußern sich als grüngelbe/violette Säume, sind jedoch kaum störend.

Im Explore Scientific-Okular ist kaum Verzeichnung erkennbar. Farbsäume zeigen sich jedoch schon ab 50% des Felddurchmessers am Mond in grünen und violettblauen Tönungen. Nur direkt am Rand des Gesichtsfeldes sind sie jedoch störend.

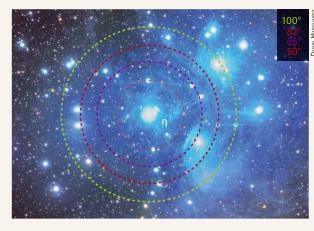
Vergleicht man diese Werte mit exzellenten Okularen ohne jeden Farbfehler, z.B. Zeiss Jena Ortho, und berücksichtigt die gewaltigen Unterschiede des scheinbaren Gesichtsfelds, ergibt sich ein nahezu gleich großer farbreiner Gesichtsfeldbereich.

Fazit

Das Televue Ethos-Okular und das Exemplar von Explore Scientific sind beeindruckend perfekte Krönungen moderner Okulartechnologie: 100° Gesichtsfeld bieten Deep-Sky-Beobachtern einen bisher ungekannt unbegrenzten Blick ins All, während Planetenbeobachter die Kontrast- und Schärfezeichnung auf höchstem Niveau begeistert. Wer einmal durch diese Okulare geblickt hat, wird mit weniger nicht mehr zufrieden sein – beide sind jeden Cent wert.

Überraschenderweise kann das in China gefertigte Explore Scientific-Okular mit der

Warum 100° Gesichtsfeld?



Visualisierung des tatsächlichen Gesichtsfeldes mit verschiedenen Okularen für einen 12"-Newton f/5 bei 115x.

An einem Beispiel wird deutlich, wie groß der Effekt eines großen scheinbaren Gesichtsfeldes ist: Mit einem 12"-Teleskop lassen sich bei

13mm Okularbrennweite mit einem gewöhnlichen Plössl-Okular 0,39° überblicken. Stellt man beispielsweise Alkyone in den Plejaden ein, ist keiner der anderen hellen Sterne von M 45 gleichzeitig im Gesichtsfeld. Mit 100° Gesichtsfeld steigert sich der Felddurchmesser dagegen auf mehr als das Doppelte – und die überblickbare Himmelsfläche sogar um fast 500%!

Okulargesichtsfelder am 300/1500mm-Newton mit 13mm-Okular								
Okulartyp	Scheinbares Gesichtsfeld	Reales Gesichtsfeld	Fläche					
Plössl	45°	0,39°	100%					
Erfle	65°	0,57°	209%					
Nagler	82°	0,71°	332%					
Ethos	100°	0,87°	494%					

durch Televue sehr hoch gelegten Messlatte mithalten, lediglich bei Einblickverhalten und Gewicht hat das Ethos-Okular leicht die Nase vorn. Der deutliche Preisunterschied macht diesen Unterschied jedoch womöglich mehr als wett.

Abb. 4: Geheimnisumwittert ist das Innenleben der 100°-Okulare, beide Hersteller veröffentlichen wenig über den Aufbau ihrer Wunderstücke. Licht ins Dunkel bringt eine Röntgenaufnahme, die deutlich die jeweils neunlinsige Anordnung in fünf Gruppen zeigt.





Die Okulare in der Praxis

Televue Ethos 13mm

- 🕀 riesiges Feld
- exzellente Achsen- und Randschärfe
- entspanntes Einblickverhalten
- ergonomische Augenmuschel
- geringeres Gewicht
- leichte Verzeichnung
- hoher Preis

Explore Scientific 14mm

- riesiges Feld
- exzellente Achsen- und Randschärfe
- geringe Verzeichnung
- Stickstofffüllung
- niedrigerer Preis
- hohes Gewicht
- nicht für Brillenträger geeignet

Leistungsfähig, **flexibel** und ein bisschen *revolutionär*

Die gekühlten Astrokameras 540wsg und 583cs von QSI

VON ULLRICH DITTLER

Revolutionen im Bereich der Entwicklung der gekühlten Astrokameras waren bisher selten. Die kalifornische Firma QSI (Quantum Scientific Research) ist angetreten, den nächsten Schritt zu liefern: Die 500er-Serie bietet nicht nur hochwertig verarbeitete Kameras, sondern mit dem ins Gehäuse integrierten Off-Axis-Guider auch ein »revolutionäres« Potential. Im Praxistest konnten sich die Kameramodelle 540wsg mit Filterrad und die »Single-Shot«-Farbkamera 583cs beweisen.



as Angebot an Kameras für Astrofotografen ist breit gefächert: Neben ungekühlten Kameras mit kleinem Chip (Webcams, The Imaging Source, Skynyx etc.), die vorwiegend zur Fotografie des Mondes, der Sonne und der Planeten eingesetzt werden, finden zunehmend auch digitale Spiegelreflexkameras Verwendung, die auch bei der Fotografie von helleren Deep-Sky-Objekten erstaunlich gute Ergebnisse liefern. Auch

für die »Königsklasse« der Astrofotografie, die Fotografie lichtschwacher Deep-Sky-Objekte, werden verschiedene gekühlte Astrokameras von unterschiedlichen Herstellern angeboten.

Evolution statt Revolution: Moderne CCD-Kameras

Dieses Angebot an – in der Regel hochpreisigen – gekühlten Astrokameras ist getrieben von der technischen Entwicklung im Bereich der CCD-Chips. Jedoch fand in den vergangenen Jahren eher eine langsame Evolution der gekühlten Astrokameras statt: Während noch vor wenigen Jahren gekühlte Astrokameras mit kleinen Chip-Größen von rund 5mm × 7mm üblich waren (beispielsweise Alccd 5, SBIG ST-7, Starlight Xpress SXVF-M8C etc.), sind heute die mittleren Chipgrößen von 9mm × 12mm bis mehr als

16mm × 16mm (Alccd 6, Atik 4000, FLI ProLine PL4022, SBIG ST-4000, Starlight Xpress SXVR-H16 etc.) üblich. Der aktuelle Standard im Amateurbereich bilden derzeit Vollformat-Chips mit 24,7mm \times 36mm Chipgröße (Atik 11000, FLI ProLine PL11002, Starlight Xpress SXVR-H35, SBIG STL-11000 etc.). Es steht zu vermuten, dass die Chipgrößen evolutionär weiter wachsen und so - zumindest bis zur Größe der Vollformatchips - in den kommenden Jahren zunehmend erschwinglicher werden.

Revolutionen im Bereich der Entwicklung der gekühlten Astrokameras waren bisher jedoch selten: Die Entwicklung von Dual-Chip-Kameras (d.h. der Einbau eines zweiten Chips neben dem Aufnahmechip zur automatisierten Nachführung ohne Leitrohr) war sicherlich ein solcher revolutionärer Schritt. Ggf. kann auch die Entwicklung eines integrierten, motorischen Filterrades als Revolution in diesem Bereich der Amateurastrofotografie verstanden werden, da dieses die automatisierte Erstellung von Aufnahmeserien mit unterschiedlichen Filtern erheblich vereinfacht hat. Auch die zuletzt erfolgte Einführung Adaptiver Optiken für Astroamateure (SBIG und Starlight Xpress) hat sicherlich revolutionäre Züge, da sie einen erheblichen Qualitätsgewinn bei der Abbildungsleistung ermöglicht. Nun gibt QSI mit dem integrierten Off-Axis-Guider bei den Kameras der Serie 500 einen neuen Schritt vor.

Die 500er-Serie von OSI

Die Kameras der 500er-Serie von QSI positionieren sich mehrheitlich in dem aktuell so erfolgreichen Feld der Astrokameras mit mittelgroßem Aufnahmechip. Darüber hinaus ist die Kameraserie modular aufgebaut, so dass der Anwender seine Kamera in weiten Bereichen nach individuellen Bedürfnissen zusammenstellen kann. Gemeinsam ist allen QSI-Kameras, dass der Aufnahmechip zusammen mit der gesamten Elektronik in einem achteckigen, blau eloxierten Metallgehäuse steckt, das rund 11cm Durchmesser und eine Dicke von knapp 3,5cm hat. Das rund 700g schwere Kameragehäuse verfügt neben zwei Stativgewinden, einem 12 Volt-Anschluss, einem USB-Anschluss (USB 2.0) sowie einem Guider-Anschluss (mit integrierter Relaisbox) auch über eine Anschlussmöglichkeit für eine optional verfügbare Wasserkühlung. Auf der Rückseite des Gehäuses sind zudem zwei kleine Ventilatoren angebracht (Durch-



▲ Abb. 2: Passend zu den jeweils den Aufnahmechip enthaltenden Kamerablöcken stehen vier verschiedene Gehäusefronten mit unterschiedlichen Zusatzausstattungen zur Verfügung.

Abb. 3: In der Version »full size« befindet sich ein Shutter sowie ein Filterrad. Das motorisch betriebene Filterrad nimmt fünf gefasste Filter der Größe 11/4" auf und ist im Gehäuse relativ dicht über dem Aufnahmechip positioniert, um Vignettierungen zu vermeiden.

messer: 2,5cm), die den Kamerachip um knapp 40°C unter die Umgebungstemperatur kühlen können und die Wärme über insgesamt 16 Kühlrippen ableiten. Ergänzt wird die Ausstattung der Kamera durch eine rückseitig angebrachte Multicolor-LED (Camera Status Indicator), die den Anwender über den jeweiligen Status der Kamera informiert.

Im Inneren dieses bei allen Modellen einheitlich aussehenden Gehäuseblocks arbeiten unterschiedliche Aufnahmechips, wobei die Modellbezeichnung schon Auskunft gibt über die jeweilige Megapixelzahl des Kameramodells. Insgesamt sind neun verschiedene Aufnahmechips in sechs unterschiedlichen Auflösungen und Größen verfügbar (siehe Kasten), diese reichen von monochromen full-frame-Chips bis hin zu single-shot-Color-Chips. Außer dem Modell QSI 504 (mit 0,4 Megapixel, d.h. 512 × 768 Pixel bei einer Chipgröße von 4,6mm × 6,9mm) sind alle anderen Modelle im Bereich der mittleren Chipgrößen angesiedelt; wobei das Modell QSI 583 derzeit das Spitzenmodell darstellt. Es verfügt über 8,3 Megapixel (2504×3326 Pixel), die sich auf eine Chipfläche von 13,5mm × 17,9mm

Der Aufnahmechip aller QSI-Kameras sitzt jeweils in einer mit Argon gefüllten Kammer, die durch eine (vom Astrofoto-



grafen wiederaufzuladende) Trockenpatrone trocken gehalten wird, so dass auch während der Chipkühlung kein Feuchtigkeitsniederschlag auf dem Chip stattfindet.

Modulare Gehäusegrößen

Die QSI-Modellreihe ist modular aufgebaut: Passend zu den jeweils den Aufnahmechip enthaltenden Kamerablöcken stehen vier verschiedene Gehäusefronten mit unterschiedlichen Zusatzausstattungen zur Verfügung: Die Gehäusefront der Größe »slim body« ist dann sinnvoll, wenn - wie bei den interline-Chips der Modelle OSI 520 und OSI 540 möglich -



auf den Einsatz eines mechanischen Shutters verzichtet werden kann. Bei dieser schlankesten aller vier Gehäusefronten beträgt der Backfokus (mit T2-Anschluss) nur 15,5mm.

Abb. 4: Die im Test verwendeten QSI-Kameras am Fernrohr. Ebenfalls zu erkennen sind die unterschiedlichen Fronten der beiden Kameras und die zur Nachführung am Off-Axis-Guider eingesetzte Kamera.

Die Gehäusefront »medium size« bietet einem mechanischen Shutter Platz, wie er bei der Verwendung von Modellen mit fullframe-Chips sinnvoll ist (aber auch bei Verwendung von interline-Chips kann der mechanische Shutter sinnvoll eingesetzt werden, da er das Anfertigen von Darkframes erleichtert). Bei dieser Gehäusefront beträgt der Backfokus mit T2-Anschluss 22,9mm.

Die nächstgrößere Gehäusefont – mit dem Namen »full size« – bietet Platz für einen Shutter und zudem für ein Filterrad. Das motorisch betriebene Filterrad nimmt fünf gefasste Filter der Größe 1½" auf. Das Filterrad ist dabei im Gehäuse relativ dicht über dem Aufnahmechip positioniert (siehe Abb. 3), um Vignettierungen zu vermeiden. Bei der Gehäusefront »full size« wächst der Backfokus mit T2-Anschluss auf 35,6mm.

Das revolutionäre an den QSI-Kameras verbirgt sich in der vierten Gehäusefront mit dem Namen »oag body«. OAG steht für Off-Axis-Guider und diese Gehäusefront bietet nicht nur Platz für einen mechanischen Shutter und ein elektrisches Filterrad, sondern enthält zudem ein vor (!) dem Filterrad liegendes Prisma, das einen kleinen Teil des Bildfeldes um 90° zu einer Anschlussmöglichkeit einer Guiding-Kamera umlenkt. Bei den klassischen Dual-CCD-Kameras liegt der Guiding-Chip stets hinter dem Filterrad, dies führt bei der Verwendung von (Schmalband-)Filtern unter Umständen zu Problemen, da das Licht des Leitsterns dann auch gefiltert wird und dieser ggf. zu schwach wird (als Ausweg dient dann meist eine separate Nachführkamera bzw. ein separater Kamerakopf an einem Leitrohr). Der Weg, den QSI geht, ist charmanter, eleganter und bei der Verwendung schmalbandiger Filter sinnvoller: Das Licht des Leitsterns wird zur Guidingkamera umgelenkt, ehe das Sternlicht für den Aufnahmechip gefiltert wird. Auf ein separates Leitrohr mit all seinen Nachteilen (Tubusdurchbiegung, zusätzliches Ge-

Abb. 5: Mit dem Schwarzweiß-Modell QSI 540 und einem 60/355mm-Refraktor lassen sich mit Linienfilter Emissionsnebel in Hα aufnehmen a) NGC 281, 10×10min; b) NGC 6992, 10×3min; c) NGC 6960, 6×10min.





wicht etc.) kann damit verzichtet werden. Diese Modifikation ist so clever wie simpel; QSI löst damit ein bekanntes Problem und verkürzt durch die Integration des Prismas in das Kameragehäuse den notwendigen Backfokus ganz erheblich (der Backfokus mit T2-Anschluss beträgt bei dieser Gehäusefront 48,3mm).

Die OAG-Gehäusefront ermöglicht über entsprechende Adapter den Anschluss verschiedener Kameras zur Nachführkontrolle; so die Modelle von Meade (DSI Pro I, II, III) ebenso wie von Starlight Express (Loadestar), Orion (Starshoot Autoguider, Imager II) oder The Imaging Source.

Mechanik und Lieferumfang

Für diesen Test standen das Modell QSI 540wsg (der Buchstabe »w« zeigt das eingebaute Filterrad (filter Wheel) an, »s« den mechanischen Shutter und »g« den offaxis-Guider) und eine QSI 583cs (»c« steht dabei für single-shot-Color und »s« wieder für den Shutter) zur Verfügung. Die ganz zweifellos hochwertig verarbeiteten Kameras werden jeweils in einem sehr robusten Kunststoffkoffer (Pelicase) geliefert. Zum Lieferumfang gehört – neben der Kamera mit dem gewählten Gehäuse – ein Netzteil,

ein Kabel für die Verbindung zum Guiderport der Montierung, ein USB-Kabel und ein Satz kleiner Sechskantschraubendreher (Inbusschlüssel für US-Norm-Schrauben). Ein 2"-Adapter und eine entsprechende Adapterplatte zur Befestigung an der Gehäusefront runden den Lieferumfang ab. Eine Treiber-/Software-CD für Windowsund Linux-PCs sowie für Mac lag unseren Kameras versehentlich nicht bei (eine Rückfrage beim deutschen Vertreiber klärte jedoch, dass die Treiber-CD Bestandteil des Lieferumfang ist und gerne nachgeschickt wurde). Die aktuelle Version der Software-CD steht zudem auf der Seite des Herstellers (s. Surftipps) als CD-Image zum Download bereit. Diese CD enthält neben einer Gebrauchsanweisung (als PDF) auch die notwendigen USB-Treiber und PlugIns für Maxim DL/LE, Astroart, CCDSoft, Nebulosity, Prism7 und Images Plus.

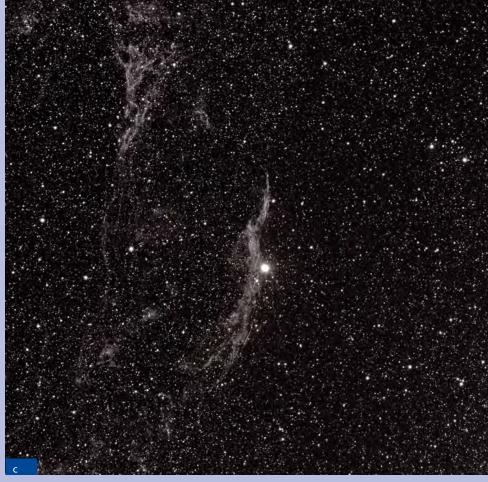
In der QSI 540wsg findet der Kodak-Chip KAI-04022 Verwendung, ein monochromer Chip, der eine Quanteneffizenz von bis zu 0,55 (bei etwa 450nm bis 500nm) aufweist. Der Chip verfügt bei einer Auflösung von 2048 × 2048 Pixel über eine Pixelgröße von 7,4μm × 7,4μm; die Pixel sind zur Erhöhung der Lichtausbeute mit Mikrolinsen ausgestattet. Im Gegensatz dazu verfügt die QSI 583cs über einen Kodak-Detektor vom Typ KAF-8300. Dieser Single-shot-Color-Chip verfügt über eine Bayer-Matrix und eine Auflösung von 3326 × 2504 Pixel bei einer Pixelgröße von 5,4μm × 5,4μm. Die Quanteneffizienz ist im Vergleich zum kleineren Monochromchip der QSI 540 geringer: Die QSI 583 verzeichnet im Bereich des roten Lichtes (600nm) nur eine Quanteneffizienz von 33%, im Bereich des grünen Lichtes (540nm) von 40% und im blauen Bereich bei 480nm von 33%.

Aufnahmepraxis

Das Sternbild Schwan stand fast im Zenit, als in der ersten Nacht die große QSI 583 zum Einsatz kam: Die Adaption an einen kleinen Apo-Refraktor stellte dank des mitgelieferten Adapters kein Problem dar – alternativ wäre der zum Lieferumfang gehörende 2"-Steckadapter zum Einsatz gekommen. Aber bei einer Kamera mit einem Listenpreis von über 3500€ ist die geschraubte Verbindung doch die bessere Wahl.

Auch das Einspielen der USB-Treiber und des PlugIns für CCDSoft gelang problemlos, so dass die Kamera wenige Minu-





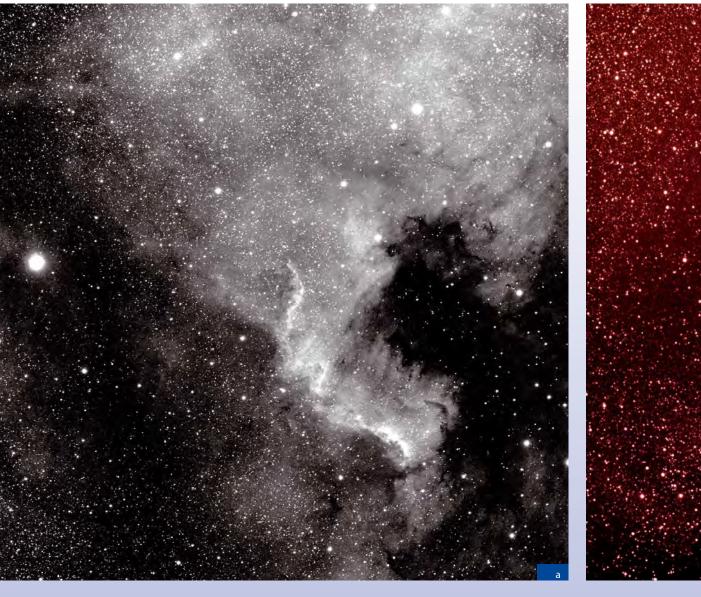




Abb. 6: Der Nordamerikanebel mit den Modellen QSI 540 (a) und QSI 583 (b) im Vergleich. Aufnahme mit dem 60/355mm-Refraktor, und Hα-Filter (a, HWB 35nm), Belichtungszeit 6×10min (a) und 6×5min (b).

ten später vom Rechner gefunden wurde. Noch während der Dämmerung wurde die Kamera auf Betriebstemperatur von -25°C abgekühlt und es wurde eine Serie von Dunkelbildern mit den geplanten Belichtungszeiten angefertigt. Hierbei zeigte sich, dass die Kamera für den Download eines Bildes knapp über 20 Sekunden benötigt; dies erscheint zunächst lang, relativiert sich jedoch, wenn man bedenkt, das ein 16-Bit-Bild mit 8,3 Megapixel von der Kamera an den Rechner heruntergeladen wird und ist weniger durch die verwendete Technik, als vielmehr - im Sinne des Astrofotografen - durch die verminderte Chipauslesegeschwindigkeit bedingt, die wiederum das Ausleserauschen im Sinne einer höheren Bildqualität vermindert.

Der Einsatz des Autoguiders gestaltete sich einfach: Die oben genannten Guiding-Kameras (mit einem maximalen Backfokus von 12,5mm) können per C- oder T-Mount-Gewinde angeschlossen werden. Nach der Fokussierung eines Objektes (hellen Sterns) auf dem Aufnahmechip kann der Guider ebenfalls sehr präzise fokussiert werden, da ein entsprechendes Gewinde der adaptierten Nachführkamera einen Fokusweg von 8mm bietet. Auch die QSI-Kameras sind vor den bekannten Problemen bei der Suche nach einem passenden Leitstern nicht gefeit: Statt die Aufnahme- und Guiding-Kamera bei der Suche nach einem geeigneten Nachführstern um die optische Achse zu drehen, sollte die Montierung

lieber ein wenig nach rechts oder links gefahren werden; denn ein Drehen der Kamera-Kombination würde wegen der neuen Orientierung der Guidingkamera eine erneute Kalibrierung des Autoguiders notwendig machen.

Während des nächtlichen Einsatzes zeigte sich die QSI 583 unauffällig und leistungsfähig: Die zahlreichen Single-Shot-Color-Aufnahmen und -Serien verrichtete sie klaglos und auch die Kühlung der Kamera wurde softwareseitig automatisch durch Anpassung der Drehzahl der beiden Lüfter in engen Grenzen geregelt (die Software korrigierte die Temperatur über Stunden mit einer maximalen Abweichung von 0,1° auf den vorgegebenen Wert).



Der etwas kleinere Chip der monochromen QSI 540 lud dazu ein, die Nebelgebiete im Schwan in den folgenden Nächten durch (Schmalband-)Filter zu fotografieren. Die Verwendung von Filtern mit gleicher Dicke erleichterte die Fokussierung mit einem Klarglas/UV-Filter, während die hier gezeigten Aufnahmen mit einem Hα-Filter entstanden sind. Auch die QSI 540 verrichtete ihre Aufgabe unauffällig und zuverlässig. Die Zuverlässigkeit ist neben der exzellenten Verarbeitung ein weiteres Kriterium, das die QSI-Kameras von anderen Geräten abhebt. Der Filterwechsel geschieht bei den Aufnahmeserien unhörbar und innerhalb kürzester Zeit; der Download eines 16-Bit-Bildes dauert bei der QSI 540 mit elf Sekunden merklich kürzer als bei der »großen« QSI 583.

Bereits nach dem Download der Bilder auf den PC zeigte sich die erstaunlich gute (=rauscharme) Qualität der Aufnahmen, die sich bei der späteren Bildverarbeitung bestätigte. QSI ist es offensichtlich gelungen mit dem durchdachten Einsatz der elektronischen Chip-Steuerung ein Maximum an Qualität aus den Aufnahmen gewinnen zu können. Positive Aussagen zu den S/N-Verhältnissen finden sich in vielen Veröffentlichungen zu den QSI-Kameras. Da es im Rahmen dieses Tests leider nicht möglich war, Vergleichsaufnahmen mit gleichen Chips in Kameras anderer Hersteller anzufertigen, können die Aussagen zur rauscharmen Qualität hier nicht quantifiziert werden. Die erstaunlich gute (=rauscharme) Qualität der Bilder ist aber schon bei der Betrachtung der unverarbeiteten Rohaufnahmen offensichtlich.

Kurz vor dem Redaktionsschluss für dieses Heft – aber leider nach dem Test der Kamera – veröffentlichte QSI ein SoftwareUpdate, dass nun auch das Auslesen von Teilbereichen des Chips (Subframes) erlaubt und so das Fokussieren der Kamera vereinfacht und innerhalb deutlich kürzerer Zeit ermöglicht.

Fazit

Kritisch anzumerken bleibt, dass die Kameras ohne Aufnahmesoftware ausgeliefert werden. Der Anwender muss daher auf Programme wie CCDSoft, Maxim DL etc. zurückgreifen. Ob dies ein Nachteil ist, kann jeder Anwender mit Blick auf ggf. bereits vorhandene Software selbst beurteilen. Auch sind die Kabelverbindungen (USB und Strom) an der Kamera nur gesteckt, was beim nächtlichen Betrieb dazu führen kann, dass eines der Kabel durch Zug belastet aus der Buchse herausrutscht. Eine Kabelfixierung am Kameragehäuse mit Zugentlastung wäre daher wünschenswert.

Die hohe Leistungsfähigkeit und das aktuelle technische Design der beiden QSI-Kameras steht hingegen außer Frage: Die Kameras der QSI-Serie bieten dem engagierten Astroamateur ein leistungsfähiges und flexibles Werkzeug, das durch den (optionalen) vor dem Filterrad eingebauten Off-Axis-Guider revolutionäres Potential hat, um die Fotografie für den Astroamateur spürbar zu vereinfachen.

[1] Smallbone, A.: First Look: QSI 5126ws, Astrophoto insight 12/2007

Surftipps

Homepage des Autors mit weiteren Aufnahmen: www.sternenstaubobservatorium.de Homepage des Herstellers: www.qsimaging.com

Die beiden QSI-Kameras für diesen Test wurden von Intercon Spacetec (Augsburg) zur Verfügung gestellt.

Die Modelle	der 500er-Serie von QSI				
Modellname	Chiptyp	Pixel	Größe	Gewicht	Preis, je nach verwendetem Gehäuse
QSI504	KAF-0402ME (fullframe, monochrome)	768 × 512	6,91mm × 4,6mm	Das Gewicht der Ka-	2495€ 504s, 3090€ 504ws, 3490€ 504wsg
QSI516	KAF-1603ME (fullframe, monochrome)	UCIIIUIIIE) : 1330 × 1024 : 13,0111111 × 3,2111111 :	meras hängt vom ver- wendeten Gehäuse ab:	3995€ 516s, 4590€ 516ws, 4990€ 516wsg	
QSI532	KAF-3200ME (fullframe, monochrome)	2184 × 1472	14,85mm × 10,26mm	Kameras mit SlimBody	5395€ 532s, 5895€ 532ws, 6195€ 532wsg
QSI583	KAF-8300 (fullframe, monochrome)	3326 × 2504	17,96mm × 13,52mm	wiegen rund 750g,	2795€ 583s, 3195€ 583ws, 3695€ 583wsg
QSI583c	KAF-8300 (fullframe, RGB)	3326 × 2504	17,96mm × 13,52mm	mit Medium Size Body	3595€ 583cs, 3895€ 583csg
QSI520	KAI-2020M (interline, monochrome)	1600 × 1200	11,84mm × 8,88mm	mit Off-Axis-Guider- Body rund 1350g	2995€ 520i, 3295€ 520s, 3890€ 520ws, 4290€ 520wsg
QSI540	KAI-04022 (interline, monochrome)	2048 × 2048	15,15mm × 15,15mm		3795€ 540i, 4095€ 540s, 4595€ 540ws, 4895€ 540wsg
QSI520c	KAI-2020CM (interline, RGB)	1600 × 1200	11,84mm × 8,88mm		2999€ 520ci, 3295€ 520cs, 3795€ 520csg
QSI540c	KAI04022C (interline, RGB)	2048 × 2048	15,15mm × 15,15mm		3995€ 540ci, 4295€ 540cs, 4795€ 540csg

Sternwarte in Schieflage



VON ANDREAS BERGER

Die klassische Schiebedachhütte ist vielfach gebräuchlich. Doch wer einen begrenzten Himmelsausschnitt zur Verfügung hat, möchte sich durch das Dach der eigenen Sternwarte nicht zusätzlich beschränken lassen. Abhilfe bietet eine neuartige Konstruktion mit schrägem Schiebedach.

um Testen von Teleskopoptiken wollte ich mir eine kleine Sternwarte bauen, die nicht viel kosten durfte und den

Blick bis zum Horizont ermöglicht. Da der »handtuchgroße« Garten nicht mit einer herkömmlichen Schiebdachhütte zugestellt werden sollte, stand nur ein schmales Stück zur Verfügung. Außerdem sollte das abgefahrene Dach nicht im (Blick-)Weg stehen. Wenn das Dach dagegen auf einer schiefen Ebene nach unten gefahren werden kann, verschwindet es aus dem Blickfeld.



Anstatt die Hütte komplett selbst zu bauen, wurde beim mittlerweile insolventen Quelle-Versand das kleinste Gerätehäuschen aus Holz besorgt, welches man dort kaufen konnte. Mit 1m × 1,2m Grundfläche und einer Höhe von ca. 2 Metern ist es sicherlich nicht für größere Instrumente geeignet, aber für das extrem schmale Himmelsfeld meines Gartens und den vorgesehenen Zweck erwies es sich als ausreichend.

Ein Stück Aluminiumrohr aus der Reste-

Abb. 1: Schiebedachsternwarte einmal anders: Das Dach wird nicht gerade, son-

dern auf geneigten Schienen zur Seite ge-

fahren.

Ein Stück Aluminiumrohr aus der Restekiste musste als Säule herhalten. Kurzerhand einbetoniert, stand somit die Höhe der Montierung fest. An der Grenze vom Garten befindet sich ein ca. 1,80 Meter hoher Zaun, der gezwungenermaßen den tiefstmöglichen Blickwinkel festlegt. Dieser wiederum diktierte den Winkel, in der das Dach abgefahren werden muss.

Auf die Schienen...

Nachdem der Beton der Säule ausgehärtet war, wurden Betonplatten (Gehwegplatten) auf dem Boden verlegt, um später darauf die Hütte zu bauen. Die Qualität der Hütte war

Abb. 2: Die Schienenkonstruktion mit Drahtseilwinde. Über eine Umlenkrolle wird das fahrbare Dach nach oben gezogen. Die Gummiabdichtung darf hier nicht fehlen.







erwartungsgemäß nicht sehr hoch. Nachdem die Hütte komplett aufgebaut war, wurden drei Meter lange L-Winkel aus Stahl (als Führungen) an den seitlichen Innenwänden befestigt und mittels Durchbrüchen in der Hüttenwand nach außen geführt. Die außen liegenden Enden wurden mit kleinen Punktfundamenten aus Beton vor dem Verschieben gesichert. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Profile parallel zueinander stehen! Als nächstes mussten Rollen an den seitlichen Innenwänden so befestigt werden, dass sie sowohl möglichst weit auseinander liegen, als auch Kontakt zur Schiene bekommen, auf der sie später beim Abfahren des Daches laufen sollen. Günstiger ist es übrigens, die längere Seite des Daches abzufahren - in der von

mir realisierten Variante neigt das Dach viel eher zum Verkannten. Aus besagtem Platzmangel blieb jedoch nichts anderes übrig, als sie so aufzubauen.

...fertig, los!

Vor dem nächsten Schritt, dem Zersägen der Hütte, sollte das Dachteil gesichert werden. Die Verletzungsgefahr ist hier nicht zu unterschätzen. Abhilfe schaffte eine Stahlseilwinde aus dem Baumarkt für ca. 20€, welche zwischen den L-Profilen befestigt wurde. Das Dachteil besitzt zudem ein relativ hohes Gewicht, so dass es kaum möglich ist, das Dach selbst auf die Sternwarte aufzusetzen. Die Zwischenstreben, die für die Winde erforder-

Material und Kosten

1 Gartenhäuschen200€1 Seilwinde20€4 Rollen60€2× 3m L-Profile20€diverse Kleinteileca. 25€Summeca. 305€

Abb. 3: Blick in das Innere der Hütte. Obwohl das Dach nach Süden abgefahren wird, steht es nun nicht mehr im Weg.

lich sind, versteifen zudem vorteilhaft die L-Profile der beiden Schienen zueinander! Nun kann die Trennebene außen angezeichnet und die Hütte in zwei Teile zersägt werden. Mit einer zweiten Sägung wird ein großzügiger Spalt hergestellt, der eine einwandfreie Bewegung garantieren soll. Schlussendlich wurden über den Schlitzen Gummileisten angebracht (Abb. 2). Um dem Ganzen mehr Stabilität zu verleihen ist es sinnvoll die Konstruktion mit zusätzlichen Stützstreben zu verstärken.

Fazit

Dank der Seilwinde lässt sich das Dach spielend leicht schließen und einer spontanen Beobachtungsnacht steht nun kein mühseliger Aufbau mehr im Weg. Bisher hat die Hütte einigen Herbststürme getrotzt. Sicher gibt es bessere und stabilere Lösungen, doch wer über wenig Geld und Platz verfügt, mag ebenfalls an eine »schiefe Sternwarte« denken.

Surftipp

Homepage des Autors:

www.astronomieberger.de

Weniger ist mehr

Strategien der Rauschreduktion für Astrofotografen

VON PETER EPPICH

Preiswerte Spiegelreflexkameras wie die Canon-Modelle 1000D und 450D erfreuen sich derzeit großer Beliebtheit, da sie mit einem großen Sensor, Live-View-Fokussierung und durch die hohe Verfügbarkeit von Adaptern gut für einsteigende Astrofotografen geeignet sind. Für sehr schwache Objekte sind diese Kameras sicherlich nicht ideal, jedoch kann man durch die richtige Wahl der ISO-Stufe und zusätzliche Kühlung die erzielbaren Ergebnisse optimieren.

Was ist die beste ISO-Einstellung?

Anders als bei der chemischen Fotografie findet die Empfindlichkeitssteigerung bei höheren ISO-Stufen auf rein elektronischem Weg statt, d.h. das Signal wird elektronisch verstärkt. Da das Sensormaterial (der Chip) bei jeder ISO-Einstellung jedoch identisch ist, geht man im Allgemeinen davon aus, dass es für das Endergebnis gleich ist, welche ISO-Einstellung man vorgenommen hat, solange die Belichtungszeit im Ganzen gleich bleibt, da die Anzahl der gesammelten Photonen identisch ist.

Ein zunächst unterbelichtetes und hinterher aufgehelltes Bild rauscht genauso stark wie ein korrekt belichtetes Bild bei höherer ISO-Stufe. Diese Tatsache relativiert sich jedoch in dem Moment, wo man mehrere Bilder überlagert: Das durch das Addieren von kurz belichteten Bildern (»Stacken«) verminder-



Abb. 1: Weniger ist manchmal mehr – auch in der Astrofotografie. Wenige Einzelbilder mit niedrigem ISO-Wert liefern bessere Ergebnisse als die Addition von vielen kurz belichteten Bildern mit hoher ISO-Einstellung. Eine zusätzliche Kühlung sorgt für zusätzliche Bildqualität. Diese Aufnahme von M 8 entstand einen Tag nach Vollmond bei ISO 100 mit einer gekühlten Canon EOS 450D-Kamera, Belichtungszeit 16×5min, 20"-Cassegrain bei 1500mm Brennweite.

Abb. 2: Vergleich des Bildrauschens bei verschiedenen ISO-Werten, aufgenommen mit einer digitalen Spiegelreflexkamera Canon EOS 1000D, jeweils für eine Belichtungszeit von 80s. Der visuelle Vergleich zeigt, dass ISO 200 das beste Ergebnis erzielt.

- a) 16×5s bei ISO 1600
- b) 8×10s bei ISO 800
- c) 4×20s bei ISO 400
- d) 2×40s bei ISO 200
- e) 1×80s bei ISO 100









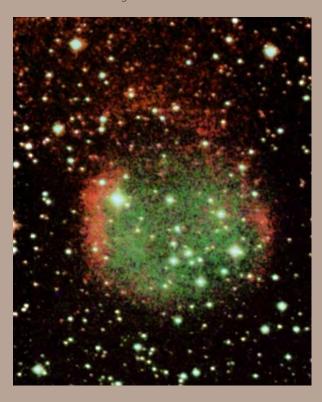
Schwacher Nebel, wenig ISO: Abell 66

Planetarische Nebel, vor allem alte Objekte, stellen große Herausforderungen an den Astrofotografen. Charakterisiert durch eine besonders geringe Flächenhelligkeit, diente Abell 66 (PK 19-23.1, ESO 595-4) sowohl als Testobjekt für die Fotografie mit niedrigen ISO-Werten als auch für die Wirkung der Kühlung.

Der 500mm-Cassegrain der Internationalen Amateursternwarte (IAS) in Namibia stand für diese Aufnahme zur Verfügung. Die gekühlte Canon EOS 450D wurde im Primärfokus bei 1500mm Brennweite montiert. Der ausladende Kühlkörper vergrößerte leider die Obstruktion, was aber nur bei sehr hellen Sternen an unregelmäßigen Spikes sichtbar wurde. Die Kamera wurde auf ca. –2°C heruntergekühlt. Aufgrund der geringen Luftfeuchtigkeit war Vereisung kein Problem. Die ersten Testaufnahmen bei ISO 1600 mit 1 Minute Belichtungszeit, welche zur korrekten Positionierung dienten, brachten trotz außergewöhnlich gespreiztem Histogramm keinerlei Anzeichen des gesuchten Objektes. Erst bei 2 Minuten Belichtungszeit und unter Verwendung des von Canon mitgelieferten Programmes Digital Photo Professional (DPP) war der Nebel mit viel Phantasie zu erahnen und das Teleskop konnte korrekt positioniert werden. Aufgrund der vorangegangenen Messungen zum Verhalten der Canon 450D bei verschiedenen ISO-Werten schien die Stufe ISO 100 und 32 Minuten Belichtungszeit die sinnvollste Kombination zu sein. Insgesamt vier dieser Aufnahmen gelangen in dieser Nacht.

Trotz 128 Minuten Belichtungszeit und der intensiven Nachbearbeitung bleibt dieses Objekt eine echte Herausforderung für Technik und Mensch. Der Beweis für die Wirkung

Abell 66 bei 100 ISO. Die schwächsten Objekte in diesem Foto haben eine Helligkeit von ca. 22^m.



von Kühlung und niedrigen ISO-Stufen konnte aber immerhin damit erbracht werden.

Abell 66								
Name	Sternbild	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Flächenhelligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
Abell 66	Sgr	19 ^h 57 ^{min} 31,5 ^s	-21° 36' 44,7"	14,79	25 ^m 9/ 🔲 "	4,5'	2000Lj	-/342

te Rauschen ist geringer als das Rauschen, welches durch die Verwendung höherer ISO-Stufen erzeugt wird. Ist es also besser, viele Einzelbilder bei hoher ISO-Stufe anzufertigen oder wenige Bilder bei niedriger ISO-Stufe?

Den ISO-Sieger ermitteln

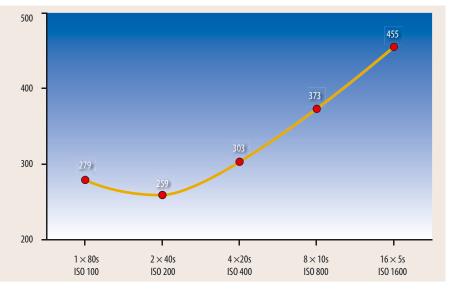
Als einfacher Grundansatz dient die Überlegung, dass für eine Halbierung des Rauschens die vierfache Anzahl Aufnahmen, also auch die vierfache Zeit, benötigt wird.

Das Rauschen nimmt mit der Wurzel der Anzahl der Aufnahmen ab. Durch die Halbierung der ISO-Stufe lässt sich auch das Rauschen halbieren, man benötigt bei gleicher Bildhelligkeit aber die doppelte Belichtungszeit. Gegenüber der Variante, wenige

Abb. 3: Für die Testbilder aus Abb. 2 ► wurde die Standardabweichung bestimmt, welche ein Maß für das Rauschen ist. Das beste Ergebnis wird bei der 1000D durch die Überlagerung von zwei Bildern bei ISO 200 erreicht.



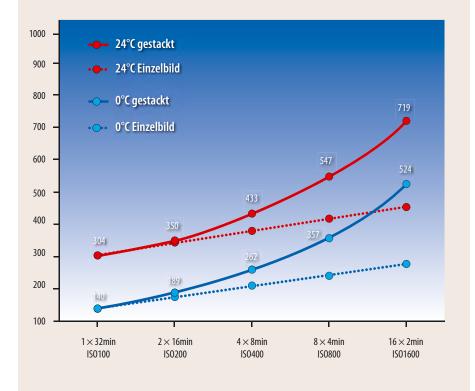




Was ist der ISO-Wert?

Ursprünglich als genormter Wert für die Empfindlichkeit eines chemischen Films verwendet, wird dieser Wert heute entsprechend auch in der digitalen Fotografie benutzt, um die Lichtempfindlichkeit einer Aufnahme zu beschreiben. Eine Verdoppelung des ISO-Wertes (ehemalig ASA) bedeutet eine Verdoppelung der Lichtempfindlichkeit. In der Fotografie resultiert daraus eine Verkürzung der Belichtungszeit auf die Hälfte. So ist ISO 100 beispielsweise für Sonnenscheinbilder, ISO 400 für bewölkte Motive geeignet. In der chemischen Fotografie wurde die erhöhte Lichtausbeute bei den höheren ISO-Stufen mit einer Zunahme der Körnung erkauft. In der digitalen Welt erkauft man sich dieses mit einem verstärkt auftretenden Rauschen. Je höher die Auflösung pro Fläche desto ausgeprägter ist dieser Effekt.

Abb. 4: Das Rauschverhalten einer Digitalkamera Canon EOS 450D gekühlt (blau) und ungekühlt (rot). Zur Messung wurde ein Sonnenfilter verwendet und bei wenig Licht ein graues Papier abgelichtet. Deutlich ist erkennbar, dass der Nachteil des Addierens Bilder hoher ISO-Stufen im Vergleich zur Einzelaufnahme mit geringer ISO-Stufe auch bei der Kühlung erhalten geblieben ist.



Surftipps

Homepage des Autors:
 www.sternschnuppen.de
Canon 450D mit Kühlung:
 thaiastro.nectec.or.th/hypermod
Umbaukühlschrank für DSLR und
 Astromodifikation:
 ghonis2.ho8.com/index.html
Internationale Amateursternwarte:
 www.ias-observatory.org
Sternwarte auf dem Schauinsland:
 www.sternfreunde-breisgau.de
VdS-Fachgruppe Astrofotografie:

Bilder mit hoher ISO-Zahl aufzunehmen, spart man jedoch noch immer deutlich Zeit.

In der Praxis lässt sich diese Annahme jedoch nicht 1:1 übernehmen, da die Überlagerung verschiedener Rauscharten (s. Kasten) bewirkt, dass die Summe des Rauschens von einer ISO-Stufe zur nächsten sich nicht linear verhält. Verlässliche Werte können daher nur durch eine Messung an einem Testobjekt erhalten werden. Für diese Messung muss man keine wertvolle Teleskopzeit investieren, sondern kann auch bei abgeschwächten Lichtverhältnissen im eigenen Wohnzimmer fotografieren. Dazu sucht man sich ein geeignetes Testobjekt, welches viele lichtschwache Strukturen aufweist. In diesem Fall ist es eine Weihnachtskrippe gewesen, welche beim Autor im Wohnzimmer stand (Abb. 2).

Die Messungen zeigen, dass bei gleicher zur Verfügung stehender Zeit eine EOS 1000D die besseren Ergebnisse bei niedrigen ISO-Stufen erreicht. Da eine visuelle Begutachtung jedoch immer etwas Subjektives mit sich bringt, wurde in einem jeweils identischen, möglichst homogenen Bereich aus jedem Testbild die Standardabweichung, welche ein Maß für das Rauschen ist, untersucht. Dabei bestätigte sich der visuelle Eindruck: ISO 200 weist bei der EOS 1000D das geringste Rauschen auf. Auch für die Modelle EOS 400D, 450D, 5D und 7D haben sich in ähnlichen Messungen die Stufen ISO 100 oder 200 als Optimum erwiesen. Da sich jedoch nicht jedes Kameramodell identisch verhält, sollten Astrofotografen Messungen an der eigenen Kamera vornehmen.

In der Praxis spielt die längstmögliche Belichtungsdauer, die ohne Nachführfehler erreicht werden kann, den begrenzenden Faktor. Bei ISO 200 können bei ideal dunklem Himmel Belichtungszeiten von 15 Minuten oder mehr erforderlich sein um eine vernünftige Helligkeitsverteilung zu erreichen. Dies stellt höhere Anforderungen an die Nachführung als 2-minütige Aufnahmen bei ISO 1600.

Reduktion des Rauschens durch Kühlung

Eine weitere Methode der Rauschreduzierung ist die Kühlung der Kamera. Während man für eine Halbierung des Rauschens mit der Methode des Addierens vier Einzelbilder (also vierfache Belichtungsdauer insgesamt) benötigt, erhält man den gleichen Effekt jedoch schon bei nur um 6°C bis 7°C reduzierter Sensortemperatur. Um die Qualität einer einzigen um 24°C gekühlten Aufnahme durch Addition zu erreichen, wird die 256-fache Zeit ohne Kühlung benötigt (vgl. Tab.).

In der Praxis sind solche Traumwerte jedoch nicht erreichbar, da viele andere Rauschquellen sich leider nicht von der Temperatur positiv beeinflussen lassen. Bei einer Kühlung um 24°C liegt das thermische Rauschen einer 30-minütigen Aufnahme schon deutlich unter dem Ausleserauschen, welches ab da die dominierende Rolle übernimmt und nicht durch die Kühlung selbst weiter verbessert werden kann, sondern nur indirekt durch die möglichen längeren Belichtungszeiten.

Selbst kleine Verbesserungen in der Kühlung zahlen sich schnell aus. Der Sensor heizt sich bei Langzeitbelichtungen

astrofotografie.fg-vds.de

nämlich bis zu 50°C auf. Eine Reduktion auf Umgebungstemperatur ist bei passiver Kühlung bereits durch ein an der Seite eingeführtes Kupferblech möglich. Bei einer Canon EOS 450D ist dieses aufgrund des inneren Aufbaus einfach möglich (s. Surftipps). Temperaturen um den Gefrierpunkt erreicht man bereits mit Lüfter und Peltierelementen zwischen 20 und 40 Watt. Bei einer Abkühlung um 24°C ergeben sich in der Praxis folgende Vorteile: Der ISO-Wert kann um zwei Stufen erhöht werden, wodurch sich die benötigte Belichtungszeit auf ein Viertel reduziert. Eine um 24°C gekühlte Einzelaufnahme bei ISO 800 ist sogar besser als eine Addition von acht ungekühlten Aufnahmen bei gleichem ISO Wert. Daraus ergibt sich eine Reduktion der Gesamtbelichtungszeit auf 1/8.

Nachteile zusätzlicher Kühlung

Der Vergleich zweier Dunkelbilder (vgl. Abb. 6) macht den enormen Unterschied in der Praxis sichtbar: Dunkelbilder werden bei einer gekühlten Kamera im Hinblick auf das thermische Rauschen immer unwichtiger; zur Reduktion des Ausleserauschens können sie unter Umständen wichtig sein. Es gibt jedoch auch Nachteile der Kühlung: Abgesehen vom enormen Aufwand für den Umbau der Kamera können auch praktische Gründe gegen eine Kühlung sprechen, denn

- die Kamera muss aufwändig gegen Kondenswasser und Vereisung geschützt werden.
- die Kühlung bedarf eines zusätzlichen Energiebedarfs. Zumindest im freien Feld ist das nicht zu vernachlässigen.
- extrem kalte CMOS-Sensoren neigen dazu, an Empfindlichkeit zu verlieren (kein Trockeneis verwenden!).
- das Gewicht der Kühlung muss von der Montierung und dem Teleskop getragen werden können.
- die DSLR-Kamera kann nur noch für Astro-Aufnahmen verwendet werden.

Fazit

Die Kombination aus niedrigen ISO-Stufen und Sensorkühlung kann sich sehen lassen. In der Praxis ergibt sich daraus sogar eine Verbesserung der Grenzgröße um ca. 3^m oder mehr. Die erzielten Ergebnisse entschädigen deshalb jeden Aufwand: Die Ablichtung von Abell 66 war mehr als ein fürstlicher Lohn dieser Mühen (vgl. Kasten).

Was ist Rauschen?

Für die Astrofotografie sind vor allem drei Rauscharten von Bedeutung

- 1. Das Ausleserauschen, welches bei jedem Auslesevorgang auftritt und von Belichtungsdauer und Temperatur unabhängig ist. Je kürzer die Belichtungszeit, desto höher ist der prozentuale Anteil dieses Rauschens am Gesamtbild.
- 2. Das Dunkelstromrauschen oder auch thermische Rauschen entsteht durch die thermische Bewegung von Elektronen im Material des Sensors. Dieses Rauschen ist direkt abhängig von der Temperatur und der Belichtungsdauer.
- 3. Quantisierungsrauschen tritt bei der Umwandlung von analogen Signalen in digitale Werte auf. Je höher die Farbtiefe einer Kamera (zum Beispiel 14bit), desto geringer ist diese Komponente des Rauschens.

Abb. 5: Die selbst gebaute Kühlung für die Canon 450D. Verwendet wurde ein 40W-Peltierelement sowie ein handelsüblicher CPU-Kühler.

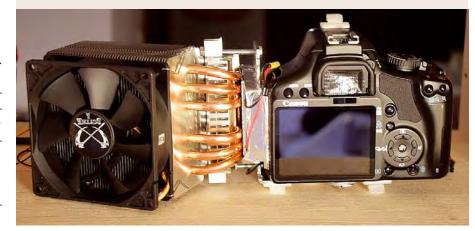




Abb. 6: Vergleich eines ungekühlten und gekühlten Dunkelbildes. Die Reduzierung des Dunkelstromrauschens ist nicht zu übersehen.

Theoretische Rauschreduzierung durch Kühlung im Vergleich zur Addition					
Kühlung um entspricht einer Addition von					
6℃	4 Bildern				
12°C	16 Bildern				
18°C	64 Bilder				
24°C	256 Bildern				

von Stefan Seip

TECHNIKWISSEN

✓ Vorschau

Stärke: 6

Wie bearbeitet man Teile eines Bildes?

ei der Bildbearbeitung stets nach dem Motto »alles oder nichts« zu verfahren, ist keine gute Empfehlung. Das jedoch ist der Standard, denn wenn nicht einzelne Bereiche des Bildes selektiert werden, wirkt sich eine Aktion im Bildverarbeitungsprogramm auf das gesamte Foto aus. In manchen Fällen jedoch ist es sinnvoll, nur bestimmte Bereiche eines Fotos einem Bearbeitungsschritt zu unterziehen. Dazu ist es notwendig, die zu behandelnden Flächen auszuwählen. Die partielle Bildbearbeitung kann jedoch den Anforderungen einer wissenschaftlichen Sorgfalt meistens nicht gerecht werden, ist also eher ein Rezept für »Pretty Pictures«, dennoch sollte unter allen Umständen vermieden werden, dass diese Bearbeitungsmethode dem Resultat deutlich anzusehen ist. Behutsames Vorgehen ist also angesagt.

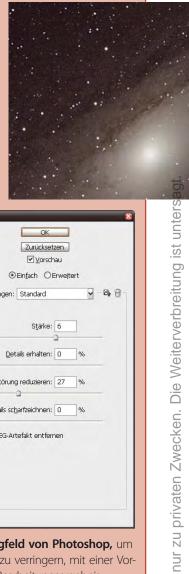
Das Beispiel einer Aufnahme der Andromeda-Galaxie zeigt diese Technik. Der Ausschnitt (Abb. 1) wurde so gewählt, dass sowohl das helle Zentrum der Galaxie, als auch dunkler Himmelshintergrund zu sehen ist. Bei genauer Betrachtung zeigt sich das elektronische Bildrauschen deutlich. Wird dieses störende Rauschen nicht bereits bei der Aufnahme reduziert, bleibt als letzte Waffe die Bildverarbeitung.

Praktisch jede Software zur Verarbeitung digitaler Fotos verfügt über einen Filter, mit dem das Bildrauschen reduziert werden kann. Manche Programme erzielen dabei bessere, manche weniger gute Resultate. Doch immer muss die Anwendung solcher Anti-Rauschfilter mit dem Verlust feiner Bildstrukturen bezahlt werden.

Z.B. In Adobe Photoshop lautet der entsprechende Befehl »Filter/Rauschfilter/Rauschen reduzieren...« (Abb. 2). Der Effekt ist in erster Linie von der Stellung des Reglers »Stärke« abhängig, daneben sind zusätzlich die Einstellung »Farbstörung reduzieren«, »Details erhalten« und »Details scharfzeichnen« interessant. Meistens läuft es auf einen Kompromiss hinaus, wenn vorhandene Motivdetails von der Software nicht mehr von Rausch-Artefakten unterschieden werden können. Das Ergebnis ist nicht befriedigend. auch wenn das Rauschen tatsächlich stark zurückgedrängt werden konnte (vgl. Abb. 2). Man kann auch einen anderen Weg versuchen: Auf dem ursprünglichen Bild (Abb. 1) erreicht das Rauschen eigentlich nur in den dunklen Bildpartien ein störendes Niveau,

während die hellen Bildbereiche, etwa der Galaxienkern, über ein durchaus annehmbares Signal-zu-Rausch-Verhältnis verfügen. Um nur die dunklen Bildpartien auszuwählen, kann der Photoshop-Befehl »Auswahl/ Farbbereich...« benutzt werden (Abb. 3). Mit der Pipette (roter Pfeil) wird im Foto auf eine Stelle mit dunklem Himmelshintergrund geklickt. Der Schieberegler »Toleranz« verkleinert nun den zu markierenden Bereich

Abb. 1: Ausschnitt einer DSLR-Aufnahme der Andromedagalaxie. Deutlich ist Bildrauschen zu sehen



-B 8

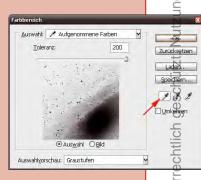
Zurücksetzen ● Finfach ○ Frweitert Einstellungen: Standard Details erhalten: 0 Earbstörung reduzieren: 27 Details scharfzeichnen: 0 ☐ JPEG-Artefakt entfernen **■** 100% **±**

(geringere Toleranz) oder vergrößert ihn. Nach »OK« zeigen »Ameisenpfade« die markierten Flächen an. Sollten die dunklen Bereiche schwierig auszuwählen sein, können stattdessen auch helle Bildbereiche selektiert und dann mit dem Befehl »Auswahl/Auswahl umkehren« invertiert werden. Um die Grenzen dieser Flächen zu verwischen, empfiehlt sich der Befehl »Auswahl/Auswahl verändern/Verkleinern...« mit der Einstellung »3 Pixel«, gefolgt vom Befehl »Auswahl/Auswahl verändern/Weiche Kante...«, ebenfalls mit einem 3 Pixel breiten Rand. Jetzt erst wird der in Abb. 2 dargestellte Befehl zur Rauschreduktion angewandt. Er wirkt sich in diesem Fall nur auf die markierten, dunklen Bildbereiche aus, während die nicht markierten Bereiche unbehelligt bleiben. Das Ergebnis nach dem Aufheben der Auswahl (Befehl »Auswahl/Auswahl aufheben«) in Abb. 4 kann sich sehen lassen. Die Methode der Selektion bestimmter Bildbereiche eignet sich natürlich auch für andere Bearbeitungsschritte.

Abb. 2: Dialogfeld von Photoshop, um das Rauschen zu verringern, mit einer Vorschau auf das Bearbeitungsergebnis.

Abb. 3: Dialoafeld von Photoshop, in dem Bildbereiche, abhängig von ihrer Helligkeit, ausgewählt werden können.

Abb. 4: Ergebnis nach Anwendung der Rauschreduktion auf die dunklen Bildbereiche.







Kosmische Begegnungen

Abb. 2: Die Begegnung von Mond und Plejaden am

21.2.2010 konnten zwei Leser verfolgen. a) Digitalfoto, 21:21 MEZ, 200mm-Teleobjektiv bei f/6,3, Canon EOS 450D, ISO 200, 6s. Stefan Simon b) Digitalfoto, 20:15 MEZ, 400mm-Teleobjektiv, Canon EOS 50D, ISO 400, 0,8s. Ewald Kohlenberger



◆ Abb. 3: Der Kleinplanet Vesta zog am 16./17.2. von 23:00 bis 1:15 MEZ zwischen γ und 40 Leonis hindurch. Digitalfoto, 10"-Newton bei 1200mm, Canon EOS 400D, ISO 800, 10×15s. Wilhelm Bongartz

First Light

Facelift für die Plejaden

VON STEFAN SEIP

on Gerhard Pfeifer erhielten wir ein Foto der Plejaden (Abb. 1). Verwendet wurde ein apochromatischer Refraktor mit 132mm Öffnung und 925mm Brennweite, was ein Öffnungsverhältnis von f/7 bedeutet. Als Kamera diente eine SBIG ST-4000XCM Astro-CCD-Kamera, die einen Farb-CCD-Sensor enthält, so dass mit einer einzigen Belichtung ohne Verwendung von RGB-Filtern ein farbiges Foto entstehen kann. Der Sensor hat 4,2 Megapixel auf einer quadratischen Fläche mit 15,2mm Kantenlänge. Zusätzlich wurde als Zubehör die adaptive Optik AO-8 von SBIG genutzt, um eventuelle Nachführprobleme der Montierung EQ-6 Pro zu kompensieren. Belichtet wurde die Aufnahme 10 Minuten lang, während die Kamera im so genannten »Selfguide Modus« die Nachführkontrolle selbst übernahm. Das effektive Gesichtsfeld mit dieser Kombination beträgt knapp 1°, so dass nur das Zentrum des Siebengestirns erfasst wird. Das so genannte »Sampling« beträgt 1,65" pro Pixel, was bei den hierzulande zu erwartenden Seeing-Verhältnissen ein guter Wert ist, um keine Motivdetails durch Undersampling zu verlieren.

Zunächst einmal ist festzustellen, dass Herr Pfeifer seine komplexe Ausrüstung mit selbst nachführender CCD-Kamera und adaptiver Optik ganz offensichtlich gut unter Kontrolle hat, denn die Sterne sind punktförmig – ein Zeichen für eine gelungene Nachführung. Die Bildschärfe hingegen ist gut, aber bei genauer Betrachtung nicht perfekt (Abb. 2). Von einem guten Linsenteleskop ist bei perfekter Fokussierung und brauchbarem Seeing eine noch feinere Sternabbildung zu erwarten. Hier ist noch etwas mehr Geduld bei dem zeitraubenden Prozess der Scharfeinstellung mit einer Astro-CCD-Kamera aufzubringen.

Auch die Helligkeitsverteilung des Bildes entspricht nicht ganz den Vorstellungen. Das Histogramm (Abb. 3) zeigt, auf was ich hinaus möchte: Der Datenberg schlägt massiv an der linken Seite an, was bedeutet, dass große Teile des Bildes »ra-



Abb. 1: Originalaufnahme der Plejaden von Herrn Pfeifer.

Abb. 2: Starke Vergrößerung eines Bildausschnitts: Neben den JPG-Artefakten
(»Klötzchenbildung«) treten farbige Bildpunkte auf (rote Pfeile). Die Sternabbildung
könnte unter guten Voraussetzungen etwas kleiner ausfallen: Zum Vergleich ist ein
Pixel dargestellt (grüner Pfeil).

benschwarz« sind, also den Helligkeitswert 0 besitzen und keinerlei Zeichnung mehr aufweisen. Das entspricht einerseits nicht den Verhältnissen am Himmel, der ja eine gewisse Resthelligkeit besitzt, und trägt andererseits dazu bei, dass die Übergangsbereiche von der Schwärze zu den lichtschwächsten Nebelregionen unschön wirken. Dieses Manko lässt sich auch durch Bildbearbeitung der vorliegenden Datei nicht mehr beseitigen, denn die verlorenen Daten sind nicht mehr rekon-



▼ Abb. 3: Das Histogramm der Aufnahme schlägt massiv an der linken Kante an (Pfeile).

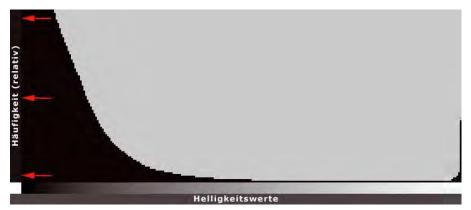




Abb. 4: Fertig bearbeitete Aufnahme.



▲ Abb. 5: Ausschnitt der Datei im Vorher- (links) / Nachher-Vergleich (rechts): Das Rauschen in den lichtschwachen Bereichen ist vermindert und die farbigen Punkte eliminiert. Ein Ersatz für eine längere Belichtungszeit und saubere Bildkalibrierung kann das nicht sein, allenfalls eine Notlösung.

struierbar. Hier müsste man bei der Bearbeitung der Originaldaten bereits darauf bedacht sein, das Histogramm nicht in dieser Form links zu beschneiden.

Der kritische Blick zeigt außerdem eine Reihe von winzigen blauen, rötlichen oder weißen Punkten, die keine Sterne zeigen, sondern als Artefakte zu werten sind (Abb. 2). Durch eine Kalibrierung der Aufnahme mittels eines Dunkelbildes (vgl. interstellarum 61) sollten Erscheinungen dieser Art verschwinden. Gegebenenfalls sind also Dunkelbilder nach Vorschrift anzufertigen und anzuwenden.

Positiv anzumerken ist die gute Sichtbarkeit der blauen Plejadennebel auf dem Foto. Allerdings fällt das starke Bildrauschen in den lichtschwächeren Bereichen auf und tritt sogar störend in Erscheinung. Der Grund dafür ist das schwache Signal, das sich gegenüber dem Bildrauschen nicht in der gewünschten Weise durchsetzen kann. Abhilfe schafft hier nur das »Stacken« mehrerer Einzelaufnahmen (vgl. interstellarum 69), um auf eine Gesamtbelichtungszeit von mindestens einer Stunde zu kommen.

Um das vorliegende Bild zu optimieren und einem »Facelift« zu unterziehen,

sollen zunächst die dunkleren Regionen einem Filter zur Verringerung des Bildrauschens unterzogen werden. Dazu wird die Methode der partiellen Bildbearbeitung angewendet, so wie sie in diesem Heft auf S. 62 beschrieben wird. Anschließend werden die farbigen, artifiziellen Punkte entfernt. Dazu wird mit Adobe Photoshop das »Stempel-Werkzeug« benutzt (Tastenschlüssel S), als Hauptdurchmesser 15 Pixel und als Härte etwa 25% eingestellt. Aus benachbarten Bildregionen kann danach mit gedrückter Alt-Taste das »Stempelkissen« gewählt werden, also Farbe und Struktur aufgenommen werden, um dann mit einem Klick auf die fehlerhafte Stelle diese zum Verschwinden zu bringen. Sie wird dann mit der aufgenommenen Stelle sozusagen ȟbermalt«. Dabei ist besondere Vorsicht geboten, denn es ist unbedingt zu vermeiden. dass beim Stempeln ein Stern verloren geht oder ein neuer Stern entsteht. Außerdem ist die Größe des Stempels so klein wie möglich zu halten, um die Bereiche zu minimieren, die durch das Stempeln unter Umständen eine neue, am Himmel nicht vorhandene Helligkeit und Struktur erhalten.

Aufgrund der Vielzahl der zu reparierenden Punkte auf dem Foto kann das zu einer zeitraubenden Arbeit eskalieren, denn das »Stempelkissen« muss für jeden der Punkte neu ausgewählt werden. Doch es steht nirgends geschrieben, dass Bildverarbeitung bedeutet, dass mit ein paar Mausklicks jeder gewünschte Zustand hergestellt werden kann, zuweilen ist sie mit Arbeit und Geduld verbunden.

Leichte Anpassungen der Tonwertkorrektur folgen, um die Bereiche mit geringer Helligkeit noch etwas besser zur Geltung zu bringen, außerdem eine minimale Farbkorrektur, um dem geringen Grünstich der Aufnahme entgegenzuwirken. Ausschlaggebend sollte dabei nicht unbedingt der persönliche »Geschmack« bei der Farbe der Nebel sein, sondern die Farbneutralität des Himmels.

Objekte der Saison

Die Objekte der Saison: Leser beobachten. Ziel dieses interaktiven Projekts ist es, Beschreibungen, Zeichnungen, Fotos und CCD-Bilder von Deep-Sky-Objekten zusammenzuführen. In jeder Ausgabe werden im Abschnitt »Himmel« zwei Objekte vorgestellt, zu denen jeweils ein Jahr später die Beobachtungen veröffentlicht werden. Senden Sie uns Ihre Ergebnisse - wir drucken eine Auswahl der Bildresultate und Beschreibungen ab. Weitere Informationen und Daten zu den Objekten der Saison finden Sie im Internet unter www.interstellarum.de/ods.asp, ebenso eine Möglichkeit, Resultate direkt online einzusenden.

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben						
Ausgabe	Name	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss	
Nr. 71, Aug./Sep. 2010	NGC 6940	Vul	20 ^h 34,6 ^{min}	+28° 18'	20.5.2010	
	NGC 6992-5	Суд	20 ^h 57,0 ^{min}	+31° 30'		
Nr. 72, Okt./Nov. 2010	NGC 869	Per	02 ^h 19,0 ^{min}	+57° 09'	20.7.2010	
	NGC 884	Per	02 ^h 22,4 ^{min}	+57° 07'		
Nr. 73, Dez./Jan. 2011	IC 2118	Eri	05 ^h 06,4 ^{min}	-07° 16'	20.9.2010	
	M 78	0ri	05 ^h 46,7 ^{min}	+00° 05'		
Nr. 74, Feb./Mär. 2011	M 93	Pup	07 ^h 44,6 ^{min}	–23° 52'	20.11.2010	
	NGC 2440	Pup	07 ^h 41,8 ^{min}	–18° 13'		
Nr. 75, Apr./Mai. 2011	M 51	CVn	13 ^h 29,9 ^{min}	+47° 12'	20.1.2011	
	M 101	UMa	14 ^h 03,2 ^{min}	+54° 21'		
Nr. 76, Jun/Jul. 2011	M 4	Sco	16 ^h 23,4 ^{min}	-26° 32'	20.3.2011	
	NGC 6369	Oph	17 ^h 29,3 ^{min}	-23° 45'		

NEU

Beobachten Sie mit!

In jeder Ausgabe werden in der Rubrik »Himmel« zwei Deep-Sky-Objekte vorgestellt. Alle Leser der Zeitschrift sind eingeladen, ihre Beobachtungen dazu einzusenden – sowohl visuelle Beschreibungen und Zeichnungen, als auch CCD- und DSLR-Aufnahmen. Im gedruckten Heft wird ein Jahr nach der ersten Vorstellung eine Auswahl der schönsten Ergebnisse abgedruckt, auf www.interstellarum.de finden Sie alle eingegangenen Ergebnisse.

Objekte der Saison online: www.interstellarum.de/ods-galerie.asp Fotos einstellen: www.interstellarum.de/ods.asp

Beschreibungen/Zeichnungen einstellen: www.interstellarum.de/ods.asp?Maske=2



CCD-Aufnahme, 20"-Astrograph bei 1500mm, STL-11000, 6×3min (L), 6×3min (R), 6×3min (G), 6×8min (B), Astronomik-Filter. Farm Hakos, Namibia. *Rudolf Dobesberger*



CCD-Aufnahme, 12"-SCT bei 1500mm, SBIG ST-2000XM, 4x5min (Hα), 28x5min (L), 6x5min (je RGB), Astronomik Hα-13nm-Filter. Michael Deger





M 16

8×30-Fernglas: fst 5^m,0; leicht direkt sichtbar, allerdings nur als Nebel. Groß. *Kay Hempel*

10×50-Fernglas: Bortle 1; Sternhaufen auffällig, Nebel nicht einfach, da die Sterne so hell sind. Der Sternhaufen ist weitgehend auflösbar. Uwe Pilz

250/1250-Newton: fst 6^m,2; Bortle 4. Ein heller Nebel mit sehr unregelmäßiger Form. Sehr diffus, sehr schwache Kontraste. Ein Teil des Randes im Norden ist scharf begrenzt, sonst überall diffus auslaufend. Etwa in der Mitte ist eine etwas dunklere Region zu erkennen. UHC; 39×. Martin Schoenball

304/1540-Newton: SQM 21,38; das Objekt ist ohne Filter nur ein schöner Sternhaufen, mit schönen kettenförmigen Formationen. Mit einem UHC-Filter ist eine pilzartige Form erkennbar, die im südlichen Bereich oval, gut erkennbar ist. Der nördliche Bereich ist deutlich schwächer. Mittig und im nördlichen Teil sind dunkle Zonen sichtbar. Mittig ist eine schmale Aufhellung zu erkennen. Fazit: Deutlich schwächer als M 17, jedoch mit Filter ein schöner Galaktischer Nebel. der in schöne Sternformationen eingebettet liegt. UHC; 40×-113×. Hans-Jürgen Merk

M 17

8×30-Fernglas: fst 5^m,0; leicht direkt sichtbar, größer als M 16. Länglicher Nebel. *Kay Hempel* 10×50-Fernglas: Bortle 1; nicht allzu helles Leuchten, inmitten von Milchstraßenwolken. *Uwe* Pilz

70/700-Refraktor: fst 5ⁿ0; der Schwanennebel stand schon nahe des Horizonts und der Halbmond war nur 4° entfernt. Ohne Filter war deshalb von M 17 nichts zu sehen. Mit UHC-Filter war der Schwanennebel direkt als länglicher Nebelfleck sichtbar. UHC; 28×. *Frank Lange*

90/1250-SCT: fst 5^m,5; gut sichtbarer Nebel in Form eines Schwans, der Körper erscheint heller als der Hals. 48×. *Johannes Kohr*

114/500-Newton: fst 6^m,2; Bortle 4. Der Schwan ist ein heller Nebel und in der Mitte des Körpers heller. Der Halsbereich ist ziemlich schwach und schwierig abzugrenzen. Nordöstlich des hellsten Teils erstreckt sich der Nebel noch etwa 35' weit. Dort ist er aber ziemlich schwach und mit wenig Kontrast. In Verlängerung des Schwanenkörpers befindet sich eine hellere Stelle in den Ausläufern. UHC; 36×. *Martin Schoenball*

127/1500-Cassegrain: fst 6,7; der Kernbereich des Nebels erscheint hell und deutlich strukturiert. Mit etwas Geduld lassen sich hier leicht zahlreiche schöne Details erkennen, die sich klar abzeichnen. Um den Kernbereich herum können darüber hinaus äußerst schwache Nebelfilamente beobachtet werden, welche dem Nebel z.B. seine typische Schwanengestalt verleihen. Ein UHC-Filter bringt hier deutlichen Gewinn, wurde bei der Beobachtung/Zeichnung jedoch nicht verwendet. 100×. Christian Lutz

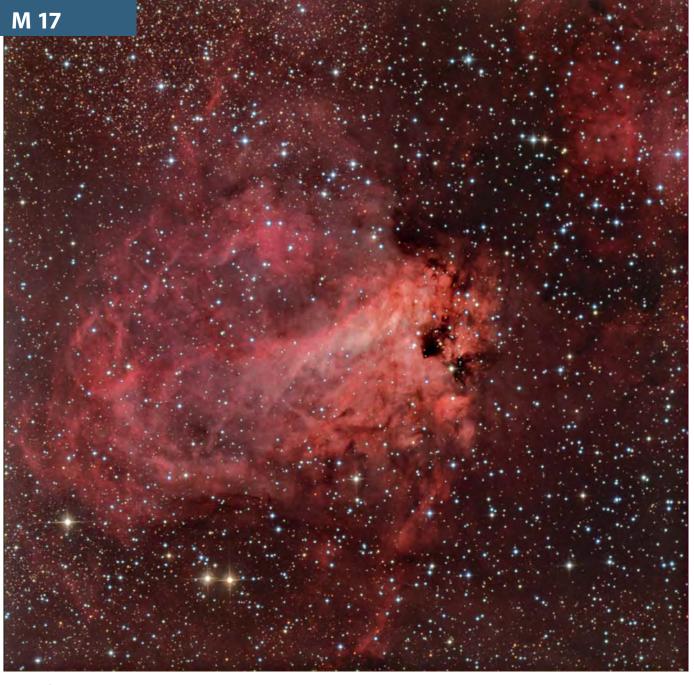
250/1250-Newton: fst 6^m,3; Nebel erinnert sofort an einen schwimmenden Schwan, ist hell und hat scharf begrenzte Ränder. Zwei hellere Stellen im Gefieder. Vom Schwanenkörper losgelöste, diffuse Aufhellungen sind unter dem Bauch und über dem Rücken zu sehen. In etwas größerem Abstand neben dem Schwanz zeigt sich ein breiter, schwacher Nebelbogen. Ein zarter Schimmer ist in Verlängerung des Schnabels erkennbar. [OIII]; 90×. *Michael Zschech*

304/1540-Newton: SQM 21^m,34; immer ein Highlight des Sommerhimmels! Mit dem UHC-Filter sind auch die schwächeren Nebelfilamente um den hellen schwanenähnlichen Hauptnebel zu erkennen. UHC; 113×. *Hans-Jürgen Merk*

320/1440-Newton: Bortle 2; der hellste Nebelteil ist tropfenförmig-länglich Nordwest-Südost. Auf dessen westlichem Ende sitzt ein längliches, helles Segment auf. Im Süden und Osten sind schwächere Nebelteile zu sehen, die vom Kerngebiet durch Dunkelwolken getrennt sind. Die schlechtere Durchsicht in Horizontnähe erschwert die Detailbetrachtung dieses Objektes. [OIII]; 45×. *Uwe Pilz*

Digitalfoto, 5"-Refraktor bei 832mm, Canon 350Da, ISO 800, 30×7min. *Björn Gludau*





CCD-Aufnahme, 20"-Cassegrain bei 1500mm, QSI540, 9×2min (L), 9×1min (je RGB). Farm Hakos, Namibia. *Stephan Messner*

Zeichnung, 5"-Cassegrain, fst 6^m,1. *Christian Lutz*



Zeichnung, 4,5"-Newton, fst 6,"2; Bortle 4. *Martin Schoenball*





Digitalfoto, 6"-Refraktor bei 825mm, Canon 450D Astro, ISO 800, 6×10min. Calar Alto, Südspanien. Hermann von Eiff



 $\textbf{Digitalfoto,} \ 8"-\text{Newton bei } 920\text{mm, Canon } 40\text{D (modifiziert), ISO } 800, \ 11\times10\text{min, } 15\times10\text{min (Ha), Ha-7nm-Filter.} \\ \textbf{Siegfried Kohlert} \\$



CCD-Aufnahme, 24"-Hypergraph bei 4800mm, SBIG ST-10XME, 14×3min (L), 5×5min (Ha), 5×3min (je RGB), Astronomik-Filter. *Stefan Binnewies, Rainer Sparenberg, Volker Robering*

CCD-Aufnahme, 16"-Hypergraph bei 3200mm, STL-6303, 4×15min (Hα), 3×5min (R), 3×5min (G), 3×10min (B), Astronomik Ilc-Filter, Hα-12nm-Filter als Luminanzkanal. Farm Tivoli, Namibia. *Bernd Flach-Wilken, Volker Wendel*











▲ M 81 und M 82. CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 530mm, Atik314L, 40×5min (L), 21×5min (R), 22×5min (G), 22×5min (B), 9×10min (Ha), bearbeitet mit THELI und PS-CS3. Herbert Walter

◆ Der Nordamerikanebel NGC 7000. CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 700mm, ALccd 6c, 8×15min. *Werner Pribil*

Astronomie – Die kosmische Perspektive

Stellen Sie sich vor, es gäbe ein Buch, das das heutige Wissen über Sonne, Mond und Sterne verständlich und anschaulich

zusammenfasst: Fast 1200 Seiten bzw. 3,6kg Masse benötigen die amerikanischen Autoren des Lehrbuches von Pearson, um dieses Kunststück zu voll-

»Astronomie - Die kosmische Perspektive« ist als Lehrbuch für Gymnasien und das Grundstudium konzipiert - wobei der Anspruch für deutsche Schüler allerdings zu hoch, für Studenten eher zu nied-

rig angesetzt sein dürfte. Die Stärke des Buches ist seine exzellente didaktische Aufbereitung - zu jedem Kapitel gibt es einen Überblick, eine Zusammenfassung und umfangreiche Übungsaufgaben. Gut aufbereitete Abbildungen und informative Kästen (»Zum Nachdenken«, »Häufige Irrtümer«), unterstützt von einem übersichtlichen Layout, fügen sich zu einem stimmigen und stringenten Gesamtkonzept. Vervollständigt werden die Materialien für

Leser durch eine begleitende Internet-

seite mit multimedialen Inhalten sowie die dem Buch beiliegende CD mit dem Programm »SkyGazer« - beides ist jedoch nur in englischer Sprache verfügbar.

> Inhaltlich wird ein weiter Bogen gespannt von den Anfängen der Astronomie bis zur Kosmologie. Vermisst werden jedoch Anreize zur praktischen Astronomie

mit dem Teleskop - statt diesen setzt man auf Online-Tutorien der englischsprachigen Website. Einige vermeidbare Schwächen ergeben sich aus der Übertragung aus dem Amerikanischen. So wird Pluto nach wie vor als Planet geführt und für einige Planetenmonde werden ungewohnte Schreibweisen verwendet (etwa Callisto und lapetus). Ein Fauxpas sind die

Jeffrey Bennett, Megan Donahue, Nicholas Schneider, Mark Voit: Astronomie - Die kosmische Perspektive, Pearson Studium 2010, ISBN 978-3-8273-7360-1, 1160 S., 79,95€

Sternkarten im Anhang, die nicht für Mitteleuropa, sondern die Mittelmeerländer gelten, weil sie unverändert aus der amerikanischen Ausgabe entnommen sind. Auch die Übersetzung kommt an manchen Stellen ungelenk daher, etwa wenn von »Anordnung« statt der Stellung von Planeten die Rede ist.

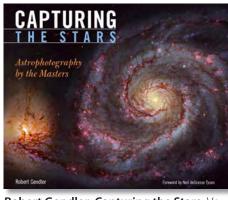
»Astronomie - Die kosmische Perspektive« bietet umfassend wie kein anderes Buch deutscher Sprache ein verständliches Bild heutigen astronomischen Wissens. Statt einer Übersetzung eines ausländischen Buches würde man sich jedoch wünschen, dass einheimische Wissenschaftler dieses Wissen in der eigenen Sprache vermitteln - sowohl in Buchform, als auch begleitend auf CD und im Internet.

■ Ronald Stoyan

Capturing the Stars

Der »Best-Of«-Gedanke greift seit längerem auch in der Amateurastronomie um sich: Man will nur noch die hellsten Objekte, die schönsten Sternbilder und die besten Ergebnisse sehen. Das englischsprachige »Capturing the Stars« huldigt ebenfalls diesem Motto. Robert Gendler hat eine Auswahl der 30 besten Astrofotografen der Welt zusammengeholt und zeigt die jeweils zwei bis sechs besten Motive dieser Fotokünstler. Mit Bernhard Hubl, Gerald Rhemann, Axel Mellinger, Johannes Schedler, Volker Wendel und Bernd Flach-Wilken sind deutschsprachige Fotografen gut vertreten, dennoch bleibt die Auswahl amerikalastig. Die Reproduktion der Fotos ist exzellent, die Aufmachung ebenfalls - leider beschränkt sich die Bildauswahl auf die üblichen Verdächtigen. Das größte Manko jedoch: Es gibt nicht die geringste Information über Aufnahmeinstrument und -technik. Damit wird der interessante Ansatz auf einen reinen Bildband reduziert - schade.

■ Ronald Stoyan



Robert Gendler: Capturing the Stars, Voyageur Press 2009, ISBN 978-0-7603-3500-0, 160 S., 30\$

BAV Einführung

BAV-Einführung

Die Beobachtung Veränderlicher Sterne erlebt im Zeitalter digitaler Kameras und automatischer Auswerteprogramme eine Renaissance. Literatur in deutscher Sprache ist jedoch rar gesät. Die Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft Veränderliche e.V.

Edward Geyer, Wolfgang Quester, Werner Braune, Béla Hassforther: BAV-Einführung in die Beobachtung Veränderlicher Sterne, BAV

e.V. 2009, ISBN 978-3-00-028465-6, 318 S., 22€

(BAV) schafft mit einer Neuauflage ihrer Einführung Abhilfe. Vor 30 Jahren zum ersten Mal aufgelegt, erscheint die BAV-Einführung nun zum 4. Mal. Während die Sektion zur Auswertung umfassend erweitert wurde, sind die Kapitel zur Astrophysik der Veränderlichen sehr knapp. Die Anschaulichkeit für Einsteiger leidet etwas unter dem schwarz-weißen Digitaldruck. Dennoch ist die 4. Auflage der BAV-Einführung eine Pflichtlektüre für alle Veränderlichenbeobachter - und solche die es werden wollen.

■ Ronald Stoyan

Fachtagung / Workshop

- 5.-6.6.: 13. Kleinplanetentagung, Sternwarte Drebach ① Fachgruppe Kleinplaneten, www.minorplanets.de/KPT2010/
- 24.7.-7.8.: Astronomisches Sommerlager (ASL), Jugendherberge Schnett (Thüringer Wald) ① Sonja Burgemeister, VEGA e.V., Golmer Fichten 30, 14476 Potsdam, 0331/9791054, sonja@vega-astro.de, www.vega-astro.de/index.php/ASL/Sommerlager,

Beobachtungstreffen

- 18.-20.6.: 5. Sächsisches Sommernachtsteleskoptreffen (STT), Jugendherberge Strehla ① Sternwarte Riesa e.V., Stefan Schwager, 0173/8076841, SternwarteRiesa@web.de, www.sternenfreunde-riesa.de/jahresplan10.php
- 2.-4.7.: Teleskoptreffen »Musik trifft Astronomie«, Musikpavillon Leinstetten (i) Musikverein Leinstetten e. V., 07446/91006, www.mv-leinstetten.de



Neue Ära der Planetariumstechnik in Deutschland

Im März machte das Planetarium Wolfsburg den Anfang, im Mai folgte Bochum, und im Oktober soll die Wilhelm-Foerster-Sternwarte in Berlin so weit sein: Die bewährten optomechanischen Projektoren für nadelscharfe Sterne am künstlichen Himmel werden durch einen neuartiges Videoprojektionssystem für zusätzliche bewegte Bildelemente aller Art ergänzt, das erstmals mit höchster Schärfe und einem perfekten Schwarz aufwarten kann und mit dem Sternprojektor als eine integrierte Einheit angesteuert wird. VELVET nennt sich diese Technik, nach der samtschwarzen Darstellung, das sie von allen anderen Beamersystemen unterscheidet. Mit Ausnahme der veralteten Röhrentechnik, der es wiederum an Abbildungsschärfe mangelte, krankten sie stets daran, dass auch dort, wo gar nichts zu

sehen sein soll, immer ein auffälliges Grau projiziert wird - egal ob mit Flüssigkristallen oder Mikrospiegeln gearbeitet wird. In Kombination mit dem perfekten Nachthimmel der klassischen Sternprojektion, der gerade den eigentlichen Reiz eines Planetariums ausmachen sollte, war dies sehr unbefriedigend.

Reine Videosterne wiederum können trotz aller Fortschritte bei weitem noch nicht die Schärfe und den Realismus der klassischen Technik erreichen: Daher war schon seit Jahren weltweit nach der idealen Hybridlösung geforscht worden. Mit technischen Tricks, die nicht verraten werden, hatte Carl Zeiss vor zwei Jahren endlich das perfekte Schwarz geschafft und damit die Planetarier-Gemeinde verblüfft. Auch wenn VELVET in der Anschaffung teurer kommt als herkömmliche Videosysteme, die

auf digitalen Kinoprojektoren basieren, haben sich doch schon mehrere deutsche Planetarien für die Aufrüstung entschieden, und 2010 ist zum Jahr der Premieren geworden. Die Produktionsweise für Planetariumsprogramme ändert sich allerdings grundlegend: Mussten früher nur die Steuerung des Projektors programmiert und passende Dias und Videoclips zusammengestellt werden, so ächzen jetzt ganze »Renderfarmen« an der Umsetzung der aufwändigen Animationen, und es wird mehr Austausch zwischen den Planetarien geben (müssen). Das neue visuelle Erlebnis ist es aber wert und reicht von perfekter Himmelsillusion bis zu fantasievollen Erweiterungen.

Daniel Fischer

FREIKARTEN FÜR PLANETARIUM WOLFSBURG ZU GEWINNEN!

Die ersten zehn Leser, die sich bei der Redaktion melden, gewinnen eine Freikarte zum Besuch einer beliebigen regulären Veranstaltung des Planetariums Wolfsburg. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

77

Demnächst in interstellarum

interstellarum 71

Deep Fields

Wie tief darf es sein? Stunden und Tage belichtete Bilder zeigen schwache Sterne und Galaxien am Rand des optisch erfassbaren Universums. Wir zeigen die tiefsten Astrofotos überhaupt und illustrieren, wie tief heutige Technik tatsächlich reicht.

41253 Quadratgrad Himmel

Ein Fotomosaik des gesamten Himmels – digital, hoch aufgelöst, beliebig skalier- und projizierbar: Axel Mellingers neues Meisterwerk begeistert. Der Fotograf berichtet in interstellarum über die fotografischen und EDV-technischen Herausforderungen dieses Mammutprojekts.

Telescope Drive Master

Es ist der Traum aller Astrofotografen: Ein Gerät, das den periodischen Fehler von Montierungen auf



praktisch Null reduziert. interstellarum hat das Wunderding einem harten Praxistest unterzogen.

Heft 71 ist ab 16.7.2010 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

Aktuelle Berichte, Meldungen aus der Forschung und Neuigkeiten aus der Astroszene erhalten Sie alle 14 Tage im kostenlosen interstellarum-Newsletter.

Inserenten dieser Ausg	gabe				
APM Telescopes	49	Berlebach Stativtechnik	77	Oculum-Verlag	34/79
ASA Astrosysteme GmbH	25	Beyersdörfer GmbH	U3	Optical Vision	33/35
Astro!nfo	10	Farm Tivoli	77	Sahara Sky	77
Astrocom	32	Fujinon Europe	4	Sattleggers Alpenhof	77
Astrolumina	49	Gerd Neumann	57	Teleskop-Service	76
Astromann.de	77	Intercon Spacetec	5	Teleskop & Sternwarter	1
Astronomie.de	17	Kiripotib Astrofarm	77	Zentrum	48
Astro-Shop	U2	Kosmos-Verlag	25	Vixen Europe	80
Astrotreff	49	Meade Instruments	U4	Wissenschaft Online	11
ATT Essen	76	nimax GmbH	6/7	Wolfgang Lille	77

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

Verlag: Oculum-Verlag GmbH, Westliche Stadtmauerstr. 30a,

D-91054 Erlangen

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

Abo-Service: Oculum-Verlag GmbH, Westliche Stadtmauerstr. 30a,

D-91054 Erlangen

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

Tel.: 09131/970694 (Mo-Do 10:00-15:00)

Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2010 inkl. Zustellung frei Haus: $54,90 \in (D)$, $59,90 \in (A, CH)$, $59,90 \in (Ausland)$, erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez., zusätzlich 2 Hefte interstellarum »Thema«



interstellarum erhalten Sie im Presse-Fachhandel mit dem »blauen Globus«. Dort können Sie auch Hefte nachbestellen, wenn sie nicht im Regal stehen.

Vertrieb: für Deutschland, Österreich, Schweiz Verlagsunion KG, Am Klingenweg 10, D-65396 Walluf

Grafik und Layout: Frank Haller, Diana Hoh

 $\textbf{Redaktion:} \ redaktion @interstell arum. de$

Ronald Stoyan (Chefredaktion), Daniel Fischer, Susanne Friedrich, Frank Gasparini

Mitarbeit: Peter Friedrich (Schlagzeilen), Kay Hempel (Astronomie mit bloßem Auge), Manfred Holl (Sonne aktuell), Matthias Juchert (Objekte der Saison), André Knöfel (Himmelsereignisse), Matthias Kronberger (Objekte der Saison), Burkhard Leitner (Kometen aktuell), Uwe Pilz (Praxis-Wissen), Uwe Glahn (Deep-Sky-Herausforderung), Stefan Seip (First Light, Technik-Wissen), Lambert Spix (Astronomie mit dem Fernglas), Wolfgang Vollmann (Veränderlicher aktuell)

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

Manuskriptannahme: Bitte beachten Sie unsere Hinweise unter www.interstellarum.de/artikel.asp

Copyright/Einsendungen: 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.interstellarum.de.

Prinzipiell drucken wir nur unveröffentlichte Fotos und Texte. Parallel veröffentlichungen 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 orthografische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinnentstellend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

Private Kleinanzeigen: können kostenlos unter www.interstellarum.de/kleinanzeigen.asp **aufgegeben werden**

Geschäftliche Anzeigen: es gilt Preisliste Nr. 11 vom 1.11.2009 Britta Gehle, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596, E-Mail: werbung@interstellarum.de