

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: Galaxien über Galaxien – ein Deep Field aus der Zukunft: Etwa so soll das James Webb Space Telescope mit seinem 6,5m-Spiegel den tiefsten Kosmos sehen, wenn es 2015 in Betrieb geht – keine künstlerische Darstellung, sondern eine wissenschaftliche Simulation zeigt das Titelbild dieser Ausgabe. NASA

Liebe Leserinnen und Leser,

Galaxien von 30^m Helligkeit und einer Rotverschiebung von 8,2 – unglaublich weit entfernt und unglaublich nah an den Urknall reichen die tiefsten jemals von Menschenhand gerichteten Blicke ins All. Was vor 15 Jahren mit dem Hubble Deep Field begann, wird bis heute fortgesetzt: Erst letztes Jahr setzte das Hubble Ultra Deep Field im infraroten Spektralbereich Maßstäbe. interstellarum-Redakteur Daniel Fischer zeichnet die Geschichte dieser tiefsten Aufnahmen nach und zeigt den aktuellen Wissensstand über die Frühgeschichte der Galaxienbildung (Seite 12). Unsere Leser sind aufgerufen, selbst Versuche zu starten, möglichst tief in den Kosmos zu blicken – wir veröffentlichen gern Ihre Ergebnisse!

Vor 10 Jahren wurde der Oculum-Verlag gegründet, der diese Zeitschrift herausgibt, und durch zahlreiche Buchpublikationen vom »Deep Sky Reiseführer« bis zu »Digitale Astrofotografie« bekannt geworden ist. Zum zehnjährigen Jubiläum gibt es ein Feuerwerk besonderer Neuerscheinungen, das im Sommer mit zwei wegweisenden fotografischen Atlanten beginnt (Seite 56). Wir möchten Sie einladen, mit diesen neuen Titeln das zehnjährige Bestehen des einzigen deutschen Astronomieverlags auf der Astro-Messe am 18. September in Villingen-Schwenningen gebührend zu feiern.

Inhalte im Internet boomen – vor allem wenn sie geprüft, gut aufbereitet und professionell präsentiert werden. Der interstellarum-Newsletter erfreut sich seit Jahren wachsender Beliebtheit, aber auch darüber hinaus wird sich der Oculum-Verlag im Netz engagieren. Ein erster Schritt ist die Seite www.teleskop1x1.de, die absoluten Fernrohr-Neulingen bei den ersten Schritten mit typischen Einsteiger-Teleskopen aus dem Billigsektor hilft. Zusammen mit der Plattform www.astroeinstieg.de finden Astro-Neulinge somit umfassende Informationen im Internet. Und wer es nach wie vor lieber gedruckt mag: Das Teleskop-1x1 gibt es auch als Buch, zum anfangsfreundlichen Preis von 9,90 Euro.

Das vorliegende Heft bringt auch personelle Veränderungen mit sich. Zur Entlastung für den Autor dieser Zeilen tritt Hans-Georg Purucker in die Redaktion ein. Er ist promovierter Physiker und Amateurastronom – die ideale Mischung aus Theoretiker und Praktiker für eine Zeitschrift für praktische Astronomie. Bereits weite Teile dieses Heftes wurden von ihm mitgestaltet, der interstellarum-Newsletter steht bereits unter seiner Regie. Ich bin mir sicher, dass seine Handschrift in zukünftigen Heften noch deutlicher zu sehen sein wird.

Klare Sommernächte wünscht,

Ihr

Ronald Stoyan



Jetzt geht's los!

34



Delta Cephei – ein Veränderlicher für Anfänger

40



Montierungsfehler meistern

48



41253 Quadratgrad Himmel

60

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 12 **Kosmische »Deep Fields«**
Die tiefsten Blicke in den Kosmos
- 16 **Astro-Wissen: Wie entstehen Galaxien?**
- **Schlagzeilen**
- 8 **Billard im Tarantelnebel**
- 9 Planetentheorie auf den Kopf gestellt
Sommer auf Triton
- 10 **Raumfahrt aktuell:
Auf dem Weg zur Venus**

Himmel

- **Ereignisse**
- 18 **Himmelsfeuerwerk im August**
Perseiden-Maximum am 13. August
Mars, Saturn und Venus
zusammen am Abendhimmel
- 19 **Merkur am Morgenhimmel**
Jupiter und Uranus in Opposition
am 21. September
- **Sonnensystem**
- 22 **Sonne aktuell: Nur ein
kleiner Einbruch?**
- 23 **Planeten aktuell:
Jupiter lässt aufhorchen**
- 24 **Kometen aktuell: 103P/Hartley
ideal am Nachthimmel**
- **Sternhimmel**
- 27 **Astronomie mit bloßem
Auge: Uranus**
Astronomie mit dem
Fernglas: Neptun
- 28 **Objekt der Saison: M 15**
- 30 **Objekt der Saison: M 11**
- 31 **Deep-Sky Herausforderung:
Palomar 13**

Praxis

- **Sonne**
- 34 **Jetzt geht's los!**
Der 24. Sonnenfleckenzyklus
erreicht ersten Höhepunkt
- **Mond**
- 36 **Ungewöhnliche Krater im
Südosten des Mondes**
Rund um das Mutus-Vlacq-
Einschlagbecken
- **Deep-Sky**
- 40 **Delta Cephei – ein
Veränderlicher
für Anfänger**
Messung der Lichtkurve mit
einfachsten Mitteln
- 42 **Praxis-Wissen: Wie orientiere
ich mich am Sommerhimmel?**

aktuell auf www.interstellarum.de

Aktuelle Aufnahmen unserer Leser

- www.sonneaktuell.de
- www.planetenaktuell.de
- www.kometenaktuell.de

NEU: Online-OdS

- www.interstellarum.de/ods-galerie.asp



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

Die interstellarum Einsteigerseiten:



Technik

- **Test**
- 44 **Das Universum
in einer Hand**
Teil 2: iPhone-Anwendungen für
Mondbeobachter und Sterngucker
- 48 **Montierungsfehler
meistern**
Der Telescope Drive
Master im Praxistest
- **Astrofotografie**
- 60 **41253 Quadratgrad
Himmel**
Ein Himmelspanorama
mit hoher Auflösung
- 54 **Technik-Wissen: Wie lassen
sich die Kameraeinstellungen
selbst testen?**

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 69 **Zwei Abendsterne im April**
- **First Light**
- 70 **Maßnahmen gegen
den Stern-Tatterich**
- **Objekte der Saison**
- 72 **NGC 6992-5 / NGC 6940**
- **Galerie**
- 76 **Astrofotos unserer Leser**

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

Kosmische »Deep Fields« Die tiefsten Blicke in den Kosmos

Service

- **Szene**
- 79 Termine für Sternfreunde:
August bis September 2010
- **Rezensionen**
- 78 **Great Atlas of the Sky**
Astronomical Observatories
Die Messier-Objekte
- **Astromarkt**
- 80 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, Leserhinweise
- 82 Vorschau, Impressum



Das Universum in einer Hand Teil 2: iPhone- Anwendungen für Mondbeobachter und Sterngucker

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nicht für privaten Zwecken.

Billard im Tarantelnebel

Der Tarantelnebel in der Großen Magellanschen Wolke ist eine der größten HII-Regionen der Lokalen Gruppe, zu der auch die Milchstraße und die Andromedagalaxie gehören. Er beherbergt neben einem beachtlichen Teil der massereichsten und leuchtkräftigsten Sterne, die bekannt sind, eine große Anzahl früher O-Sterne, insbesondere im Sternhaufen R 136 im Zentrum des Nebels. Obwohl Sterne vom Typ O2 – O3,5 selten sind – nur einige wenige dutzend sind bekannt –, beeinflussen sie ihre Umgebung maßgeblich, da sie sich innerhalb astronomisch kurzer Zeit zu stickstoffreichen Wolf-Rayet-Sternen entwickeln, die als Vorgänger von Supernovae und eventuell sogar Gamma-Ray-Bursts angesehen werden. Der Tarantelnebel eignet sich deshalb hervorragend als Studienobjekt für Sternentstehung sowie Stern- und Haufenentwicklung. 390 Lichtjahre (projiziert) westsüdwestlich von R 136 und 230Lj von NGC 2060 entfernt, wurde kürzlich am Anglo-Australian Telescope ein neuer O2-Stern entdeckt, der sich mit einer Geschwindigkeit von 85km/s relativ zum Nebel bewegt. Dass die Bewegung durch einen Begleitstern vom Typ O oder B verursacht wird, kann mittlerweile für Umlaufperioden zwischen zwei Tagen und einem Jahr ausgeschlossen werden. Da außerdem seine Geschwindigkeit nicht mit Geschwindigkeiten in der Umgebung übereinstimmt, vermutet man, dass der Stern mit der Bezeichnung 30 Dor 16 aus dem Zentrum herausgeschleudert wurde. Solche »Runaway«-Sterne können auf verschiedene Arten entstehen: Entweder werden sie durch eine Supernova des massereicheren Sterns in einem Doppelsystem aus diesem herausgeschleudert oder Sterne kommen sich im dichten Zentrum eines Sternhaufens so nahe, dass sie

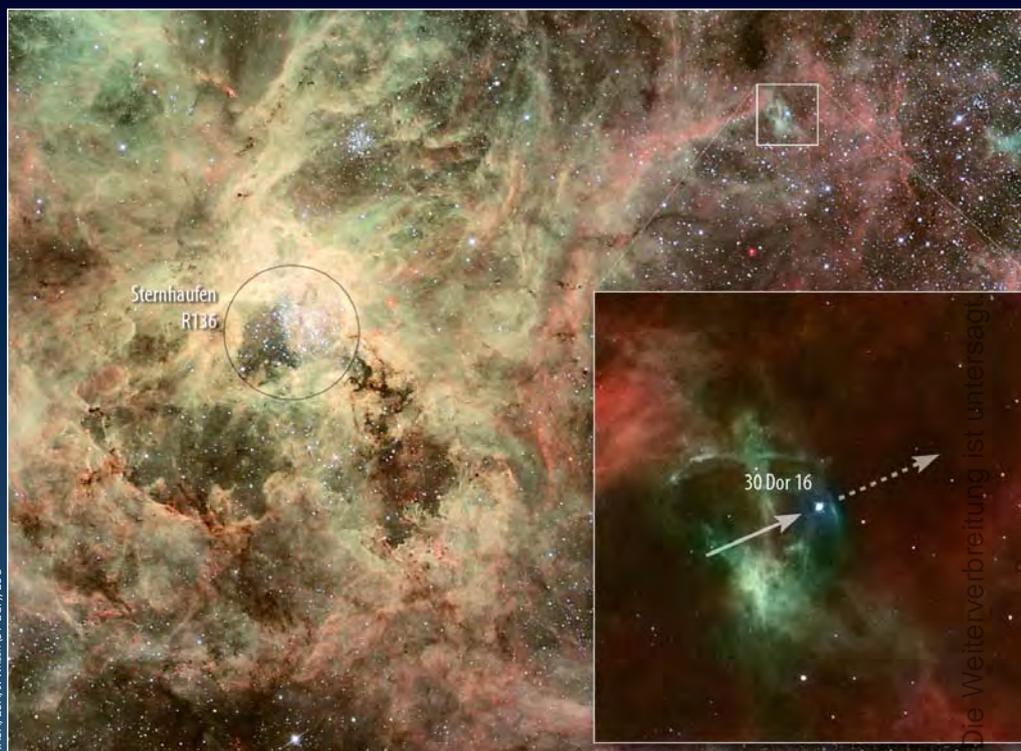
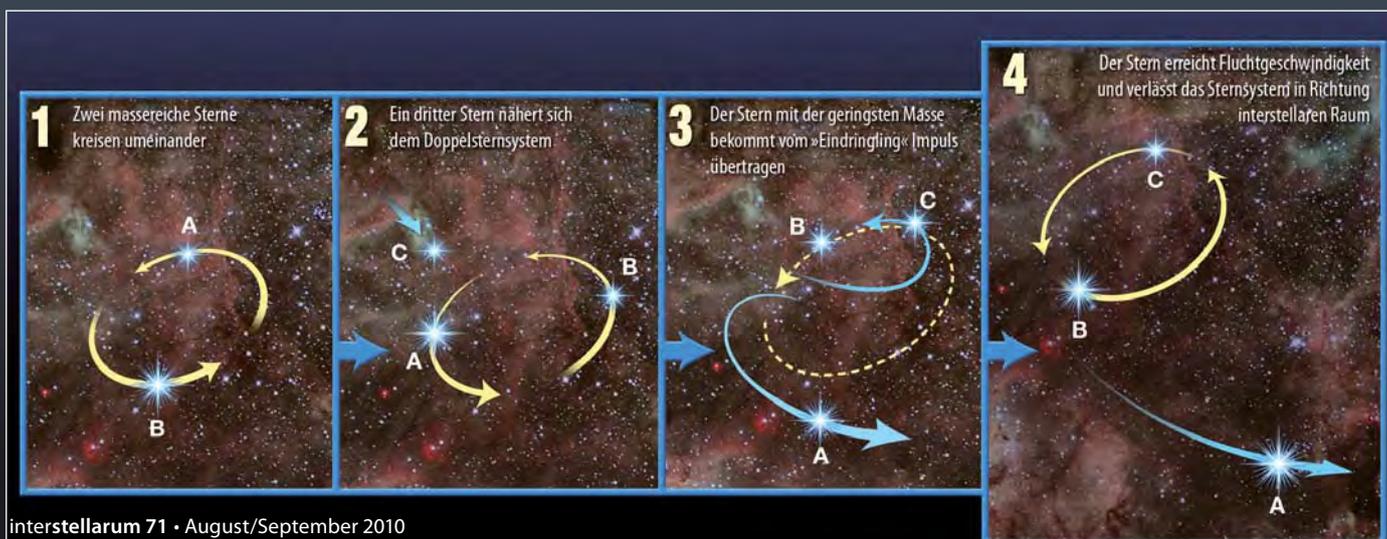


Abb. 1: Der Tarantelnebel in der Großen Magellanschen Wolke. Der Runaway-Stern 30 Dor 16 befindet sich 390Lj vom zentralen Sternhaufen entfernt im Westsüdwesten des Nebels (weißes Kästchen). Die Vergrößerung zeigt ihn (Pfeil) und seine voraussichtliche Flugrichtung (gestrichelter Pfeil).

in einer Art kosmischen Billards hinausbefördert werden. Da 30 Dor 16, wie Beobachtungen im UV-Bereich zeigten, einen der stärksten Sternwinde besitzt, die je gemessen wurden, muss es sich beim ihm um einen sehr massereichen Stern handeln: 90 Sonnenmassen und ein Alter von einer Million Jahre lassen sich aus Modellen ableiten. Auch der Sternhaufen R 136 ist mit einem Alter von 1–2 Millionen Jahren sehr jung – zu jung, als

dass sich bereits Supernovae hätten ereignen können, so dass der Schluss naheliegt, dass 30 Dor 16 durch Wechselwirkung mit anderen Sternen herausgeschleudert wurde. Er wird damit zum bisher überzeugendsten Kandidaten für ein solches Szenario, das möglicherweise auch Sterne mit mehr als 140 Sonnenmassen durch Verschmelzung zweier Einzelsterne erzeugen kann. [Astrophys. J. 715, L74 (2010); STScI-2010-14]

Abb. 2: Enge Sternbegegnungen können einen Stern so beschleunigen, dass er sein Heimatsystem verlassen kann. Damit dieses kosmische Billard funktioniert, sind drei Sterne notwendig.





ESO, A. C. CAMERON

Fünf extrasolare Planeten, die auf retrograden Bahnen ihr Zentralgestirn umrunden, der Planet unten rechts rotiert prograd. Jedes Bild hat einen Durchmesser von drei Sonnendurchmessern und die Größe der Sterne ist maßstabsgerecht in realistischen Farben dargestellt.

Planetentheorie auf den Kopf gestellt

Als vor 15 Jahren die ersten sog. Hot Jupiters entdeckt wurden, war ihre Herkunft ein Rätsel. Hot Jupiters sind extrasolare Planeten, deren Massen ähnlich groß oder größer sind als die Jupiters und die ihre Zentralgestirne sehr nahe umkreisen, wodurch sie stark aufgeheizt werden. Man nimmt an, dass sich der Kern eines solchen Gasriesen aus einer Mischung aus Gesteins- und Eispartikeln gebildet hat. Solche Partikel finden sich allerdings nur in den kalten Außenbereichen eines Planetensystems. Hot Jupiters sollten daher weit weg vom Zentralgestirn entstehen und anschließend nach innen wandern, bis sie ihre endgültigen Umlaufbahnen nahe am Stern erreicht haben. Im üblichen Modell wird die Wanderung nach innen durch Wechselwirkungen mit der Staubscheibe hervorgerufen, aus der die Planeten entstehen, und dauert einige Millionen Jahre. Die Umlaufbahnen der Hot Jupiters sind danach entsprechend der Rotationsrichtung des Sterns

ausgerichtet. Erst anschließend könnten sich erdähnliche Gesteinsplaneten bilden. Die nähere Untersuchung von neun neu entdeckten und 18 weiteren sog. Transitplaneten, also Planeten die von der Erde aus gesehen vor ihrem Stern vorüberlaufen, hat dieses Bild auf den Kopf gestellt: Bei mehr als der Hälfte der untersuchten Planeten zeigte sich, dass die Drehachse der Umlaufbahn gegen die des Zentralgestirns verkippt ist, sechs dieser Planeten umrunden ihren Stern sogar entgegengesetzt zu dessen Rotationsrichtung. In der allgemein akzeptierten Theorie entstehen die Planeten in einer Scheibe aus Gas und Staub, in dessen Zentrum der Stern entstanden ist und die deshalb denselben Drehsinn aufweist, wie der Stern. Folglich sollten sich die Planeten in der Scheibenebene und in derselben Richtung wie der Stern um seine Achse rotiert bewegen.

Um die Entstehung rückläufiger Hot Jupiters erklären zu können, muss man nun

annehmen, dass ihre Nähe zu den Zentralsternen nicht durch Wechselwirkung mit der Staubscheibe zustande kommt. Weiter entfernte Planeten oder Begleitsterne könnten in einem langsameren, mehrere 100 Millionen Jahre dauernden Prozess den Planeten auf eine geneigte und langgestreckte Umlaufbahn befördern, wo er durch Gezeitenwirkung im Periastron Energie verliert und schließlich in einer beinahe kreisförmigen, willkürlich gegen die Ebene seines Planetensystems geneigten Bahn enden würde. Bei zwei der neu entdeckten rückläufigen Planeten hat man tatsächlich zusätzliche, weiter entfernte Begleiter gefunden, die die ungewöhnliche Orientierung der Umlaufbahn verursacht haben könnten. Ein dramatischer Nebeneffekt dieses Prozesses wäre, dass sich in solchen Systemen keine kleineren erdähnlichen Planeten halten könnten. [Pressemitteilung eso1016]

Sommer auf Triton

Erstmals wurde der Neptunmond Triton, der mit 2700km Durchmesser der siebtgrößte Mond im Sonnensystem ist, von der Erde aus im Infrarotlicht beobachtet. Dabei wurde in seiner dünnen Atmosphäre Kohlenmonoxid entdeckt und zum ersten Mal vom Erdboden aus Methan nachgewiesen.

Bereits vor den neuen Messungen war bekannt gewesen, dass es auf Tritons Oberfläche Kohlenmonoxid in Form von Eis gibt. Jetzt konnte man nachweisen, dass die oberflächensichtbare Schicht des Neptunmondes verglichen mit tiefer liegenden Schichten um einen Faktor 10 mit Kohlenmonoxid-Eis angereichert ist. Aus dieser obersten Schicht erhält die Atmosphäre, die ähnlich wie die Erdatmosphäre zum größten Teil aus Stickstoff besteht, laufend Nachschub an Gasen. Das Methan, das erstmals von Voyager 2 nachgewiesen wurde, spielt ebenfalls eine wichtige Rolle.

Erwärmt sich eine Hemisphäre im Sommer, dann verdampft von ihrer Oberfläche eine dünne Schicht aus gefrorenem Stickstoff, Methan und Kohlenmonoxid. Das dabei entstehende Gas steigt in die eisig kalte

Atmosphäre Tritons auf der Sommerhalbkugel auf und bewirkt dort einen Dichteanstieg. Zurzeit herrscht auf der Südhalbkugel des Neptunmondes Sommer und auf der Nordhalbkugel Winter. Ein Neptunjahr dauert 165 Erdenjahre; eine Jahreszeit auf seinem Mond Triton dauert daher etwas über 40 Jahre. Im Jahr 2000 fand für die Südhalbkugel Tritons die Sommersonnenwende statt. Verglichen mit den Messungen der Raumsonde Voyager 2 aus dem Jahr 1989, als noch Frühling auf der Südhalbkugel herrschte, ist der Druck in Tritons Atmosphären von $14\mu\text{bar}$ etwa um einen Faktor 4 gestiegen und liegt nun zwischen $40\mu\text{bar}$ und $65\mu\text{bar}$. Dies ist allerdings immer noch rund 20000 Mal schwächer als der Luftdruck auf der Erde. Der Einfluss der Sonne macht sich also auf Triton noch deutlich bemerkbar – und das trotz der großen Entfernung zwischen den beiden Himmelskörpern. Auf diesem Eismond gibt es damit Jahreszeiten ähnlich wie auf der Erde, allerdings mit dem Unterschied, dass sie viel länger andauern. [Astron. Astrophys. 512, L8 (2010), Pressemitteilung eso1015]



Künstlerische Darstellung der Oberfläche des Neptunmondes Triton. Links oben erscheint die weit entfernte Sonne als kleiner Lichtpunkt.

Surftipps

- Runaway-Stern im Tarantelnebel:** hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2010/14/
- Planetentheorie auf den Kopf gestellt:** www.eso.org/public/germany/press-rel/pr-2010/pr-16-10.html
- Laue Lüfte auf Triton:** www.eso.org/public/germany/press-rel/pr-2010/pr-15-10.html

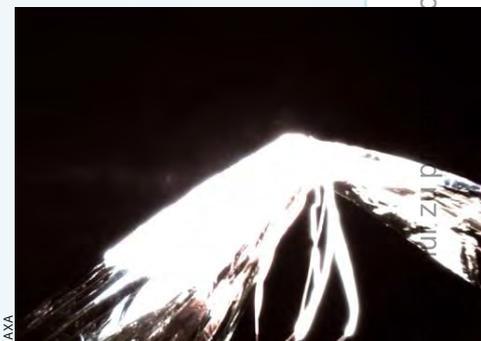
Raumfahrt aktuell

Auf dem Weg zur Venus

Der erste Anlauf musste wegen extrem schlechten Wetters am japanischen Weltraumbahnhof von Tanegashima abgebrochen werden, doch drei Tage später – am Morgen des 21. Mai Ortszeit – gab es kein Halten mehr: Eine Rakete des Typs H-2A setzte zunächst drei Minisatelliten im Erdorbit ab, dann zündete die Oberstufe erneut und brachte ihre Nutzlast auf Fluchtgeschwindigkeit und Kurs Richtung Venus. Nacheinander ausgesetzt wurden dann der Venusorbiter Akatsuki (was Morgendämmerung bedeutet und »A'katzki« ausgesprochen wird), ein Sonnensegler namens IKAROS und ein kleiner Satellit für Funktests über große Distanzen, UNITEC-1. Akatsuki, auch als Venus Climate Orbiter (VCO) und PLANET-C bekannt, ist gewissermaßen Japans Gegenstück zum Venus Express Europas: Während der ESA-Satellit den Planeten auf einer Polarbahn umkreist, soll Akatsuki eine 300km × 80000km hohe, um 8° geneigte retrograde Äquatorialbahn mit 30 Stunden Periode einnehmen, aus der heraus die rund um den Planeten rasenden Wolken besser erfasst werden können. Auch soll Akatsuki mit gleich fünf Kameras den optischen Spektralbereich sowie per Röntgendurchleuchtung das Wettergeschehen in seiner kompletten vertikalen Schichtung noch systematischer erfassen – und als erster interplanetarer »Wettersatellit« (und in direkter Kooperation mit dem Venus Express) das Verständnis der Venusatmosphäre erheblich vertiefen.

Für besonderes Aufsehen sorgt der Passagier IKAROS, was für »Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation of the Sun« steht. Auf dem Flug Richtung Venus sollte ein 14m × 14m großes Sonnensegel aus einer nur 7,5µm dicken Plastikfolie entfaltet werden, die für den Start trickreich um den Satellitenkörper aufgewickelt war: Dieser wird in Rotation versetzt, so dass sich das Segel ausbreitet und – so die

Theorie – ohne weitere Mechanik stabilisiert wird. Dieses Manöver, noch nie im Weltraum vollführt und Mitte Juni angegangen, wäre schon der erste Erfolg, aber die japanische Raumfahrtagentur JAXA will mehr: Durch stellenweise Veränderung der Albedo des Segels und Drehungen des Satelliten durch kleine Düsen ist auch ein wenig Navigation auf der Bahn an der Venus vorbei und um die Sonne möglich, während deren Strahlungsdruck eine spürbare Kraft auf den Satelliten ausübt und die Bahn beeinflusst. Teile des Segels tragen zugleich ultradünne Solarzellen für die Energieversorgung: All das macht IKAROS zum entscheidenden Test für einen solargetriebenen Riesensegler, der in den 2020er Jahren auf den Weg zu Jupiter und seinen Trojaner-Asteroiden geschickt werden soll.



Das bereits teilweise entfaltete Sonnensegel von IKAROS, gesehen von einer Kamera auf dem Satelliten.

■ Daniel Fischer

cken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nur

Abb. 1: Das tiefste Bild des Universums: das Hubble Ultra Deep Field mit der Kamera WFC3, aufgenommen im nahen infraroten Spektralbereich. Den Farbkanälen 1,05µm, 1,25µm und 1,6µm wurden hier die Farben Blau, Grün und Rot zugeordnet. Die schwächsten Galaxien sind ungefähr eine Milliarde Mal schwächer als mit bloßem Auge noch wahrnehmbar.

NASA, ESA, G. ILLINGWORTH (UCO/LICK OBSERVATORY UND UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ), R. BOUWENS (UCO/LICK OBSERVATORY UND UNIVERSITÄT LEIDEN), HUDF09 TEAM

Kosmische »Deep Fields«

Die tiefsten Blicke in den Kosmos

VON DANIEL FISCHER

Wohl jedes Teleskop, das je gebaut wurde, ist irgendwann bis an seine Grenze getrieben worden: Was sind die schwächsten Himmelsobjekte, die gerade noch zu erkennen sind? In der professionellen Astronomie ist die Motivation in der Regel der Test von kosmologischen Modellrechnungen. Wirklich tiefe Blicke brachte jedoch erst vor rund 25 Jahren die Ära der CCD-Kameras, die an den damals größten Teleskopen der 4m- bis 5m-Klasse zum ersten Mal eine bis dahin unbekannte Population ferner schwacher blauer Galaxien aufspürten – was nach der damals vorherrschenden Kosmologie nicht zu erwarten war.

Dann startete, vor 20 Jahren im April 1990, das Hubble Space Telescope (HST), von dem man zwar Antworten auf eine Menge Fragen erwartete, gerade bei der Ergründung der schwächsten Galaxien aber wenig Hoffnung auf einen signifikanten Vorsprung vor den größten Teleskopen auf dem Erdboden hegte – schließlich war sein 2,5m-Spiegel schon damals viel kleiner als zahlreiche Teleskope auf der Erde. Doch die Logik erwies sich als falsch: Schon die ersten »tiefen«, also lang belichteten, Bilder – nach der Schärfung der missglückten Optik Ende 1993 – zeigten, dass die fernen Galaxien eine viel höhere Flächenhelligkeit als erwartet hatten. Und so wurde bald eine Menge Zeit für einzelne tiefe Aufnahmen von Himmelsfeldern aufgewendet: Die Hauptkamera (Wide Field Planetary Camera, kurz WFPC2) war immer eingeschaltet, während gleichzeitig eines der anderen Instrumente irgendein Himmelsobjekt beobachtete. Die so gewonnene »Medium Deep Survey« baute im Laufe der Zeit ein zufälliges Mosaik des Himmels hintergrundes aus fernen Galaxien auf.

Das Universum entwickelt sich

Typischerweise waren diese Galaxien heller als 22. Größenklasse im nahen infraroten Spektralbereich (weil nur begrenzt lange auf ein bestimmtes Himmelsareal gezielt wurde) und hatten Rotverschiebungen um 0,5: Dies entspricht einem Alter von 9 Mrd. Jahren, ihr Licht war also 5 Mrd. Jahre unterwegs. Und es fiel auf, dass diese Galaxien eine erstaunliche Formenvielfalt aufwiesen, wie man sie im zeitlich nicht so weit zurückliegenden, uns näheren Kosmos nicht kennt. Rund 40% hatten eine irreguläre Gestalt, erlebten Phasen heftiger Sternentstehungen oder wechselwirkten miteinander. Die andere Hälfte der beobachteten Galaxien dagegen entsprach in Form und Größe dem heutigen Zustand.

Es war die Mitte der 1990er Jahre: Noch nie war so klar zu erkennen gewesen, dass sich das Universum im Laufe der Jahrtausende nicht nur ausdehnte, sondern sich seine wichtigsten Bestandteile, die Galaxien, auch erheblich entwickelten. Eine einsame tiefere Hubble-Aufnahme zeigte sogar, dass der Anteil der irregulären Galaxien jenseits der 22. Größenklasse noch weiter anstieg. In dieser spannenden Zeit fiel ein Mann eine Entscheidung. Bob Williams war damals Direktor des Space Telescope Science Institute in Baltimore im US-Bundesstaat Maryland, das den wissenschaftlichen Betrieb des Hubble Space Telescope koordinierte. Wie irdischen Sternwarten-

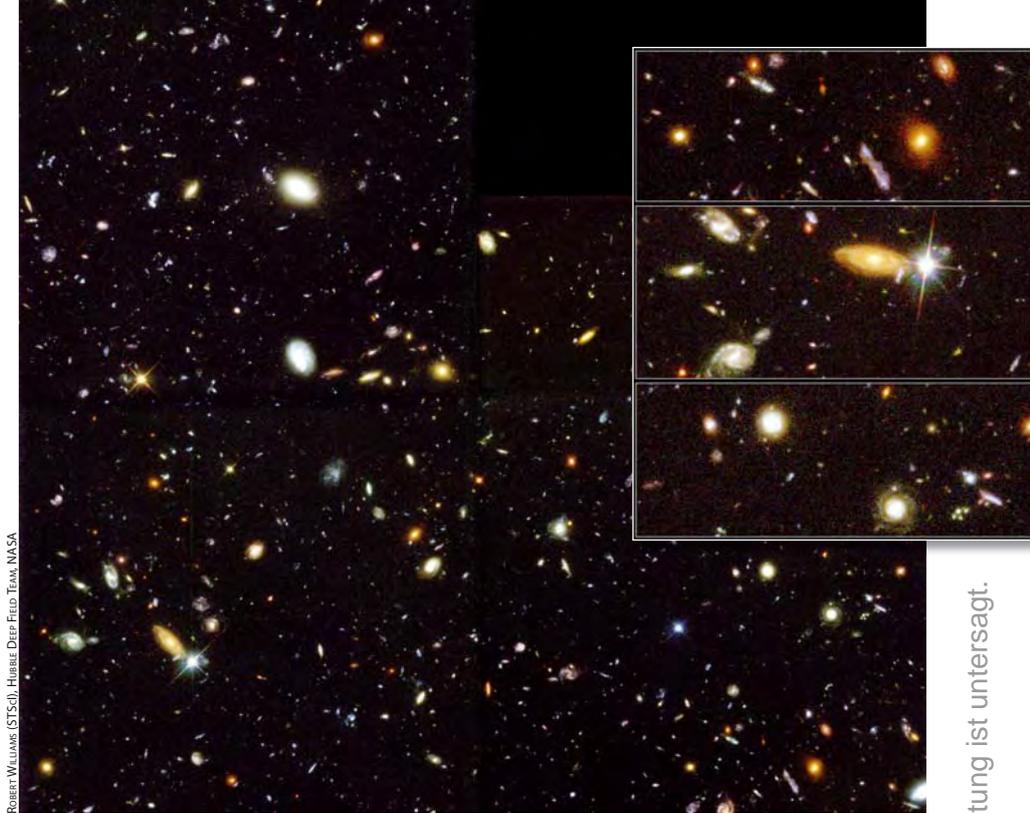


Abb. 2: Das Hubble Deep Field, vor 15 Jahren der tiefste Blick in den Kosmos überhaupt und für viele immer noch eines der bedeutendsten Bilder, die das Weltraumteleskop in seinen 20 Jahren im Orbit geliefert hat. Die Farbwiedergabe ist ungefähr natürlich. Ausschnitte (rechts) zeigen eine Vielfalt von Galaxienformen bis zur 30. Größenklasse.

Koordinaten der Deep Fields			
Name	R.A.	Dekl.	Größe
HDF	12 ^h 36 ^m 50,13 ^s	+62° 13' 16,37"	58,8" × 58,8"
HUDF	3 ^h 32 ^m 34,08 ^s	-28° 10' 4,26"	32,9" × 32,9"
HDF South	22 ^h 33 ^m 0,54 ^s	-61° 22' 59,46"	2,3' × 2,3'
GOODS-N	12 ^h 36 ^m 50,13 ^s	+62° 13' 16,37"	58,8" × 58,8"
GOODS-S	3 ^h 32 ^m 33,83 ^s	-28° 10' 10,15"	32,9" × 32,9"
GEMS	3 ^h 32 ^m 33,70 ^s	-28° 10' 10,24"	32,9" × 32,9"
COSMOS	10 ^h 0 ^m 28,47 ^s	+2° 12' 22,25"	0,3° × 0,3°

direktoren auch, stand ihm ein bestimmter Anteil der gesamten Beobachtungszeit zur Verfügung, über deren Verwendung er bestimmen konnte, ohne dass erst Scharen von Gutachtern überzeugt werden mussten.

Weitsichtige Entscheidung

Und Williams entschied, mit dem Hubble-Teleskop etwas zu tun, was es noch nie gegeben hatte: Zehn Tage lang sollte ununterbrochen eine scheinbar leere Stelle des Himmels belichtet werden, um das tiefste Bild aller Zeiten aufzunehmen. Den Großteil der Direktorenzeit des 5. Beobachtungszyklus wollte er darauf verwenden, und ein Beratergremium machte sich daran, das Projekt zu optimieren. Das Hubble Space Telescope hat als speziell auf Besuche des Space Shuttle zugeschnittener Satellit jedoch einen gravierenden Nachteil: Es kreist so tief um die Erde, dass diese fast den halben Himmel verdeckt. Beobachtungen der meisten Himmelsobjekte müssen immer

wieder unterbrochen werden, während die Erde davor steht. Es gibt aber auch schmale Zonen kontinuierlicher Beobachtungsmöglichkeit bei hohen Nord- und Süddeklinationen, wo das HST fast doppelt so effizient arbeiten kann. Die Wahl fiel auf einen schmalen Streifen um +62° Deklination in der nördlichen Zone. Hier wurde ein Feld ohne nennenswert strahlende Himmelsquellen gesucht, wobei diese Anforderung nicht nur für das sichtbare Licht, sondern auch für andere Wellenlängen gelten sollte – und die Milchstraße sollte in dieser Richtung besonders durchsichtig sein und selbst auch nicht emittieren. Aus 20 Kandidaten wurden drei Felder ausgewählt, allesamt im Großen Bären, die sich auf zwei reduzierten, weil in einem eine störende Radioquelle entdeckt wurde. Die endgültige Auswahl wurde durch die Verfügbarkeit von Leitsternen für die Feinausrichtung des Satelliten während der Extremaufnahme bestimmt und mit Testaufnahmen im Juni 1995 bestätigt.

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

Die wahre Farbe des fernen Alls

Auf der »offiziellen« Farbdarstellung des Hubble Deep Field wie des Hubble Ultra Deep Field (Bild links) erscheinen die helleren Galaxien bei Sättigung eines Farbkanals einfach weiß – dabei müssten sie bei farberhaltender Verwertung der I-, V- und B-Band-Aufnahmen eigentlich rötlich erscheinen, doch kein Bildschirm und kein Druckverfahren kann den vollen Dynamikbereich richtig wiedergeben. Alternativ kann man aber die hellsten Bereiche künstlich abschwächen, so dass auch auf dem Bildschirm oder im Druck nirgends Sättigung eintritt. Dadurch erhalten die bekannten Deep Fields einen ganz neuen Farbton (rechts), der viel stärker ins Rötliche spielt. Und auch Detail in den Zentralbereichen der Galaxien kommt besser zur Geltung, die sonst einfach als weiße Flächen erscheinen. Durchgesetzt hat sich diese noch farbenfrohere und letztlich informationshaltigere Darstellung zwar nicht, aber die alternative Farbrekonstruktion wird durch deren Autoren zumindest anerkennend zitiert.



N. WHERRY, M. R. BLANTON, D. W. HOGG, R. H. LUTTON

Das tiefste Bild aller Zeiten

Die eigentlichen 342 Aufnahmen des WFPC2-Detektors durch vier breitbandige Farbfilter zwischen 250nm und 950nm entstanden schließlich zwischen dem 18. und 28. Dezember 1995. Zwischen 30 und 43 Stunden lagen die Gesamtbelichtungszeiten für die vier Filter, während Hubble 150 Mal die Erde umkreiste. Und bereits am 15. Januar 1996 wurde das Ergebnis feierlich auf einer Tagung in Texas enthüllt: Im Roten 3^m, im Blauen 2^m und im UV eine Größenklasse tiefer als jede andere Aufnahme des Himmels reichte das »Hubble Deep Field«. Es zeigte nur etwa 10 Sterne, dahinter aber etwa 3000 Galaxien in einem Bildfeld von nur 5,3 Quadratbogenminuten! Weil das Teleskop zwischen den Einzelbelichtungen um weniger als ein Pixel verschoben worden war, konnte durch eine eigens neu entwickelte Additionstechnik, Drizzling genannt, am Ende eine Auflösung von 0,04" erreicht werden, doppelt so scharf wie die Kamera eigentlich sah.

Die Dominanz der irregulären Galaxien im jüngeren Kosmos war schon auf einen Blick zu erkennen. Nur wenige Wochen

nach der begeistert gefeierten Präsentation des Bildes wurden auch alle Originaldaten, ohne das sonst bei Hubble-Programmen übliche Jahr Exklusivität, der Wissenschaft zur Verfügung gestellt – die dieses Geschenk dankbar annahm: Im folgenden Jahrzehnt beschäftigten sich knapp 400 Arbeiten mit der Analyse der neu entdeckten Galaxien. Und sie basierten nicht nur auf den HST-Daten, sondern auch auf Beobachtungen desselben Himmelfeldes durch zahlreiche große Sternwarten der Nordhalbkugel und Daten anderer Astronomiesatelliten: Nicht nur wurde so der Wellenlängenbereich drastisch vergrößert, die irdischen Teleskope – namentlich das Keck-Paar von zwei 10m-Spiegeln auf Hawaii – konnten auch Spektren von Galaxien aufnehmen, die für das nur 2,5m große Hubble Space Telescope schlicht zu schwach gewesen wären.

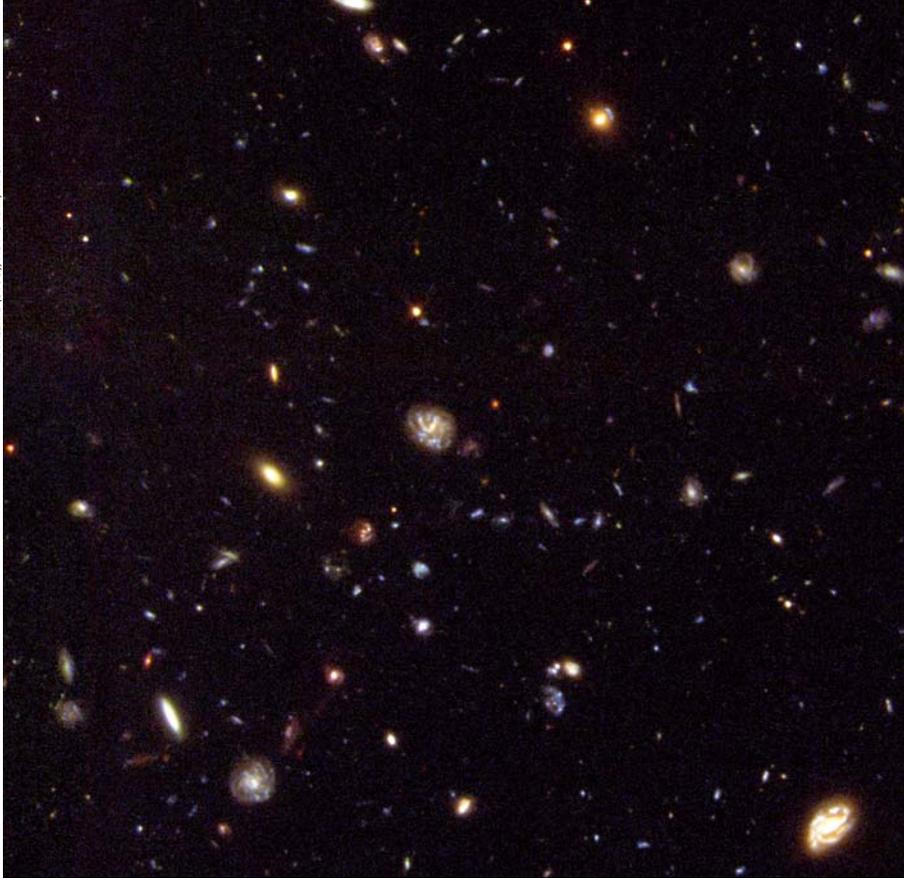
277 Stunden Dauerbelichtung

Im September und Oktober 1998 bekam das Hubble Deep Field auch ein Gegenstück auf der Südhalbkugel: wieder 10 Tage im Dauereinsatz, aber nun im Sternbild Tukan auf $-60,5^\circ$ Deklination, und wie-

der kam per Drizzling eine Auflösung von 0,04" zustande. Die Galaxienstatistik der beiden Hubble Deep Fields unterschied sich nicht signifikant, was zu der beruhigenden Einsicht führte, dass wohl beide einen typischen Blick in den tiefen Kosmos darstellten. Inzwischen hatte die WFPC2 am HST Gesellschaft durch die neuen Instrumente NICMOS – eine Infrarotkamera – und STIS (eine im ultravioletten und sichtbaren Licht arbeitende Kamera und Spektrograph) bekommen, die bei der zweiten Wartungsmmission 1997 installiert worden waren. Im Jahre 2002 kam dann die Advanced Camera for Surveys (ACS) hinzu, das erste Hubble-Instrument mit einem etwas größeren Gesichtsfeld von 11 Quadratbogenminuten. Es verstand sich quasi von selbst, dass Steven Beckwith als neuer Direktor wiederum Beobachtungszeit für ein neues Deep Field zur Verfügung stellen würde: Jetzt wurde eine Million Sekunden lang während 400 HST-Erdumläufen zwischen September 2003 und Januar 2004 belichtet, 11 Tage lang mit ACS (800 Aufnahmen von meist 21 Minuten Dauer) und 4½ Tage mit NICMOS – denn nur tiefe Infrarotaufnahmen zeigen überhaupt die fernsten und am stärksten rot-

Abb. 3: Das Hubble Deep Field South von 1998 ähnelt dem nördlichen Gegenstück: Den Anblick dominieren zwar »normale« Spiralgalaxien, aber insgesamt überwiegen irreguläre kleinere Sternsysteme.

R. Williams (STScI), HDF-S Team, NASA



verschobenen Galaxien. Die Filter deckten diesmal den Bereich 350nm bis 1050nm ab.

Ultratiefer Blick

Nun entschied man sich für ein Gebiet im Sternbild Fornax auf -28° Deklination, mitten in einem anderen Feld, auf das sich bereits der 1999 gestartete Röntgensatellit Chandra konzentriert hatte (Chandra Deep Field South). Dieses Sternbild ist überdies von den Großsternwarten sowohl der Nord- wie der Südhalbkugel gut einzusehen, was besonders reichhaltige Parallelbeobachtungen verspricht. Dieses »Hubble Ultra Deep Field« reichte – mit einer Grenzgröße von $30^m - 1^m.5$ tiefer als jede andere Himmelsaufnahme im sichtbaren Licht und zeigte rund 10000 Galaxien. Ein Großteil von ihnen liegt jenseits der Reichweite früherer Aufnahmen – und jenseits einer Rotverschiebung von 4 (dies entspricht einem Weltalter von 1,5 Mrd. Jahren und einer Lichtlaufzeit von 12 Mrd. Jahren). Größe und Form entsprechen kaum mehr der von näheren Galaxien. Die Erkenntnisse aus den beiden Hubble Deep Fields wurden mithin noch bekräftigt: Das Ultra Deep Field reichte bis zu einer Rotverschiebung von mindestens 7 (Weltalter knapp 800 Mio. Jahre) und dokumentierte zum ersten Mal die rasante Entwicklung der Galaxien in den ersten Jahrtausenden nach dem Urknall. Und natürlich: Kaum war – bei der 5. und letzten Wartungsmission im Mai 2009 – mit der Wide Field Camera 3 (WFC3) erneut ein dramatisch leistungsfähigeres Instrument installiert, wurde das gleiche Feld Ende August erneut 173000 Sekunden lang unter die Lupe genommen. Jetzt durfte das Hubble-Teleskop seine neu gewonnene hohe Empfindlichkeit in nahen Infraroten ausspielen, wo WFC3 40 Mal leistungsfähiger als die alte IR-Kamera NICMOS ist: In vier Tagen, inklusive der durch die Erde verursachten Beobachtungsunterbrechungen, schafften die modernen Infrarotsensoren, was früher ein halbes Jahr gedauert hätte.

Rekordentfernungen

Nicht weniger als 15 wissenschaftliche Arbeiten von fünf unabhängigen Teams entstanden bis Januar 2010 über dieses neue

tiefe Bild, das tatsächlich tiefer in den Raum hinein reicht als alle anderen langbelichteten Bilder dieses oder anderer Teleskope. Mehrere Galaxien mit Rotverschiebungen von 7 bis 8,5 (nur 600 Mio. Jahre nach dem Urknall) gelten als eindeutig identifiziert: nicht durch detaillierte Spektren freilich, für die sie viel zu schwach sind, sondern durch Helligkeitsvergleich in mehreren Infrarot-Bändern, heute eine etablierte Ersatztechnik für die Rotverschiebungsbestimmung mit erstaunlicher Treffsicherheit. Damit wurde nebenbei wohl auch der kurz zuvor gefeierte Entfernungsrekord für ein individuelles Himmelsobjekt gebrochen, die Rotverschiebung $z \sim 8,2$ eines Gamma Ray Bursts. Die Galaxien mit Rekord-Rotverschiebung sind allesamt wesentlich kompakter als nähere, weiter entwickelte Galaxien; sie sind mit typischerweise $1/20$ des Durchmessers und 1% der Masse der Milchstraße klar als deren künftige Bausteine zu erkennen. Auch erscheinen sie (wenn man die gewaltigen Rotverschiebungen herauskorrigiert) besonders blau, was auf ein starkes Defizit an schweren Elementen und so gut wie keinen – rötenden – Staub hinweist. Ihre chemische Zusammensetzung entspricht bereits nahezu dem, was man bei den allerersten Galaxien des Kosmos überhaupt erwarten würde, die etwa 500 Mio. Jahre nach dem Urknall entstanden sein dürften. Die Erwartungen sind nun hoch, dass das derzeit geplante James Webb Space Telescope ab 2014 auch dieser ersten Generation habhaft werden kann, wenn es selbst sein erstes Deep Field aufnimmt.

Wie tief geht's wirklich?

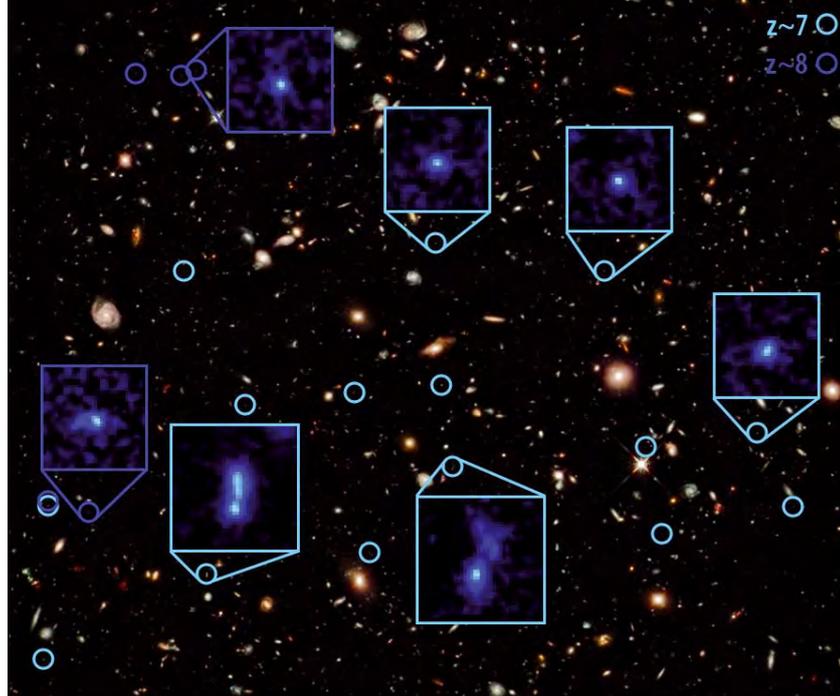
Noch ist übrigens nicht klar, wie tief das 2009 aufgenommene Bild tatsächlich reicht: Zwei der Auswertungs-Teams glauben darin Kandidaten für Galaxien mit Rotverschiebungen um 10 – das wären 480 Mio. Jahre nach dem Urknall – zu sehen, wobei sie allerdings jeweils Zweifel an den Objekten der anderen Gruppe hegen. So hat man sich geeinigt, vorerst die unstrittigen Galaxien mit $z \sim 8,5$ als die Reichweitengrenze zu akzeptieren.

Die drei Deep Fields des Hubble-Teleskops und von weiteren Satelliten und Großteleskopen auf dem Boden fügen sich heute in ein regelrechtes Kontinuum von Himmelsdurchmusterungen ein: Sie reichen am tiefsten, dafür sind aber auch die Bildfelder winzig klein und es schwingt immer noch die Angst

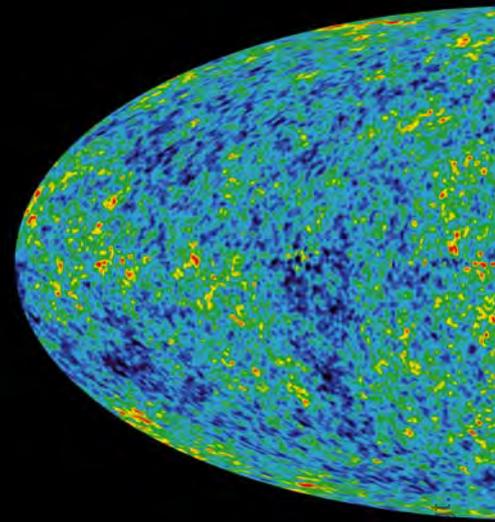
Surftipps

- Hubble Deep Field:** www.stsci.edu/ftp/science/hdf/hdf.html
- Hubble Ultra Deep Field:** www.stsci.edu/hst/udf
- Hubble Ultra Deep Field 2009:** firstgalaxies.org/hudf09
- GOODS-Feld:** www.stsci.edu/science/goods
- GEMS-Feld:** www.mpia-hd.mpg.de/GEMS/gems.htm
- Cosmic Evolution Survey:** cosmos.astro.caltech.edu
- Alle Deep Fields:** www.strw.leidenuniv.nl/~jarle/Surveys/DeepFields
- Die wahren Farben:** cosmo.nyu.edu/hogg/visualization

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



NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), Hubble Team



NASA, WMAP SCIENCE TEAM

Abb. 4: Das Hubble Ultra Deep Field im sichtbaren Licht, wie es 2004 vorgestellt wurde. 10000 Galaxien sind in einem nur 3' breiten Gesichtsfeld der Advanced Camera for Surveys sichtbar. 15 Galaxien mit photometrisch bestimmten Rotverschiebungen von 7 und fünf Galaxien mit Rotverschiebungen von 8 sind markiert.

vor der so genannten »kosmischen Varianz« mit, der prinzipiellen Möglichkeit, dass die Beobachtungen doch ein untypisches Segment des Kosmos betreffen. Mit großflächigen Detektoren, die dafür weniger tief ins Weltall blicken, oder Hubble-Bildserien mit geringerer Belichtungszeit pro Feld lassen sich die Deep Fields aber erweitern: Rund um das ursprüngliche Hubble Deep Field ist zum Beispiel die Great Observatories Origins Deep Survey (GOODS) entstanden.

Die Deep Fields im Kontext

Hier hat das Hubble-Teleskop ein 30 Mal größeres Himmelsfeld als das ursprüngliche Deep Field abgetastet, mit allerdings einer Größenklasse schlechterer Grenzgröße – und dabei trotzdem über 60000 Galaxien erfasst, mit denen sich exzellente Statistik des etwas näheren Kosmos betreiben lässt. Ein zweites GOODS-Feld liegt über dem Chandra Deep Field South und damit auch dem 2009 aufgenommenen Ultra Deep Field, und beide zusammen decken bereits 320 Quadratbogenminuten ab. Mit den »Great Observatories« sind dabei die Astronomiesatelliten Spitzer, Hubble und Chandra der NASA sowie Herschel und XMM-Newton der ESA gemeint, aber auch zahlreiche andere Observatorien haben die beiden GOODS-Felder schon untersucht, die damit zu den am besten untersuchten Regionen des gesamten Himmels gehören. Nicht nur abbildend natürlich, sondern auch spektroskopisch: Mit dem Very Large Telescope sind zum Beispiel kürzlich die Rotverschiebungen von fast 3000 Objekten im südlichen GOODS-Feld bestimmt worden. Rund um das Chandra Deep Field South erstreckt sich auch das 900 Quadratbogenminuten große GEMS-Feld, was für »Galaxy Evolution from Morphology and Spectral energy distributions« steht: 9×9 vergleichsweise kurz belichtete Aufnahmen in zwei Farben mit dem ACS-Detektor an Bord des Hubble-Teleskops decken es ab, und 10000 Rotverschiebungen und Spektren wurden gemessen. Schon fast die Brücke zu den großen Durchmusterungen ganzer Himmelssegmente schlägt schließlich COSMOS, die aktuelle »Cosmic Evolution Survey«: Hier bearbeiten diverse Teleskope – inklusive dem HST mit 640 Erdumläufen, wobei der ACS aber nur Zeit für Schnappschüsse in einer Farbe bleibt – ein äquatornahes Feld von zwei Quadratgrad. Zwei Millionen Galaxien bis zu einer Rotverschiebung von fünf sollten am Ende gefunden und die Statistik zur Entwicklung des Universums wieder ein wenig besser geworden sein.

- [1] Williams, R. E. et al.: The Hubble Deep Field: Observations, Data Reduction, and Galaxy Photometry, *Astron. J.* 112, 1335 (1996)
- [2] Ferguson, H. C., Dickinson, M., Williams, R.: The Hubble Deep Fields, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 38, 667 (2000)
- [3] Beckwith, S. V. W. et al.: The Hubble Ultra Deep Field, *Astron. J.* 132, 1729 (2006)

Wie entstehen Galaxien?

Die verschiedenen, tiefen Aufnahmen kleiner Himmelsbereiche (vgl. Titelgeschichte) haben gezeigt, dass das Universum voll von Galaxien mit den unterschiedlichsten Größen und Formen ist. Als Edwin Hubble 1936 seine Hubblesequenz der Galaxien aufstellte, dachte er sie als Darstellung eines möglichen Entwicklungsablaufs der Galaxien. Heute weiß man jedoch, dass die Galaxienentwicklung weitaus komplexer ist und sich nicht durch eine einfache Sequenz, die zudem nur auf Daten aus dem visuellen Spektralbereich beruht, darstellen lässt. So ist die Hubblesequenz heute nichts anderes als ein morphologisches Klassifikationsschema, obwohl zuweilen immer noch elliptische Galaxien als »frühe« und Spiralgalaxien als »späte« Galaxien bezeichnet werden.

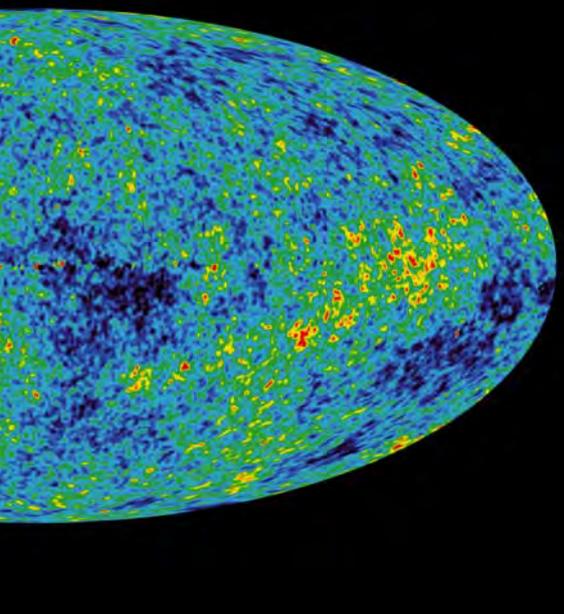
Die Entstehung und Entwicklung der Galaxien ist eng mit der Entwicklung des Universums verknüpft. Was wir darüber wissen, verdanken wir den extrem tiefen Aufnahmen, die uns nicht nur die heutige Galaxienpopulation zeigen, sondern auch einen weiten Blick in die Vergangenheit erlauben. Viele Aspekte sind allerdings noch nicht verstanden, so dass hier nur ein allgemeines Bild gezeigt werden kann. Nach heutigen Vorstellungen entstand das Universum vor 13,7 Mrd. Jahren in einem Urknall; seit diesem Zeitpunkt dehnt sich das Universum und die in ihm befindliche Materie und Strahlung aus. Materie und Strahlung befanden sich zunächst im thermischen Gleichgewicht und füllten den Raum gleichmäßig

Surftipp

Wilkinson Microwave Anisotropy Probe: map.gsfc.nasa.gov

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

von Peter und Susanne Friedrich



aus. Nach etwa 380000 Jahren war die Temperatur jedoch soweit gesunken, dass sich Protonen und Elektronen zu Wasserstoff verbanden und die Strahlung nicht mehr mit der Materie wechselwirken konnte – das Universum war durchsichtig geworden. Aus dieser Zeit empfangen wir heute noch Strahlung, deren Wellenlänge aufgrund der Ausdehnung des Universums und der damit verbundenen Rotverschiebung im Mikrowellenbereich liegt. Diese sog. kosmische Hintergrundstrahlung, für deren (zufällige) Entdeckung im Jahr 1964 die Amerikaner A. Penzias und R. W. Wilson 1978 den Nobelpreis erhielten, entspricht der Temperatur eines Körpers mit 2,725K und kommt gleichförmig aus allen Richtungen. Diese Gleichförmigkeit stellte die Kosmologen vor das große Problem, die Existenz von Sternen und Galaxien zu erklären, da zu ihrer Entstehung, sozusagen als Kondensationskeime, Dichtefluktuationen in der Materie notwendig sind. Dieses Problem konnte erst mit den Messungen der Satelliten COBE und endgültig mit WMAP gelöst werden, die winzige Inhomogenitäten der Hintergrundstrahlung aufdeckten: WMAP maß Schwankungen in der Hintergrundstrahlung von 0,01 Promille mit einer räumlichen Auflösung von $0,2^\circ$. Auch wenn die Dichte in diesen Gebieten zunächst nur geringfügig höher als in der Umgebung war, reichte diese Anisotropie aus, um im Laufe der Zeit immer mehr Materie anzuziehen. Etwa eine Milliarde Jahre nach dem Urknall müssen sich dann die ersten Sterne und Galaxien gebildet haben. Wie dies geschah, ist noch nicht beobachtet worden und bislang nur theoretisch erforscht, indem man aus den Dichtefluktuationen eine Entwicklung ableitet, die in die früheren und heutigen Galaxienpopulationen mündet.

◀ **Abb. 1: Ausgangspunkt der Galaxienentstehung im frühen Universum waren Dichtefluktuationen** – erstmals nachgewiesen von den Satelliten COBE und WMAP als Temperaturschwankungen in der Hintergrundstrahlung – aus denen die ersten Sterne entstanden. Am Ende ihres Lebens explodieren sie als Hypernova und kollabieren zu Schwarzen Löchern, den Keimzellen einer Galaxie. Der maximale Temperaturunterschied im Bild beträgt nur 0,0002K.



Abb. 2: NGC 6240. In ihrem Zentrum befinden sich zwei Schwarze Löcher. Durch Galaxienverschmelzung wachsen nicht nur die Galaxien, sondern auch die Schwarzen Löcher in ihren Zentren.

Ein wichtiger Befund in diesem Zusammenhang ist, dass fast alle Galaxien, auch die Milchstraße (vgl. interstellarum 61), in ihrem Zentrum ein super-massereiches Schwarzes Loch beherbergen. Werden diese Schwarzen Löcher mit Materie gefüttert, werden in ihrer unmittelbaren Umgebung enorme Energiemengen freigesetzt: Man bezeichnet sie dann als Aktive Galaxienkerne (AGN). Es fällt auf, dass es in einer früheren kosmologischen Epoche wesentlich mehr aktive Galaxienkerne als heute gab. Ein anderer Befund ist, dass es früher weniger große Galaxien gab. Beides zusammen unterstützt die These, dass sich im Laufe der Geschichte des Universums größere Galaxien durch Verschmelzung kleinerer gebildet haben, wobei durch die Verschmelzungsprozesse ausgelöste Gasströme das Schwarze Loch im Galaxienzentrum fütterten und damit zur Aktivität des Galaxienkerns führten. Der Höhepunkt der Verschmelzungsepoche liegt einige Milliarden Jahre zurück. Besitzt jede der verschmelzenden Galaxien ein Schwarzes Loch im Zentrum, dann werden beide ehemals zentralen Schwarzen Löcher

im neuen Galaxienzentrum zunächst nebeneinander existieren. Ein Beispiel eines solchen Falls kann tatsächlich beobachtet werden: Die Galaxie NGC 6240 befindet sich angesichts ihrer Morphologie im fortgeschrittenen Stadium der Verschmelzung. Die beiden Schwarzen Löcher, die sich durch Röntgenstrahlung verraten, werden sich langsam annähern und in einigen 100 Millionen Jahren miteinander verschmelzen. So sind im Laufe der Zeit nicht nur die Galaxien, sondern auch die Schwarzen Löcher gewachsen.

Bleibt als Letztes die Frage zu klären, was zuerst da war: das Schwarze Loch oder die Galaxie? Durch Beobachtungen ist diese Frage heute noch nicht zu beantworten. Eine mögliche Antwort besteht darin, dass die allerersten Sterne, die sich auf Grund der noch fehlenden schweren Elemente von den heutigen unterschieden und viel massereicher waren, am Ende ihrer Entwicklung in einer Hypernova explodierten und ein kompaktes Objekt (Schwarzes Loch) bildeten, schwere Elemente in die Umgebung verteilten und so die Keimzelle einer Galaxie bildeten.

NASA, CXC, MIT, C. Cavazzone, M. Novak (Röntgen); NASA, STScI (optisch)

Himmelsereignisse im August/September 2010

Himmelsfeuerwerk im August

Perseiden-Maximum am 13. August

In diesem Jahr bietet sich die Chance, das Maximum der Perseiden in unseren Breiten ohne störendes Mondlicht zu erleben. Auch die äußeren Bedingungen für eine erfolgreiche Beobachtung sind sehr komfortabel – die Nachttemperaturen liegen Mitte August noch im angenehmen Bereich. In der Vorhersage der International Meteor Organization wird das Maximum der Perseiden am Morgen des 13.8. zwischen 1:30 MESZ und 4:00 MESZ erwartet, also bei perfekten Bedingungen, da der Mond diesmal keine Rolle spielt (Neumond am 10. August) und die Dämmerung erst gegen Ende des Zeitfensters merkbar wird. Der Radiant hat zu Beginn des Maximumszeitraumes bereits eine Höhe von rund 50° über dem Nordost-Horizont erreicht und steigt weiter. 2010 wird mit einem normalen Maximum mit einer stündlichen Rate von 100 Meteoren gerechnet, trotzdem ist es möglich, dass kurzzeitige Aktivitätsspitzen auftreten können.

Der Aktivitätszeitraum der Perseiden beginnt bereits Mitte Juli mit geringen stündlichen Raten von fünf Meteoren. Anfang August kann ein merkbarer Anstieg verzeichnet werden, der sich auf ein Niveau von stündlich 15 Meteoren einspielt, das so genannte »Plateau«. Erst in den Tagen unmittelbar vor dem Maximum steigt die Aktivität weiter an. Nach dem Maximum fällt diese dann ziemlich abrupt ab.

■ André Knöfel

Am 13.8.2010 steht der jährliche Besuch der Perseiden-Sternschnuppen an. Beobachter hoffen auf viele Meteore wie in diesem Bild des Schauers von 2004.



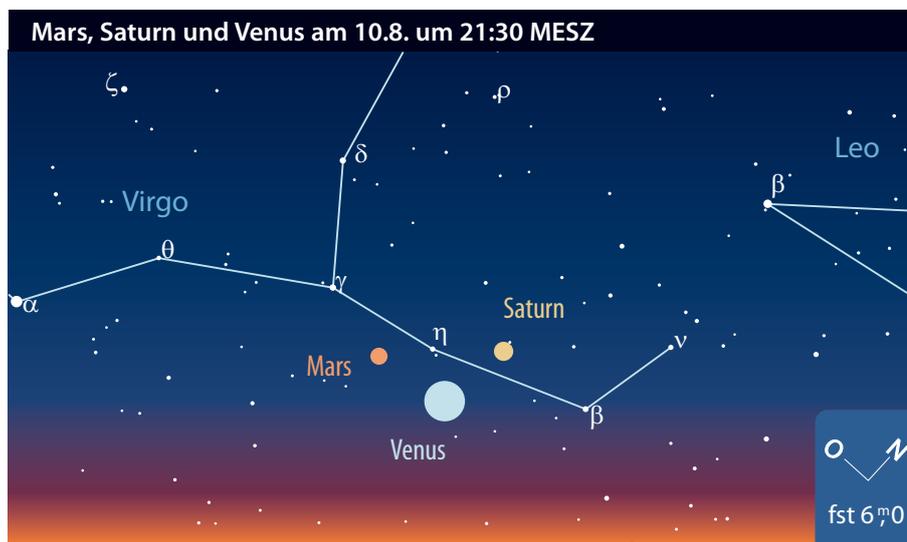
Mars, Saturn und Venus zusammen am Abendhimmel

Bereits Ende Juli konnte man am Abendhimmel die Annäherung von Mars (1^m5) an Saturn (1^m1) beobachten (vgl. interstellarum

70). Anfang August nähert sich sehr schnell Venus (-4^m2) von Westen, so dass sich in den ersten zwei Augustwochen diese drei Pla-

neten in einem Bereich von ca. 7° am Himmel aufhalten. Dieses Trio wird am 13.8. vom Mond besucht. Allerdings kann man diese Konstellation am Südwesthimmel nur unmittelbar nach Sonnenuntergang mit sehr guter Südwest-Horizontsicht beobachten, da zum Ende der bürgerlichen Dämmerung der Mond bereits untergeht.

Die Sichtbarkeitsbedingungen der Venus, die am 20. August ihre größte östliche Elongation mit $45^\circ 58'$ erreicht und ihre Helligkeit auf -4^m3 steigert, verschlechtern sich zunehmend, da sich ihr Untergang immer weiter in die Dämmerung verlagert. Wegen ihrer großen Helligkeit sollte sie aber selbst mit kleineren Instrumenten am Taghimmel aufzufinden sein. Am 17.8. sieht man das Venusscheibchen im Teleskop als »Halbvenus«, das in den folgenden Wochen zunehmend größer wird und sich zu einer Sichel formt. Am 11.9. wird Venus

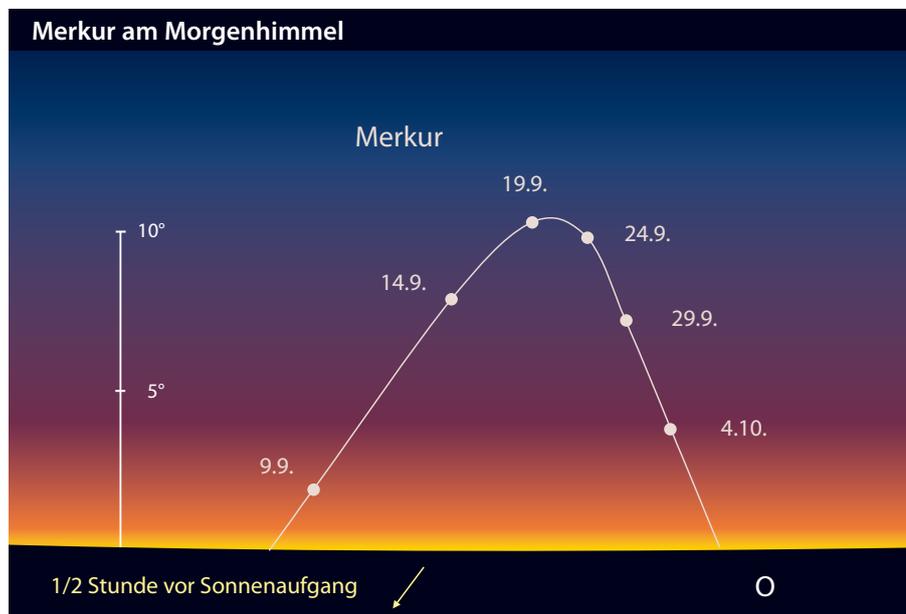


von der schmalen zunehmenden Mondsichel besucht, der kleinste Abstand tritt mit ca. 1° gegen Mittag ein. Die Helligkeit der Venus nimmt im September weiter zu, und erreicht am 27.9. mit -4^m6 den größten Glanz. Dabei

ist sie aber nur am Taghimmel zu sehen, da sie fast zeitgleich mit der Sonne untergeht. Erst am 29.10. wird sie jedoch mit der Sonne in Konjunktion stehen.

■ André Knöfel

Merkur am Morgenhimmel



Kann Merkur Anfang August unter guten Bedingungen in der Dämmerung noch am Abendhimmel knapp über dem westlichen Horizont beobachtet werden, so verschwindet er bald am Taghimmel und wird erst ab Mitte September wieder am Morgenhimmel sichtbar. Dabei erreicht Merkur am 19. September seine größte westliche Elongation und geht damit rund 1h 45min vor der Sonne auf. Seine Helligkeit beträgt dabei -0^m3 . Zu Beginn der bürgerlichen Dämmerung steht Merkur an diesem Tag in rund 10° Höhe genau im Osten. In den darauf folgenden Tagen wird Merkur immer heller und erstrahlt Ende September mit -1^m1 , wobei sich seine Aufgangszeit zunehmend in die Dämmerung verlagert.

■ André Knöfel

Jupiter und Uranus am 21.9.2010 um 1:00 MESZ



Jupiter und Uranus in Opposition am 21. September

Der Planet Jupiter dominiert in diesem Jahr den spätsommerlichen Nachthimmel. Er bewegt sich im südlichen Teil des Sternbildes Fische in westliche Richtung. Seine Aufgangszeit verlagert sich von 22:45 MESZ Anfang August in die frühen Abendstunden im September; der Riesenplanet erscheint bereits bei Sonnenuntergang am Osthorizont. Seine Helligkeit steigt von -2^m7 Anfang August auf -2^m9 zur Opposition am 21. September.

Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Planet Uranus wenig nördlich von Jupiter und begegnet ihm zum zweiten Mal in dieser Oppositionsperiode (vgl. interstellarum 70). Der kleinste Abstand tritt am Morgen

des 19.9. mit ca. $49'$ ein. Uranus ist am 21. zur Opposition mit nur 5^m7 etwa so hell wie Kallisto, dem schwächsten der vier Galileischen Monde.

Jupiters Entfernung zur Erde beträgt zur Opposition 3,95AE, was einer der kleinsten überhaupt möglichen Oppositionsdistancen entspricht. Der Winkeldurchmesser des Jupiterscheibchens erscheint dann im Fernrohr mit $49,9''$ am Jupiteräquator.

Auch der Kleinplanet (6) Hebe kommt am 21. September in Oppositionsstellung und wird dann mit einer Helligkeit von 7^m7 rund $4,7^\circ$ westlich des Sternes Deneb Kaitos (β Cet) im Walfisch stehen.

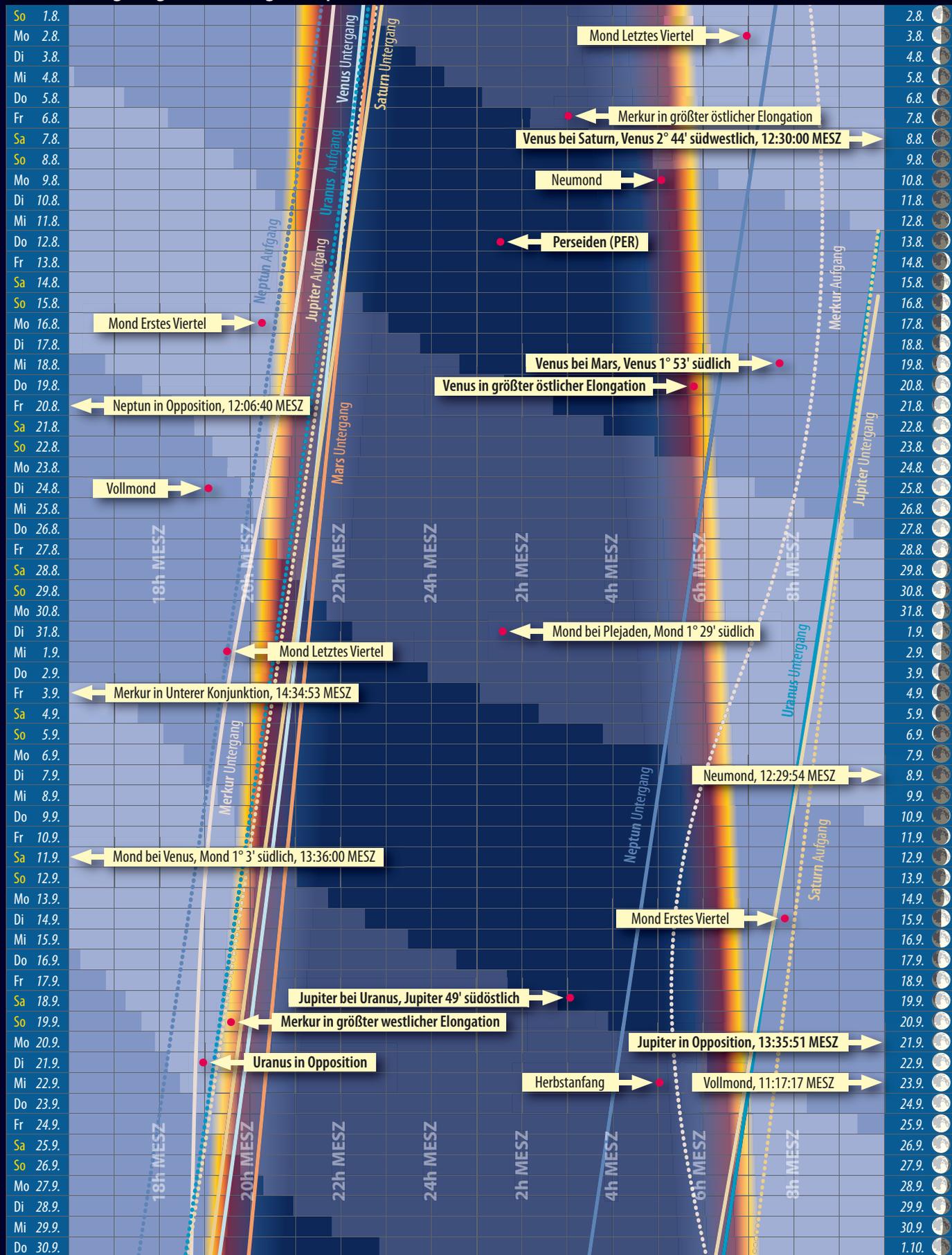
■ André Knöfel

Astronomische Ereignisse im August/September 2010		
3.8.	06:58:42 MESZ	Mond Letztes Viertel
7.8.	03:01:22 MESZ	Merkur in größter östlicher Elongation
8.8.	12:30:00 MESZ	Venus bei Saturn, Venus $2^\circ 44'$ südwestlich
10.8.	05:08:14 MESZ	Neumond
13.8.	01:30:00 MESZ	Perseiden (PER), Dauer: 17.7.–24.8., ZHR: 100
16.8.	20:14:07 MESZ	Mond Erstes Viertel
19.8.	07:42:00 MESZ	Venus bei Mars, Venus $1^\circ 53'$ südlich
20.8.	05:47:53 MESZ	Venus in größter östlicher Elongation
20.8.	12:06:40 MESZ	Neptun in Opposition
24.8.	19:04:39 MESZ	Vollmond
1.9.	01:36:00 MESZ	Mond bei Plejaden, Mond $1^\circ 29'$ südlich
1.9.	19:21:51 MESZ	Mond Letztes Viertel
3.9.	14:34:53 MESZ	Merkur in Unterer Konjunktion
8.9.	12:29:54 MESZ	Neumond
11.9.	13:36:00 MESZ	Mond bei Venus, Mond $1^\circ 3'$ südlich
15.9.	07:49:49 MESZ	Mond Erstes Viertel
19.9.	03:06:00 MESZ	Jupiter bei Uranus, Jupiter $49'$ südöstlich
19.9.	19:34:20 MESZ	Merkur in größter westlicher Elongation
21.9.	13:35:51 MESZ	Jupiter in Opposition
21.9.	18:58:17 MESZ	Uranus in Opposition
23.9.	05:09:06 MESZ	Herbstanfang
23.9.	11:17:17 MESZ	Vollmond

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

Das Sonnensystem im August/September 2010

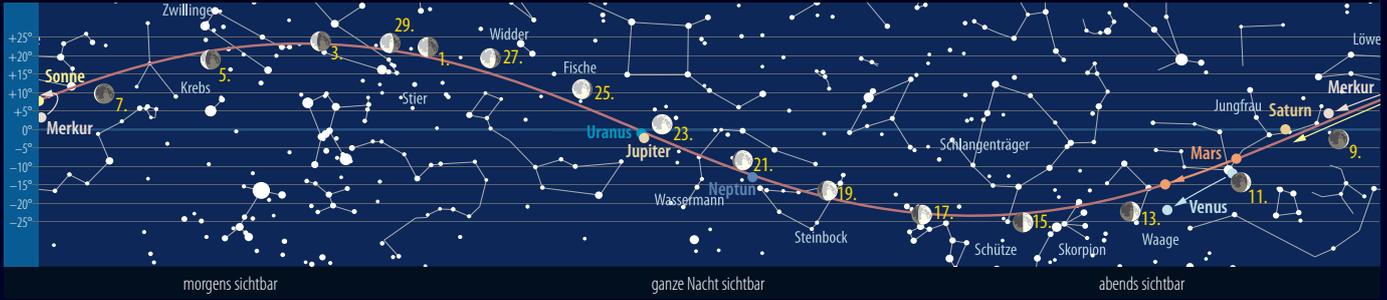
Dämmerungsdiagramm im August/September 2010



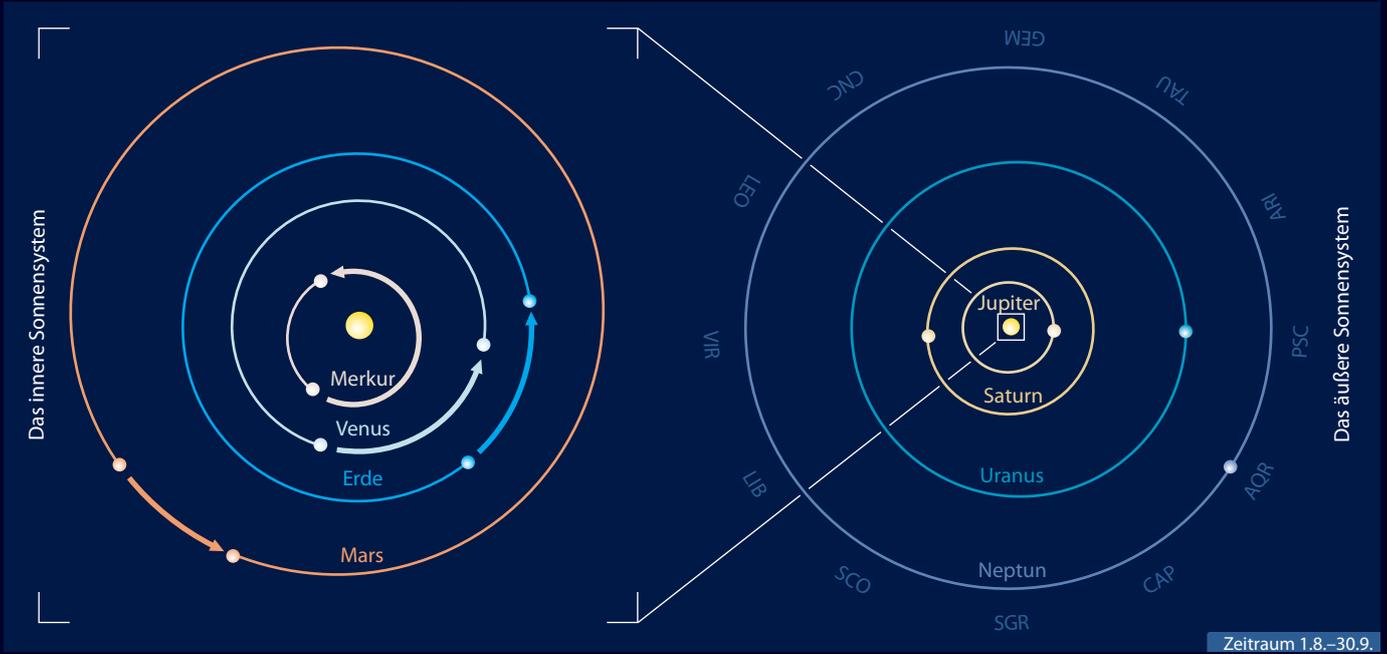
Der Lauf der Planeten im August 2010



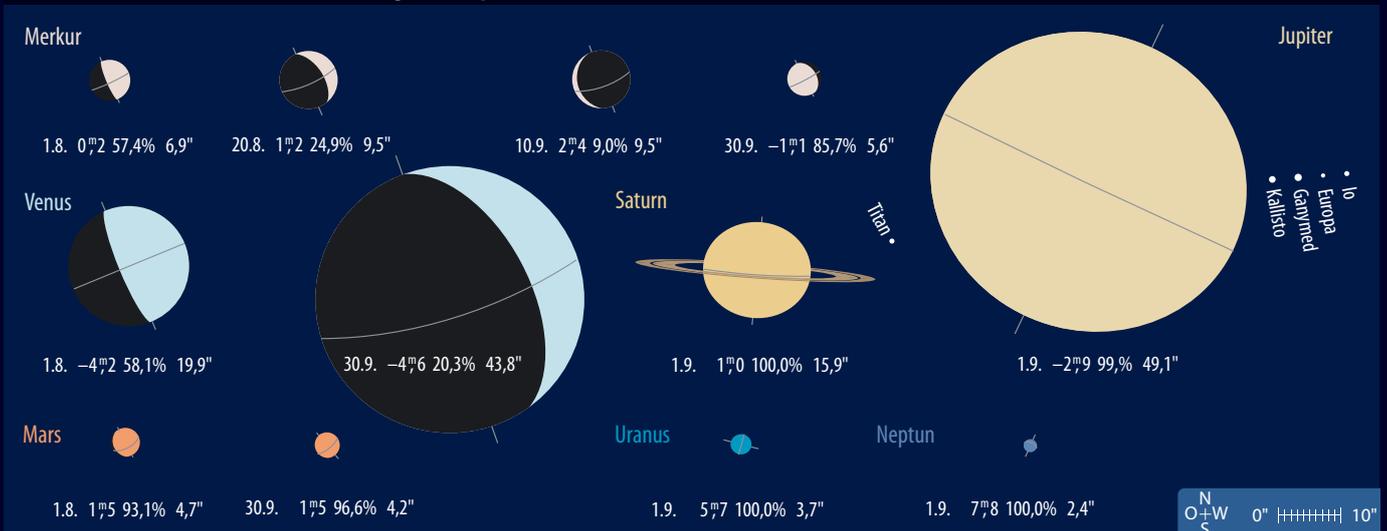
Der Lauf der Planeten im September 2010



Die Planeten auf ihren Bahnen im August/September 2010



Die Planeten im Fernrohr im August/September 2010



Sonne aktuell

Nur ein kleiner Einbruch?

Nach den sehr aktiven Monaten März und April, in denen vor allem im Licht der Wasserstofflinie Ha das Geschehen schon sehr turbulente Ausmaße annahm (vgl. Beitrag auf S. 34), brach die Aktivität in der Folgezeit wieder völlig ein. War der Februar noch der erste Monat ohne einen fleckenfreien Tag seit mehr als einem Jahr, so nahmen diese in den folgenden Wochen wieder zu, wobei die längste Periode – je nach Sonnenobservatorium (Kanzelhöhe, SIDC und NOAA) – zwischen den 10. und 24. April fiel: Just als Beobachter im Ha turbulente Beobachtungstage erlebten, die ihre Höhepunkte am 13. und 19. April erreichten. Dazu zählte auch die mit 100000km Höhe größte Protuberanz seit Beginn des 24. Sonnenfleckenzyklus.

Die erhöhte Aktivität im April ging mit Teilchenschauern nach koronalen Massenauswürfen einher, die erdwärts ausgerichtet waren (was bei den beiden genannten Ereignissen naturgemäß nicht der Fall war) und in unseren Breiten für erste, meist aber nur fotografisch beobachtbare Polarlichter sorgten. Das ließ auf mehr hoffen, doch die Erwartungen wurden jäh enttäuscht, denn nachdem im Dezember, Januar und Februar erste E- und F-Gruppen zu sehen waren (die die Beobachter aber vielerorts aufgrund schlechter Wetterbedingungen verpassten) erreichte im März nur die aktive Region 11054 am 14. und 15. diese Klasse. Seither wurden keine aktiven Regionen dieser Klasse mehr beobachtet. Im Gegenteil: Die Zahl der fleckenfreien Tage nimmt wieder zu. Insgesamt gab es bis Mitte Mai schon annähernd 30 Tage ohne Sonnenflecken, die meisten davon im Zeitraum April/Mai.

Momentan deutet vieles darauf hin, dass das Sonnenfleckenminimum im Dezember 2008 stattfand. Danach könnten wir momentan mitten im Nebenminimum stecken, das etwa 1–1,5 Jahre nach dem Hauptminimum eintritt. Allerdings: Die Monate mit niedriger Aktivität im Sommer 2009 sind immer noch nicht bzw. nur teilweise in der 13 oder 17 Monate umfassenden Langzeitauswertung zur Bestimmung des Minimums aus verfahrenstechnischen Gründen erfasst.

Welche Auswirkungen die immer noch im Vergleich zu früheren Zyklen außergewöhnlich niedrige Sonnenaktivität auf den Zeitpunkt des künftigen Maximums hat, kann gegenwärtig noch immer nicht abgeschätzt werden. Die jüngste Prognose

Große Protuberanz am 13.4.2010, 10:56 MEZ. 2,5"-Refraktor, DMK 31AF03, Ha-Filter. *Ralf Gerstheimer*

Surftipps

Aktuelle Sonnenbilder:

www.sonneaktuell.de

Sonnenbeobachtung mit vielen

Tipps:

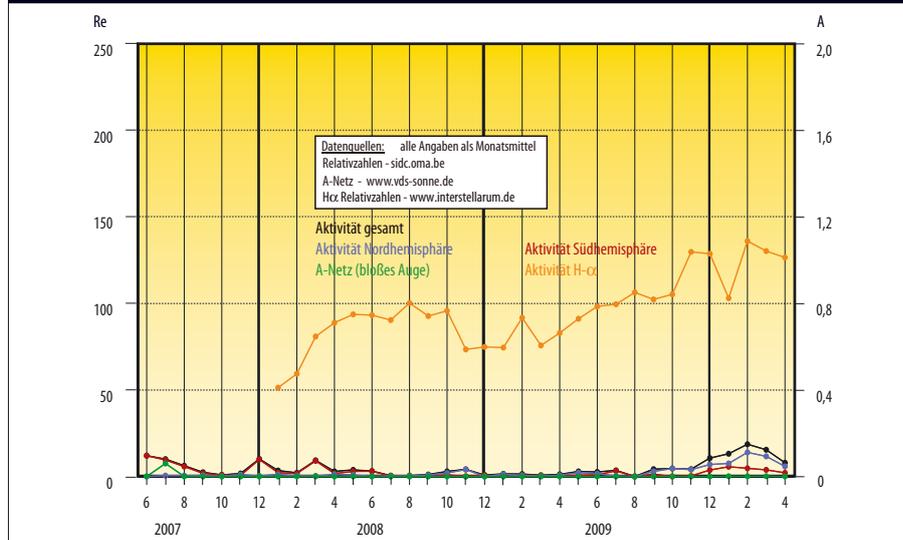
www.strickling.net/sonneanf.htm

Grundlagen zur sicheren

Sonnenbeobachtung:

www.oliverriek.de/ausruerst/sonnenbe.html

Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



des Marshall Space Flight Center der NASA sagt ein Maximum im Mai 2013 mit einer mittleren Relativzahl von 98,7 voraus, gefolgt von einem derzeit sehr spekulativen Minimum in den Jahren um 2020 herum. Das bedeutet, es gibt in einigen Jahren nur ein Maximum von mittlerer Höhe – weit entfernt von abstrusen Thesen über das Jahr 2012. Gigantische Protuberanzen, wie apostrophiert, kommen nur in hohen Maxima vor, wie in den Jahren 1947, 1957 und 2003. Diese hatten aber nur zu Störungen im Funkverkehr und zu beeindruckenden Polarlichtern geführt. Mit derart heftigen Ausbrüchen ist im nächsten Maximum aber

eher weniger zu rechnen und auch die große Protuberanz vom April ist nur ein schwaches Abbild vom Potenzial unseres Tagesgestirns. Materiebögen, die größer sind als der Sonnendurchmesser von 1,3 Mio. Kilometern und etwa 1957 beobachtet wurden, können bei einem mittleren Maximum mit einer ausgeglichenen Relativzahl von unter 100 jedoch kaum erwartet werden. Gleichwohl sind herausragende Einzelereignisse nie ganz auszuschließen und können jederzeit auftreten.

■ Manfred Holl

Planeten aktuell

Jupiter lässt aufhorchen



Abb. 1: Umwälzung auf Jupiter: Der Riesenplanet zeigt nur noch eines der beiden dunklen Äquatorbänder, dafür aber einen besonders auffälligen GRF. 8.5.2010, 23:08 MESZ. *Christopher Go*

▼ **Abb. 2: Ein weiterer Kometeneinschlag auf Jupiter?** Dieser Lichtblitz erschien am 3.6.2010 gegen 20:31:29 UT. *Anthony Wesley*



▼ **Abb. 3: Drei schöne Merkur-Ergebnisse** aus der Abendsichtbarkeit im April.

a) 3.4.2010, 20:50 MESZ, 9,25"-Refraktor bei 6110mm, DMK 21AU04.AS, Astronomik IR 742nm-Filter, IR-Kanal. *Patrick Wiechmann*

b) 6.4.2010, 19:27 MESZ, 12,5"-Newton bei 7500mm, DMK 21AF04, IR-Passfilter. *Ralf Gerstheimer*

c) 7.4.2010, 17:31 MESZ, 20"-Newton bei 8000mm, DMK 21AU04.AS, IR 742-Filter. *Thomas Winterer*



Surftipps

Aktuelle Planetenbilder:
www.planetenaktuell.de
Aktuelle Jupiterbilder:
www.pvol.ehu.es/index.jsp?action=iopw

■ Ronald Stoyan



Abb. 4: Auch Saturns Atmosphäre ist aktiv. Der helle Fleck bei 40° Länge (System III) war im Mai immer noch zu sehen.

a) 2.4.2010, 12,5"-Astrograph bei 20320mm, DMK 21BF04, IR-RGB-Filter. *Sebastian Voltmer*

b) 24.4.2010, 23:02 MESZ, 20"-Newton bei 8500mm, DMK 21AU04.AS, Astronomik RGB-Filter. *Thomas Winterer*

c) 5.5.2010, 21:40 MESZ, 9,25"-SCT bei 4700mm, DMK 21AF04.AS, 1400x1/30s (R), 1400x1/30s (G), 500x1/15s (B), Baader RG-Filter, Meade B-Filter. *Michael Schröder*

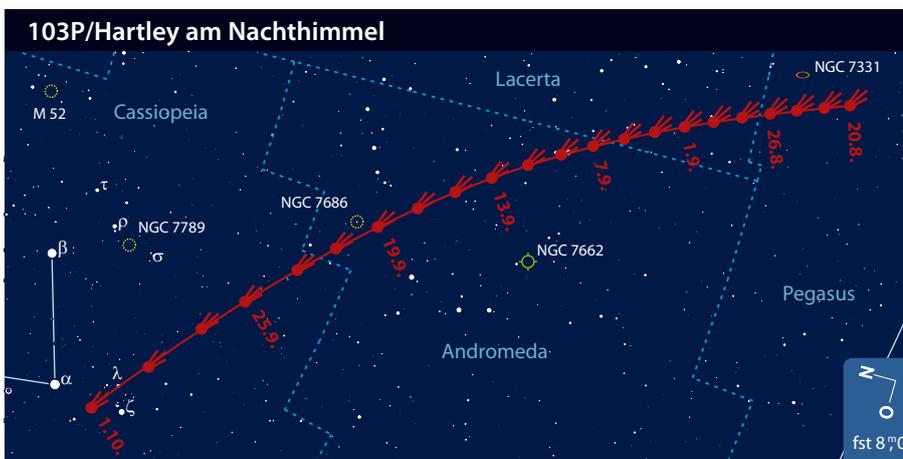


Abb. 1: 81P/Wild 2 am 20.3.2010. CCD-Aufnahme, 12"-Astrograph bei 1137mm, FLI ML 8300, 2x5min (L), 3x10min (R), 2x10min (G), 3x5min (B). Gerald Rhemann

Kometen aktuell 103P/Hartley ideal am Nachthimmel

Die kommenden Monate stehen für Kometenbeobachter ganz im Zeichen einer besonders günstigen Wiederkehr von **103P/Hartley**. Gegen Ende Oktober wird dieser kurzperiodische Komet in nur 0,121AE an der Erde vorbeiziehen und nur eine Woche später sein Perihel durchlaufen. Unter diesen idealen Bedingungen könnte er eine maximale Helligkeit von rund 4^m erreichen. Er wird hervorragend am Nachthimmel zu beobachten sein und mit hoher Winkelgeschwindigkeit durch die Wintermilchstraße ziehen.

Entdeckt wurde der Schweifstern am 15. März 1986 von Malcolm Hartley auf Aufnahmen mit dem 0,5m-Schmidt-Teleskop am Siding Spring-Observatorium (Australien) als Objekt 17. Größenklasse. Nach weiteren Beobachtungen in den folgenden Wochen wurde eine kurzperiodische ellip-



Kometen im August/September					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
10P/Tempel	4.7.1873	4.7.2010 (1,42AE)	25.8.2010 (0,65AE)	April bis Oktober 2010	9 ^m
103P/Hartley	15.3.1986	28.10.2010 (1,06AE)	20.10.2010 (0,12AE)	August 2010 bis Februar 2011	11 ^m –6 ^m



Abb. 2: C/2009 K5 (McNaught) am 19.5.2010. CCD-Aufnahme, 8"-Astrograph bei 530mm, SXV-H9, 6x4min (L), 1x2min (je RGB). *Michael Jäger*

tische Bahn mit einer Umlaufzeit von ca. 6,3 Jahren errechnet. Leider hatte der Komet sein Perihel schon mehrere Monate hinter sich und die bestimmten Bahnelemente waren nicht genau genug, um den Schweifstern bei seiner nächsten Wiederkehr wie geplant aufzufinden. Dennoch konnte der Komet im Juli 1991 am Majdanak-Observatorium (Usbekistan) zufällig wiederentdeckt werden. Diesmal wurde er während des Perihels gesehen und erreichte dabei die achte Größenklasse. Auch im Winter 1997/1998 wurde der Komet mit einer ähnlichen Helligkeit beobachtet, nach einer ungünstigen Wiederkehr im Jahre 2004 gibt es nun in diesem Jahr die bisher beste Beobachtungsgelageheit für 103P.

Schon im August steht der Komet überaus günstig am Nachthimmel und kann nach Einbruch der Dunkelheit hoch am Osthimmel aufgesucht werden. Er wandert durch den nördlichen Teil des Pegasus und erreicht zum Monatsende das Sternbild Eidechse. Der Erdabstand verringert sich in diesem Zeitraum von ca. 0,7AE auf 0,4AE – die Helligkeit sollte gleichzeitig von etwa 12^m auf 9^m ansteigen. Mitte September erreicht Komet Hartley im Sternbild Andromeda das Milchstraßenband, welches er von nun bis zum Ende der Beobachtungsperiode im Februar 2011 nicht mehr verlassen wird. Der Schweifstern ist jetzt hervorragend platziert und steht um Mitternacht fast im Zenit. Ende September sollte die Helligkeit bereits auf 6^m,5

angestiegen sein, bald darauf wird er freisichtig zu sehen sein.

Im August kann auch **10P/Tempel** noch bestens beobachtet werden. Der Komet ist während der zweiten Nachthälfte am südlichen Himmel zu finden und bewegt sich in einer Schleife durch das Sternbild Walfisch. Zu Monatsbeginn sollte er seine maximale Helligkeit erreichen, prognostiziert waren für diese günstige Wiederkehr immerhin 8^m,1. Ende des Monats kommt 10P in Erdnähe, der Abstand beträgt dabei 0,65AE. Die bisher größte Helligkeit erreichte der Komet im Jahre 1925 mit 6^m,5, als er kurz vor dem Perihel bis auf 0,32AE an die Erde herankam. Im September wandert 10P rückläufig weiterhin durch den Walfisch. Bei langsam abnehmender Helligkeit kann er jetzt auch schon kurz vor Mitternacht im Südosten aufgesucht werden.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

Monats- und Jahresübersichten,
Aufsuchkarten, Bilder:

www.kometarium.com

Aktuelle Kometenfotos:

www.kometenaktuell.de

Fotos, Links und Infos zu 103P/
Hartley:

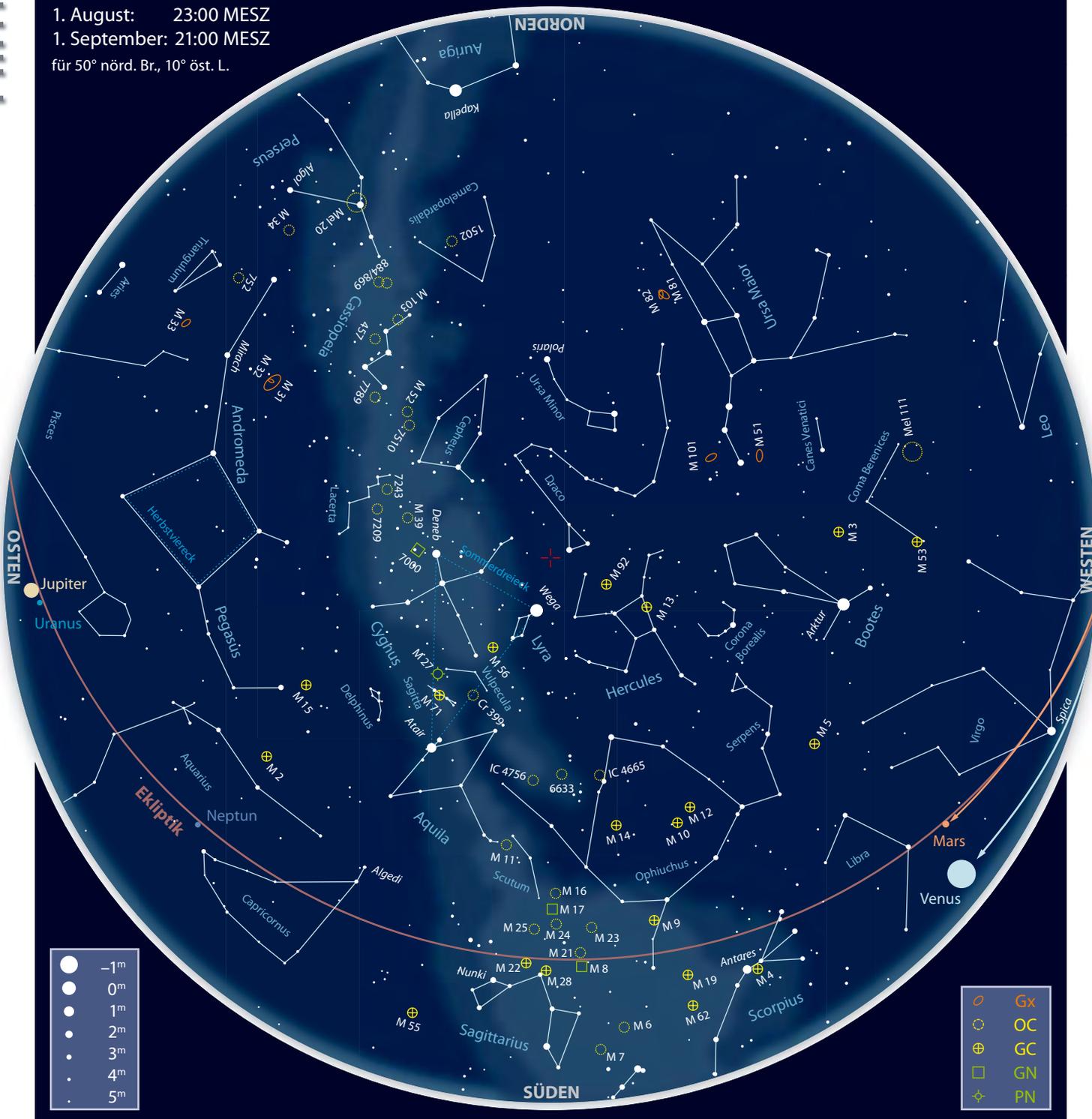
www.kometen.info/103p.htm

interstellarum-Newsletter:

[www.interstellarum.de/
newsletter.asp](http://www.interstellarum.de/newsletter.asp)

Der Sternhimmel im August/September 2010

1. August: 23:00 MESZ
 1. September: 21:00 MESZ
 für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



Beobachtungsempfehlungen für August/September

Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
Uranus	bloßes Auge	Planet	0 ^h 2,3 ^{min} – 23 ^h 54,9 ^{min}	-0° 34' bis -1° 24'	5 ^m ,8 – 5 ^m ,7	3,6" – 3,7"	2,9 Mrd. km	-/-
Neptun	Fernglas	Planet	22 ^h 0,7 ^{min} – 21 ^h 54,9 ^{min}	-12° 40' bis -13° 12'	7 ^m ,8	2,3"	4,3 Mrd. km – 4,4 Mrd. km	-/-
M 11	Teleskop	OC	18 ^h 51,1 ^{min}	-6° 16'	5 ^m ,8	14'	6120Lj	22/295
M 15	Teleskop	GC	21 ^h 30,0 ^{min}	+12° 10'	6 ^m ,2	12,3'	33000Lj	23/210
Palomar 13	Teleskop	GC	23 ^h 6,7 ^{min}	+12° 46'	13 ^m ,5	1,5'	79 Mio. Lj	-/82

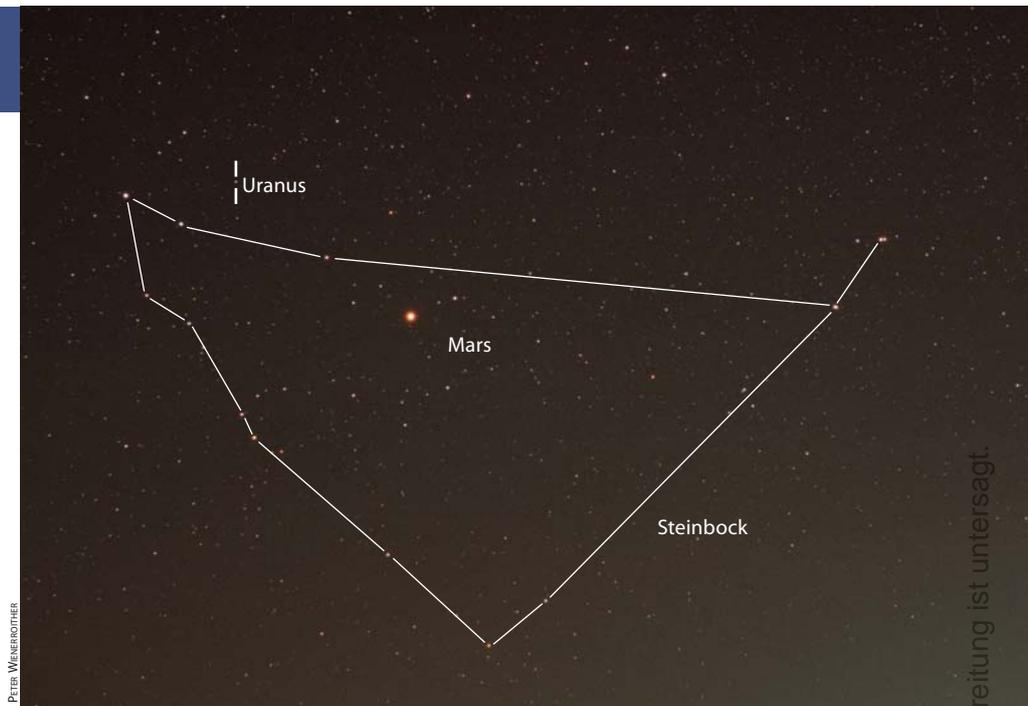
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Ferne Planeten

Astronomie mit bloßem Auge Uranus

Auf die prinzipielle Sichtbarkeit des Planeten Uranus mit dem bloßen Auge wurde in dieser Kolumne schon mehrmals hingewiesen (vgl. interstellarum 60 und 65). In diesem Jahr gesellt sich zu ihm der weit aus hellere Jupiter; beide stehen am gleichen Tag in Opposition zur Sonne: dem 21. September. Die Distanz zwischen ihnen beträgt dabei knapp 1° (vgl. S. 19) – eigentlich ideal zum Aufsuchen des schwachen Uranus, jedoch stört der fast volle Mond. Möchte man trotzdem den nur $5^m,7$ hellen Uranus mit freiem Auge erhaschen, sollte man auf die Tage um Neumond ausweichen. So beträgt am 8.9. die Distanz zwischen den beiden Gasplaneten ebenfalls nur ca. $1,2^\circ$; am 7.10. sind es $1,8^\circ$.

Doch nicht nur der Mond stört. Der als Auffindhilfe unübersehbare Jupiter strahlt mit einer scheinbaren Helligkeit von $-2^m,9$ und sollte alle Versuche, Uranus freiäugig zu erblicken, empfindlich behindern. Hier käme es auf einen Versuch an, Jupiter auszublenden: Da man im Gegensatz zur Beobachtung mit dem Teleskop das Sehfeld aber nicht so einfach begrenzen kann, käme als Hilfsmittel für einen gewollten »Tunnelblick« ein Paar Papierrollen in Frage, z.B. die Pappkerne von handelsüblichen Haushaltsrollen, mit denen sich etwa 8° überblicken lassen. Diese lassen sich nach Erfahrungen des Autors ohne Pro-



Den Planeten Uranus zu sehen ist eine besondere Herausforderung für das bloße Auge, erscheint er doch lediglich als schwacher »Stern«, wie hier im Jahr 2001 zusammen mit Mars.

bleme freihändig auf ein Ziel am Himmel richten. Da der graue Karton bei hellen Objekten noch zu viel Licht reflektiert, bietet sich ein Selbstbau aus schwarzem Karton an. Wichtig ist hierbei, auch wirklich beidäugig zu beobachten, da die erreichbare Grenzgröße so spürbar höher ist. Möchte man ein kleineres Gesichtsfeld, sollte man entweder die Tuben länger machen oder sie wie bei einem Fernglas für den eigenen, feststehenden Augenabstand miteinander verbinden; zusätzliche seitliche Einschnitte können den sog. Streulicht-Augenmuscheln nachempfunden werden und für noch weniger unerwünschten Lichteinfall sorgen. Für Brillenträger gestaltet sich der Einblick allerdings nicht ganz so leicht.

Hat man es dann geschafft, Uranus zu erhaschen, so kann man sich die Dimensionen vergegenwärtigen, die man mit eigenen Augen überbrückt: Zur Opposition beträgt dessen Entfernung zur Erde etwa das Neunzehnfache der Strecke von der Erde zur Sonne, also 19 Astronomische Einheiten (AE); Jupiters Distanz zu unserem Heimatplaneten ist knapp 4AE, also lediglich ein gutes Fünftel. Hier schaut man also wirklich tief in unser Sonnensystem – und dabei entlang einer fast geraden Linie Sonne-Erde-Jupiter-Uranus.

■ Kay Hempel

Astronomie mit dem Fernglas Neptun

Neptun, der äußerste Gasriese unseres Sonnensystems, kommt am 20.8. in Opposition zur Sonne. Damit ergibt sich auch die Möglichkeit, den knapp 4,5 Milliarden Kilometer entfernten Planeten im Fernglas aufzusuchen. Mit einem Durchmesser von etwa $2''$ und einer Helligkeit von 8^m erscheint Neptun jedoch nur als Lichtpunkt ohne Ausdehnung.

Schon im Jahr 2009 passierte der Gasplanet zur Opposition einen unscheinbaren Stern mit der Katalogbezeichnung HIP 107735 in nur etwa $36''$ Distanz (vgl. interstellarum 65). Dieses Jahr kommt der Planet dem Stern HD 208634 im Sternbild

Neptun im Fernglas bei δ Capricorni am Abend des 20.8.2010, Sehfeld etwa 6° .

Steinbock mit minimal $43''$ Abstand nicht ganz so nahe. Der hellste Stern in der näheren Umgebung der Begegnung ist Deneb Algedi (δ Cap) im Steinbock in gut 8° Entfernung. Über μ Cap gelangt man in das Zielgebiet, welches durch drei Sterne mit etwa 7^m Helligkeit markiert wird. Diese stehen in einer dreieckigen Anordnung, auf deren westlicher Seite sich Neptun befindet. Am Abend des 19.8. steht der Planet fast $3'$ von HD 208634 entfernt, der Abstand verringert sich zur Opposition am 20.8. auf etwas über



1' und erreicht am 21.8. den geringsten Wert von etwa 43". Am 22.8. ist die Entfernung wieder auf über 2' angewachsen.

Die Bewegung Neptuns vor dem Sternhintergrund kann also über einen Zeitraum von wenigen Tagen verfolgt werden. Neptun erreicht dabei eine Helligkeit von 7^m8, sein »Begleiter« ist etwas lichtschwächer

und besitzt eine Helligkeit von 8^m5. Die erfolgreiche Sichtung der beiden lichtschwachen Himmelskörper mit einem üblichen 10x50-Fernglas wird nicht leicht sein, da der zunehmende Mond die Beobachtung erschwert und Neptun in diesem Zeitraum nur eine Höhe von etwa 30° erreicht. Mehr Erfolg versprechen Ferngläser mit größer

Öffnung und Vergrößerungen von 15-fach oder 20-fach. Der Himmel muss am Beobachtungsabend eine gute Transparenz zeigen und die Südrichtung nicht zusätzlich durch Lichtverschmutzung aufgehellt sein. Zusätzlich sollte das Fernglas fest auf ein Stativ montiert werden.

■ Lambert Spix

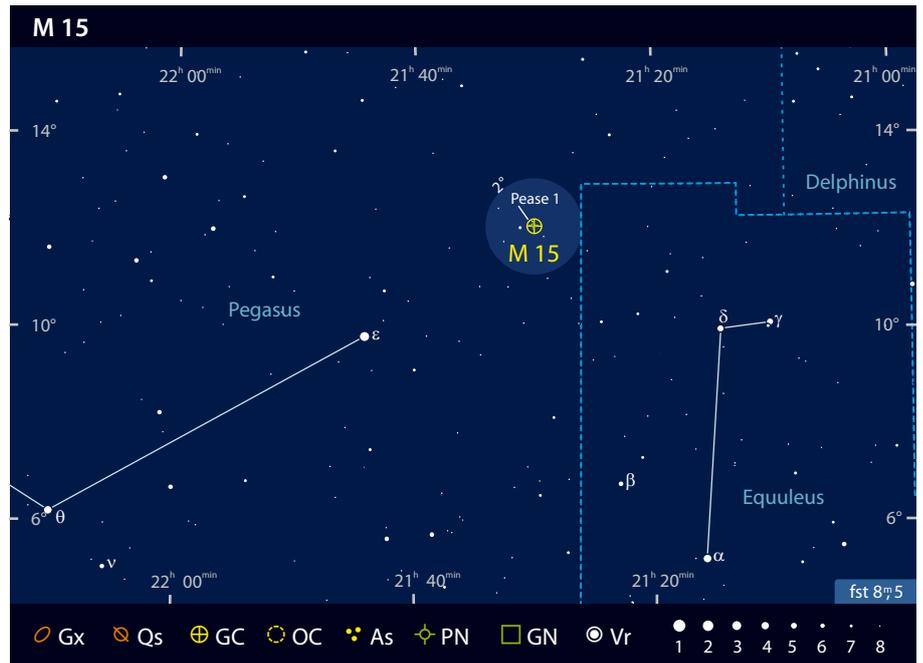
Objekt der Saison M 15

In den Monaten August und September verschiebt sich der Fokus des nächtlichen Himmels allmählich von den hellen Sternwolken des galaktischen Zentrums hin zu den weiter östlich gelegenen Himmelsfeldern abseits des Milchstraßenbandes. Damit einher geht aber auch eine markante Abnahme bei der Anzahl an beobachtbaren Kugelsternhaufen: Während sich nämlich allein in den Sternbildern Skorpion, Schütze und Schlangenträger gleich mehrere Dutzend dieser Objekte tummeln, beschränkt sich die Population am Herbst- und Winterhimmel auf einige wenige, relativ isoliert stehende und zu meist eher lichtschwache Objekte.

Einer der letzten Außenposten der sommerlichen Fülle an Kugelsternhaufen ist der an der Westgrenze des Pegasus beheimatete M 15. Er gehört zu den schönsten seiner Art am gesamten Nordhimmel und ist ein einsames Glanzlicht einer an hellen Deep-Sky-Objekten sonst armen Himmelsregion.

M 15 ist der dritthellste Kugelsternhaufen nördlich des Himmelsäquators und neben M 2 die einzige Nebelentdeckung des französisch-italienischen Astronomen Jean-Dominique Maraldi, der beide Objekte im September 1746 bei der Verfolgung des hellen Kometen C/1746 P1 de Chéseaux entdeckte [1]. Charles Messier fand das Objekt am 3. Juni 1764 und nahm es als Nummer 15 in seinen Nebelkatalog auf. Interessanterweise sah Messier das Objekt dabei lediglich als »Nebel ohne Stern«, während Maraldi M 15 eindeutig als Sternhaufen identifizierte; offenbar war Messiers Teleskop also wesentlich leistungsschwächer als jenes von Maraldi. Wilhelm Herschel beobachtete M 15 mehrere Male mit wechselndem Instrumentarium; sein Sohn John Herschel nannte M 15 einen »großartigen Kugelsternhaufen«.

Astrophysikalisch betrachtet ist der knapp 13 Mrd. Jahre alte und sehr metallarme Haufen ein Objekt des galak-



tischen Halos und umkreist das Milchstraßenzentrum alle 250 Mio. Jahre auf einer um knapp 40° gegen die galaktische Ebene geneigten Bahn [2, 3]. Da der Abstand des Kugelsternhaufens selbst im Perigalaktikum relativ groß bleibt, hat M 15 dabei noch den größten Teil seiner ursprünglichen Sternpopulation behalten; mehrere Gezeitenschweife in der Umgebung des Haufens deuten jedoch darauf hin, dass das gravitative Zerren des galaktischen Potentials dennoch nicht spurlos an M 15 vorübergegangen ist [4]. Gegenwärtig ist der Kugelsternhaufen knapp 33000Lj von der Sonne entfernt und etwa 16000Lj oberhalb der galaktischen Scheibe positioniert [5].

Ein interessantes, bereits im kleinen Teleskop nachvollziehbares Merkmal von M 15 ist sein ungewöhnlich kompakter Zentralbereich. Tatsächlich gilt M 15 als Prototyp eines Kugelsternhaufens mit kollabiertem Kern. Dieser Kernkollaps ist dabei nicht durch eine zentrale Massenkonzentration bedingt, sondern ist ein

natürliches Entwicklungsstadium im Dasein eines Kugelsternhaufens und entsteht als Folge der gravitativen Wechselwirkung zwischen den Haufensternen. Im Fall von M 15 deuten das Helligkeitsprofil des Kerns sowie die Geschwindigkeitsverteilung der Sterne darüber hinaus auf ein kompaktes leuchtschwaches Objekt mit knapp 1000 Sonnenmassen im unmittelbaren Zentrum des Haufens hin; ob es sich dabei aber um eines der lang gesuchten mittelschweren schwarzen Löcher oder nur um einen extrem kompakten Haufen von Sternüberresten handelt, ist bislang allerdings noch umstritten [6].

Berühmtheit hat M 15 aber vor allem aufgrund des in ihm enthaltenen Planetarischen Nebels Pease 1 erlangt, dem einzigen Objekt seiner Art in einem Kugelsternhaufen, das visuell mit handelsüblichem Gerät erreichbar ist. Auf Hubble-Aufnahmen weist der 1928 entdeckte und knapp 15^m helle Nebel eine innere bipolare Struktur auf, die von einem ausgedehnteren Halo mit knapp 0,8Lj Durchmesser

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



Hubble Heritage Team/NASA

Der Kugelsternhaufen M 15 zählt den Planetarischen Nebel Pease 1 (links oben) zu seinen Mitgliedern.

Surftipp

Aufsuchkarten Pease 1: blackskies.org/peasefc.htm

umgeben ist. Der Zentralstern, ein heißer Unterzwerg vom Spektraltyp O, bringt etwas mehr als eine halbe Sonnenmasse auf die Waage und besitzt eine Oberflächentemperatur von knapp 39000K [7].

Aufgrund seiner visuellen Helligkeit von $6^m,0$, seiner vergleichsweise hellen Sterne und seines hochverdichteten Kernbereiches gehört M 15 zu den visuell attraktivsten Kugelsternhaufen, die von unseren Breiten aus sichtbar sind. Der Haufen ist leicht lokalisiert, indem man die Verbindungslinie zwischen θ Peg und ϵ Peg noch einmal um die Hälfte über ϵ Peg hinaus verlängert. Die freiäugige Sichtung des Haufens wurde bereits im Jahr 1799 durch Wilhelm Herschel erfolgreich vorexerziert und sollte unter gutem Himmel problemlos gelingen. Im kleinen Feldstecher präsentiert sich M 15 als kompakter und heller Nebelball, der bei genauem Hinsehen bereits das verdichtete Zentrum erahnen lässt. Die leuchtstärksten Mitgliedssterne

erreichen $12^m,6$ und könnten unter exzellenten Bedingungen bereits mit 2,5", in jedem Fall aber mit 3" bis 4" Teleskopöffnung erreichbar sein. Mit 5"-Teleskopen ist der Haufen unter guten Bedingungen ein prachtvolles Objekt, bleibt aber im Zentrum unaufgelöst – ein Umstand, der sich auch mit großen Öffnungen nicht wesentlich ändert! Ab 8" lohnt es sich schließlich, nach Pease 1 Ausschau zu halten, der etwa 30" nordnordöstlich des Haufenzentrums innerhalb eines kleinen Sternknotens platziert ist. Aufgrund des dichten Sternfelds, seiner Lichtschwäche und seiner geringen Ausdehnung von wenigen Bogensekunden ist dabei die Lokalisierung des Objekts nicht ganz einfach (und bedarf einer genauen Aufsuchkarte, vgl. Surftipps); hat man die Stelle aber erst einmal gefunden, lässt sich das Objekt mit etwas Geduld per [OIII]-Filterblink gut als stellare Quelle identifizieren [8, 9].

■ Matthias Kronberger

Planetarische Nebel in Kugelsternhaufen

Pease 1 ist neben GJJC 1 in M 22, JaFu 1 in Palomar 6 und JaFu 2 in NGC 6441 einer von nur vier Planetarischen Nebeln, die bislang in einem galaktischen Kugelsternhaufen nachgewiesen werden konnten. Planetarische Nebel sind somit sehr seltene Objekte in Kugelsternhaufen und kommen nur in 2% bis 3% dieser Sternansammlungen vor – ein Umstand, der auch bei Untersuchungen der Kugelsternhaufenpopulation von M 31 bestätigt werden konnte [1].

Überraschend ist dabei jedoch weniger dieser geringe Prozentsatz, sondern viel mehr die Präsenz von Planetarischen Nebeln in Kugelsternhaufen an sich, dürfte es diese dort laut gängigen Sternmodellen eigentlich gar nicht geben! Aus diesen Modellen geht nämlich hervor, dass ein Stern zumindest eine Sonnenmasse aufweisen muss, um einen Planetarischen Nebel hervorzubringen; andererseits sollten genau diese Sterne aufgrund des hohen Alters von Kugelsternhaufen dort eigentlich nicht mehr zu finden sein.

Angenommen wird deshalb, dass die beobachteten Planetarischen Nebel von Sternen abstammen, deren ursprüngliche Masse im Laufe ihrer Entwicklung aufgrund von Wechselwirkungsprozessen über diese untere Massengrenze hinaus angewachsen ist. Diskutiert werden dabei insbesondere zwei Szenarien [1]: ein Massenzuwachs aufgrund von Materietransfer in einem engen Doppelsternsystem, sowie die Verschmelzung zweier Sterne bei Kollisionen im dichten Kern des Kugelsternhaufens. In der Tat deckt sich die räumliche Verteilung der Planetarischen Nebel in den Kugelsternhaufen weitgehend mit jener einer speziellen Klasse von Sternen, die als »blaue Nachzügler« (engl. »blue stragglers«) bezeichnet werden und deren Entstehung wahrscheinlich den oben genannten Prozessen zu verdanken ist [2, 3].

■ Matthias Kronberger

- [1] Kaplan, E. et al.: A Search For Planetary Nebulae in the Globular Cluster Population of M 31, *Bull. Am. Astron. Soc.* 41, 472 (2010)
- [2] Jacoby, G. H. et al.: Planetary nebulae in the globular clusters Pal 6 and NGC 6441, *Astron. J.* 114, 2611 (1997)
- [3] Ferraro, F. R. et al.: Two distinct sequences of blue straggler stars in the globular cluster M 30, *Nature* 462, 1028 (2009)

- [1] Maraldi, J.-D.: Observations de la Comète qui a paru au mois d'Août 1746, *Mém. Acad. roy. des Sciences pour 1746*, 55 (1751)
- [2] Forbes, D. A., Bridges, T.: Accreted versus in situ Milky Way globular clusters, *MNRAS* 404, 1203 (2010)
- [3] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte. Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [4] Chun, S.-H. et al.: A wide-field photometric survey for extratidal tails around five metal-poor globular clusters in the Galactic halo, *Astron. J.* 139, 606 (2010)
- [5] Ruelas-Mayorga, A. et al.: CCD photometry of M 15, *Rev. Mex. Astron. Astrophys.* 46, 3 (2010)
- [6] Chakrabarty, D.: An inverse look at the center of M 15, *Astron. J.* 131, 2561 (2006)
- [7] Rauch, T., Heber, U., Werner, K.: Spectral analysis of the sdO K 648, the exciting star of the planetary nebula Ps 1 in the globular cluster M 15 (NGC 7078), *Astron. Astrophys.* 381, 1007 (2002)
- [8] Glahn, U.: Deep-Sky-Herausforderung: Pease 1, *interstellarum* 41, 20 (2005)
- [9] Stoyan, R., Flach-Wilken, B.: Pease 1 visuell, *interstellarum* 8, 35 (1996)

Objekt der Saison M 11

Das Sternbild Schild (lat.: Scutum) ist trotz seiner unauffälligen Erscheinung jedem Beobachter ein Begriff. Das hat vor allem mit der hellen Milchstraßenwolke im nordöstlichen Teil des Sternbildes zu tun. Die »Schildwolke« ist eine visuelle Schatzkiste mit einer großen Vielfalt galaktischer Objekte und einem Kronjuwel – dem brillanten Sternhaufen M 11.

Die erste Beobachtung von M 11 gelang Gottfried Kirch in Leipzig am 1.9.1681 [1]. Damit zählt der Sternhaufen zu den frühesten teleskopischen Entdeckungen des Messier-Katalogs, dessen finale Version erst 100 Jahre später veröffentlicht wurde. Die späteren Beobachtungen dokumentieren sehr gut den technischen Fortschritt bei der Entwicklung der Teleskope: Während Halley 1716 nur auf den hellen Stern im Zentrum von M 11 hinweist, war der Engländer W. Derham 1733 wohl der erste, der den Haufen in Einzelsterne auflösen konnte. In den Folgejahren beschrieben berühmte Beobachter wie Le Gentil, de Chéseaux, Messier und J. Herschel die Schönheit des Sternhaufens. Bis in heutige Zeit gehalten hat sich aber vor allem der Bericht von Admiral W. H. Smyth aus dem 19. Jahrhundert. Ihn erinnerte der Anblick des Haufens in gewisser Weise an die Flugformation von Wildenten. Daher findet sich oft der Beinamen »Wild Duck Cluster«.

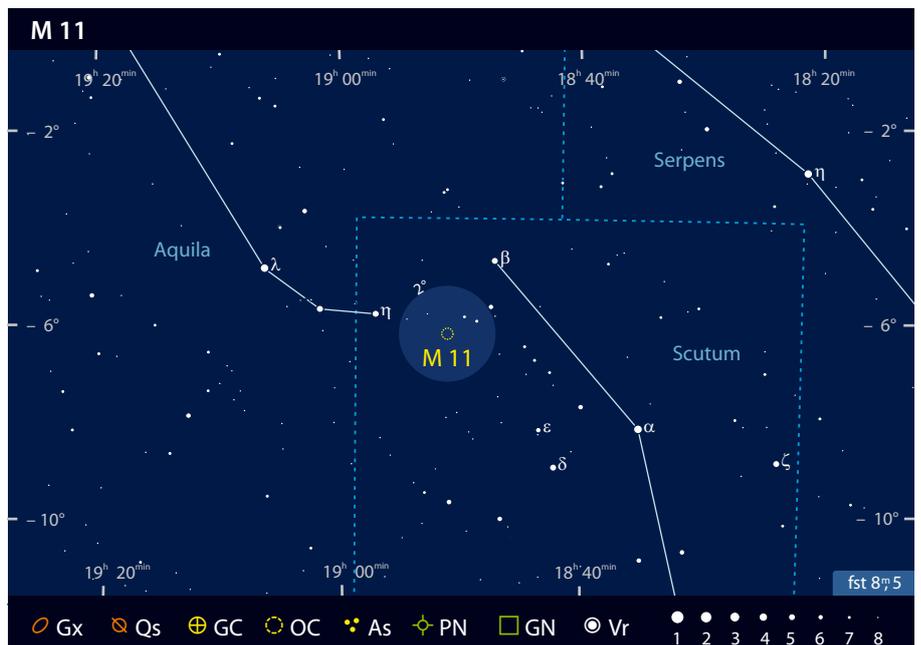
M 11 befindet sich von unserem Standpunkt aus betrachtet in Richtung des zentralen Teils der galaktischen Scheibe. Obwohl die Region stark von Dunkelwolken geprägt ist, ist unser Blick auf M 11 kaum durch die interstellare Extinktion geschwächt. Somit erscheint uns der nach M 103 entfernteste Sternhaufen des Messier-Katalogs immer noch mit einer Helligkeit von $5^m,8$. Die genaue Entfernung zu M 11 wird in der aktuellen Version des »Catalog of Optically Visible Open Clusters and Candidates« mit 6120 Lichtjahren angegeben [2]. Somit ist der Sternhaufen dem Sagittarius-Spiralarm unserer Milchstraße zuzuordnen. Laut Messina et al. [3] beträgt das Alter von M 11 etwa 230 Millionen Jahre. Dies ist ein für Sternhaufen mittleres Alter, in dem sich bereits die ersten Sterne zu Roten Riesen entwickelt haben. Santos et al. [4] bestimmten die Masse des Sternhaufens zu etwa 11000 Sonnenmassen. Die Sterndichte und die große Anzahl an Haufensternen erinnern schon fast an einen schwach konzentrierten Kugelsternhaufen.

Visuell zählt M 11 mit Sicherheit zu den Schaustücken des Sommerhimmels. Abseits



SEBASTIAN VOITNER

M 11 ist einer der sternreichsten Offenen Sternhaufen des Himmels.



der Milchstraße wäre der Sternhaufen ein einfaches Objekt für das bloße Auge – etwa vergleichbar mit der Erscheinung von M 13. Er ist jedoch in die reichen Sternfelder der Schildwolke eingebettet. Der helle Hintergrund reduziert den Kontrast des Objekts drastisch. Somit erfordert M 11 schon einen sehr transparenten und dunklen Landhimmel, um freisichtig als schwacher Nebel erkennbar zu werden. Im Fernglas oder kleinen Teleskop bei niedriger Vergrößerung wirkt der Sternhaufen fast wie ein Komet mit einem stellaren Kopf. Hierbei handelt es sich um das mit 8^m hellste Mitglied des Haufens. Etwas abseits des Haufens fällt ein Paar aus 9^m -Sternen auf. Jede Steigerung der Vergrößerung zeigt eine große Anzahl aufgelöster Haufensterne vor dem Nebel unaufgelöster, schwacher Sterne. Mit $6''$ bis $8''$ Teleskopöffnung zählt M 11 zu den schönsten Sternhaufen überhaupt und bietet bei Aufsuchvergrößerung eine brillante Erscheinung, hunderte Sterne drängen sich auf einer Fläche von wenigen Bogenminuten,

die dreieckige Form ist dominant. Erst mit großen Amateurteleskopen ab etwa $16''$ bis $20''$ Öffnung unter Einsatz entsprechender Vergrößerungen gelingt es jedoch, das Sternenmeer von M 11 klar und deutlich aufzulösen. Die Form des Haufens erscheint dann eher rechteckig, der Kontrast zum Milchstraßenfeld bleibt aber beachtlich. Bei einem genauen Blick lassen sich sogar die hellsten Roten Riesen des Haufens anhand ihrer Farbe identifizieren.

■ Matthias Juchert

- [1] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [2] Dias, W. S. et al.: Catalog of Optically Visible Open Clusters and Candidates, www.astro.iag.usp.br/~wilton/clusters.txt (2010)
- [3] Messina, S. et al.: RACE-OC project: rotation and variability in the open cluster M 11 (NGC 6705), *Astron. Astrophys.* 513, 29 (2010)
- [4] Santos, J. F. C. et al.: Structure and stellar content analysis of the open cluster M 11 with 2MASS photometry, *Astron. Astrophys.* 442, 201 (2005)

Deep-Sky-Herausforderung Palomar 13

Bis Anfang der 1950er Jahre waren lediglich 107 Kugelsternhaufen bekannt, die zu unserer heimischen Milchstraße gerechnet wurden. Neben den 29 Messier-Objekten zählten 75 NGC- und 3 IC-Objekte dazu, allesamt visuelle Entdeckungen mit teils von heutigen Amateuren genutzten Teleskopgrößen. Mit Inbetriebnahme des großen 48"-Schmidt-Spiegelteleskops auf dem Mount Palomar startete die erste systematisch durchgeführte fotografische Himmelsdurchmusterung nach neuen Deep-Sky-Objekten und bereitete auch den Weg für die vielen uns heute bekannten Kugelsternhaufen mit exotisch klingenden Namen. Genau auf diesen Fotoplatten des Palomar Observatory Sky Survey (POSS) entdeckte im Jahre 1953 A. G. Wilson nur 38' nordöstlich der bekannten Balkenspiralgalaxie NGC 7479 eine bis dato unbekannte Sterngruppe und verifizierte diese neben drei weiteren Objekten als Kugelsternhaufen [1]. Seinen endgültigen Namen erhielt der Kugelsternhaufen im Jahre 1955, als er als 13. und vorerst letzter Eintrag in eine Liste neu entdeckter Kugelsternhaufen von Abell aufgenommen wurde [2]. Erst 1974 wurden die beiden letzten Haufen zur heute 15 Objekte umfassenden Liste hinzugefügt [3].

Palomar 13 gehört zu den von Astrophysikern gern »besuchten« Kugelsternhaufen. Bereits 1985 wurden vier RR Lyrae-Veränderliche gefunden [4]. Der Nachweis von besonders heißen Sternen – den »Blue Stragglers« (»Blaue Nachzügler«) gelang jedoch erst 1997 [5] und wurde durch neuere Arbeiten bestätigt [6]. Besonderes Aufsehen erregte die Untersuchung der Umlaufbahn von Palomar 13. Demzufolge weist der dem »Young Halo« oder auch »Outer Halo« der Milchstraße zugerechnete Haufen eine stark exzentrische Bahn auf. Beim Durchgang durch das Milchstraßenzentrum verliert dieser durch Gezeitenabstreifung Sterne und kann aktuell nur aufgrund relativer Nähe überhaupt noch detektiert werden [7]. Diese gewaltige Wechselwirkung könnte zur Folge haben, dass sich beim nächsten Durchgang der Kugelsternhaufen ganz auflösen wird. Aktuelle Photometrie [8] gibt dem hellsten Stern im Haufen 17^m0v, wobei jedoch die Vielzahl der Einzelsterne unterhalb der 19^m0v-Marke liegt. Die Flächenhelligkeit des sehr alten Haufens – Altersbestimmungen reichen von 10,5 Milliarden Jahre bis an das Alter des Universums heran [6–8] – wurde in gleicher Arbeit mit 22^m5/□ " bestimmt.



MONTEAGRE BEE

Abb. 1: Der schwache Kugelsternhaufen Palomar 13 ist auch eine Herausforderung für Fotografen. 18"-Newton, ST-10XME, 42min.

Die Beobachtung von Palomar 13 gestaltet sich auf Grund der geringen Flächenhelligkeit und der geringen Helligkeit der hellsten Sterne als äußerst schwierig. Erschwerend kommt hinzu, dass sich direkt am östlichen Rand des Kugelsternhaufens ein 11^m-Stern sowie 2' südwestlich ein schwacher 14^m-Stern befinden. Wichtigstes Kriterium für die erfolgreiche Sichtung ist wie so oft ein transparenter Himmel [9]. Dies ist umso wichtiger, je kleiner die Öffnung ist. So schwierig der Haufen auch auf dem Papier erscheint, so wurde dieser bereits von Matthias Juchert mit 8" Öffnung und wiederholt von amerikanischen Beobachtern mit 12" Öffnung gesehen. Die Beobachtungsstrategie hängt stark von der Öffnung ab: Bei Teleskopen mit weniger als 20" Öffnung sollte mit möglichst großer Austrittspupille beobachtet werden. Stimmen die äußeren Bedingungen, so ist im Teleskop eine schwache, runde, etwa 2' messende Aufhellung zu erkennen. Um die für einen Kugelsternhaufen so typische Konzentration zur Mitte hin zu beobachten, benötigt es Öffnungen von mindestens 16". Beobachter mit Teleskopen mit mehr als 20" Öffnung können sich Palomar 13 anders nähern: Hier kann versucht werden, mit hoher Vergrößerung Einzelsterne aufzulösen. Das Unterfangen dürfte jedoch äußerst schwierig sein, da sich die meisten Einzelsterne jenseits der 18^m-Marke befinden. Eine Auflösung, wenn auch nicht komplett, ist Beobachtern aber bereits in sehr großen Teleskopen gelungen.

■ Uwe Glahn

- [1] Wilson, A.G.: Sculptor-Type Systems in the Local Group of Galaxies, *PASP* 67, 394, 27 (1955)
- [2] Abell, G. O.: Globular Clusters and Planetary Nebulae Discovered on the National Geographic Society-Palomar Observatory Sky Survey, *PASP* 67, 397, 258 (1955)



UWE GLAHN

Abb. 2: Palomar 13 und NGC 7479 (unten). Zeichnung, 16"-Newton, 51x, fst 7^m2.

- [3] Kukarkin, B.V.: Globular star clusters. The general catalogue of globular star clusters of our galaxy, concerning information on 129 objects known before, Sternberg State Astron. Inst., Moskau (1974)
- [4] Ortolani, S., Rosino, L., Sandage, A.: The globular cluster Palomar 13, *Astron. J.* 90, 473 (1985)
- [5] Borissova, J., Markov, H., Spassova, N.: CCD photometry of the globular cluster Palomar 13, *Astron. Astrophys. Suppl.* 121, 499 (1997)
- [6] Trouille, L.; Chaboyer, B.: The age of the globular cluster Palomar 13, *Bull. Am. Astron. Soc.* 34, 1103 (2002)
- [7] Siegel, M. H. et al.: A Cluster's Last Stand: The Death of Palomar 13, *Astron. J.* 121, 935 (2001)
- [8] Côté, P. et al.: Palomar 13: An Unusual Stellar System in the Galactic Halo, *Astron. J.* 574, 783 (2002)
- [9] Glahn, U., Stoyan, R.: Extreme Kugelsternhaufen, Teil 1: Der Palomar-Katalog, *interstellarum* 46, 60 (2006)

Surftipps

The Palomar Globulars:
[astronomy-mall.com/Adventures.
 In.Deep.Space/palglob.htm](http://astronomy-mall.com/Adventures/In.Deep.Space/palglob.htm)

The Palomar Globular Clusters, David Ratledge: [www.deep-sky.co.uk/
 observing/palglobs/palglobs.htm](http://www.deep-sky.co.uk/observing/palglobs/palglobs.htm)

Beobachtung des Autors:
[www.deepsky-visuell.de/Projekte/
 PalomarGC.htm](http://www.deepsky-visuell.de/Projekte/PalomarGC.htm)

Jetzt geht's los!

Der 24. Sonnenfleckenzyklus erreicht ersten Höhepunkt

VON MANFRED HOLL

Abb. 1: Auf der Sonne geht es wieder rund:

Große Protuberanzen, wie hier am 30.3.2010, kündigen den Anstieg zum 24. Maximum der Sonnenaktivität an. Eine besonders gute Sicht darauf hatte die neue NASA-Raumsonde »Solar Dynamic Observatory«, die im fernen ultravioletten Spektralbereich bei 30nm beobachtet.

2009 war das Jahr mit der zweitniedrigsten Sonnenaktivität seit 1913: Exakt 260 Tage waren fleckenfrei, nur 1913 waren es mit über 300 noch mehr. Seit Oktober aber ist ein langsamer und stetiger Anstieg zu verzeichnen, der nicht nur mehr, sondern vor allem größere Sonnenflecken mit ausgeprägten Penumbrastrukturen und im April 2010 gleich mehrere große Eruptionen hervorbrachte. Am 19. April ereignete sich mit einer Höhe von 100000km über dem Sonnenrand sogar die größte Protuberanz seit sieben Jahren. Der 24. Aktivitätszyklus der Sonne seit Beginn der Aufzeichnungen kommt dennoch eher langsam in Fahrt.

Die Protuberanz vom 19. April entging den europäischen Beobachtern, weil zum Zeitpunkt ihres Aufstieges die Sonne bereits untergegangen war. Doch nur wenige Tage zuvor, am 13. April, hatte es bereits einen ähnlichen Materieauswurf gegeben, der im nordwestlichen Quadranten Protuberanzen aufsteigen ließ, die ebenfalls zu den größten seit vielen Jahren zählten.

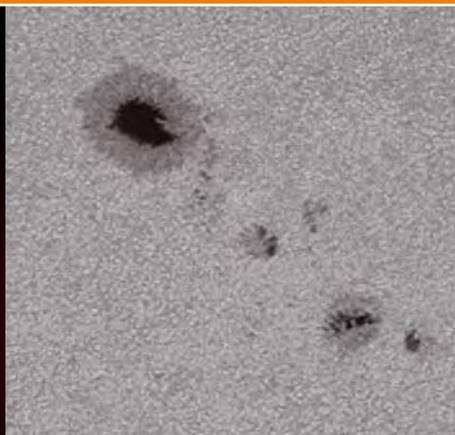
Viel Aktivität im H α -Licht

Diese konnten wesentlich mehr Beobachter erfassen, allerdings oft nur unter verschleiertem Himmel, so dass etliche Sternfreunde ihr Instrumentarium gar nicht erst aufbauten und deshalb verpassten, was sich da auf unserem Tagesgestirn ereignete. Das erstaunliche dabei war, dass zeitgleich im Weißlicht kein einziger Fleck zu sehen war. Ohne Zugang zu einem Personal Solar Telescope (PST) oder einem anderen, entsprechend gefilterten Fernrohr, das Beobachtungen im engen Spektralbereich um die H α -Linie herum bei 656,28nm erlaubt, bekam man gar nicht

mit, welche dynamischen Prozesse gerade abliefen. So gab es in der letzten Zeit häufig Aktivitätszentren, die im H α -Licht zu sehen waren, deren Magnetfelder aber zu schwach ausgeprägt waren, um auch zur Fleckenbildung zu führen. Die H α -Beobachtung (und das Mitmachen bei der interstellarum-H α -Relativzahl) kann sich also auch dann lohnen, wenn die Sonne im Weißlicht inaktiv wirkt.

Flecken werden wieder größer

Doch auch Beobachter, die nur im Weißlicht gucken können, kamen in den vergangenen Monaten durchaus auf ihre Kosten. Immerhin gab es seit Oktober letzten Jahres schon drei Fleckengruppen, die in Ausdehnung und Komplexität die Grenze zur höchsten Waldmeierstufe, der Klasse F, überschritten. Die erste größere Gruppe ihrer Art (Nr. 11035) blieb Mitte Dezember den meisten Beobachtern aus Witterungsgründen und dem tiefen Stand der Sonne am mitteleuropäischen Himmel weitgehend verborgen.



◀ **Abb. 2: Protuberanz am 17.3.2010, 12:53 MEZ.** 3"-Refraktor bei 2800mm Brennweite, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik, 1/6s belichtet. *Erich Kopowski*

Abb. 3: Sonnenflecken am 29.3.2010, 14:41 MEZ. 3"-Refraktor bei 3800mm Brennweite, Solar Continuum Filter, 1/30s belichtet. *Erich Kopowski*

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

Abb. 4: Große Protuberanz im Nordwest-Quadranten der Sonne am 12.4.2010, 17:45 MEZ. 4,7"-Refraktor bei 1800mm Brennweite, PST-Etalon, BF10, DMK 31AF03. *Cai-Uso Wohler*



Abb. 5: Große Protuberanz am 13.4.2010, 9:55 MEZ. 3"-Refraktor bei 2800mm Brennweite, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik, Lumix G1-Kamera, 0,6s belichtet. *Erich Kopowski*



Der Februar 2010 war der erste Monat seit mehr als zwei Jahren, an dem an jedem Tag Sonnenflecken gesehen werden konnten und der erste, in dem wieder eine F-Gruppe gesichtet wurde. Am 9.2. erreichte die Aktive Region 11045 diese höchste Waldmeierklasse und war die erste wirklich gesicherte Fleckengruppe dieser Größe im neuen Zyklus. Alle vorangegangenen Meldungen konnten nicht durch mindestens zwei unabhängige Quellen bestätigt werden.

Parallelen aus der Vergangenheit

Ungewöhnlich ist der Aktivitätsausbruch gleich zu Beginn des aktuellen Zyklus indes nicht. Schon wenige Monate nach dem allerdings nicht so tiefen Minimum 1986 konnte im April und Mai 1987 eine erste große F-Gruppe beobachtet werden. Nach dem Minimum 1996 wurden die ersten hoch entwickelten Gruppen zwar erst im September 1997 gesichtet, dafür waren es dann gleich vier E- und zwei F-Gruppen. Die Zahl der Protuberanzen und Filamente im H α -Licht war in beiden Zeiträumen etwa annähernd gleich. Der Zeitpunkt des letzten Minimums wird derzeit auf

den Dezember 2008 gelegt – mithin fallen die ersten Lebenszeichen des neuen Zyklus in das Muster der Erfahrungen aus der Vergangenheit. Diese zeigen auch: Der weitere Anstieg verläuft stetig steigend, auch wenn mit Phasen der Inaktivität nach wie vor zu rechnen ist. Sonnenbeobachtung wird trotzdem wieder lohnender.

Surftipps

Aktuelle Sonnenbilder:

www.interstellarum.de/galerie-thumbnails.asp?Typ=Sonne

H α -Relativzahl: www.interstellarum.de/halpha-ergebnisse.asp

Zeichnungen des Sonnenobservatoriums

Kanzelhöhe: www.kso.ac.at/beobachtungen/sonne_beobachtungen/sonne_zeichnungen.php

Tägliche Fleckengruppen: www.sec.noaa.gov/ftpmenu/forecasts/SRS.html

Tägliche H α -Aktivität: www.sec.noaa.gov/ftpmenu/forecasts/RSGA.html

SOHO-Weißlicht-Archiv: sohowww.nascom.nasa.gov/data/synoptic/sunspots_earth/

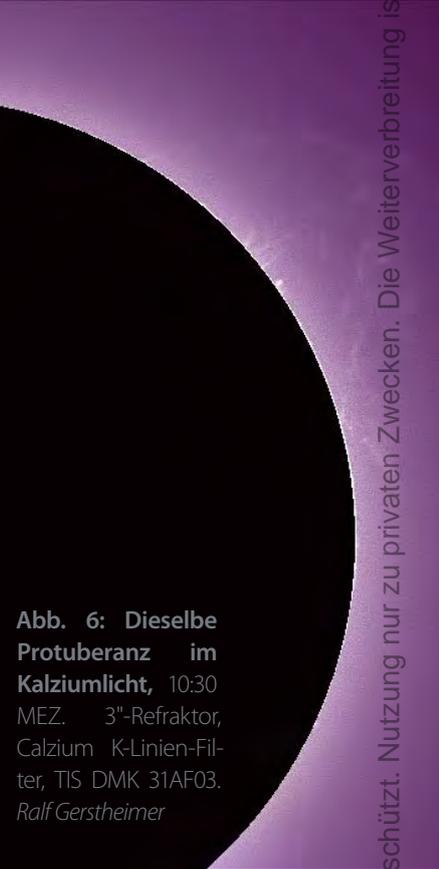
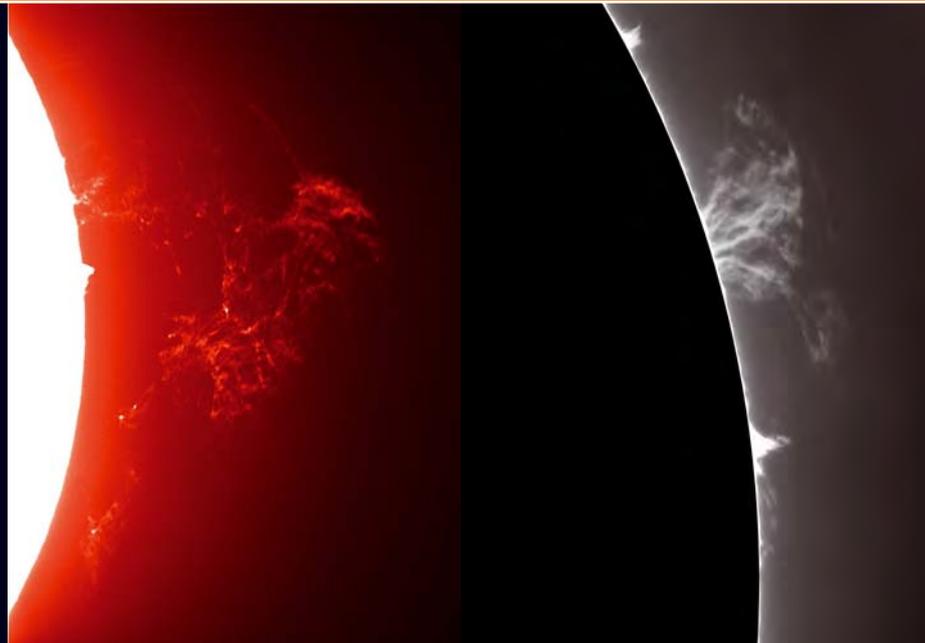


Abb. 6: Dieselbe Protuberanz im Kalziumlicht, 10:30 MEZ. 3"-Refraktor, Calcium K-Linien-Filter, TIS DMK 31AF03. *Ralf Gerstheimer*



◀ Abb. 7: Dieselbe Protuberanz im H α -Licht, 10:59 MEZ. 3"-Refraktor, Selbstbau-filter mit Coronado H α -PST-Etalon, TIS DMK 31AF03. *Ralf Gerstheimer*

◀ Abb. 8: Protuberanz am 19.4.2010, 18:05 MEZ. 4,7"-Refraktor bei 1800mm Brennweite, PST-Etalon, BF10, DMK 31AF03. *Cai-Uso Wohler*

Ungewöhnliche Krater im Südosten des Mondes

Rund um das Mutus-Vlacq-Einschlagbecken

VON WILFRIED TOST

Es gibt im Süden des Mondes viele Krater, aber kaum einer von ihnen fällt speziell ins Auge, denn sie sind allesamt klein und kreisförmig. Meist sind es daher die ungewöhnlich geformten Krater, die uns in dieser übersättigten Gegend auffallen. Versteckt unter diesen Kratern gibt es dort ein relativ unbekanntes Mondbecken, das auf den ersten Blick gar nicht als solches erscheint: das Mutus-Vlacq-Becken. Es liegt westlich der auffälligen großen alten Wallebene Janssen.



Abb. 1: Versteckt zwischen der Vielzahl von Kratern im Süden des Mondes befindet sich das Mutus-Vlacq-Becken.

Janssen

Die Wallebene **Janssen** (nicht zu verwechseln mit dem im Mare Tranquillitatis gelegenen Krater Jansen) gehört mit

einem Durchmesser von 190km bereits zu den größeren ihrer Art. Janssen sieht man ihr höheres Alter bereits deutlich an: Die Ränder sind stark verwittert und auf den ersten Blick schwer zu erkennen. Zum

Auffinden dient als Anhaltspunkt das in der Nähe befindliche Rheita-Tal. Janssen ist so groß wie dessen halbe Länge und befindet sich in eben dieser Entfernung in westlicher Richtung des Tals. Das nordöst-

Abb. 2: Die Wallebene Janssen zählt mit 190km Durchmesser zu den größeren Vertretern ihrer Art. Auf dem Grund ist deutlich eine breite Rille zu erkennen.

liche Viertel der Ebene ist von dem wesentlich jüngeren **Fabricius** überprägt, dessen Kraterrand klar definiert ist. Von dessen Südrand, der sich fast im Zentrum von Janssen befindet, zieht sich ein schmales, nach ihm benanntes Rillensystem zu seinem Westrand und dann nach Süden.

Neben der Janssenrille sollte man unbedingt auf zwei interessante Dinge achten: Etwa sechs bis acht Krater zwischen 10km und 16km Größe ziehen sich in gleichmäßigem Abstand wie eine Perlenkette in Ost-West-Richtung durch den Süden von Janssen. Diese Kraterkette ist zu lang und regelmäßig, um ein Zufallsprodukt von einzelnen Einschlägen zu sein. Damit liegt der Verdacht nahe, dass es sich hier um Einschläge eines zuvor auseinander gebrochenen Mutterkörpers handelt; diese Krater sollten damit das gleiche Alter besitzen. Das zweite Merkmal, auf das man achten sollte, ist das bekannte Kraterpärchen **Steinheil** und **Watt**, die im Südosten an Janssen anschließen. Obwohl sie die gleiche Größe besitzen und unmittelbar nebeneinander liegen, handelt es sich bei ihnen um einen zufälligen Doppelkrater, denn der Rand von Steinheil überlagert den von Watt, der damit älter sein muss. Nur etwa 10% aller Asteroiden bestehen aus mehreren Teilen bzw. Begleitern und können beim Einschlag Doppel- oder Mehrfachkrater produzieren. Alle anderen Doppelkrater entstehen zufällig durch zeitlich getrennte Impakte, sofern es sich nicht um (kleinere) Sekundärkrater handelt [1].

Rheita-Tal und Nectaris-Lineamente

Nicht ganz einfach zu erkennen, aber deshalb umso interessanter, ist eine lineare Struktur, die sich radial vom Mare Nectaris außerhalb des Arealis dieses Mondspaziergangs im Norden bis zur Ostgrenze von Janssen zieht. Sie ist längst nicht so deutlich zu erkennen wie das **Rheita-Tal** (vgl. interstellarum 69), aber dennoch auffällig. Sie beginnt am Ostrand des 88km durchmessenden Kraters **Piccolomini**, der mitten auf der gewaltigen Abbruchkante des Altai-Gebirges liegt. Das Gebirge, welches den äußeren Ring des Nectaris-Beckens anzeigt, fällt zwischen 500m und 2000m in die Tiefe und läuft von Westen kommend genau auf Piccolomini zu. Da dieser zudem einen auffälligen Zentralberg besitzt, fällt er unübersehbar



T. Schwan

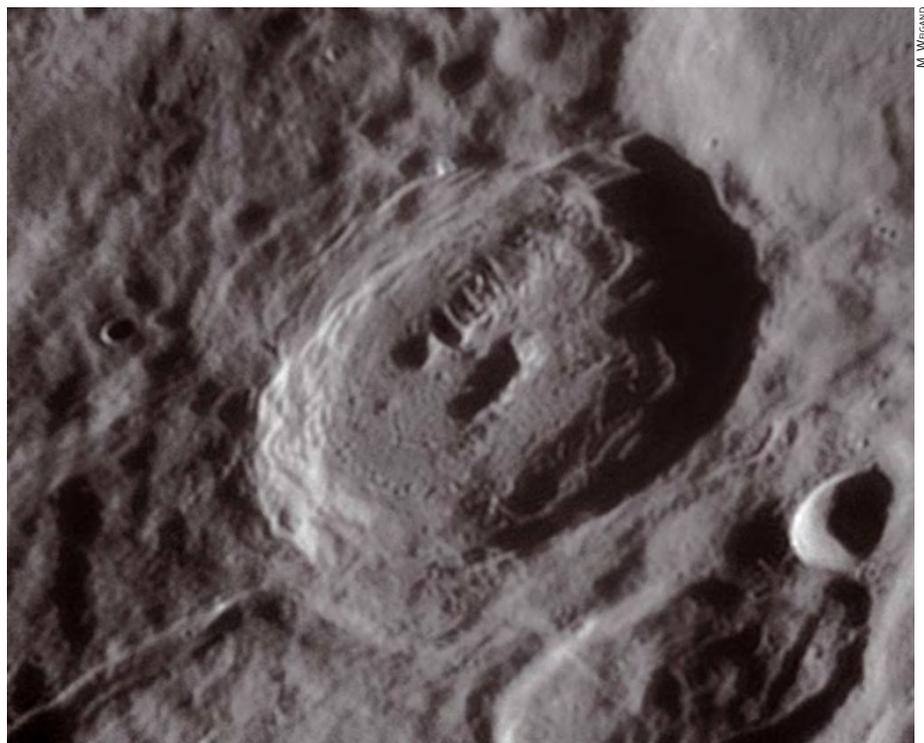
auf. Mit den leicht zu findenden Start- und Endpunkten am jeweiligen Ostrand der erwähnten Krater lässt sich die filigrane Linie zwischen den beiden Kratern gut ausmachen. Als echte Herausforderung für Mondbeobachter sei erwähnt, dass vom Westrand der beiden Krater eine weitere lineare Struktur parallel zur östlichen Verbindungslinie verläuft. Diese ist jedoch wesentlich schwieriger zu erkennen. Hier empfiehlt es sich, zuvor ein Foto oder einen Mondatlas zu konsultieren. Die Lineamente sind gut bei einem Mondalter von 7–8 Tagen und um 18 Tage herum zu erkennen.

Vlacq und seine Nachbarn

Südlich von Janssen sehen wir eine auffällige Ansammlung von mehreren große-

ren Kratern. Der 89km große **Vlacq** liegt Janssen am nächsten und bildet die Mitte eines Triplets. Im Osten von ihm befindet sich der 96km große **Rosenberger** und westlich der 125km durchmessende **Hommel**. Vlacq besitzt ausgeprägte Terrassen auf seinem Wall, der zwischen 2700m im Osten und 3370m im Westen aufragt. Von seinen beiden Gefährten unterscheidet er sich dadurch, dass er einen Zentralberg besitzt und sein Kraterrand noch recht scharf und frisch erscheint. Anders bei dem größeren Hommel: Dieser ist im Vergleich zu Vlacq wesentlich unregelmäßiger und enthält zudem recht große und flache Krater in seinem Inneren und der näheren Umgebung, die zum Teil 50km Durchmesser überschreiten. Der Kraterrand von Rosenberger auf der anderen Seite von

Abb. 3: Der Krater Fabricius überdeckt das nordöstliche Viertel der Wallebene Janssen.



M. Weisand

Mondformationen um das Mutus-Vlacq-Becken							
Name	Typ	Breite	Länge	Colongitude	Größe/Länge	Höhe	Rükl
Janssen	Wallebene	-44,9°	+41,5°	316°-322°	190km	4980m	68
Fabricius	Krater	-42,9°	+42,0°	318°	78km	3200m	68
Steinheil	Krater	-48,6°	+46,5°	314°	67km	3590m	76
Watt	Krater	-49,5°	+48,6°	312°	66km	3580m	76
Piccolomini	Krater	-29,7°	+32,2°	328°	88km	3890m	58
Vallis Rheita	Tal	-42°	+51°	311°-315°	445km	2570m	68
Hommel	Krater	-54,6°	+33,0°	325°-330°	125km	4340m	75
Vlacq	Krater	-53,3°	+38,8°	321°	89km	3910m	75
Rosenberger	Krater	-55,4°	+43,1°	315°-320°	96km	3460m	75
Mutus	Krater	-63,6°	+30,1°	323°-328°	78km	3180m	74
Mutus-Vlacq-Becken	Becken	-52,0°	+21,0°	320°-344°	700km	3000m	74
Maurolycus	Wallebene	-41,8°	+14,0°	344°-348°	114km	4730m	66
Licetus	Krater	-47,1°	+6,7°	353°	75km	3130m	65
Heraclitus	Krater	-49,2°	+6,2°	354°	90km	3380m	73
Heraclitus D	Krater	-50,4°	+5,2°	355°	52km	2720m	73
Maginus	Wallebene	-50,0°	-6,2°	3°-10°	163km	4600m	73



Abb. 4: Der Krater Maurolycus begrenzt das Mutus-Vlacq-Becken im Norden.

Vlacq ist ebenfalls deutlich verwittert und abgerundet, aber dafür kann der Krater mit einem dunklen Kraterboden aufwarten, was in dieser Gegend des Mondes eine Seltenheit ist.

In der Verlängerung von Janssen zu Vlacq findet man in etwa der doppelten Entfernung den 78km großen Krater **Mutus**. Man kann ihn von den anderen Kratern in dieser Gegend deshalb leicht unterscheiden, weil er zwei recht große innere Krater besitzt, die ihm ein wenig das Aussehen einer Steckdose verleihen. Sein Kraterand erreicht im Osten eine Höhe von

3180m und nach Norden hin befindet sich eine verdächtig gleichförmige Ebene.

Das Mutus-Vlacq-Becken

Was sich nördlich von Mutus befindet, ist eine Überraschung in dieser Region. Mitten im hellen, von Kratern übersäten Hochland befindet sich der Überrest eines alten Beckens. Es grenzt im Osten an Vlacq und im Süden an Mutus. Das wenig bekannte Becken ist nach diesen beiden Kratern als **Mutus-Vlacq-Becken** bezeichnet worden, hat eine Ausdehnung von 700km und ist etwa 3km tief. Obwohl es nur zehn Becken auf dem Mond gibt, die einen größeren Durchmesser besitzen,

fällt dieses gar nicht besonders auf, denn es ist nach seiner Bildung nicht von Lava oder Magma geflutet worden und bildet kein Mare mit typischer dunkler Oberfläche, wie es sonst auf der Mondvorderseite üblich ist. Beschrieben und mit Namen veröffentlicht wurden dieses und andere Becken bereits 1987 durch Don Wilhelms vom United States Geological Survey, doch eindeutig nachgewiesen wurden sie erst durch Laserhöhenmessungen der Raumsonde Clementine kurz vor der Jahrtausendwende. Um die Ausmaße des Mutus-Vlacq-Beckens besser zu erfassen, sollte man zusätzlich den Krater Maurolycus im Nordwesten nennen: Wenn man diese drei Krater in einer Karte markiert, fällt sofort das flache Gelände zwischen ihnen auf, das von vielen mittelgroßen Kratern übersät ist, ansonsten jedoch einen zusammenhängenden Boden erkennen lässt.

Mit der Identifikation ist es, wie mit vielen anderen Dingen im Leben: Sobald man sich über die Lage des Beckens klar geworden ist, entweder direkt am Teleskop oder auf Aufnahmen, dann fällt der einheitliche Boden immer wieder ins Auge und man wundert sich, warum man es nicht vorher schon immer gesehen hat.

Maurolycus

Maurolycus als sinnvolle nördliche Grenzmarkierung für das Mutus-Vlacq-Becken ist eine Wallebene von 114km Durchmesser und einer Tiefe von 4730m. Der Zentralberg ist gut ausgebildet, aber eine Höhe scheint bisher noch nicht verlässlich gemessen worden zu sein. Damit ist Maurolycus eine geeignete Herausforderung für Mondbeobachter: Hier lässt sich durch eine exakte Bestimmung der Höhe des Zentralbergs noch Neuland betreten. Der Rand zeigt Terrassen und Hangrutschungen, die bei flach einfallendem Licht gut erkennbar sind, besonders wenn es aus der Westrichtung kommt. Der Kraterboden ist zu großen Teilen glatt und enthält wenig Krater, was auf ein relativ junges Alter hinweist. Im Norden von Maurolycus tritt im Alter von 6–7 Tagen nach Neumond regelmäßig eine Schattenstruktur in Form eines Kreuzes auf. Dieses entsteht durch vier nah beieinander stehende Krater am Nordrand und zeigt sich nur für etwa eine Nacht.

Zum Abschluss des Mondspaziergangs machen wir noch einen kleinen Abstecher zum Krater **Heraclitus**, der sich etwa zwei Kraterdurchmesser südwestlich von Maurolycus befindet. Heraclitus fällt sofort ins Auge, denn als Bindeglied zwischen zwei



Delta Cephei – ein Veränderlicher für Anfänger

Messung der Lichtkurve mit einfachsten Mitteln

VON THOMAS HEBBEKER

Der »Ur-Cepheid« δ (Delta) Cephei im Sternbild Kepheus hat eine große historische Bedeutung, da mit Hilfe vieler ähnlicher Pulsationsveränderlicher, den Cepheiden, Entfernungen zu Sternhaufen, ja sogar Galaxien genau gemessen werden können. Er hat eine Periode von gut fünf Tagen und ist recht hell, so dass man seine Lichtkurve mit einfachen Mitteln selbst bestimmen kann: Stativ und Digitalkamera, Ausdauer und etwas Auswertarbeit sind alles was man braucht.

Abb. 1: Kamera, Zeitschaltuhr, Netzteil:

Diese einfache Ausrüstung reicht aus, um die Lichtkurve des berühmten Veränderlichen δ Cephei zu ermitteln.

Die kosmische Entfernungsleiter

Der Stern δ des Sternbilds Kepheus ist schon seit dem Altertum bekannt, die Araber nannten ihn Al Radif [1]. Im Jahr 1784 erkannte John Goodricke, dass dieser Stern seine Helligkeit periodisch ändert. Heute wissen wir, dass es sich um einen Pulsationsveränderlichen handelt, einen gelben Überriesen, dessen scheinbare Helligkeit zwischen $3^m,4$ und $4^m,2$ variiert. Inzwischen hat man viele solcher »Cepheiden« entdeckt, sowohl in unserer Milchstraße als auch außerhalb. Als die Astronomin Henrietta Swan Leavitt vor fast 100 Jahren feststellte, dass es für diese Klasse von Veränderlichen einen einfachen Zusammenhang zwischen Periode und Helligkeit gibt, wurde die Grundlage für die ebenso wichtige wie notorisch schwierige Entfernungsmessung zu Sternsystemen gelegt, die bis zu Entfernungen von gut 60 Mio. Lichtjahren funktioniert. Das Prinzip ist einfach: Aus der Periode ergibt sich die absolute Helligkeit und der Vergleich mit der scheinbaren Helligkeit führt auf die Entfernung. Eine genaue Kenntnis der kosmischen Entfernungsleiter ist essenziell für die Bestimmung der Hubble-Konstante und damit für die gesamte Astrophysik und Kosmologie.

Eine Minute pro Messung

Die historische Bedeutung des Prototyp-Cepheiden und seine leichte Beobachtbarkeit von Europa aus machen den zirkumpolaren Stern δ Cephei zu einem idealen Kandidaten für eine eigene Messung seiner Lichtkurve, also seines Helligkeitsverlaufes. Abb. 2 zeigt einen Teil des Sternbildes Kepheus, markiert sind δ Cephei und zwei benachbarte Vergleichsterne, ϵ Cephei und ζ Cephei. Diese drei Sterne sollen gleichzeitig vermessen werden, idealerweise alle paar Stunden, aber es reicht auch, einmal pro Nacht zu messen. Unterbrechungen von mehreren Tagen stellen kein Problem dar – man muss nur insgesamt genug Datenpunkte sammeln. Mindestens 30 sollten es schon über einen Zeitraum von mindestens einem Monat sein. Als Ausrüstung kommt eine digitale Spiegelreflexkamera mit einem Normalobjektiv oder leichten Teleobjektiv sowie ein Stativ zum Einsatz. Einer Nachführung bedarf es nicht. Wenn die Aufnahmen gut vorbereitet sind, dauert eine Messung nur eine Minute: das Stativ mit Kamera bei klarem Himmel hinaustragen, auf δ Cephei zielen, Belichten, Einpacken, fertig. Man kann auch bei schlechtem Wetter Wolkenlücken ausnutzen und so an erstaunlich vielen Abenden auch in Deutschland ein Foto machen. So wurden im Zeitraum von Januar bis August 2009 (als dieser Artikel entstand) insgesamt 74 brauchbare Fotos gemacht.

Die Kamera

Für die Aufnahmen wurde ein 50mm Objektiv mit einer maximalen Öffnung von $f/1,8$ an einer Canon 350D benutzt. Für diese relativ kleine Brennweite ergibt sich ein großes Gesichtsfeld von zirka 25° . Vorteil: Man kann sein Ziel kaum verfehlen, auch wenn im Kamerasucher die Kepheus-Sterne nicht immer gut zu sehen sind. Außerdem werden viele Vergleichsterne mit aufgenommen. Folgende Einstellungen werden vorgenommen: Bei Tageslicht wird auf weit entfernte Objekte (Flugzeug, Berg) scharf gestellt und dann der Autofokus abgeschaltet. Mit etwas Klebeband kann man verhindern, dass sich die Fokussierung des Objektivs wieder verstellt. Die Aufnahmen werden im RAW-Modus gemacht, damit kameraintern das Bild nicht schon vorverarbeitet und damit verfälscht wird. Für Blendenzahl, Belichtungszeit und Empfindlichkeit gibt es keine festen Vorschriften, ganz wichtig ist aber, dass die Sterne nicht überbelichtet sind, also darf das Foto keinesfalls so aussehen wie in Abb. 2, sondern δ Cephei muss als unscheinbares Pünktchen erscheinen! In einem Bildbearbeitungsprogramm wie Photoshop kann man verifizieren, dass die Helligkeit des Pünktchens (oft auf einer Skala von 0–255 angegeben) zwischen 100 und 200 liegt. Bewährt hat sich eine Empfindlichkeit von ISO 400 bei Blende 5,6 und einer Belichtungszeit von 4s. Die Blendenzahl sollte man nicht zu klein wählen, um Randverdunklungen zu vermeiden. Ferner sollte man – falls vorhan-

δ ζ ϵ

Abb. 2: Teil des Sternbilds Kepheus mit den Sternen Delta (δ), Epsilon (ϵ) und Zeta (ζ). Ausschnitt einer Aufnahme mit Teleobjektiv mit 300mm Brennweite.

den – die Spiegelvorauslösung benutzen und mit dem eingebauten Timer auslösen. Kleine Verwacklungen oder Unschärfen sind unkritisch, es kommt auf die zu messende Lichtmenge an, nicht auf die punktförmige Abbildung.

Es gibt auch Unveränderliche

Dann beginnt die Auswertung. Dazu wird normalerweise ein gemitteltetes Dunkelbild (Dark) abgezogen und dann durch ein gemitteltetes Hellfeldbild (Flat) dividiert. Da die Herstellung von Hellbildern nicht ganz trivial ist, kann darauf verzichtet werden, wenn der Veränderliche und die Vergleichssterne nicht zu weit auseinander liegen und man

annimmt, dass in diesem Bereich die Empfindlichkeit der Pixel gleich bleibt und Vignettierung keine Rolle spielt. Auch sollte die insbesondere durch Lichtverschmutzung hervorgerufene Resthelligkeit des Himmels subtrahiert werden. Hat man auf die Division mit dem Hellbild verzichtet, reicht der Abzug des Himmelshintergrundes aus, um auch den Dunkelstrom zu beseitigen.

Auch das kostenlose Programm Iris [2], das hier verwendet wird, beschränkt sich darauf, den Himmelshintergrund abzuziehen: Man liest das unbearbeitete Originalfoto ein und wählt den Menüpunkt »Aperture Photometry«. Den Mauscursor bewegt man zu dem Stern, der untersucht werden soll. Iris misst dann in einem kleinen Kreis,

den man um den Stern legt, dessen Helligkeit, und in einem zweiten größeren Kreisring um den Stern herum (den inneren Kreis ausschließend) die Hintergrundhelligkeit. Anschließend zieht Iris automatisch die Hintergrundhelligkeit ab und bestimmt die Sternhelligkeit; der Abzug eines separaten Dunkelbildes ist also nicht erforderlich. Das Resultat wird in Größenklassen angegeben, ist aber unkalibriert. Deshalb bildet man die Differenz der Helligkeit von δ Cephei zu einem (nicht variablen) Vergleichssterne, z.B. ϵ Cephei. Es kommt hier ja nur auf die Variation der Helligkeit an, nicht auf eine absolute Bestimmung derselben. Die Differenzbildung hat auch den Vorteil, dass sich der Wert bei veränderten Kameraeinstellungen

Abb. 3: Relative Helligkeit des Sterns ζ Cephei in den ersten acht Monaten des Jahres 2009. Die durchgezogene Linie gibt die erwartete Helligkeitsdifferenz zu ϵ Cephei an.

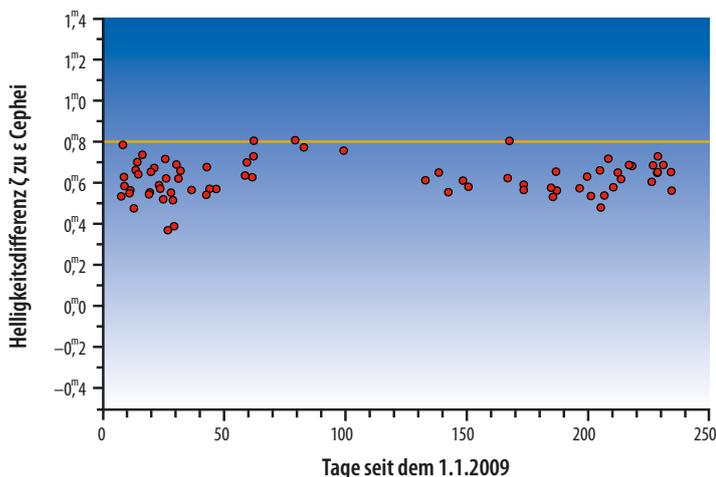
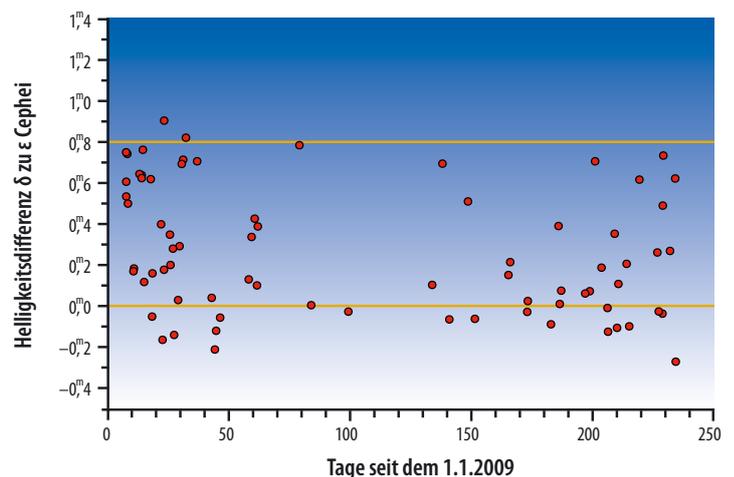


Abb. 4: Relative Helligkeit des Sterns δ Cephei in den ersten acht Monaten des Jahres 2009. Die durchgezogenen Linien geben die erwarteten minimalen und maximalen Helligkeitsdifferenzen zu ϵ Cephei an.



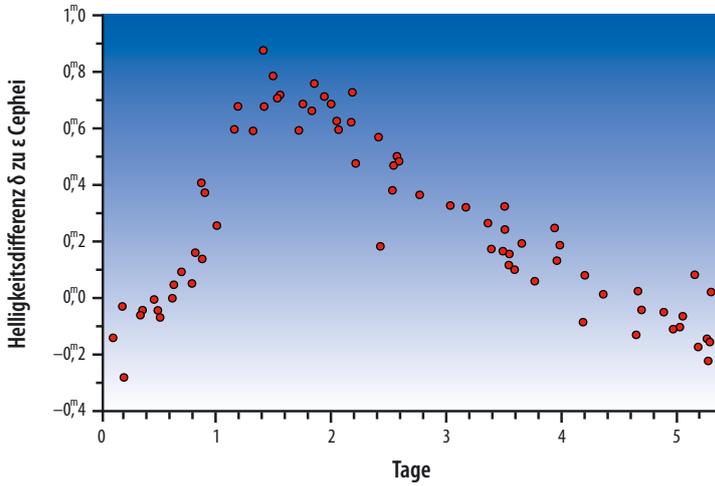


Abb. 5: Relative Helligkeit des Sterns δ Cephei. Alle Punkte sind so zeitlich verschoben, dass sie auf einen Zyklus abgebildet werden

oder unterschiedlich klarem Himmel nicht ändert. Um das Messverfahren zu testen wurde die Helligkeitskurve von ζ Cephei relativ zu ϵ Cephei aufgenommen, Abb. 3 zeigt das Resultat. Auch ζ ist nicht als Veränderlicher bekannt. Auf der horizontalen Achse ist die Zeit in Tagen nach dem Beginn des Jahres 2009 (1. Januar 0:00 Uhr MEZ) aufgetragen. Zeitdifferenzen bestimmt man am besten mit Hilfe des Julianischen Datums. Dazu wandelt man Datum und Uhrzeit der Aufnahme (findet man in den Bilddaten) mit Hilfe einer Web-Seite [z.B. 3] in das Julianische Datum um. Auf der vertikalen Achse ist die Differenz der Helligkeiten von ζ und ϵ Cephei aufgetragen – und zwar in Größenklassen mit -1 multipliziert, so dass »oben«

hier »heller« bedeutet. Eine Variabilität der Helligkeit ist nicht zu erkennen: Ein Gauß-Fit an die Verteilung der Messwerte um den Mittelwert ergibt eine Schwankungsbreite (1σ) von $\pm 0^m,1$ – also funktioniert die Methode und die Genauigkeit ist ausreichend, um δ Cephei zu vermessen. Die Analyse wurde mit dem Programmpaket »Root« [4] durchgeführt. Dazu wurde ein C++-Programmcode geschrieben, der die mit Iris erhaltenen und in einer Textdatei abgespeicherten Helligkeitsdaten und Zeitinformationen einliest, für die grafische Darstellung aufbereitet und auch die Fourier-Analyse (s. u.) durchführt. Mit Root wurde dieser Code dann ausgeführt und gleichzeitig die Abb. 3 bis 6 erstellt. Noch eine Bemerkung zu der horizontalen Linie

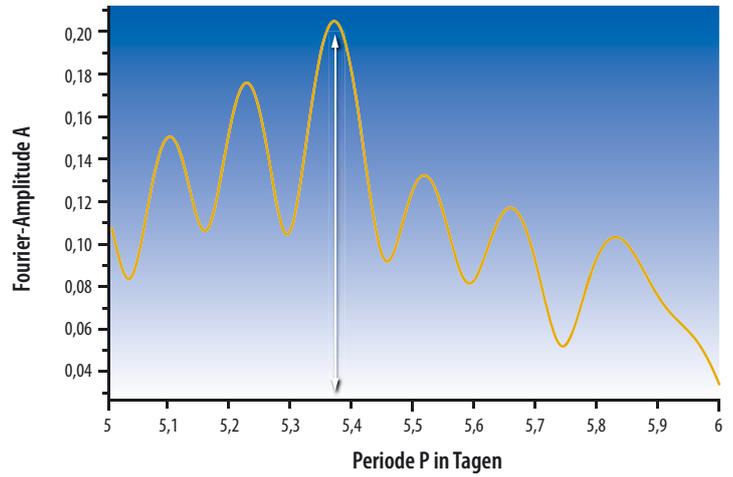


Abb. 6: Aus den Messpunkten berechnete Fourieramplitude A als Funktion der angenommenen Periode P. Das höchste Maximum entspricht dem Wert der Periode von δ Cephei.

in der Abb. 3: Das ist der mit Werten aus der Literatur bestimmte Helligkeitsunterschied der beiden Sterne – da die Digitalkamera eine andere spektrale Empfindlichkeit hat, ergibt sich ein leicht abweichender Wert. Solange es nur auf die Messung der Variabilität und der Periode ankommt, ist das aber nicht relevant.

Vom »Datenmüll« zur Lichtkurve

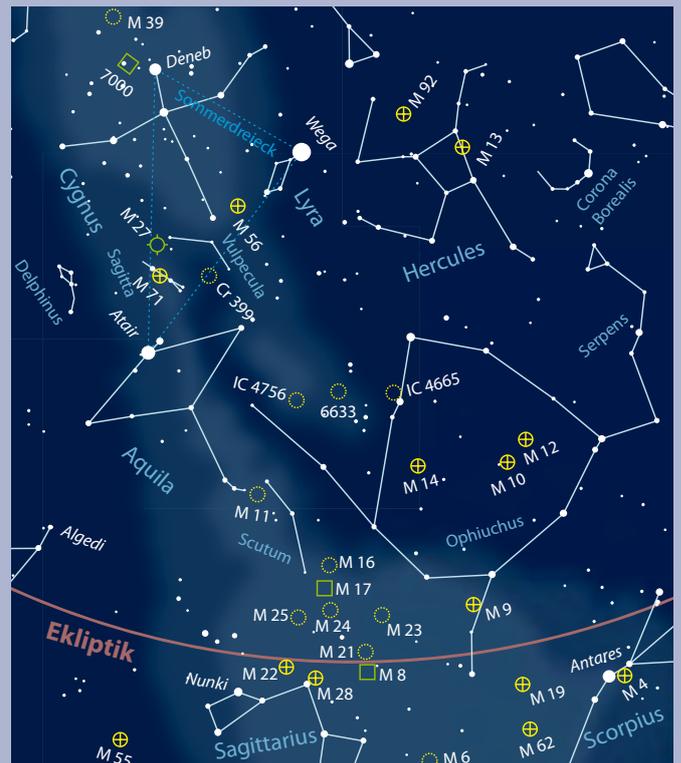
Für die Helligkeitsdifferenz von δ und ϵ Cephei erhält man die in Abb. 4 gezeigte Kurve. Die horizontalen Linien geben die erwarteten minimalen und maximalen Differenzen an. Die Helligkeit schwankt, die Amplitudenvariation liegt im Rahmen des Erwarteten, aber die zeitliche Abfolge er-

Wie orientiere ich mich am Sommerhimmel?

Der Sommerhimmel ist durch eine einprägsame Sternkonstellation geprägt: das Sommerdreieck. Die drei sehr hellen Sterne Deneb, Wega und Atair sind auch von einem städtischen Beobachtungsplatz aus auffällig. Das durch sie gebildete fast gleichseitige Dreieck steht in den Monaten Juli bis September nach Ende der Dämmerung im Südosten. Mit Hilfe einer drehbaren Sternkarte können die Sterne der Bilder Schwan, Leier und Adler und ihre Umgebung erkundet werden.

Schwan und Adler sind schön bildhaft fliegende Vögel. Östlich des Adlers ist das kleine, aber auffällige Sternbild Delphin zu sehen – einem aus dem Wasser hüpfenden Tier. Westlich neben dem Sommerdreieck ist Herkules leicht zu finden. Gemäß der griechischen Mythologie erschlug Herkules seinen Musiklehrer mit der Leier, einem Musikinstrument. Zu seinen mehr ehrenhaften Taten gehört der Sieg über die neunköpfige Wasserschlange (Hydra). Während die Leier dem Herkules direkt benachbart ist, zählt die

Orientierung am Sommerhimmel: Als Wegweiser dient das Sommerdreieck.



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

scheint chaotisch! Wenn man die Periode P schon kennt ($P = 5,36634$ Tage [1]), kann man Ordnung in die Daten bringen, indem man die Punkte so übereinanderschiebt, dass sie alle in einem Zyklus liegen. Dazu subtrahiert man von der Aufnahmezeit jeweils ganze Vielfache der Periode bis die Aufnahmezeit kleiner als die Periode wird: Von einer Messung 12,500 Tage nach Jahresbeginn subtrahiert man $2 \times P$ und bekommt den neuen Zeitwert 1,767 Tage. Nachdem man dies mit allen Messpunkten durchgeführt hat, erhält man Abb. 5 – hier wurde die Kurve noch so verschoben, dass das Minimum mit dem Zeitpunkt $t=0$ zusammenfällt. Jetzt erkennt man sehr schön die Helligkeitsvariation, mit einem relativ schnellen Anstieg und einem langsameren Abfall! Auch die Periode P soll nun aus den nicht übereinander geschobenen Messdaten bestimmt werden. Die Bestimmung der Periode ist der schwierigste Teil einer Auswertung, der hier nur angedeutet werden kann, mehr dazu findet man auf meiner Homepage (s. Surftipp). Die Analyse beruht auf der Fourier-Entwicklung: Jede periodische Funktion $f(t)$ kann man als Summe von Sinus- und Kosinus-Termen der Form $A \cdot \sin(n \omega t)$ darstellen, wobei $\omega=2\pi/P$ die Grundfrequenz darstellt und $n=1, 2, 3, \dots$. Wenn man P nicht kennt, kann man aus den Daten die Fourieramplitude A als Funktion von P berechnen: Dort wo A ein Maximum hat, findet man häufig die gesuchte Periode (Abb. 6). Da die Funktion $A(P)$ jedoch jede in den Daten versteckte Periode also auch z.B.

bei regelmäßiger Beobachtung den zeitlichen Abstand zwischen den Beobachtungen aufzeigt, gibt es im Allgemeinen auch andere lokale »Peaks«. Man muss deshalb überprüfen, ob der an der Stelle des Maximums abgelesene P -Wert tatsächlich zu einer guten Beschreibung der Daten führt, also ob die resultierende Abb. 5 genau einer Oszillationsperiode entspricht. Um den Fehler abzuschätzen, wurden die Messwerte im Rahmen der Unsicherheit von $0,1$ variiert und bei der Analyse zufällig Messpunkte herausgenommen, um die Stabilität des Ergebnisses zu überprüfen: Es ergibt sich eine Periode von $5,367 \pm 0,010$ Tage, das ist eine beachtliche Genauigkeit von 2 Promille bzw. 14 Minuten und stimmt sehr gut mit dem Literaturwert überein.

Es geht auch automatisch

Auf die Dauer ist es jedoch lästig, jeden Abend, oder im Sommer sogar nachts, ein Foto zu machen. Außerdem ist es auch wünschenswert, dass bei Abwesenheit ein Foto gemacht wird. Daher wurde die Kamera unter einem kleinen Vordach regengeschützt am Haus installiert (Abb. 1). Gehäuse und Objektiv sind zusätzlich durch eine Plastiktüte vor Feuchtigkeit geschützt, nur die Objektivöffnung muss natürlich frei bleiben. Die Stromversorgung erfolgt jetzt über ein Netzteil, das auch den Strom für eine einfache Heizung – zehn in Reihe gelötete Widerstände à 10 Ohm, um das Objektiv gewickelt

– zur Vermeidung von Tau liefert. Ausgelöst wird einmal pro Nacht per Schaltuhr, die ein Relais betätigt, das den Fotoapparat über den Fernsteuereingang auslöst. Leider haben handelsübliche Schaltuhren eine Periode von 24 Stunden und nicht 23h 56min, einem Sternstag entsprechend. Daher muss man die Uhr jeden Tag vier Minuten vorstellen (lassen), um jede Nacht den gleichen Himmelsausschnitt zu fotografieren, aber davon abgesehen funktioniert diese Installation sehr gut. Wenn man die Kamera so orientiert, dass δ Cephei in der linken Bildhälfte erscheint, gibt es einen besonderen Bonus: Löst man etwa sechs Stunden später noch einmal (automatisch) aus, kann man rechts im Bild den interessanten Bedeckungsveränderlichen ϵ Aurigae [5] fotografieren und so auch dessen Lichtkurve auswerten.

- [1] Voigt, H. H.: Abriss der Astronomie, 5. Auflage, BI Wissenschaftsverlag, Mannheim (1991)
- [2] Bildauswertungssoftware IRIS: astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm
- [3] Onlineplanetarium, Zeitinformationen und Zeitformate: ephemeriden.com/timeinfo.py
- [4] Programm zur Analyse großer Datenmengen: root.cern.ch
- [5] Schmidt, N.: Exotische Sterne: ϵ Aur – der wahre Teufelsstern, *interstellarum* 61, 46 (2009)

Surftipp

Homepage des Autors: thomas.hebbeker.info/fourier.html

von Uwe Pilz

PRAXISWISSEN

Wasserschlange zu den typischen Frühlingssternbildern.

Südlich des Herkules findet man den Schlangenträger mit der Schlange (Serpens). Leider bestehen diese Sternbilder aus schwächeren Sternen. So sind diese Konstellationen bei aufgehelltem Himmel nicht auffallend: Man muss sich die Sterne mühsam zusammensuchen. An einem dunklen Standort jedoch offenbart sich die gewaltige Ausdehnung: Zusammen bedecken Schlangenträger und Schlange fast 1600 Quadratgrad. Einzigartig ist weiter, dass die Schlange aus einem nördlichen und einem südlichen Teil besteht.

Der Anblick der Milchstraße ist im Sommer besonders ergreifend. Vom Schwan bis zum Schützen ist sie besonders hell. Da die hellen Milchstraßenbereiche des Schwans fast im Zenit stehen, können auch bei leichter Lichtverschmutzung ihre Umrisse und sogar Helligkeitsunterschiede er-

kannt werden. Eindrucksvoll ist das gewaltige Dunkelband, welches die Milchstraße durchzieht: Beginnend im Schwan setzt es sich bis zum Horizont fort. Es wird als Großer Riss bezeichnet. Die tatsächlich hellsten Teile der Milchstraße sind im Schützen und etwas südlich davon. Leider ist dies von unseren Breiten nicht gut wahrnehmbar. Der für uns hellste Abschnitt ist die so genannte Schildwolke, benannt nach einem unscheinbaren Sternbild südlich des Adlers.

In ihrer gesamten Pracht glänzt die Sommermilchstraße erst an einem lichtarmen Beobachtungsplatz. Wer in einer dicht besiedelten Gegend wohnt, kann vielleicht an Abenden im Urlaub den Blick zum Himmel richten und sich an dieser Pracht erfreuen. Ein kleines Fernglas ist das richtige Instrument, um in der »Galaxis« umherzustrreifen.

Die Sommermilchstraße birgt einige Nebelobjekte, welche mit dem freien Auge gesehen werden können. Für Neulinge am

Himmel mag dies zunächst schwierig sein, hier hilft wieder ein kleines Fernglas.

Der Kugelsternhaufen M 13 im Sternbild Herkules ist mit dem freien Auge als Stern sichtbar. Wer sehr scharfe Augen hat, wird feststellen, dass er ein klein wenig neblig erscheint. Durch seine Lage rechts des Rumpfes des Helden lässt er sich leicht finden. Der Offene Sternhaufen M 11 (s. Seite 30) unterhalb des Schwanzes vom Adler ist auch einfach aufzusuchen. Für das Auge ein matter Fleck sieht er im Fernglas dreieckig aus.

Zwei seltener beobachtete Offene Haufen liegen im Schlangenträger: Sowohl IC 4756 als auch NGC 6633 sind als recht große, aber matte Flecken wahrnehmbar. Sie erscheinen als Aufhellungen des Milchstraßenhintergrundes.

Das Universum in einer Hand

Teil 2: iPhone-Anwendungen für Mondbeobachter und Sterngucker

VON ULLRICH DITTLER

»Smartphones« werden die Handys genannt, die längst mehr sind als Mobiltelefone. Für die kleinen Taschencomputer, namentlich das iPhone von Apple, hat sich inzwischen ein ganzer Markt von astronomischen Anwendungen etabliert. Im ersten Teil dieser Serie wurden iPhone-Anwendungen für Sonnen- und Planetenbeobachter vorgestellt (vgl. interstellarum 69). In diesem zweiten Teil folgen Anwendungen für Mondbeobachter – und die Vorstellung einiger herausragender elektronischer Sternkarten.

Im scheinbar unendlichen Angebot der iPhone-Anwendungen ist es schwierig zu unterscheiden, ob eine Anwendung »top« oder »flop« ist. Die Suche nach sinnvollen Programmen für Mondbeobachter fällt ernüchternder aus, während gute elektronische Sternkarten häufiger zu finden sind.

Im Gegensatz zur Vorbereitung einer Deep-Sky-Beobachtung erscheint die Vor-

bereitung einer Mondbeobachtung weniger komplex: Der Mondbeobachter benötigt zur Vorbereitung nur eine Handvoll Informationen, beispielsweise über die Auf- und Untergangszeiten des Erdtrabanten, Infos zur aktuellen Mondphase, die Höhe des Mondes über dem Horizont zur Beobachtungszeit und eine detaillierte Mondkarte um die vielfältigen Oberflächenstrukturen des Mondes eindeutig identifizieren

zu können. Wünschenswert wäre es darüber hinaus, wenn in der Darstellung die Libration des Mondes berücksichtigt würde; dies wäre ein schöner Mehrwert der iPhone-Anwendung gegenüber gedruckten Mondkarten.

Beim Blick auf die iPhone-Anwendungen für Mondbeobachter zeigt sich schnell, dass die Programme in zwei Gruppen eingeteilt werden können: Anwendungen, die aus Orts- und Zeitangaben des iPhone Informationen zum Stand und zum Aussehen des Mondes zusammensuchen bzw. errechnen und Anwendungen, die eine digitale Mondkarte bereitstellen.

Abb. 1: Der Mond auf dem Mobiltelefon ist keine Fantasie mehr. Wer unterwegs wissen will, welche Mondphase gerade herrscht, oder sogar eine Mondkarte benötigt, kann zwischen zahlreichen Anwendungen wählen.



iEphemeris Lite und iEphemeris

iEphemeris Lite von Marco Piccone gehört eindeutig zur ersten Kategorie. Das Programm bietet – zugegebenermaßen recht übersichtlich gestaltet – dem Anwender Informationen über die aktuelle Phase des Mondes, das Alter der Mondphase und die Entfernung zur Erde. Darüber hinaus werden Datum und Uhrzeit der nächsten Neu-, Voll- und Halbmondphasen angezeigt. Auf- und Untergangszeiten sucht man ebenso vergeblich wie eine Mondkarte. Die gezeigten Informationen basieren auf den im iPhone abgefragten Informationen zur aktuellen GPS-Position und Uhrzeit und können vom Anwender verändert werden, um beispielsweise die Informationen zur Mondphase über einem anderen Ort und/oder zu einer anderen Zeit abfragen zu können. Bedauerlich ist, dass das Programm nur wenige Informationen bietet; ärgerlich ist, dass das oben links auf dem Display angezeigte Bild des Mondes nicht die tagesaktuelle Ansicht wiedergibt, denn statt 28 verschiedener Ansichten der Mondphase sind im Programm

nur acht verschiedenen Ansichten hinterlegt! Damit wird das Programm für engagiertere Mondbeobachter eher wertlos.

Die uneingeschränkte Version iEphemeris bietet darüber hinaus nur wenige zusätzliche Informationen, wie beispielsweise die Sternzeit, das Julianische Datum, Informationen zum Sonnenstand etc.

MoonPhase

Dass es noch rudimentärer geht, zeigt das Programm MoonPhase. Das Programm bietet eine Ansicht der aktuellen Mondphase und es lassen sich Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond anzeigen – sonst nichts! Stimmt nicht ganz: Die aktuelle Phase des Mondes kann auch in Form eines Cartoon-Gesichts und eines Stück Schimmelkäses (!) angezeigt werden – was diese Funktion sollen, hat sich dem Autor dieses Beitrags leider nicht erschlossen.

Moonlight

Ähnlich übersichtlich wie das erstgenannte Programm iEphemeris Lite ist auch das Programm Moonlight. Auch diese Anwendung zeigt Mondalter, Mondphase und Entfernung zwischen Erde und Mond an; darüber hinaus können auch hier die Daten für erstes und letztes Viertel, sowie Neu- und Vollmond abgerufen werden. Und auch bei diesem Programm, das ebenfalls auf Orts- und Zeitangabe des iPhone zurückreift, ist es möglich Datum und Uhrzeit zu verändern, um die Ansicht des Mondes an einem anderen Ort und zu einer anderen Zeit berechnen zu lassen. Darüber hinaus bietet das Programm eine realistische Ansicht der Mondphasen, bei deren Berechnung erfreulicherweise auch die Libration und Winkeländerungen in der Ekliptik berücksichtigt werden. Eine Zeitrafferfunktion bietet zudem die Möglichkeit, einen Monat innerhalb von 28 Sekunden ablaufen zu lassen und so die Phasen ebenso wie die Libration deutlich zu machen. Mondfinsternisse sind leider bei der Berechnung der Ansicht des Mondes nicht hinterlegt und auch eine Mondkarte sucht der interessierte Mondbeobachter vergeblich.

MoonMapLite, MoonMap und MoonMapPro

Anders als die im Vorangegangenen genannten Programme handelt es sich bei diesen Programmen um Mondkarten. Da die Programme alle dem gleichen Aufbau folgen und auch alle von Kari Kulmala entwickelt wurden, ist ihnen gemeinsam, dass beim Starten jeweils eine Ansicht des Vollmonds

gezeigt ist und ergänzend hierzu der Terminator eingeblendet wird. Die gezeigte Ansicht des Mondes setzt sich aus unterschiedlich vielen Kartenteilen zusammen, die jeweils vergrößert angezeigt werden können: Während in MoonMapLite nur vier Kartenteile mit insgesamt 200 verzeichneten Formationen (Kratern, Mare etc.) enthalten sind, besteht MoonMap aus zwölf Karten mit insgesamt 650 verzeichneten Formationen und MoonMapPro aus 126 Kartenteilen mit insgesamt 1200 verzeichneten Formationen. Die drei Anwendungen basieren auf unterschiedlichen Ausgangskarten und richten sich auch an unterschiedliche Beobachter: Die Kartendarstellung in MoonMapLite basiert auf den Geological Investigations Series I-2769 der US Geological Survey und stellt den Mond im Maßstab 1:10 Millionen dar, so dass in der größten Vergrößerung 1mm auf dem iPhone-Display etwa 10km entspricht. Während sich MoonMapLite so an Fernglasbeobachter richtet, zielt MoonMap auf die Besitzer kleiner Teleskope. Die auf den Karten der US Defense Mapping Agency for NASA basierende Darstellung lässt sich so weit vergrößern, dass 1mm etwa 7,5km entspricht. Hilfreich sind für Teleskopbesitzer zudem die Funktion zum Spiegeln und Rotieren der Kartendarstellung, so dass die Karten der Ansicht im Teleskop angepasst werden können – dumm nur, dass auch die Beschriftungen dabei gespiegelt und/oder auf den Kopf gestellt werden und so nicht mehr gelesen werden können; auch wird die Beschriftung beim Vergrößern deutlich unschärfer.

MoonMapPro wendet sich an die Besitzer größerer Teleskope. Es enthält zwei Kartensätze im Maßstab von 1:10 Millionen und 1:1 Million, die zudem soweit gezoomt werden können, dass 1mm 3km entspricht! Darüber

hinaus bietet diese Version eine Suchmöglichkeit zu Formationen und die Möglichkeit zum Spiegeln und Rotieren der Kartendarstellung (ebenfalls mit der angesprochenen Schwäche).

Die drei Programme eignen sich sicherlich gut für alle jene Benutzer, die bisher mit klassischen (d.h. gedruckten) Mondatlanten arbeiten und im Feld einen solchen Atlas gerne auch in der Hosentasche mit dabei haben. Da die Ansicht des Mondes im Teleskop in der Regel recht hell ist, stört auch der Blick auf das helle iPod-Display nicht die Dunkeladaptation des Auges.

MoonGlobe

In interstellarum 69 wurde das Programm MarsGlobe vorgestellt. MoonGlobe wurde ebenfalls von Michael Howard entwickelt und ist ähnlich gestaltet wie das Programm zum roten Planeten: MoonGlobe orientiert sich in der Darstellung der Mondansicht nicht an der aktuellen Mondphase, sondern es bietet dem Anwender ein dreidimensionales Modell des Erdtrabanten, dessen Ansicht beliebig gedreht und bis zu 500fach vergrößert werden kann (wobei die Ansicht dann sehr pixelig und wenig detailliert wird). Als einziges Programm bietet MoonGlobe so die Möglichkeit, auch die Rückseite des Mondes zu betrachten und dort vorhandene Formationen zu besichtigen. Auch in diesem Programm kann die Ansicht des Mondes durch Spiegeln und Rotieren der Ansicht im Teleskop angepasst werden – die Beschriftungen bleiben hierbei erfreulicherweise lesbar. Über eine Suchfunktion können einzelne der verzeichneten 1800 Formationen auf dem 3D-Modell angezeigt werden – und Informationen zu den Namensgebern der Formation aus Wikipedia oder über eine

Abb. 2: Mond-Ephemeriden bieten die Programme »iEphemeris« (a), »MoonPhase« (b) und »Moonlight« (c).





Abb. 3: Mondkarten mit teilweise erstaunlichem Detaillierungsgrad zeigen »MoonMap« in der Light- (a), Voll- (b), und Pro-Version (c), sowie »Moonglobe« (d).

integrierte Google-Suche abgerufen werden. MoonGlobe ist daher ein nettes Programm, dass durch die Möglichkeit des Blicks auf die Rückseite des Mondes einen schönen Mehrwert bietet – die Darstellung der einzelnen Formationen wird jedoch bei höherer Vergrößerung sehr schnell pixelig, so dass der Gebrauchswert für Mondbeobachter eher gering sein wird.

Lunar Eclipse, MoonLight-FlashLight

Der Anbieter iMobilepedia war bereits durch eine sehr schwache Anwendung zum Thema Sonnenfinsternis aufgefallen; diesem schlechten Beispiel folgt auch die Anwendung Lunar Eclipse: Dominic Pezzuto als Autor dieser Anwendung hat lediglich vier Absätze des Eintrags der englischen Wikipedia kopiert und mit einem erschre-

ckend schlechten Foto einer Mondfinsternis kombiniert. Klare Empfehlung: Finger weg von dieser – mit 4€ zudem völlig über- teuerten – Anwendung!

Noch weniger zu gebrauchen ist die Anwendung »MoonLight-FlashLight« von Mark David (nicht zu verwechseln mit der oben erwähnten Anwendung Moonlight). Dieses Programm beinhaltet nichts anderes als sieben Bilder unterschiedlicher Mondphasen, von denen sechs Bilder unscharf sind. Die Tatsache, dass diese Anwendung weniger als Mondprogramm, sondern als iPhone-Taschenlampe mit unterschiedlicher Beleuchtungsstärke vorgestellt wird, tröstet nicht über die technisch unzureichende Umsetzung hinweg; auch hier lohnt sich die Installation nicht.

Insgesamt ist es erstaunlich, dass es trotz der eher geringen Anforderungen nicht gelungen ist, im reichhaltigen Angebot der iPhone-Apps ein Programm zu finden, das die für den Mondbeobachter relevanten Informationen innerhalb einer Anwendung vereinigt. Zur Anzeige der aktuellen Mondphase bedarf es noch immer eines anderen Programms als zur detaillierten Ansicht der Mondoberfläche. Dabei wäre doch gerade ein Programm, das beides vereint und auch eine detaillierte Kartenansicht an der aktuellen Mondphase orientiert, ein echter Mehrwert einer Software gegenüber einem gedruckten oder eingescannten Mondatlas! Es bleibt zu hoffen, dass diese Lücke bald geschlossen wird.



Abb. 4: Nicht viel Begeisterung wecken die mageren Anwendungen »LunarEclipse«(a) und »MoonLight-FlashLight« (b).



Pocket Universe

Deutlich umfangreicher und qualitativ hochwertiger ist das Angebot an Sternkarten für das iPhone und den iPod Touch – zahlreiche Anwendungen mit ganz unterschiedlichen Features und Schwerpunkten buhlen um die Gunst der iPhone-Besitzer.

Das Programm Pocket Universe von Craic Design eignet sich gut zur Vorbereitung einer Beobachtungsnacht für Einsteiger und Besitzer kleinerer Teleskope. Neben grundlegenden Informationen z.B. zur aktuellen Mondphase kann auch der Stand der Galileischen Monde um Jupiter angezeigt werden. Monatsaktuelle Infos zu Himmelsereignissen geben zudem Beobachtungsempfehlungen. Kernstück der Anwendung ist jedoch der simulierte Anblick des Nachthimmels hinter dem Menüpunkt »Virtual

Sky«: Basierend auf der aktuellen Uhrzeit und Position wird der Himmel über dem Nutzer auf dem iPhone-Display angezeigt; Sternbilder werden durch Linien verbunden, Messier-Objekte und Planeten in der Darstellung ebenso beschriftet wie die hellsten Sterne. Die scheinbare Drehung des Sternenhimmels über dem Beobachter kann im Zeitraffer ebenso simuliert werden, wie die Suche nach bestimmten Himmelsobjekten (Messier-Objekte, helle Sterne, Planeten etc.) möglich ist. Die Besonderheit des Programms ist jedoch in der »Motion Track«-Funktion zu sehen: Wenn der Anwender das iPhone nachts gegen den Himmel hält, erkennt das Gerät die Blickrichtung und Höhe über dem Horizont und zeigt den zur Blickrichtung passenden Kartenabschnitt an! Der Anwender kann sich mit dieser Funktion – ähnlich wie bei den elektronischen Planetarien MySky von Meade und SkyScout von Celestron – auch zu bestimmten Objekten führen lassen – hierzu reicht es aus, das iPhone vor dem Nachthimmel einfach in die angezeigte Pfeilrichtung zu schwenken. Sobald das gesuchte Objekt im Fadenkreuz erscheint, können auch (meist knappe) Informationen zum Objekt angezeigt werden.

Das Programm bietet darüber hinaus zahlreiche Möglichkeiten der individuellen Anpassung an die Bedürfnisse des Nutzers (so lassen sich u.a. die Grenzgröße der angezeigten Objekte einstellen, Messier-Objekte lassen sich in der Kartendarstellung ein- oder ausblenden, ebenso Kometen und Meteorschauer und Beschriftungen der angezeigten Himmelsobjekte). Dass das 2009 mit dem »MacWorld Appgems Award« ausgezeichnete Programm auch über ein kleines Astro-Quiz verfügt, sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

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

Distant Suns Lite und Distant Suns 2

Die beiden Programme der Distant Suns-Reihe von Mike Smithwick unterscheiden sich durch den eingeschränkten Funktionsumfang der »Lite«-Version (und leichte Unterschiede bei der Darstellung), bereits diese Version bietet jedoch schon einen guten Überblick über die Gestaltung und Machart der Programme. Im Grunde bietet Distant Suns die gleichen Funktionen wie das gerade erwähnte Programm Pocket Universe (inklusive aller Einstellungsmöglichkeiten und MotionTrack-Funktion), dennoch merkt man schon nach wenigen Minuten des Umgangs mit Distant Suns, dass das Programm deutlich umfangreichere Informationen und Objektlisten enthält. Auch ist es schneller und intuitiver zu bedienen sowie professioneller und ansprechender in der Gestaltung. Distant Suns ist auf jeden Fall eine Empfehlung wert und die verschiedenen integrierten »Tour Guide«, »What's up?« und »Monthly Highlights« eignen sich dank ihrer umfangreichen Funktionen sehr gut zur Vorbereitung einer Beobachtungsnacht.

Starmap und Starmap Pro

Starmap und die vollwertige Version Starmap Pro wurden 2009 von Frederic Dechamps entwickelt und 2010 von Sky & Telescope als Hot Product 2010 vorgeschlagen. StarMap Pro ist der eindeutige Spitzenreiter unter den Planetariumsprogrammen für das iPhone. Starmap Pro kann alles was Distant Suns und Pocket Universe auch können – und noch viel mehr: Das Programm enthält nicht nur 2,5 Millionen Sterne bis

Astronomie-Anwendungen für das Apple iPhone			
Programm	Ergänzende Website zum Programm	Preis	Größe
iEphemeris Lite	www.marcopiccone.it/iphone/iEphemeris.html	kostenlos	6,9MB
iEphemeris	www.marcopiccone.it/iphone/iEphemerisPro.html	1,59€	8,1MB
MoonPhase – moon info	www.romanduck.com	1,59€	2,3MB
Moonlight	www.darkgiraffe.com/moonlight	0,79€	2,4MB
MoonMapLite	web.mac.com/karikulmala/moonmap	kostenlos	2,0MB
MoonMap	web.mac.com/karikulmala/moonmap	0,79€	2,7MB
MoonMapPro	web.mac.com/karikulmala/moonmap	2,39€	58MB
Moonglobe	midnightmartian.com/MoonGlobe	kostenlos	50MB
Lunar Eclipse	www.binarymoustache.com/apps.html	3,99€	0,5MB
MoonLight-FlashLight	–	0,79€	0,6MB
Pocket Universe: Virtual Sky Astronomy	www.craicdesign.com	2,39€	2,0MB
Distant Suns Lite	www.distantsons.com	kostenlos	16MB
Distant Suns	www.distantsons.com	5,49€	16MB
Starmap	www.star-map.fr	9,99€	16MB
Starmap Pro	www.star-map.fr	14,99€	60MB

zu 16^m (Starmap nur 350000 bis 10^m), sowie alle Messier-, NGC- und IC-Objekte und 800 Kometen, mit Starmap Pro kann auch drahtlos ein Goto-Teleskop gesteuert werden, wobei Starmap stets den Himmelsanblick des Teleskops simuliert!

»Apps« waren von Apple zunächst als kleine und preiswerte Programme gedacht, die den Funktionsumfang eines iPhone und iPod Touch erweitern sollten. Starmap Pro passt aus mehreren Gründen nicht in diese Vorgaben: Es ist mit 15€ deutlich teurer als die sonst für viele Anwendungen üblichen 79 Cent. Es ist aber auch ein so umfangreiches Programm, dass es keine »kleine Anwendung« mehr ist, sondern mit einer PC-basierten vollwertigen Planetariumssoftware gleichziehen kann – zweifellos

eines der Top-Produkte für das iPhone und eine echte Hilfe für Amateurastronomen.

Ausblick

Apple hat im Mai 2010 das iPad herausgebracht, quasi ein iPod Touch im A4-Format. Für die Darstellung von Mond- und Sternkarten wird der größere Bildschirm optimal sein, und die ersten Autoren der hier vorgestellten Programme haben auf ihren Webseiten schon angekündigt, ihre Programme für das iPad zu optimieren und weitere Funktionen zu implementieren.

Im nächsten Teil: Astronomische Anwendungen für das iPad

Abb. 5: Auch Sternkartenprogramme gibt es für das iPhone: »Pocket Universe« (a), »Distant Suns Lite« (b) und »Distant Suns 2« (c) sowie die Grund- (d) und Pro-Version von »Starmap« (e).



Montierungsfehler meistern

Der Telescope Drive Master im Praxistest

VON ANDREAS BENDER

Der Traum eines jeden Astrofotografen ist eine perfekt funktionierende Nachführung ohne oder mit minimalem periodischem Fehler. Bis dato galt dies als unrealistisch, da alle mechanischen Komponenten einer Montierung wie Schnecke und Schneckenrad herstellungsbedingt Fehler aufweisen, welche sich summarisch zu den bekannten periodischen Fehlern bei Montierungen aufaddieren. Manch ein Amateurastronom ist froh, wenn seine Montierung einen annähernd sinusartigen Verlauf des periodischen Fehlers aufweist und dieser in Summe kleiner als 10" ist. Doch nun scheint der Traum einer fehlerfrei funktionierenden Montierung mit dem »Telescope Drive Master« von Meade greifbar nahe.

Abb. 2: Der TDM kommt mit Verbindungskabeln und Netzteil (a) sowie dem Heidenhain-Encoder (b). Für die Adaption an Montierungen (c: HEQ-5, d: Losmandy G11) sorgen Adapter mit Spindel, die statt des Polsuchers in die Montierung eingesetzt werden.

Der Telescope Drive Master, kurz TDM, früher bekannt als »PEC-Watcher«, wurde in Ungarn durch Attila Mádai entwickelt. Die Firma Meade Instruments Europe GmbH übernahm inzwischen alle weltweiten Marketing-, Verkaufs- und Vertriebsrechte.

Der TDM ermöglicht die Minimierung des periodischen und aperiodischen Fehlers einer elektronisch angetriebenen Montierung mit Autoguider-Anschluss, jedoch ohne einen Autoguider zu verwenden.

Laut Herstellerangaben soll der resultierende Fehler auf weniger als 1" reduziert werden können – ein Traum für jeden Astrofotografen!

Das Prinzip

Der TDM bildet einen Regelkreis an der Montierung, wobei ein Encoder in Echtzeit Unregelmäßigkeiten in der Bewegung der Rektazensionsachse mit einer minimalen Auflösung von 0,125" aufnimmt und diese an den TDM weiterleitet.



Abb. 1: Perfekt nachgeführte Astrofotos ohne Beeinflussung durch den periodischen Fehler der Montierung – davon träumen Astrofotografen. Mit dem »Telescope Drive Master« kommt man diesem Traum einen Schritt näher – das Bild zeigt M 31 mit Begleitgalaxien, zusammengesetzt aus mehreren Aufnahmen zwischen zwei und 20 Minuten Belichtungszeit, gewonnen am 105/650-Refraktor mit angeschlossenem TDM.

Der TDM gibt dann an den Rektaszensions-schrittmotor der Montierung entsprechende Steuersignale zur Korrektur. Zusätzlich bietet der TDM die Möglichkeit, auch die Messsignale über einen PC mit der Software »TDM Monitor«, welche kostenfrei downloadbar ist, darzustellen.

Der TDM besteht im Wesentlichen aus drei Teilen:

- dem eigentlichen TDM mit Anschlusskabel
- dem Heidenhain-Encoder
- der Adaption an die Montierung

Der TDM ist theoretisch für alle Montierungen mit elektrischem Rektaszensionsantrieb und Autoguiding-Eingang geeignet. Aufgrund der Mindeststabilität einer Montierung und des Verkaufspreises des TDM werden Adaptionen aber erst ab der Montierungskategorie Skywatcher HEQ-5 angeboten (vgl. Kasten).

Der TDM ist als »Stand-Alone-Gerät« konzipiert, der ohne PC auskommt – allein ein 12V-Anschluss wird zum Betrieb benötigt. Die Version 2.2 ist die zweite auf dem Markt und unterstützt den zusätzlichen Einsatz eines Autoguiders, was die Praxistauglichkeit des TDM deutlich erweitert (vgl. Kasten).

Testarrangement

Für den Test des TDM wurden zwei Montierungen ausgewählt: zum einen die kleinste noch zulässige Montierung Skywatcher HEQ-5 (Basisversion ohne GoTo) und die Mittelklasse-Montierung Losmandy G11 Gemini (neue Version). Die Basisversion der Skywatcher-Montierung HEQ-5 besitzt noch keinen Autoguiding-Port, beim für den Test verwendeten Modell wurde ein Autoguiding-Eingang für die ST-4 von SBIG in die Handsteuerbox eingebaut. Der TDM sollte an beiden Montierungen seine nächtliche

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 zu entscheiden.

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

Anschlüsse des TDM

Vorderseite

TDM OUT 1: Anschluss des TDM an die Montierung (LX200-Protokoll; Korrekturen in Rektaszension und Deklination)

USART-Port: Anschluss an den PC für Auswertung der Signale über TDM-Monitor

12V Power: Stromanschluss über mitgeliefertes 220V/12V-Kabel

TDM OUT 2: Anschluss des TDM an die Montierung mittels original ST-4 Kabel. Hier werden keine Deklinationssignale verarbeitet



Rückseite

R.A. Encoder: Anschluss des Encoders
Jumper1 on = siderisch; off = Avg. King Rate:
Geschwindigkeitsauswahl <40° über Horizont; >40° über Horizont = siderisch

Jumper2 on = 1"/LED; off = 1/8"/LED: Korrekturgröße der LEDs am TDM, wahlweise 1" oder 1/8" pro LED

Jumper3 on = 5Hz; off = 1 Hz: Korrekturfrequenz des TDM, 1x oder 5x pro Sekunde

Jumper4 on = ±0,5"; off = ±1": Eingriffsgrenzen, entweder 0,5" oder 1"

Autoguiding Input: Anschluss eines Autoguiders, z.B. SBIG ST-4



Einsatzfähigkeit, insbesondere auch im Zusammenspiel mit einem Autoguiding, der SBIG ST-4, unter Beweis stellen.

Während des Betriebes des TDM an der Montierung wurde der periodische Fehler mittels TDM Monitor direkt vom

TDM und zusätzlich zeitgleich über eine Webcam mit der Software K3CCD-Tools (Version 1.1.7.549) am PC aufgezeichnet und ausgewertet. Zudem wurden Vergleichsbilder mit und ohne zusätzlichen Autoguiding aufgenommen.



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

Kompatible Montierungen

- Fornax 50, 51, 100, 150
- Skywatcher EQ6, EQ6 Pro, HEQ-5
- Orion Atlas EQ-G, Sirius EQ-G
- Celestron CGE
- Astro-Physics 1200
- Losmandy G11
- Meade LX200, Meade LX200
- Vixen GP-DX

weitere Montierungen werden von Meade auf Kundenwunsch angepasst

Verarbeitbare Autoguidersignale

- SBIG ST-4 (SUB-D 15 pin male)
- Meade LX-200 (RJ-12-6/6)
- Koordinator 2000 (SUB-D 9 pin male)
- Astro-Physics 1200 (alte Version: SUB-D 9 pin male, neue Version RJ-12)

Verwendbare Teleskopsteuerungen:

- FS-2
- Skywatcher SynScan/SkyScan
- Astro-Physics non-goto und goto
- Pulsar
- Koordinator 2000
- Meade Autostar II
- Celestron NexStar
- Boxdörfer MTS-3 SDI
- Synta EQ-6 non-goto Hand-Kontrollbox (nur nach Modifikation)



Abb. 4: Adaption des TDM an die Skywatcher HEQ-5-Montierung. Zuerst wird die Spindel anstelle des Polsuchers in die Polachse eingeführt und mit einem Gabelschlüssel fest geschraubt, dann wird die Adaption inklusive Halteplatte für den Encoder an der Montierung angebracht. Schließlich wird der Encoder auf die Spindel gesteckt und mit der Halteplatte verschraubt. Zuletzt wird die Verschlusskappe zum Schutz des Encoders hinzugefügt.

Der Test hatte folgende Schwerpunkte:

- Messung der Reduzierung des periodischen Fehlers
- Vergleich der Messergebnisse von »TDM Monitor« mit den Ergebnissen, welche mit der Webcam ermittelt wurden
- Zusammenspiel des TDM mit einem Autoguiders

Die maximale Testphase wurde auf zehn Minuten beschränkt, da heute selten längere Belichtungszeiten verwendet werden.

Beide Montierungen hatten jeweils zwei Teleskope zu tragen: Während die Digitalkamera Canon EOS 350Da und die Webcam Philips ToUCam PCVC 740K an einem 105/650-Refraktor angeschlossen waren, wurde der Autoguiders ST-4 an einem Maksutov 100/1000 montiert. Beide Teleskope wurden parallel auf der Montierung angebracht und brachten ein Gesamtgewicht von ca. 13,8kg auf die Waage.

Adaption an die Montierung

Der TDM wird von Meade in zwei Päckchen geliefert, wobei der TDM selbst, der Encoder und die Strom- und Anschlusskabel zusammen in einem Paket untergebracht sind, während die Adaption an die Montierung in einem zweiten Päckchen kommt. Zuerst muss die Adaption, bestehend aus einer Spindel und der Haltevorrichtung für den Heidenhain-Encoder, an die Montierung angebracht werden. Hierbei wird die Spindel anstelle des Pol-

suchers starr in die Polachse eingebaut. Der Heidenhain-Encoder wird über die mitgelieferte Halterung am Montierungskörper fest installiert, wobei die Spindel exakt in den Encoder eingeführt wird, der somit anhand der sich drehenden Spindel die Signale aufnehmen kann. Wichtig ist, dass sich bei Bewegung der Polachse der Heidenhain-Encoder nicht mitbewegt! Die Arbeitszeit zur Adaption des Heidenhain-Encoders an die Montierung kann sich zwischen einer bis drei Stunden bewegen!

HEQ-5-Montierung

Die Spindel wird direkt in die Polachse geschraubt, wobei der Encoder direkt an der Adaptersplatte befestigt werden kann. Im Unterschied zu der im Internet dargestellten Variante kann der Encoder direkt über vier Schrauben an der Frontplatte angeschraubt werden. Die Halteplatte muss fest auf den Rektaszensionsring der HEQ-5 angebracht werden, damit sich der Encoder während des Betriebes nicht selbst bewegt.

Da meine HEQ-5 einen selbsterstellten ST-4-Eingang in der Handsteuerbox besitzt, können die Signale des TDM über das mitgelieferte Kabel (Autoguiders) nicht verarbeitet werden, da dieses nur das LX200-Protokoll oder TTL-Signale weiterleitet. Abhilfe schafft das original ST-4-Autoguiders-Kabel, welches somit die Signalweitergabe vom TDM über den Anschluss »TDM out2« an die Montierung

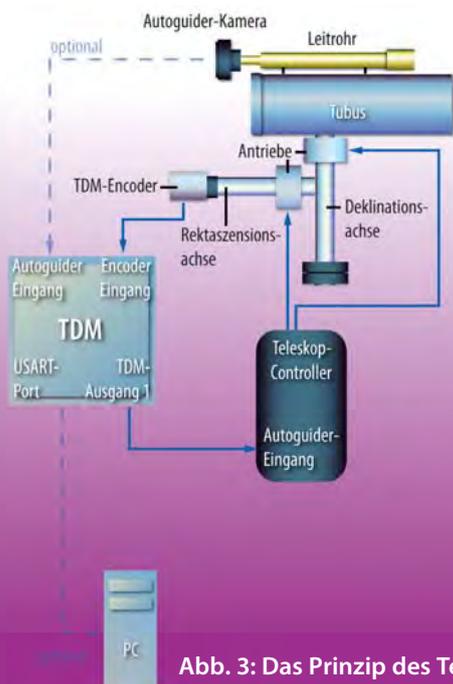


Abb. 3: Das Prinzip des Telescope Drive Master. Der TDM fungiert als Bindeglied zwischen Montierung und Steuerung.

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



übernimmt (es fehlt dann aber für die Verbindung von der ST-4 zum TDM). Außerdem lässt der Port »TDM Out2« keine Korrekturen in Deklination zu, so dass somit die HEQ-5 nicht zusammen mit dem TDM und dem Autoguider geprüft werden kann. Der Test bezieht sich bei der HEQ-5 somit nur auf den Einsatz des TDM im Vergleich zur ST-4.

Losmandy G11 Gemini-Montierung

Prinzipiell gilt für die G11 das gleiche wie bei der HEQ-5-Montierung. Leider war beim Einbau der Spindel der lichte Durchmesser der Polachse meiner G11 um 0,5mm zu klein, erst als die Spindel vorsichtig auf Passmaß abgefeilt wurde, ließ sich der Heidenhain-Encoder an die G11 adaptieren.

Die Losmandy G11 Gemini kann, im Gegensatz zur HEQ-5 Basisversion die LX200- oder TTL-Signale des TDM verarbeiten, was somit den Einsatz des TDM zugleich mit dem Autoguider SBIG ST-4 ermöglicht.

In der Praxis

Bevor der TDM am nächtlichen Himmel getestet wird, kann der Einfluss auch am Tage mit dem Programm »TDM Monitor« bequem im Zimmer geprüft werden. Somit kann man den periodischen Fehler mit und ohne Betrieb des TDM aufnehmen! Hierzu wird der TDM zusätzlich an einen Computer angeschlossen.

Der Einsatz des TDM ist nicht geeignet bei Objekten mit großer Eigenbewegung z.B. Kometen oder erdnahen Asteroiden. Weiterhin sind keine guten Ergebnisse zu erwarten wenn die Polausrichtung des Teleskops nicht optimal ist, da der TDM keinerlei Abweichungen in Deklination korrigieren kann.

Technische Daten des Telescope Drive Master	
Controller-Einheit	16-bit RISC Mikrocontroller
Rotations-Encoder-System	0,125" Auflösung
Rotations-Encoder-Anschluss	SUB-D15 pin female
Interne Quarz-Referenzzeit	32MHz ± 50ppm
Beispiel-Frequenz	120Hz
Nachführgeschwindigkeiten	Siderisch oder »King Rate« (Refraktion <40° über Horizont)
Korrektur-Frequenz	1Hz oder 5Hz
Hysterese-Korrektur (Totzone)	±0,5" oder ±1"
Anzeigegenauigkeit am Display	1/8" oder 1" pro LED
Anzeige	2x20 rote und gelbe LED, eine grüne LED für den Nullpunkt
Anzeigenbreite bei 1"-Modus	±15"
Anzeigenbreite bei 1/8"-Modus	±2,25"
Stromverbrauch Herstellerangaben	maximal 300mA bei 12V
Stromverbrauch gemessen	ohne Encoder 110mA; mit Encoder 147mA; mit Encoder und Motoransteuerung 143mA – 168mA
Stromanschluss	220V
Autoguider-Eingang	Meade LX200, RJ-12-6/6
TDM Ausgang, type 1	SBIG ST-4, Meade LX200
zulässige Korrekturgeschwindigkeiten am Teleskop	optimal 0,2x – 0,5x; maximal: 0,1x – 1x (am Teleskop eingestellt)
Serieller Ausgang USART	SUB-D9 pin female
USART Protokoll	9600 baud N81, ASCII oder hexadezimal
USART Interface Kabel	SUB-D9 male-female, 1:1 pin-to-pin Anschluss
Listenpreis	1349€
Preis Montierungsadaption	269€ (HEQ-5), 315€ (G11)

Warum TDM, wenn man schon einen Autoguider besitzt?

Der TDM ersetzt den Autoguider aufgrund der extremen Nachführgenauigkeit bis zu Belichtungszeiten von etwa acht Minuten komplett. Hierdurch wird zusätzliches Gewicht z.B. Leitrohr an der Montierung eingespart und die Belichtungsreihen können nach dem Einstellen des Objektes sofort beginnen.

Bei größeren Belichtungszeiten muss ein Autoguider eingesetzt werden, welcher aber aufgrund der Nachführgenauigkeit des TDM mit weitaus längeren Integrationszeiten arbeiten kann als beim normalen Betrieb der Montierung. Somit können lichtschwächere Leitsterne herangezogen werden, was die Leitsternsuche sehr erleichtert!

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



Abb. 5: Adaption des TDM an die Losmandy G11-Montierung. Zuerst wird die Klemmung der Rektaszensionsachse von der Montierung abgenommen, dann die Spindel in die Rektaszensionsachse eingeführt und mittels Inbusschraube verankert. Zuletzt wird die Adaption für den Encoder an die Montierung angebracht und der Encoder mit der Halteplatte der Adaption verschraubt.

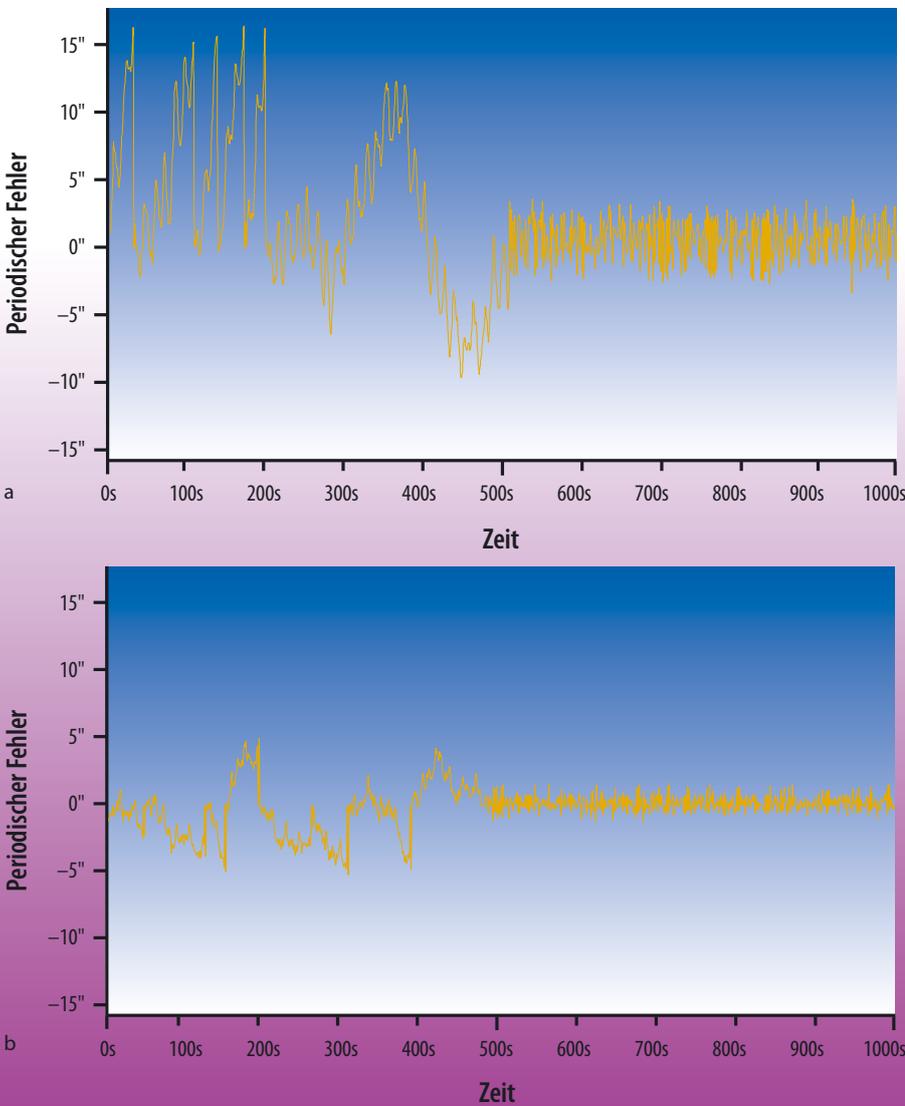


Abb. 6: Der Periodische Fehler wird drastisch reduziert: Skywatcher HEQ-5-Montierung (a) und Losmandy-G11-Montierung (b).

HEQ-5-Montierung

Aufgrund der Tatsache, dass der TDM anstelle des Polsuchers in der Rektaszensionsachse eingebaut ist, muss das Teleskop

ohne Polsucher eingenordet werden. Eine mögliche Variante ist die Methode nach Scheiner, welche sich mittels Webcam und virtuellem Fadenkreuz über K3CCDTools

relativ einfach bewerkstelligen lässt. Wer es noch komfortabler möchte, kann sich auch die genauen Korrekturdaten am Bildschirm mittels des Programms WCS oder EQAlign anzeigen lassen. Leider machte bei der HEQ-5 die Höhenverstellung der Polachse aufgrund des angebauten TDM etwas Probleme. Diese ließ sich nur noch knapp eine Dreiviertelumdrehung verstellen, was bei einem Ortswechsel auf andere geographische Breiten eventuell Probleme bereiten kann.

Als Testobjekt wurden Aldebaran im Sternbild Stier und Algenib im Pegasus ausgewählt, welche beide fast die gleiche Deklination von ca. +15° besitzen.

Der periodische Fehler der Montierung von ca. 30" konnte mit dem TDM drastisch auf 4" Bogensekunden minimiert werden! Bei den Messungen kam es zu keinerlei elektronischen Problemen beim TDM. Es zeigte sich, dass die Werte von »TDM Monitor« mit den Daten der Webcam gut korrespondieren. Die Messgenauigkeit der Webcamdaten liegt bei ca. ± 1". Allerdings konnte bei den Aufzeichnungen an der Webcam ein leichtes Voraneilen der Rektaszensionsdaten um ca. 3,5" in 10 Minuten festgestellt werden, was mit »TDM Monitor« nicht ersichtlich ist. Dieses Voraneilen in Rektaszension ist auch ohne Anschluss des TDM ersichtlich, was somit auf eine etwas zu schnelle Bewegung der Montierung zurückzuführen ist. Eine Variation der Jumper 3 und Jumper 4 (vgl. Kasten Anschlüsse) brachte bei der HEQ-5 die besten Ergebnisse mit 1Hz (Stellung = off) und 1" (Stellung = off).

Interessant ist der Vergleich des TDM zur Genauigkeit des Autoguiders SBIG ST-4. Erstaunlicherweise zeigt der Einsatz der ST-4 an der HEQ-5 keinerlei Verbesserungen des periodischen Fehlers gegen-

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



Abb. 7: Bei der HEQ-5-Montierung kann die Stellschraube zur Polhöhenverstellung mit der Umhausung für den Encoder zusammenstoßen.

über dem Einsatz des TDM, allerdings wird das Vorauseilen der Rektaszensionsachse eliminiert, was bei längeren Belichtungszeiten den Einsatz des Autoguiders unentbehrlich macht!

Losmandy G11-Montierung

Bei der neuen Generation der Losmandy G11-Gemini-Montierung ist man in der Lage, auch LX200-Protokolle und TTL-Signale zu verarbeiten, womit man den TDM inklusive Autoguider (hier die SBIG ST-4) zusammen betreiben kann.

Anhand von Kapella und Aldebaran wurde der periodische Fehler mittels Webcam und parallel mit »TDM Monitor« aufgenommen. Die G11 zeigt einen Fehler von 8", welcher mit dem TDM auf 1,5" Bogen Sekunden gesenkt wird. Am besten erwies sich die Einstellung bei Jumper 3 auf 5Hz und Jumper 4 auf 0,5".

Jedoch zeigte sich auch hier, wie bei der HEQ-5, eine Drift in Rektaszension um 5,5" in 10 Minuten, was auch fotografisch nachgewiesen werden konnte. Der zusätzliche Einsatz des Autoguiders ist deshalb bei längeren Belichtungszeiten (hier etwa 8min) unbedingt notwendig. Allerdings sollten die Integrationszeiten des Autoguiders auf >2s eingestellt werden, um Signalresonanzen mit dem TDM zu verhindern. Integrationszeiten von 2s bis 5s ergaben mit der ST-4 die besten Ergebnisse.

Fazit

Der Telescope Drive Master von Meade reduziert den periodischen Fehler von typischen Amateurmontierungen drastisch. Bei exakter Einnordung des Teleskops kann auf ein Leitrohr oder einen Off-Axis-Guider bei kurzen Belichtungszeiten kom-

plett verzichtet werden – es lässt sich somit wertvolles Gewicht einsparen!

Abweichungen der Antriebsgeschwindigkeit in Rektaszension werden durch

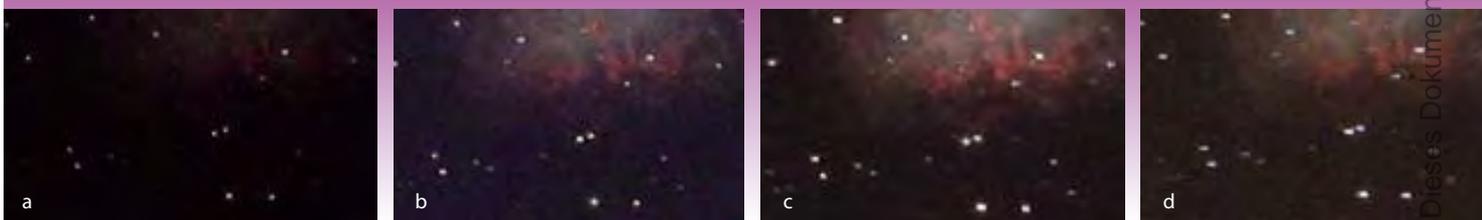
Der Telescope Drive Master in der Praxis

- + extreme Reduzierung des periodischen Fehlers
- + Ermittlung des periodischen Fehlers auch ohne Stern per Software
- + kein Leitrohr notwendig beim Einsatz ohne Autoguider
- + einfache Handhabung
- + geringe Störungsanfälligkeit
- + kurze Bewölkungsphasen stören nicht den Betrieb
- hoher Preis
- Polsucher muss entfernt werden
- 12V-Anschlusskabel für Zigarettenanzünder fehlt – zusätzliches Kabelgewirr
- maximale Belichtungszeit ohne Autoguider 5min bis 8min
- systematische Rektaszensions-Drift wird nicht korrigiert
- Abweichung in Deklination wird ohne Autoguider nicht korrigiert

Surftipps

Homepage des Autors: www.astropic.de
 TDM-Handbuch Version 2.31: www.mda-telescoop.com
 TDM Monitor: www.mda-telescoop.com/downloads/TDM_Monitor_Install.zip
 K3CCDTools: www.pk3.org/Astro/index.htm?k3ccdtools.htm
 Webcam-Scheinern: wcs.ruthner.at
 EQAlign: eqalign.net/e_downloads.html

Abb. 8: Läuft die Montierung insgesamt zu schnell oder langsam, kann der TDM diese Drift in R.A. nicht ausgleichen. Die Beispiele zeigen Aufnahmen von M 1 mit dem 105/650-Refraktor und Losmandy G11-Montierung mit 2min (a), 5min (b), 8min (c) und 10min (d) Belichtungszeit.



Der Telescope Drive Master wurde inklusive der Adaptionen für die Montierungen Skywatcher HEQ-5 und Losmandy G11 von Meade Instruments Europe (Borken) zur Verfügung gestellt.

den TDM nicht kompensiert. Mit der im Test verwendeten Anordnung ergab sich dadurch eine maximale sinnvolle Belichtungsdauer von acht Minuten ohne zusätzlichen Autoguider. Bei längeren Belichtungszeiten muss ein Autoguider zusätzlich zum TDM verwendet werden. Dann ist vorteilhaft, dass die Position des Leitsterns auch bei kurzzeitiger Bewölkung nicht verloren geht. Mit dem TDM wird es so möglich, ohne Leitsternpositionierung sofort mit der Belichtung zu beginnen. Gerade bei Objekten ohne geeigneten Leitstern ist diese Möglichkeit unbezahlbar. Aufgrund des Anschaffungspreises wird sich der TDM jedoch nur bei den gehobenen Montierungen etablieren.

Der Umbau der Montierung auf das TDM-System inklusive des Encoders dauert ca. zwei Stunden. Der Polsucher muss dazu entnommen werden und kann nicht mehr verwendet werden, was erheblichen zeitlichen Mehraufwand beim Einnorden mit sich bringt. Die Ausrichtung muss dennoch sehr exakt sein, da ohne Verwendung eines Autoguiders die Deklinationsachse nicht korrigiert wird und es somit zu Abweichungen kommen kann. Wer eine stationäre Montierung besitzt, hat hier einen entscheidenden Vorteil, da nur einmalig die Montierung eingenordet werden muss. Wünschenswert wäre eine Montierung mit integriertem TDM und gleichzeitig vorhandenem Polsucher, was den Feldeinsatz sehr erleichtern würde.

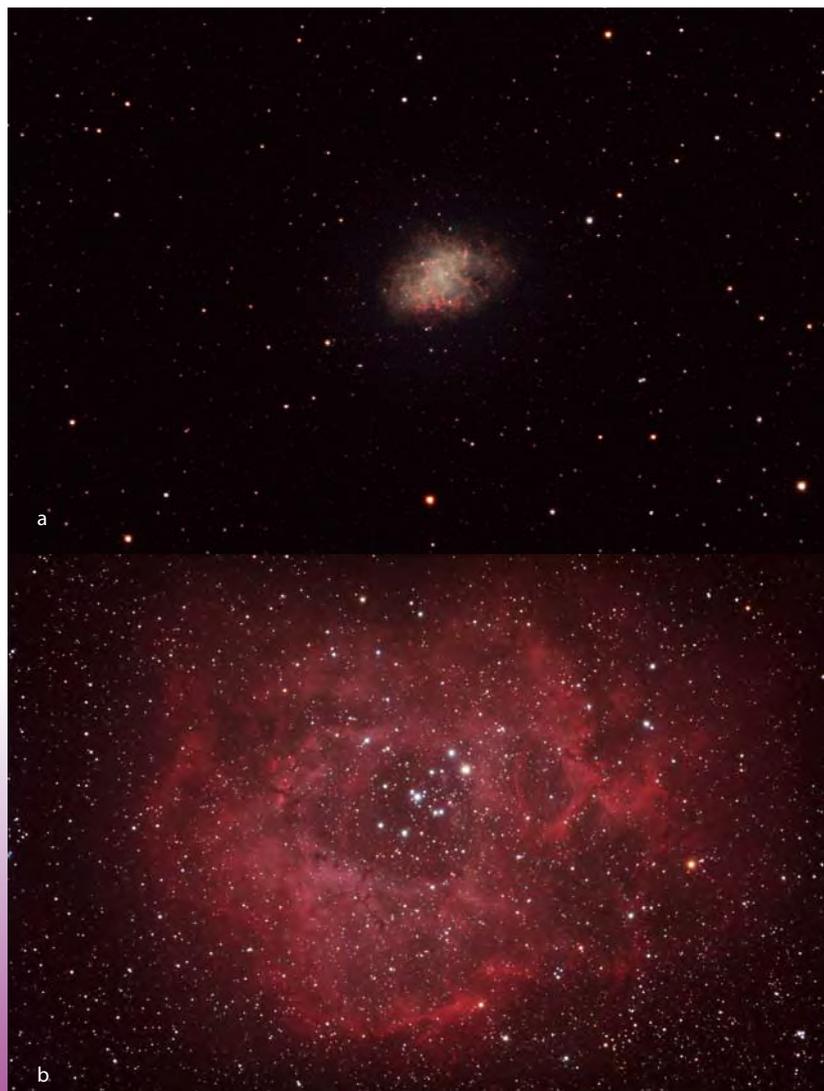


Abb. 9: Bildergebnisse unter Verwendung des TDM
 a) M 1, 105/650-Refraktor, Losmandy G11, 2min bis 10min
 b) Rosettennebel, 105/650-Refraktor, Skywatcher HEQ-5, 2min bis 10min

Wie lassen sich die Kameraeinstellungen selbst testen?



Die besten Einstellungen bei der eigenen Kamera lassen sich mit Testaufnahmen in der eigenen Wohnung, um keine wertvolle Beobachtungszeit unter dem Sternhimmel zu verschwenden, selbst herausfinden.

Benötigt wird ein gut abdunkelbarer Raum, eine kleine Lampe und ein geeignetes Testmotiv; dazu ein stabiles Stativ, ein Fotoobjektiv und ein Timer, um die in der Astrofotografie üblichen langen Belichtungszeiten zu steuern. Alternativ kann auch mit einem angeschlossenen Laptop gearbeitet werden, man muss dann aber während der Belichtungszeiten dafür sorgen, dass der helle Bildschirm komplett abschaltbar ist. Ein mögliches Testmotiv ist in Abb. 1 zu sehen.

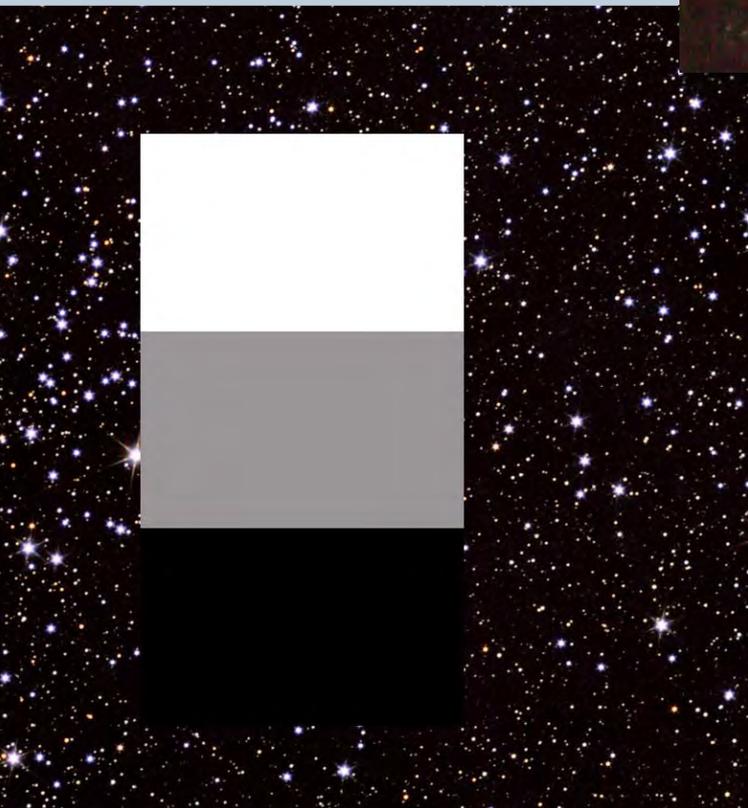
Bei der Anfertigung der Testaufnahmen ist strikt darauf zu achten, dass nur der Einfluss des



Abb. 2: Beim »Entwickeln« aller RAW-Testaufnahmen ist auf eine komplette Abschaltung von Schärfung und Rauschreduzierung zu achten.

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

Abb. 3: Die Sichtkontrolle von Bildausschnitten ▶ aus dem grauen Testfeld bei ISO 100 (links), ISO 800 (Mitte) und ISO 6400 spricht bereits bei einer Sekunde Belichtungszeit eine deutliche Sprache.



▲ **Abb. 1: Als Testmotiv** dient ein hochwertiger Druck eines Sternhimmels, auf dem drei gleichmäßig helle Tafeln aufgebracht wurden.

zu testenden Parameters gemessen wird, indem alle anderen Parameter konstant gehalten werden. Möchte man beispielsweise das Rauschniveau der Kamera in Abhängigkeit vom eingestellten ISO-Wert ermitteln, sollte die Belichtungszeit, die ja ebenfalls einen Einfluss auf das Rauschniveau hat, unverändert bleiben. Am besten benutzt man die Blende im Kameraobjektiv. Wenn mit der Kombination

ISO-Wert	Blende	Belichtungszeit
100	1:2,8	1s

die Belichtung korrekt ist, lassen sich höhere ISO-Werte mit folgenden Varianten testen:

ISO-Wert	Blende	Belichtungszeit
400	1:5,6	1s
1600	1:11	1s
6400	1:32	1s

Alle Aufnahmen in den Tabellen sind so belichtet, dass sie – bei konstanter Belichtungszeit – gleich »hell« werden. So kann die Auswirkung der ISO-Werteinstellung gesondert betrachtet werden. Keinesfalls wird die Belichtungsautomatik benutzt, stattdessen die manuelle Einstellung. Als Dateiformat wird »RAW« gewählt und der Weißabgleich sollte ebenso auf einen festen Wert fixiert sein.

Bei der »Entwicklung« der RAW-Dateien ist darauf zu achten, dass alle Fotos mit exakt den gleichen Einstellungen behandelt werden

und die in den RAW-Konvertern enthaltenen Regler zur Nachschärfung und Rauschreduktion abgeschaltet sind (Abb. 2). Zur Auswertung der Ergebnisse erfolgt zunächst eine visuelle Prüfung der Fotos in 1:1-Ansicht, bei der ein Pixel des Bildes einem Pixel auf dem Monitor entspricht. Vergleichen Sie dieselben Bildausschnitte, fallen die Unterschiede ins Auge (Abb. 3).

Der Rauschanteil kann sogar mit einfachsten Mitteln quantifiziert werden – zwar nur mit einer relativen Auswertung, was aber zur Einschätzung des Rauschverhaltens einer Kamera völlig ausreicht. Dazu werden kleine Bildausschnitte herausgegriffen, die eine einheitlich helle Fläche zeigen, also etwa ein Bereich aus dem grauen Feld des Testmotivs. Wichtig ist, dass von allen Aufnahmen der gleiche und gleichgroße Bildbereich aus den Aufnahmen herausgeschnitten (»freigestellt«) wird. Diese Ausschnitte werden nun als Bilddatei im JPG-Format gespeichert, und zwar in der maximalen Qualitätsstufe, also der geringstmöglichen Kompression. Die enthaltenen Dateigrößen bilden einen mittelbaren Hinweis auf das enthaltene Bildrauschen: Je größer die Datei wird, desto höher ist die Gesamtheit des Rauschens. Als Referenz wird ein gleichgroßes Bild gespeichert, das mit einer beliebigen Farbe komplett gefüllt wird. Die Dateigröße davon ist von allen anderen zu subtrahieren, um die Messreihe zu kalibrieren (Abb. 4).

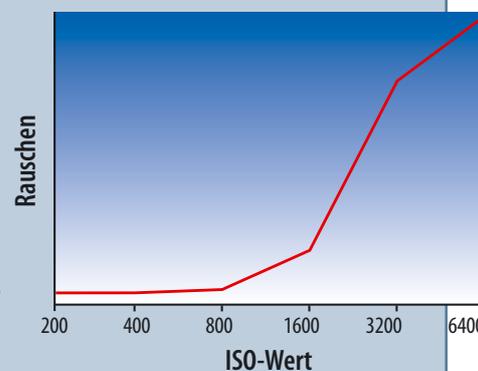
Auf die gleiche Art und Weise können weitere Testreihen durchgeführt werden:

- 1) Zwei verschiedene Kameras bezüglich ihres Rauschverhaltens miteinander vergleichen.
- 2) Die Einstellung »Rauschreduzierung bei Langzeitbelichtungen« im Menü testen.
- 3) Die Einstellung »High ISO Rauschreduzierung« im Menü testen.
- 4) Die Kombination von Punkt 2 und 3 testen.
- 5) Die kamerainternen Methoden mit der manuell durchgeführten Subtraktion eines Dunkelbildes vergleichen.
- 6) Die Zunahme des Rauschens bei ansteigender Belichtungsdauer vermessen

Eine sorgfältige Planung, Vorbereitung und Protokollierung ist daher ratsam, zumal nicht alle Einstellungen in den EXIF-Daten der Bilder festgehalten werden.

Abb. 4: Über die Dateigröße kann eine grobe Quantifizierung des Rauschens vorgenommen

werden, die in diesem Graphen dargestellt ist. Es ist zu erkennen, dass es bei der untersuchten Kamera ab ISO 800 dramatisch zunimmt, wobei insbesondere die Zunahme beim Wechsel von ISO 1600 auf ISO 3200 als eklatant zu bezeichnen ist.



41253 Quadratgrad *Himmel*

Ein Himmelspanorama mit hoher Auflösung

VON AXEL MELLINGER

Seit dem Siegeszug der Digitalfotografie kann die Montage von Einzelbildern zu einem 360°-Rundumpanorama bequem am eigenen Heimcomputer durchgeführt werden. Ein Himmelspanorama ist hingegen immer noch eine Herausforderung – angefangen bei der Wahl der Standorte über den Umgang mit den variablen atmosphärischen Bedingungen bis hin zur elektronischen Verarbeitung der enormen Datenmengen.

Vorgeschichte und Planung

In den Jahren 1997–2000 erstellte der Autor schon einmal ein Himmelspanorama [1]. Entsprechend den damaligen technischen Möglichkeiten wurden die Einzelbilder auf hochempfindlichen Kleinbildfilm aufgenommen, eingescannt, und schließlich am Computer zum Mosaik zusammengefügt. Dieses Bild wird mittlerweile zu Unterrichts- und Unterhaltungszwecken in zahlreichen Planetarien verwendet. Im Laufe der Jahre wurde deren Projektionstechnik stetig verbessert, so dass schließlich der Bedarf nach einem Himmelspanorama mit höherer Auflösung und höherem Dynamikumfang entstand.

Anders als beim filmbasierten Panorama, wurde das Projekt dieses Mal im Voraus genau geplant. Für die CCD-Kamera fiel die Wahl auf das Modell STL-11000 von SBIG, welches eine Sensorgröße von 36mm × 24mm aufweist, also die gleiche Fläche wie Kleinbildfilm. Ein kleine-



rer Chip wäre zwar kostengünstiger, würde jedoch mehr Einzelbilder erfordern. Umgekehrt steigen die Kosten für Kameras mit größeren Chips sehr schnell in »astronomische« Höhen. An die Kamera wurde ein Minolta MD 1,4/50mm-Objektiv adaptiert; ein Überbleibsel aus den Tagen der Analog-Fotografie. Auf f/4 abgeblendet war die Abbildungsqualität über die gesamte Chipfläche ausreichend.

Aus der Kombination von Objektivbrennweite und Chipgröße ergibt sich ein Gesichtsfeld von $40^\circ \times 27^\circ$, also 1080 Quadratgrad. Da der Himmel eine Gesamtfläche von 41253 Quadratgrad besitzt, benötigt man für ein komplettes Himmelspanorama rein rech-

nerisch mindestens 38 Felder. In der Praxis sind es allerdings knapp doppelt so viele, da benachbarte Felder sich natürlich überlappen müssen. Abb. 2 zeigt die berechnete Aufteilung des Himmels in 70 Einzelfelder.

Jedes Feld musste in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau fotografiert werden; darüber hinaus sollten zur Erweiterung des Dynamikbereichs drei verschiedene Belichtungszeiten (240s, 15s und 0,5s) verwendet werden. Schließlich wurden zur Verbesserung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses je fünf Aufnahmen gemittelt, so dass pro Feld 45 Einzelbilder angefertigt werden mussten. Dies geschah vollautomatisch mittels der Kamera-Software CCDSOft und einem

Abb. 1: Das Himmelspanorama in Miller-Projektion. Das Originalbild hat eine Größe von 648 Megapixel und zeigt Sterne bis zur 14. Größenklasse.

eigens hierfür entwickelten Skript. In einer zehnstündigen Nacht konnten damit fünf Felder ohne allzu großen Zeitdruck fotografiert werden.

Aufnahmeorte

Von Anfang an war klar, dass nur ein außerordentlich dunkler Nachthimmel Aufnahmen von akzeptabler Qualität ermög-

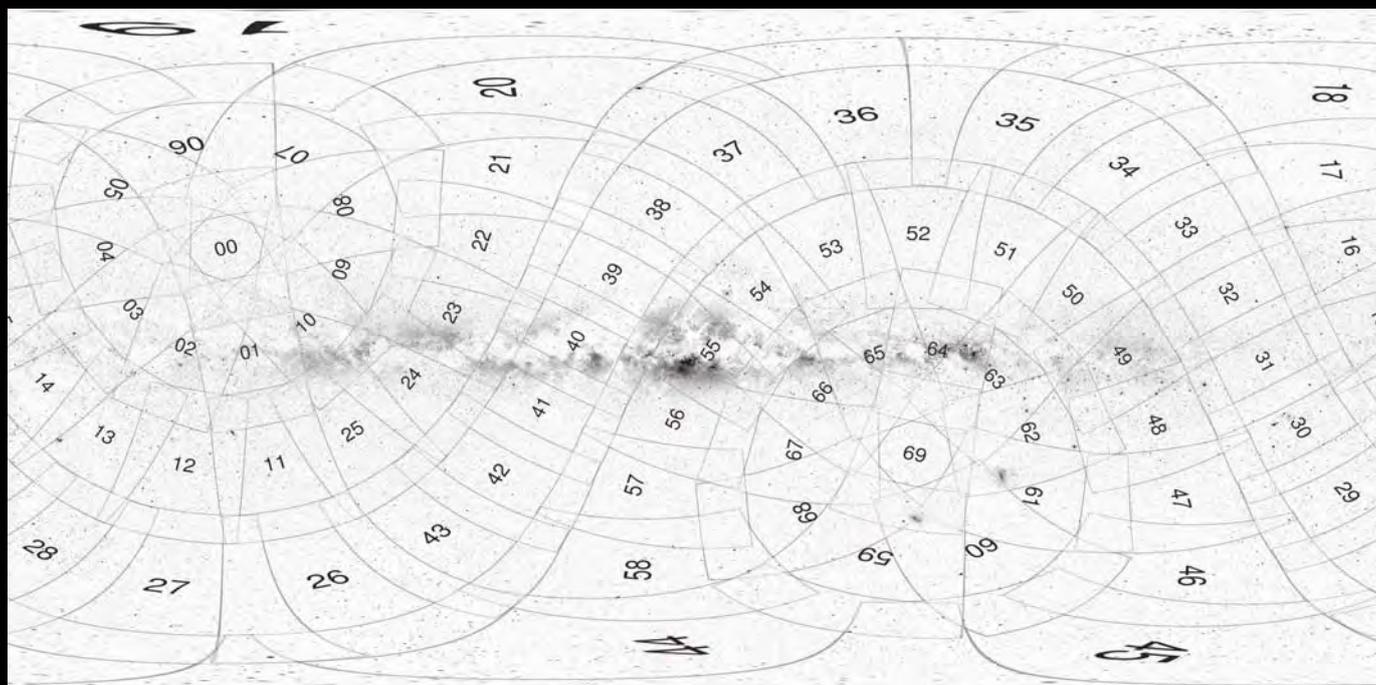


Abb. 2: Aufteilung des Himmels in 70 Felder zu je $40^\circ \times 27^\circ$. Durch die Zylinderprojektion erscheinen Felder in hohen galaktischen Breiten stark verzerrt.

lichen würde. Zum einen war es ein Ziel des neuen Himmelspanoramas, großflächige (und daher oft lichtschwache) Emissionsnebel und Dunkelwolken abzubilden, zum anderen führt Streulicht unweigerlich zu einem ungleichmäßigen Himmels hintergrund, der beim Zusammensetzen der Felder nur sehr schwer zu entfernen ist. Für die Südhimmelaufnahmen fiel die Wahl auf zwei Standorte in Südafrika, die dem Autor von früheren Reisen bereits bestens bekannt waren [2]: das Cederberg Observatory, eine Amateursternwarte ca. 250km nördlich von Kapstadt, sowie die Gästefarm Koornlandskloof

im Karoo-Hochland. Die Nordhimmel-Bilder wurden in den USA aufgenommen, da der Autor in der Zwischenzeit berufsbedingt nach Michigan umgezogen war. Die Bilder des Wintersternhimmels entstanden im Big Bend National Park im Südwesten des Bundesstaates Texas; für die noch fehlenden Felder des nördlichen Sommersternhimmels fand der Autor mit Hilfe der Lichtverschmutzungs-Karten von P. Cinzano (Abb. 3) eine dunklen Landstrich im nördlichen Michigan. An allen diesen Orten liegt die Qualität des Nachthimmels zwischen 1 und 2 auf der von John Bortle definierten Skala [3].

Bildbearbeitung

Datenreduktion

Aufgrund der großen Datenmengen (mehr als 3000 Einzelbilder im FITS-Format mit einem Speicherplatzbedarf von 70 Gigabyte) kam nur eine weitgehend automatisierte, Skript-gesteuerte Bearbeitung in Betracht. Die Datenverarbeitung wurde auf einem Linux-PC mit einem Intel Core2 Quad (Q9400) Prozessor und 16 Gigabyte Arbeitsspeicher implementiert.

Abzug von Dunkelbildern, Division durch Flat Fields: Dies sind die Grundschritte einer

Vom Panorama zum fotografischen Himmelsatlas

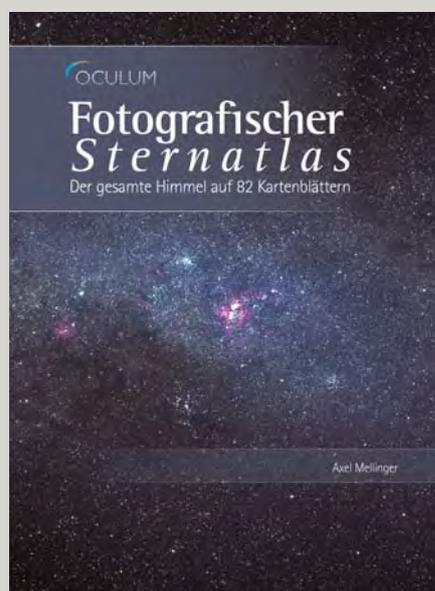
Der gesamte Himmel – digital und in hoher Auflösung im Computer: Da liegt es nahe, nicht nur an eine Milchstraßendarstellung zu denken. Tatsächlich lassen sich die Bilddaten des Mosaiks in jeder beliebigen Projektion und mit jedem beliebigen Bezugssystem anlegen. So entstand die Idee zu einem fotografischen Atlas des gesamten Himmels: Im August 2010 erscheint dieser fotografische Sternatlas in Buchform.

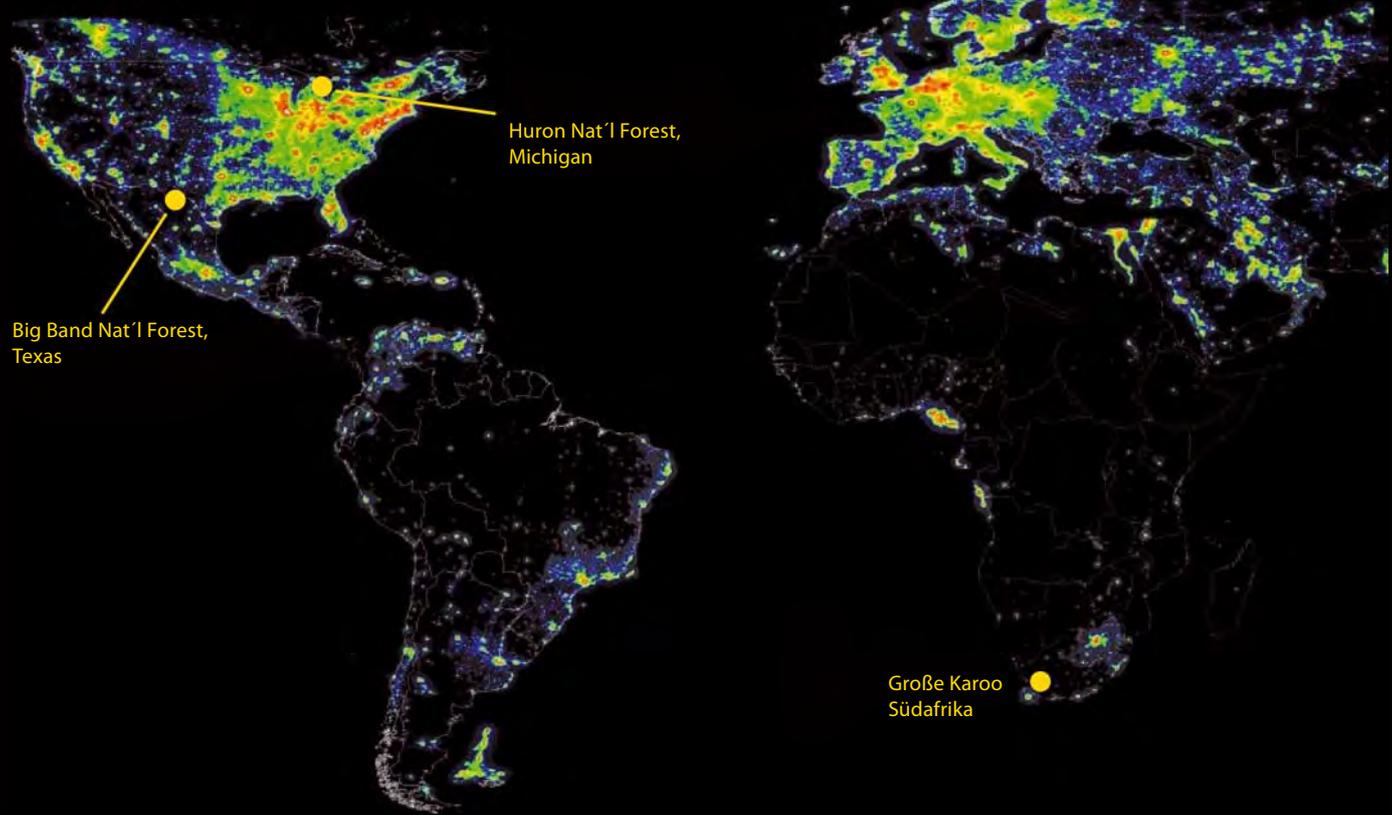
Auf 82 Kartenblättern im Maßstab 1° pro Zentimeter ist der gesamte Himmel abgebildet. Anders als bei bisher bekannten fotografischen Atlanten besteht dieses Werk nicht aus Einzelbildern, sondern wurde aus dem digitalen Mosaik in einer stereographischen Projektion gerechnet. Dies

garantiert eine gleich bleibende Bildqualität und Abbildungsmaßstab über den gesamten Himmel, die bisher von keinem fotografischen Himmelsatlas erreicht worden ist.

Jede Atlasseite ist auf einer Doppelseite zwei Mal dargestellt: Das Original enthält keine Markierungen, während eine kontrastverstärkte invertierte Version mehr als 1500 Deep-Sky-Objekte zeigt, die auf den Karten zu sehen sind. In Buchform präsentiert ist dies ein besonders eindrucksvolles Beispiel der Anwendungsmöglichkeiten dieses digitalen Astrofotografie-Projekts.

Fotografischer Sternatlas, Oculum-Verlag, 176 Seiten, 25cm \times 34cm, durchgehend farbig, Hardcover, ISBN 978-3-938469-42-2, August 2010, 39,90 €





P. CINZANO, F. FALCHI (UNIVERSITY OF PADOVA), C. D. ELWIDGE (NOAA NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, BOULDER). COPYRIGHT ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY. REPRODUKTION AUS MNRAS MIT ERLAUBNIS VON BLACKWELL SCIENCE.

Abb. 3: Weltkarte der Himmelselligkeit mit den Beobachtungsorten.

jeden CCD-Bildbearbeitung. Außerdem wurde eine geringe Nichtlinearität der CCD-Kamera korrigiert. Hierfür kam die hauptsächlich in der Wissenschaft zur Daten- und Bildbearbeitung verwendete Software IRAF (vgl. Surfipps) zum Einsatz.

Projektion in die Ebene

Bei der Abbildung des kugelförmigen Himmelsgewölbes auf eine ebene Fläche sind Verzerrungen unvermeidlich. Kartographen haben im Laufe der Jahrhunderte zahlreiche Projektionen entwickelt, die diese Verzerrungen zumindest für einen bestimmten Teil des Himmels minimieren. Die einzelnen Felder müssen im Computer auf die gewählte Kartenprojektion umgerechnet werden. Für terrestrische Panoramen gibt es hierzu mittlerweile eine große Auswahl an Programmen. Prinzipiell lassen sich diese auch in der Astrofotografie einsetzen, wie der französische Astrofotograf Serge Brunier mit seinem eigenen Himmelspanorama kürzlich unter Beweis stellte. Für das hier beschriebene Panorambild wurde allerdings der traditionelle astrometrische Weg beschritten: Mittels der am Pariser Institut für Astrophysik entwickelten AstrOmatic-Software sowie eigener Programme wurden im Ursprungsbild einige hundert Referenzsterne mit bekannten Koordinaten identifiziert, aus denen dann die Projektionsparameter berechnet und in den Vorspann der FITS-Dateien geschrieben wurden. In den so präparierten FITS-Dateien können dann von jedem Programm, das die Spezifikationen des so genannten »World Coordinate

System« (WCS) versteht, die Koordinaten eines jeden Bildpunkts in die Himmelskoordinaten Rektaszension und Deklination umgerechnet werden. Der letzte Schritt der astrometrischen Bearbeitung ist dann die Reprojektion der Einzelfelder in die endgültige Darstellung. Je nach Anwendung kann dies z.B. eine Hammer-Aitoff-Projektion oder eine Zylinderprojektion sein [5].

Korrektur des Hintergrunds

Das erste, aus den Einzelbildern zusammengesetzte Himmelspanorama sah eher enttäuschend aus (Abb. 4). Man erkennt deutliche Unterschiede in der Intensität des Hintergrunds. Um dies zu verstehen, muss man wissen, dass sich der Himmelshintergrund aus verschiedenen Quellen zusammensetzt [5]:

- **terrestrische Quellen:** Hierzu zählen die künstliche Lichtverschmutzung ebenso wie das natürliche Airglow (ein Rekombinationsleuchten in der Ionosphäre) und die Rayleigh-Streuung von Sternlicht. Die ersten beiden Quellen sind zeitlich und räumlich stark variabel.
- **interplanetarer Staub:** Wenn die Ekliptik in den Morgen- oder Abendstunden zu bestimmten Jahreszeiten steil über den Horizont ansteigt, kann man dort eine – je nach Qualität des Nachthimmels mehr oder weniger ausgeprägte – pyramidenförmige Leuchterscheinung, das so genannte Zodiaklicht erkennen. Auf Weitwinkelaufnahmen kann es sehr störende Helligkeitsgradienten verursachen.

- **galaktische und extragalaktische Quellen:** Hierunter fällt zunächst einmal das diffuse Licht der zahllosen Hintergrundsterne, die aufgrund ihrer Lichtschwäche zwar nicht mehr als Einzelobjekte abgebildet werden, in ihrer Gesamtheit jedoch ein diffuses Licht erzeugen, das zum galaktischen Äquator hin an Intensität zunimmt. Geringere Beiträge liefern die Streuung von Sternenlicht an intergalaktischem Staub und ferne, nicht aufgelöste Hintergrundgalaxien.

Die ersten beiden aufgelisteten Beiträge sind in einem Panorambild der Milchstraße unerwünscht, während das galaktische und extragalaktische Hintergrundlicht idealerweise im Bild enthalten sein sollte. Leider sieht man einem von der CCD-Kamera eingefangenen Photon seinen Ursprung nicht an. Glücklicherweise liefert die Raumsonden-gestützte Astronomie hier einen Ausweg: Die in den 1970er Jahren gestarteten Raumsonden Pioneer 10 und 11 erstellten auf ihrem Weg zum Planeten Jupiter quasi als Nebenprodukt eine Himmelsdurchmusterung. Diese Daten sind frei von irdischen Einflüssen und auch das Zodiaklicht war ab einem Sonnenabstand von mehr als drei Astronomischen Einheiten vernachlässigbar [6]. Zur Hintergrundkorrektur wurden die Pioneer-Aufnahmen von den eigenen CCD-Bildern subtrahiert. Als nächstes wurden alle Punktlichtquellen mittels eines starken Medianfilters eliminiert. Das Resultat war ein Bild, welches nur noch den terrestrischen und interplanetarischen Hintergrund

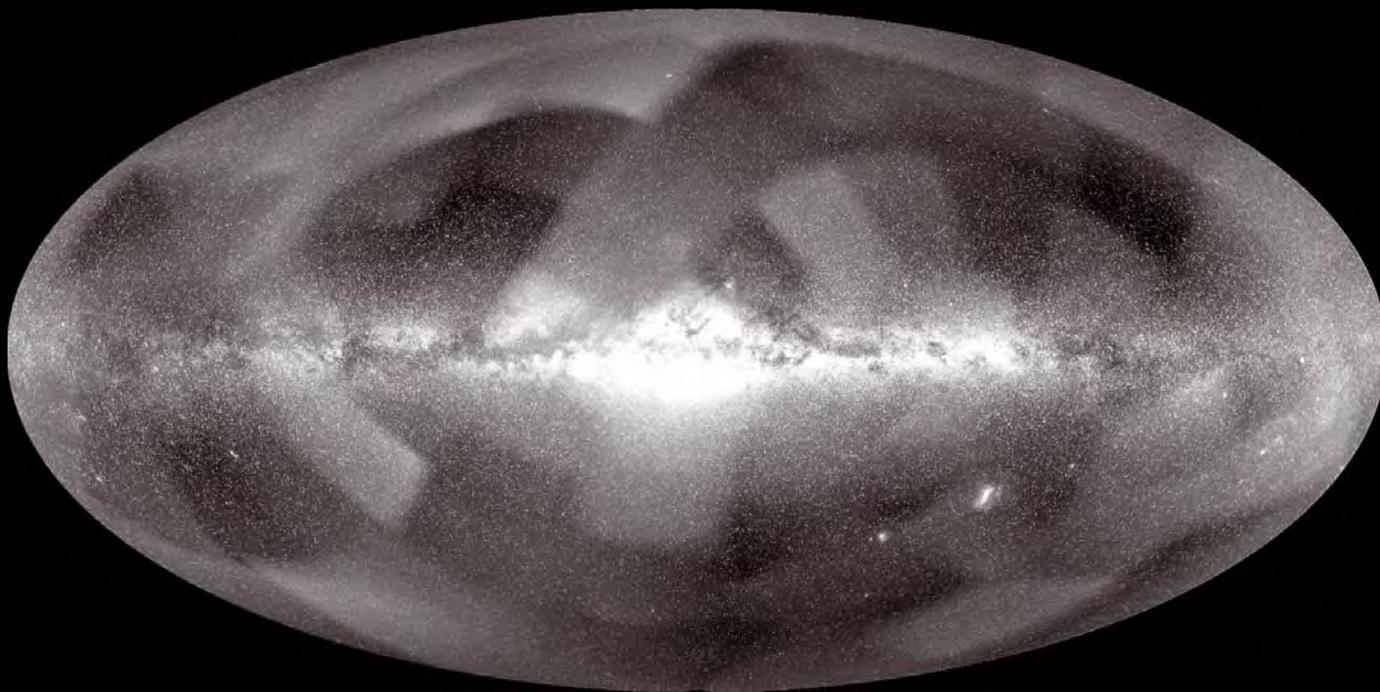


Abb. 4: Mosaik aus den Aufnahmen des roten Farbkanals, ohne Hintergrundkorrektur. Man erkennt deutliche Unterschiede im Hintergrund der Einzelbilder sowie Helligkeitsgradienten.

grund enthält und von den ursprünglichen Bilddaten abgezogen wurde.

Das Resultat

Das Ergebnis der beschriebenen Schritte ist ein Panoramabild (Abb. 5), welches das Leuchten der galaktischen Hintergrundsterne sowie großflächige Dunkelwolken detailgetreu darstellt [7]. Der Bildmaßstab beträgt 36"/Pixel, was einer Bildgröße von 36000×18000 Bildpunkten entspricht. Um den großen Dynamikumfang von ca. 18 Bit zu erhalten, wird jeder Bildpunkt durch eine 32 Bit-Gleitkommazahl dargestellt, so dass der Speicherbedarf stattliche 7,8 Gigabyte beträgt. Für die Bildschirmwiedergabe oder den Druck existieren TIFF- und JPEG-Versionen, die aber immer noch knapp 2 Gigabyte Arbeitsspeicher belegen. Da nicht jedermann einen Rechner besitzt, mit dem sich solch große Bilder betrachten lassen (ganz abgesehen von der gewaltigen Datenmenge, die per Internet übertragen werden müsste), wurde eine zoombare Version entwickelt, die nur die Daten des gerade betrachteten Bildausschnitts

an den Webbrowser des Betrachters überträgt. Aufgrund der hohen Auflösung und des Dynamikumfangs eignet sich das Bild gut für die kommende Generation der in Planetarien verwendeten Projektionssysteme. Aber auch für Forschungszwecke, z.B. Untersuchungen der Nachthimmelselligkeit [8], können die photometrischen Informationen wertvoll sein.

Bemerkenswertes

Natürlich geht bei solch einem zweijährigen Projekt nicht alles glatt. Zu den eher skurrilen Ereignissen gehörte ein von einem Hausschwein angenagtes USB-Kabel. Oft spielte das Wetter nicht mit; mehrere Aufnahmen mussten wiederholt werden, da während der Belichtung Wolken oder Nebel aufzogen. Unerwartet waren auch die zahlreichen, ziemlich genau 1° langen Strichspuren in zahlreichen 4min-Belichtungen der Äquatorregion, die Anfang April 2008 in Südafrika entstanden. Es handelt sich hierbei um geosynchrone Satelliten, die zu dieser Jahreszeit mit ihrer Oberfläche das Sonnenlicht in Richtung Südhalbkugel reflektieren, und dadurch jede Nacht für einige Minuten um mehrere Größenklassen heller werden. Um diese Artefakte zu beseitigen, half es teilweise, aus den Einzelbildern den Median anstelle des arithmetischen Mittels zu berechnen, da der Median durch einen nur in einem einzigen Bild vorhandenen »Ausreißer« nicht beeinflusst wird.

Das Bild enthält naturgemäß nicht nur galaktische und extragalaktische Objekte,

Abb. 5: Das fertige Mosaikbild. Oben: ▶ der gesamte Himmel in Hammer-Aitoff-Projektion. Mitte: vergrößerter Ausschnitt des Zentralbereichs der Milchstraße. Unten: die Region um Antares im Skorpion in voller Auflösung

sondern auch einige im Sonnensystem beheimatete Körper. Die großen Planeten konnten durch geschickte Wahl der Aufnahmezeitpunkte vermieden werden; im Bild enthalten sind jedoch die lichtschwächeren Planeten Uranus und Neptun sowie eine Reihe von Asteroiden und Kometen.

- [1] Mellinger, A.: Die Milchstraße im Computer: Entstehung eines Himmelspanoramas, SuW 2–3/2000, 174 (2000)
- [2] Mellinger, A.: Abenteuer südlich des Wendekreises, interstellarum 53, 46 (2007)
- [3] Bortle, J. E.: Introducing the Bortle Dark-Sky Scale, Sky & Telescope 101, 126 (2001)
- [4] Calabretta, M. R., Greisen, E. W.: Representations of celestial coordinates in FITS, Astron. Astrophys. 395, 1077 (2002)
- [5] Leinert, C. et al.: The 1997 reference of diffuse night sky brightness, Astron. Astrophys. Suppl. 1, 127 (1998)
- [6] Gordon, K. D., Witt, A. N., Friedmann, B. C.: Detection of Extended Red Emission in the Diffuse Interstellar Medium, Astrophys. J. 498, 522 (1998)
- [7] Mellinger, A.: A Color All-Sky Panorama Image of the Milky Way, PASP 121, 1180 (2009)
- [8] Durisocoe, D. M., Luginbuhl, C. B., Moore, C. A.: Measuring Night-Sky Brightness with a Wide-Field CCD Camera, PASP 119, 192 (2007)

Surftipps

Digitales Milchstraßenpanorama:

home.arcor.de/axel.mellinger/Image_Reduction_and_Analysis

Facility: www.iraf.net

Himmelspanorama von Serge Brunier:

www.sergebrunier.com/gallerie/pleinciel/index-eng.html

AstrOmatic Software: astromatic.iap.fr



Abb. 1: Venus und Merkur am Abendhimmel des 1., 6., 8. und 10.4.2010. Digitalfoto, 200mm-Teleobjektiv, Canon 5D Mark II, ISO 400, je 1s. *Rainer Sparenberg*



Zwei Abendsterne im April



**Abb. 2: Die schmale
Mondsichel bei Venus am
16.4.2010.**

a) Digitalfoto, 20:59 MESZ, 55mm-Objektiv bei $f/16$, Canon EOS 1000D, ISO 400, 3,2s. *Andreas Schnabel*

b) Digitalfoto, 21:20 MESZ, 200mm-Teleobjektiv bei $f/2,8$, Canon EOS 40D, ISO 800, 2s. *Jörg Kopplin*



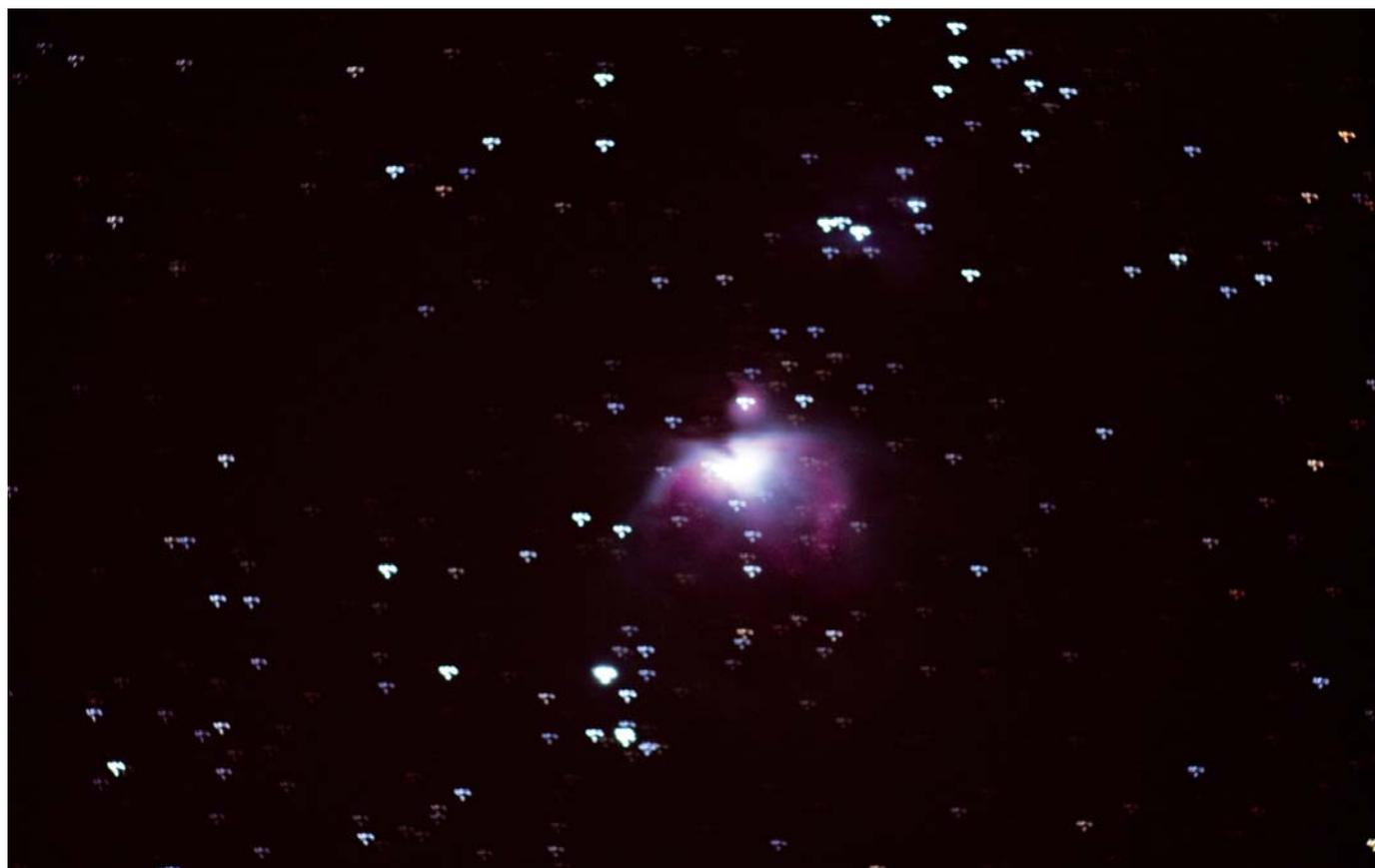
Abb. 3: Enge Begegnung zwischen Mond und Venus am Taghimmel des 16.5.2010. Digitalfoto, 12:10 MESZ, 7"-Refraktor bei 1600mm, Pentax K7, ISO 100. *Bernd Flach-Wilken*

First Light

Maßnahmen gegen den Stern-Tatterich

VON STEFAN SEIP

Abb. 1: Die Originalaufnahme des Orionnebels zeigt, dass die Wahl einer kürzeren Aufnahmebrennweite richtig war: Der Nebel passt mit etwas Umfeld bequem in den Bildausschnitt hinein. ▼



Der Große Orionnebel (M 42) ist bei Astrofotografen sehr beliebt, weil er vergleichsweise hell und groß ist. Jochen Becker dachte vermutlich das gleiche und nahm ihn ins Visier. Das Ergebnis zeigt die Abb. 1. Für die Aufnahme verwendet wurde ein ED-Refraktor mit 80mm Öffnung und 545mm Brennweite, also ein Öffnungsverhältnis von $f/6,8$. Daran angeschlossen war eine digitale Spiegelreflexkamera vom Typ Canon EOS 40D, die nicht zu Astrozwecken modifiziert wurde, den Infrarot-Sperrfilter vor dem Sensor also noch enthält. Belichtet wurde eine einzige Aufnahme 190 Sekunden lang bei ISO 400.

Das Foto bietet viel Raum für Verbesserungen. Dennoch möchte ich nicht versäumen, auch die positiven Aspekte hervorzuheben: Zunächst halte ich die Wahl der Ausrüstung für gelungen. Ein

relativ kurzbrennweites Instrument mit vergleichsweise »schnellem« Öffnungsverhältnis ist ein guter Start in die Deep-Sky-Fotografie, weil die Problematik der exakten Nachführung und Nachführkontrolle bei moderaten Brennweiten und kurzen Belichtungszeiten leichter beherrschbar ist. Auch die Unkompliziertheit einer DSLR-Kamera trägt dazu bei, das erste Erfolgserlebnis in greifbare Nähe zu rücken. Des Weiteren ist bemerkenswert, dass die Kamera im Serienzustand doch große Anteile der rot leuchtenden Nebelregionen erfasst hat und auf dem Original sogar der Reflexionsnebel NGC 1973/5/7 sowie schwach die Ausläufer der »Schwingen« zu sehen sind, die den Nebelkomplex als geschlossene Blase erscheinen lassen.

Der genaue Blick (Abb. 2) offenbart hingegen ein Problem: Alle Sterne haben

einen auffallenden »Tatterich« und sind zu abenteuerlich aussehenden Gebilden mutiert. Bevor andere Tipps zur Verbesserung des Resultats Aussicht auf Erfolg haben können, ist es zuvorderst notwendig, dass Aufnahmen ohne verzitterte Sterne gelingen. Potenzielle Gründe dafür, warum Sterne nicht punktförmig abgebildet werden, gibt es wahrlich zur Genüge. Es gilt, die wahre Ursache zu finden und abzustellen.

Über eine mögliche Ursache spekuliert der Bildautor in seiner Bildbeschreibung selbst, indem er schreibt, dass die Montierung, eine parallaktische Montierung deutscher Bauart, nicht korrekt eingeordnet werden konnte und die Stundenachse vermutlich zu flach gestanden habe. Vermutlich waren der Himmelspol und der Polarstern vom Beobachtungsort aus nicht zu sehen. Zwar gehört eine korrekt



Abb. 2: Alle Sterne sind bei genauer Betrachtung »vervierfacht«. Der Grund für diese Erscheinung muss gefunden und abgestellt werden, bevor weitere Schritte zur Bildverbesserung angegangen werden können. Durch Bildverarbeitung ist in diesem Fall nichts mehr zu retten.

eingenordete Montierung zu den wichtigen Dingen der Deep-Sky-Astrofotografie, dennoch ist hierin die Ursache für die verwischten Sterne nicht zu finden, weil dadurch allenfalls strichförmige Sterne entstehen würden, während das Bild eine Art »Vervielfachung« der Sterne aufweist. Wird während der Belichtungszeit eine Nachführkontrolle (»Guiding«) ausgeübt, würde eine Bildfelddrehung um den verwendeten Leitstern auftreten, wenn die Montierung nicht richtig aufgestellt ist, ohne Guiding eine Drehung um den fälschlicherweise als Himmelspol anvisierten Punkt.

Es gibt jedoch noch weitere mögliche Fehlerquellen:

1. Nervöse Nachführkontrolle

Wenn ein Autoguiding die Nachführkontrolle übernimmt, kann es bei falschen Einstellungen des Guiders vorkommen, dass dieser das Abweichen des Leitsterns von der Sollposition überkorrigiert, was im nächsten Guiding-Schritt wiederum zu überzogenen Ausgleichsreaktionen führt. Dann pendelt der Leitstern »nervös« um seine Sollposition herum, ohne zur Ruhe zu kommen. In so einem Fall müssen die Einstellungen des Guiders überprüft und verändert werden, beispielsweise die Absenkung der »Aggressivität«, mit der der Autoguiding zu Werke geht.



Abb. 3: Ein vielfach unterschätztes Problem sind wackelige Bodenplatten, die sich minimal bewegen, wenn man sie betritt. Mit dem bloßen Auge ist das nicht zu erkennen, aber Astrofotos, die währenddessen belichtet werden, zeigen verzitterte Sterne.

2. Mechanisches Spiel

Selbstverständlich müssen alle Verbindungsstellen, also etwa Stativ/Montierung, Montierung/Fernrohr und Fernrohr/Kamera, fest und spielfrei ein. Alle Schrauben müssen fest (nicht zu fest!) angezogen und die Verbindungsstellen mechanisch einwandfrei ausgeführt sein. Bereits eine einzige Schwachstelle kann zu Verwacklungen führen, ausgelöst etwa durch eine Windböe. Im vorliegenden Fall jedoch halte ich eine solche Ursache für nicht sehr wahrscheinlich, weil die Sterne innerhalb der relativ kurzen Belichtungszeit mehrere unterschiedliche Positionen eingenommen haben.

3. Vibrationen

Hier sehe ich den wahrscheinlichsten Grund für den »Stern-Tatterich« und erhalte sogleich in der Bildbeschreibung von Herrn Becker einen Hinweis, denn dort heißt es »Bild wurde vom Balkon aus aufgenommen«. Viele Balkone weisen eine für Deep-Sky-Fotos nicht ausreichende Stabilität auf und geraten in leichte Schwingung, wenn man sie nur betritt. Testen können Sie das, wenn Sie bei sehr hoher Vergrößerung einen Stern im Okular anschauen, während eine zweite Testperson am Fernrohr vorbei läuft. Sind Schwingungen im Okular zu sehen, ist der Verdacht bestätigt. Manchmal reicht es aus, sich während der Belichtung ruhig zu verhalten, um die Schwingungen zu vermeiden. Verursachen bereits vorbeifahrende LKW entsprechende Vibrationen, hilft nur der Griff zu einer kürzeren Brennweite oder gleich die Suche nach einem anderen

Standort. Selbst baulich stabile Konstruktionen und Terrassen sind nicht unproblematisch, wenn Gehwegplatten verlegt sind. Diese liegen oft auf einer Schicht aus Sand nur auf oder lockern sich im Laufe der Zeit aus ihrer Fixierung. Belastet man eine solche Platte durch sein Körpergewicht, kann es vorkommen, dass zumindest diese Platte, manchmal sogar auch benachbarte Platten, in Bewegung geraten. Ob und in welchem Maß das der Fall ist, kann durch den oben beschriebenen Test ebenfalls herausgefunden werden. Gibt es an dieser Stelle Probleme, dann sollten Sie sich während der Belichtungszeiten möglichst weit entfernt vom Teleskop aufhalten. Nachhaltiger wäre freilich die Fixierung der Gehwegplatten oder die Errichtung einer fest verankerten Betonsäule als Basis für die Montierung.

Erst wenn die Entstehung der verwackelten Sterne ursächlich geklärt und abgestellt wurde, lohnen die nächsten Schritte. Zum einen muss mehr Belichtungszeit investiert werden, um das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern. Eine Netto-Gesamtbelichtungszeit des Orionnebels mit der eingesetzten Kombination könnte bei mindestens einer Stunde liegen. Diese Zeit wird aufgeteilt in mehrere kürzer belichtete Fotos, die später zum fertigen Bild miteinander verrechnet werden. Einige besonders kurz belichtete Aufnahmen sollten zudem angefertigt werden, auf denen das Zentrum des Nebels nicht ausgebrannt ist. Zum anderen würde eine Kalibrierung der Aufnahmen mit Dunkel- und Hellfeldbildern das Projekt abrunden.

Beobachtungen

Leser beobachten

NEU

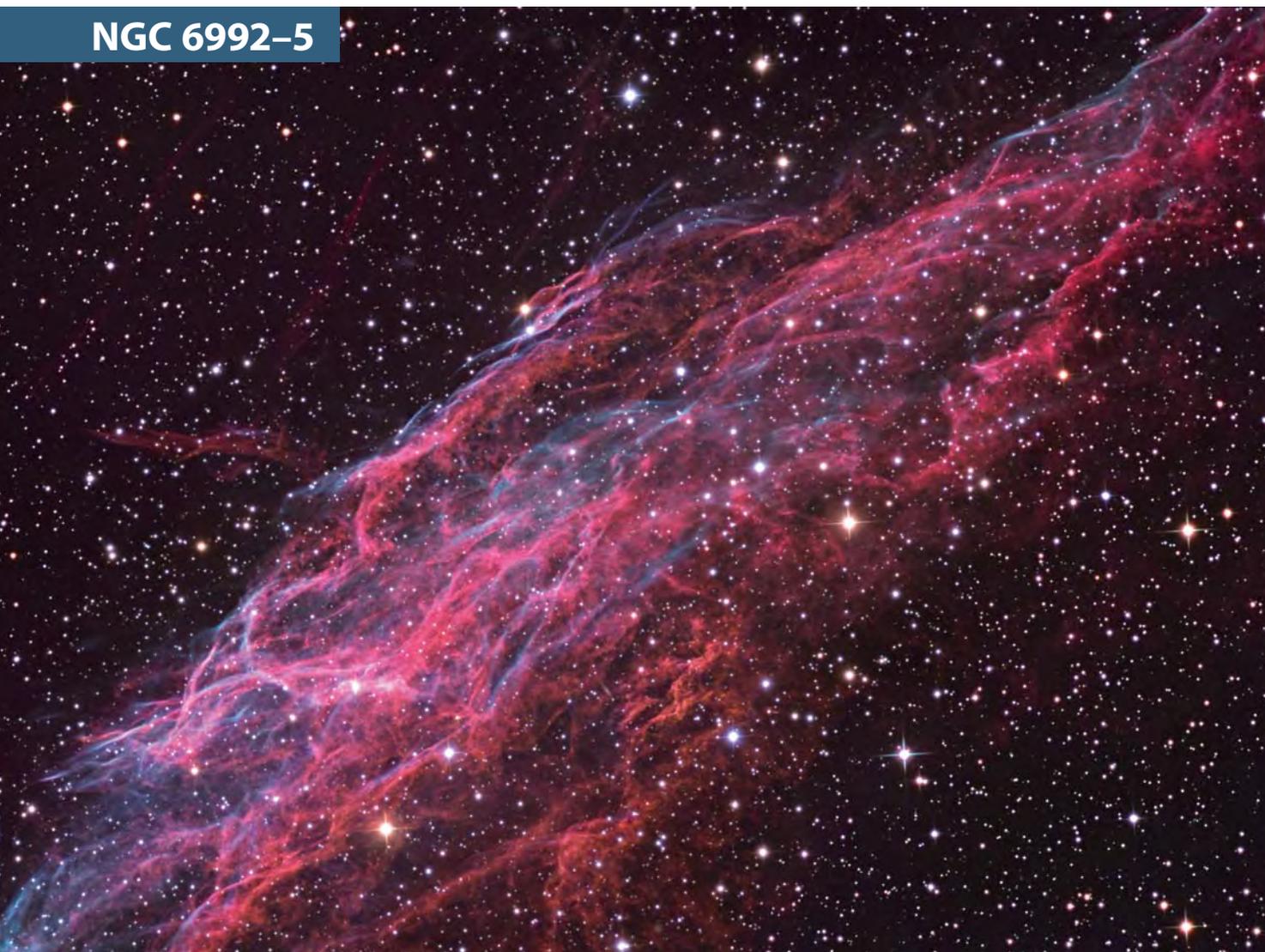
Die Objekte der Saison: Leser beobachten. Ziel dieses interaktiven Projekts ist es, Beschreibungen, Zeichnungen, Fotos und CCD-Bilder von Deep-Sky-Objekten zusammenzuführen.

- Beobachtungen einsenden: www.interstellarum.de/ods.asp
- Alle Ergebnisse: www.interstellarum.de/ods-galerie.asp
- Liste behandelter Objekte: www.interstellarum.de/ods.asp?Anzahl=alle&Maske=1

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 72, Okt./Nov. 2010	NGC 869	Per	02 ^h 19,0 ^{min}	+57° 09'	20.7.2010
Vorstellung: Nr. 66	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
Vorstellung: Nr. 67	M 78	Ori	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
Vorstellung: Nr. 68	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
Vorstellung: Nr. 69	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
Vorstellung: Nr. 70	NGC 6369	Oph	17 ^h 29,3 ^{min}	-23° 45'	
Nr. 77, Aug./Sep. 2011	M 15	Peg	21 ^h 30,0 ^{min}	+12° 10'	20.5.2011
Vorstellung: S. 28	M 11	Sct	18 ^h 51,1 ^{min}	-06° 16'	

NGC 6992-5



CCD-Aufnahme, 24"-Hypergraph bei 4940mm, STL-11000M, 12×15min (L), 8×15min (Ha), 5×15min (R), 4×15min (G), 4×15min (B), LRGB+Ha-6nm-Astronomik-Filter, Aufnahme per Remote-Steuerung aus Deutschland, das Teleskop ist auf der Insel Kreta stationiert.
Stefan Binnewies, Josef Pöpsel

NGC 6992–5

10x50-Fernglas: Bortle 3–4; erstaunlich einfach, hakenförmig. *Uwe Pilz*

10x50-Fernglas: fst 5^m7; eindeutig direkt als schwacher, aber großer, leicht gebogener Nebel erkennbar. *Kay Hempel*

10x50-Fernglas: fst 6^m0; bei einigermaßen guten Sichtverhältnissen auf jeden Fall zu sehen. Dabei ist kein Filter notwendig. Der östliche Bogen des Cirrusnebels ist leicht sichtbar und erscheint als etwa 1° langes Kreisbogenstück ohne weitere Details. Der gedachte Kreis zum Bogen hat etwa 1,2° Durchmesser, wobei der Nebelbogen etwa 120° bis 150° des Kreisumfangs ausfüllt. Bei guter Sicht ist der Bogen beim Durchmusteren des Sternfelds auffallend durch Form und Größe. *Wolfgang Vollmann*

50/540-Refraktor: fst 6^m2; Nebel ist direkt als feine Sichel sichtbar. In der Mitte sehr dünn und schwach. An den Enden breiter auslaufend. Ohne Filter nicht sichtbar. [OIII]; 17x. *Michael Zschech*

200/1200-Newton: fst 6^m6; der östliche Teil des Nebelkomplexes ist auch schon ohne Filter direkt sichtbar. Am besten sticht der Nebel aber unter Verwendung eines [OIII]-Filters hervor. Dann sind zahlreiche helle und schwächere Nebelfilamente erkennbar, die mitunter faserig und unterschiedlich lang erscheinen und über das gesamte Okularsichtsfeld verteilt sind. Der südliche Teil (NGC 6995) erscheint deutlich strukturiert, leicht fächerförmig und von der Helligkeit etwas schwächer. Ein herrlicher Anblick. [OIII]; 38x. *Andreas Schnabel*

250/1250-Newton: fst 5^m5; bei mäßigen Bedingungen ohne Filter nicht sichtbar. Mit UHC ist der Nebel leicht zu sehen und mit [OIII]-Filter wirkt der Cirrus-Nebel bei guten Bedingungen wie ausgestanzt. NGC 6992-5 erscheint als sehr heller großer Nebelbogen mit feinen Filamenten. Der hellste Bereich liegt in der ersten Nebelhälfte. Eine auffällige Lücke liegt vor dem abschließenden Nebelteil IC 1340, der eine Kammstruktur

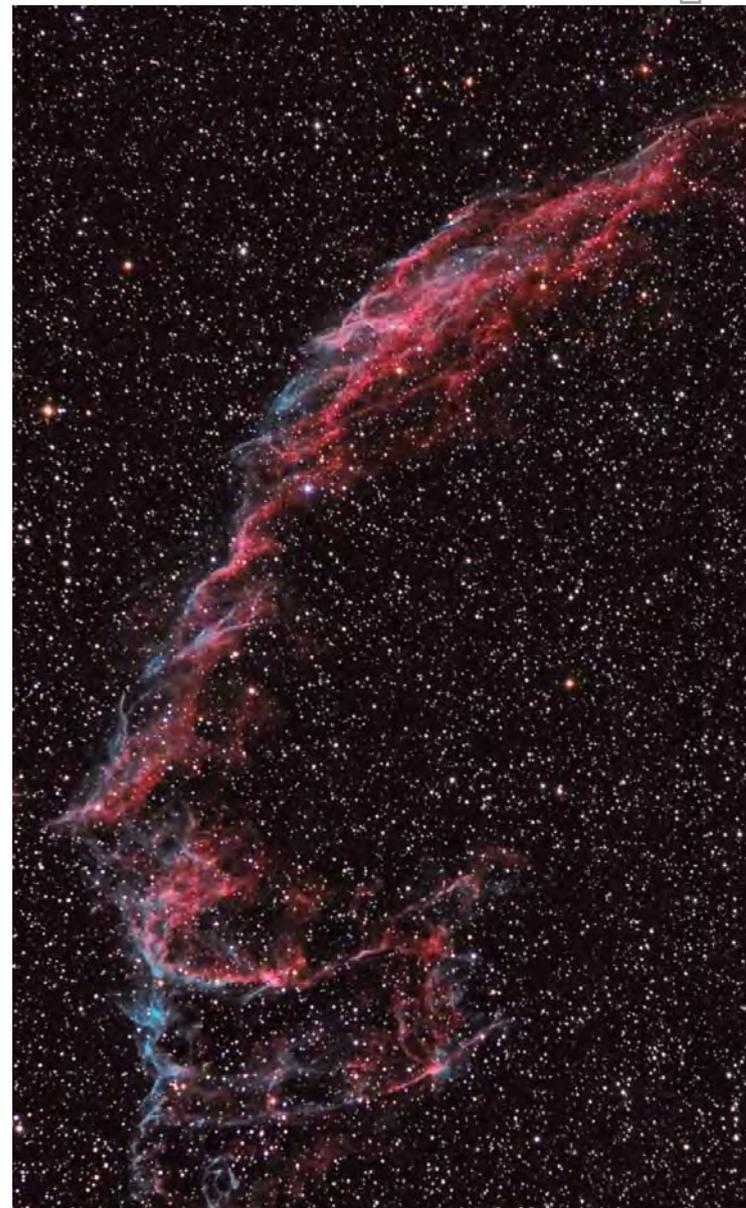
mit deutlichen zwei Zinken aufweist. [OIII]; 42x. *Frank Lange*

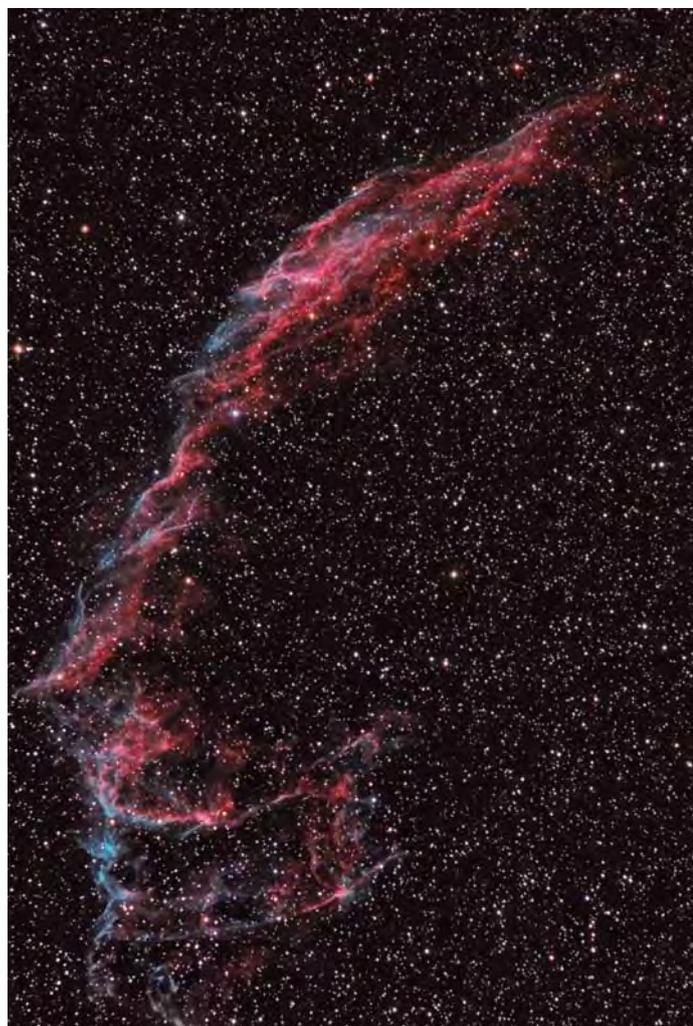
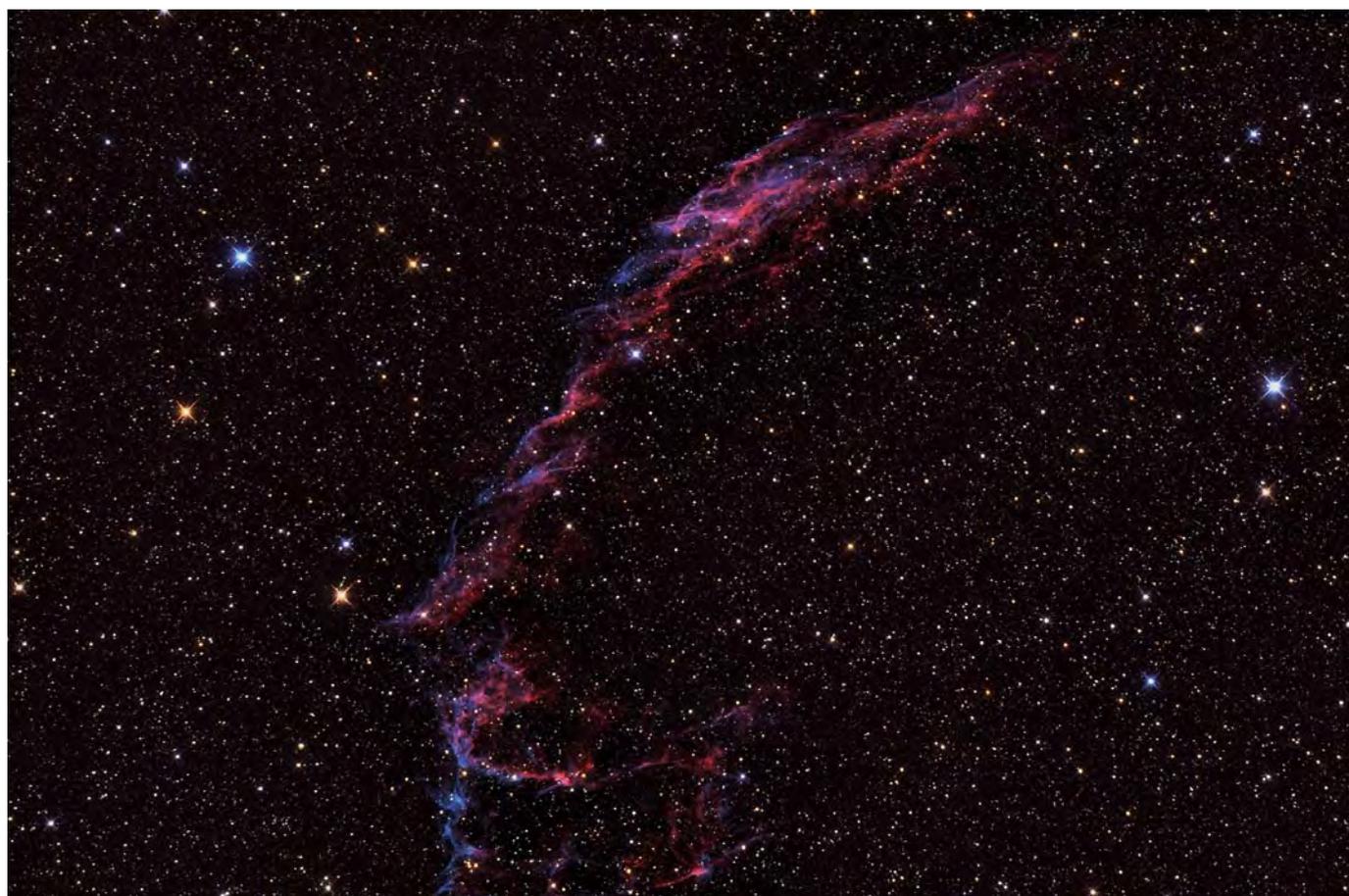
254/1270-Newton: Bortle 4; das ganze Objekt ist auch ohne [OIII]-Filter sofort direkt und indirekt erkennbar. Mit dem Filter füllt der Supernovarest das Okular von Süd nach Nord komplett aus und ist ganz klar und deutlich sichtbar. Der Nebel ist im südlichen Teil (NGC 6695) sehr hell und endet fast rechtwinklig. Drei Filamente laufen Richtung Westen, im Süden liegt eine Bucht und die Filamente zerfasern fein in die Schwärze des Hintergrunds. Die hellste Stelle des ganzen Objekts befindet sich jedoch im nördlichen Teil (NGC 6992), der ganz fein zerfasert erscheint. Hellere und dunklere »Banden« verlaufen in südöstlicher Richtung. [OIII]; 49x. *Hans-Georg Purucker*

254/1600-SCT: fst 5^m5; eine Wucht mit [OIII]-Filter. Ohne diesen Filter sind nur die hellsten Teile erkennbar. Sehr viele Strukturen, schwer zu beschreiben. Erstreckt sich über mehrere Gesichtsfelder. 61x. *Johannes Kahr*

CCD-Aufnahme, 16"-Hypergraph bei 3200mm, STL-6303, 4x10min (L), 3x10min (R), 3x10min (G), 5x10min (B), 5x10min ([OIII]), Baader RGB + [OIII]-Filter. *Bernd Flach-Wilken*

Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 8x10min (L), 19x10min (UHC), Astronomik UHC-Filter. *Siegfried Kohlert*

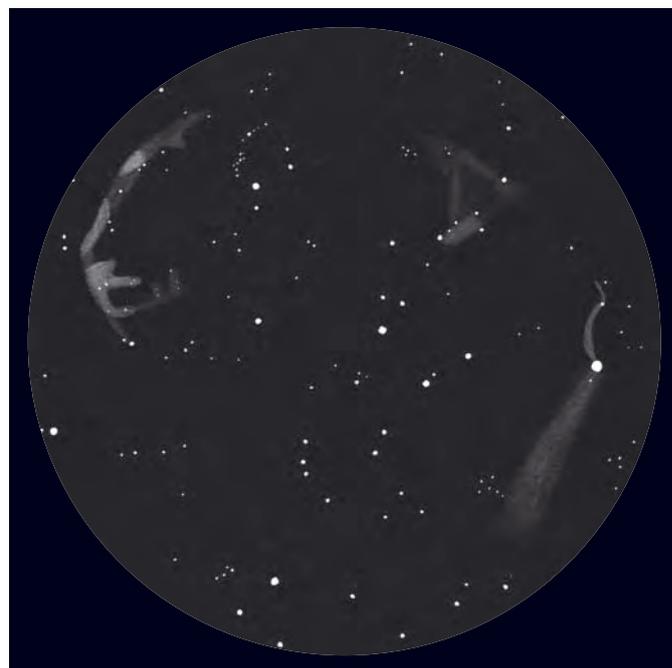




▲ **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 900mm, Canon EOS 350Da, ISO 1600, 30x5min. *Peter Warkus*

◀ **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 8x10min (L), 19x10min (UHC), Astronomik UHC-Filter. *Siegfried Kohlert*

Zeichnung, 20x125-Fernglas: fst 6^m+. *Uwe Glahn*



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

NGC 6940

bloßes Auge: Bortle 2; Sichtung unsicher. *Uwe Pilz*

8x30-Fernglas: fst 5^m5; vier Sterne, die einen Rhombus bilden, sind direkt, dazu viele weitere nur beim indirekten Sehen erkennbar. Größe etwa 0,5°. *Kay Hempel*

50/540-Refraktor: fst 6^m2; Sternhaufen hebt sich deutlich vom Hintergrund ab. Sehr dichter und sternreicher Haufen, der nicht voll aufgelöst werden kann. Aus der leicht ovalen nebligen Scheibe blitzen nur einige Sterne auf. 17x. *Michael Zschech*

76/700-Newton: fst 5^m5; wird vollständig aufgelöst. Ca. 45 Sterne verschiedener Helligkeit sind gut zu erkennen. Der Haufen wirkt wenig auffällig. Gleichmäßige Verteilung der Sterne mit geringer Verdichtung im Zentrum. 35x. *Stefan Westphal*

80/400-Refraktor: fst 5^m0; Lichtverschmutzung in Richtung Stadt führt bei dem an sich sehr klaren Himmel zu einer Aufhellung des Hintergrunds, so dass sich bei 21x (Austrittspupille 3,8mm) der Sternhaufen als helles Wölkchen zeigt. Bei 50x (AP 1,6mm) ist der

Himmelshintergrund dunkler und es können viele Sterne aufgelöst werden. 50x. *Stefan Deichsel*

130/1040-Refraktor: fst 6^m5; ein sehr eindrucksvoller Sternhaufen, der besser bei 35x als bei 70x zu sehen ist. Er ist eine riesige Wolke (20') aus vielen Sternen (50 bis 60 etwa), die alle um die 10^m-11^m hell sind. Die Sterne ordnen sich grob in zwei Sternketten etwa Ost-West ausgerichtet an. Dazwischen ist ein sternarmes, relativ dunkles Band zu sehen. Ein schönes Objekt! 35x. *Wolfgang Vollmann*

254/1270-Newton: Bortle 4; der Sternhaufen füllt das ganze Gesichtsfeld (ca. 1,4°) aus und ist gesprenkelt mit sehr vielen Sternen. Ins Auge fällt sofort ein heller roter Stern nahe dem Zentrum des Haufens. Südlich davon ist eine etwas hellere Sternkette; nördlich des Zentrums ein Gebiet aus mehreren Sternen, im Westen breiter, nach Osten zu schmaler werdend. Bei höherer Vergrößerung tauchen immer schwächere Mitglieder des Sternhaufens auf, der rote Stern im Zentrum ist nicht mehr so auffällig. 49x, 75x. *Hans-Georg Purucker*

NGC 6940



Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 50x3min. *Siegfried Kohlert*

Astrofotos unserer Leser



Nebensonnen kurz vor den Polartagen in der Nähe des kleinen Dorfes

Bleik auf dem Berg Trolltinden (436m) auf der Insel Andøy (Norwegen). Unterhalb der echten Sonne sieht man die für Papageientaucher berühmte Insel Puffin-Inland. Digitalfoto, 10.5.2010, 20:19 MESZ, Canon 1000D, ISO 100, 3/1000s. *Christoph Kölbl*



Venus und die Plejaden mit Zodiakallicht, aufgenommen von La Palma aus. Digitalfoto, 10.4.2010, 21:48 MEZ, 18mm-Weitwinkelobjektiv, Canon 450D, 18s. *Norbert Mrozek*

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt durch Interstellarum

Die selten fotografierte ►
Galaxie NGC 6015. CCD-
 Aufnahme, 22.4.2010, 23:00
 MEZ, 10"-Refraktor bei
 2500mm, SBIG ST-10XME,
 40×10min (L), 10×10min (je
 RGB). *Wolfgang Kloehr*



▲ Die »Antennen« **NGC 4038-9.** CCD-Aufnahme, 12"-Astrograph bei 1137mm, FLI ML 8300, 6×10min (L), 4×10min (R), 3×10min (G), 4×10min (B). *Gerald Rhemann*

Der Rosettennebel mit ►
feinen dunklen Globulen.
 Digitalfoto, 7.3.2010, 8"-New-
 ton bei 920mm, Canon
 40Da, ISO 800, 20×10min
 (H α), 11×10min, Baader Ha-
 7nm-Filter. *Siegfried Kohlert*



Great Atlas of the Sky

Der größte gedruckte Atlas aller Zeiten, 2,4 Millionen Sterne bis 12^m, 6,2kg Gewicht: Das sind die imposanten Eckdaten des »Great Atlas of the Sky« des polnischen Autors Piotr Brych. Er geht auf sein Werk »Wielky Atlas Nieba« zurück, das bereits über eine Million Sterne umfasste.

Auf 148 Blättern von 61cm × 43cm Größe, die beidseitig bedruckt sind, wird der gesamte Himmel im Maßstab 3,5cm pro 1° abgebildet. Jede der 296 Kartenseiten bildet eine Fläche von 15° × 10° am Himmel ab. Sie sind gefaltet in einem Ordner aus Kunstleder enthalten, jede Karte kann aus diesem einzeln herausgenommen werden.

So imposant die Sternfülle und die Größe ist, die offensichtliche Schwäche liegt bei der Auswahl der Deep-Sky-Objekte.

Der Atlas enthält nur die Kataloge M, NGC, IC, PGC, Sharpless und RCW. Planetarische Nebel und Reflexionsnebel jenseits von NGC und IC sucht man vergebens, Dunkelnebel sind gar nicht enthalten. Ebenso fehlen Galaxienhaufen und viele weitere Einzellisten von Sternhaufen. Alle Galaxien jenseits des NGC sind nicht mit ihrer UGC-, CGCG- oder MCG-Nr. aufgeführt, sondern nur mit der PGC-Designation. Viele bekannte Objekte wird man somit nicht finden.

Ein zweiter großer Schwachpunkt sind die verwendeten veralteten Katalogdaten, deren Positionen nicht korrigiert wurden. So sind zahlreiche heute als nichtexistent



eingestufte Objekte enthalten, es gibt Doppeleinträge und Identifikationen sind fehlerhaft. Ein besonders auffälliges Beispiel ist der große Nebel Cederblad 214, der im Atlas fälschlicherweise als NGC 7822 geführt wird, letzterer fehlt hingegen jedoch ganz.

Der Feldgebrauch ist aufgrund des enormen Gewichts und der Größe der Atlasseiten umständlich. »Masse statt Klasse« ist der bleibende Eindruck, den dieser Atlas hinterlässt.

■ Ronald Stoyan

Piotr Brych: The Great Atlas of the Sky, Teletechnika Piotr Brych, Warschau 2010, ISBN 978-83-911648-5-3, 296 Kartenblätter, 129€

Astronomical Observatories

Tagungsbände haben allgemein den Ruf, nur etwas für Spezialisten zu sein. Oft ist die Zusammenstellung lieblos, der Text wenig flüssig und die Abbildungen dürrtig. Wer diesen Band – die gesammelten Beiträge eines internationalen Symposiums zur Geschichte astronomischer Observatorien – in die Hand bekommt, ist allerdings angenehm überrascht: ein tolles Titelbild, eine edle Aufmachung und ein gut struk-

turierter Inhalt – und das alles bei einem sehr günstigen Preis! Das ist vor allem ein Verdienst der Initiatorin, Gudrun Wolfschmidt, Professorin für Wissenschaftsgeschichte an der Hamburger Universität.

Die Veranstaltung »Cultural Heritage: Astronomical Observatories (around 1900)« fand im Oktober 2008 in Hamburg statt. Der Tagungsband enthält 40 Beiträge renommierter Autoren. Viele bekannte und weniger bekannte Standorte werden vorgestellt. Es geht um ihre historische Bedeutung, wichtige Personen und Instrumente. Alle Beiträge sind in sich abgeschlossen und hervorragend aufbereitet. Einziger Kritikpunkt: Die Qualität der Abbildungen schwankt stark. Insgesamt ist der Tagungsband aber eine Fundgrube für alle, die sich für Sternwarten, Teleskope und deren Geschichte interessieren. Neben vielen Literaturangaben gibt es auch einen ausführlichen Index. Ein Wermutstropfen: Der Text ist in Englisch.

■ Wolfgang Steinicke

Gudrun Wolfschmidt: Astronomical Observatories: From Classical Astronomy

to Modern Astrophysics, Hendrik Bäbeler-Verlag Berlin 2009, ISBN 978-3-930388-53-0, 380 S., 19,80€



Die Messier-Objekte

Alle Messier-Objekte selbst zu beobachten ist das Ziel vieler Amateurastronomen. Das vorliegende Buch vereinfacht diese Aufgabe. Der einführende allgemeine Teil ist relativ schnell gelesen: Die Autoren geben einen Überblick von Leben und Werk Charles Messiers und seiner Mitstreiter, einen Abriss der enthaltenen Objektklassen und Einführungen zur visuellen und fotografischen Himmelsbeobachtung.

Im Hauptteil werden alle 110 Messier-Objekte vorgestellt. Jede Doppelseite mit ein bis zwei Objekten enthält einen kurzen Steckbrief der wichtigsten Daten, Informa-

tionen zur Geschichte sowie Tipps zur Beobachtung und Fotografie. Der Aufsuchweg am Himmel wird erklärt und durch eine passende Sternkarte mit vergrößertem Detailkreis illustriert. Eingestreut sind Informationskästen zu Physik und Astrofotografie. Jedes Messier-Objekt ist abgebildet und wurde vom Autor Bernd Koch selbst fotografiert.



Bernd Koch, Stefan Korth: Die Messier-Objekte: Die 110 klassischen Ziele für Himmelsbeobachter, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG Stuttgart 2010, ISBN 978-3-440-11743-9, 217 S., 29,90€

Wer die Messier-Objekte am Himmel aufsuchen und beobachten möchte ist mit diesem Buch gut bedient, das sich durch sein handliches Format auch gut neben dem Teleskop verwenden lässt.

■ Hans-Georg Purucker

Termine für Sternfreunde August–September 2010

Messe

- 19 18.9.: 5. Internationale Astronomiemesse AME in Villingen-Schwenningen,
 ⓞ Siegfried Bergthal, 0741/2706210,
 info@astro-messe.de, www.astro-messe.de

Fachtagung / Workshop

- 8 14.–15.8.: Workshop Planetenfotografie, Sternwarte Zollern-Alb, Rosenfeld-Brittheim
 ⓞ Silvia Kowollik, 07141/461641,
 workshop@sternwarte-zollern-alb.de,
 www.sternwarte-zollern-alb.de/workshops/
 fortgeschrittene.htm
- 10 28.8.: H-alpha-Treff Rüsselsheim (HaTR), Vereinsgelände Rüsselsheimer Sternfreunde, Am Schnepferberg Rüsselsheim,
 ⓞ Dietmar Sellner, 06147/936310,
 d.sellner@t-online.de,
 www.sternfreunde-ruesselsheim.de
- 15 10.–12.9.: 4. Anfänger- und Praxisworkshop Spektroskopie, Starkenburgsternwarte Heppenheim Fachgruppe Spektroskopie der VdS,
 ⓞ Lothar Schanne, lschanne@arcor.de,
 www.spektroskopie.fg-vds.de/
 anfaenger2010_d.htm
- 18 17.–19.9. Workshop Sonne, Teichmühle Großhartmannsdorf
 ⓞ Günter Stein, G.-Hauptmann-Str. 4,
 09599 Freiberg, guenter.stein@online.de,
 www.vds-sonne.de
- 17 17.–19.9.: 23. BAV-Veränderlichen-Tagung, Westfälische Volkssternwarte Recklinghausen BAV e.V.,
 ⓞ Werner Braune, Münchener Str. 26-27,
 10825 Berlin, 030/7848453,
 zentrale@bav-astro.de, www.bav-astro.de
- 20 24.–26.9.: 18. Österreichischer CCD-Workshop, Mariazell/St. Sebastian
 ⓞ ccdeder.freewebspace.com,
 astroteam.mariazell@gmx.net

Beobachtungstreffen

- 2 6.–8.8.: 1. Sankt Andreasberger Teleskop-Treffen (STATT), Jordanshöhe
 ⓞ Verein Sternwarte Sankt Andreasberg e.V.,
 Utz Schmidtke, 05139/893219, info@usografik.de,
 www.sternwarte-sankt-andreasberg.de/statt.html
- 3 6.–8.8.: Astrocamping Vogelsberg, Stumpertenrod
 ⓞ Sternwelt Vogelsberg e.V., Gemeinde Feldatal
 Schulstr. 2, 36325 Feldatal, 06637/96020,
 info@feldatal.de, www.sternenwelt-vogelsberg.de
- 4 10.–15.8.: 8. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB), Wöhratal-Hertingshausen
 ⓞ Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V.,
 astronomie@onlinehome.de,
 www.astronomie-lahn-eder.de
- 5 12.–15.8.: 10. Teleskoptreffen, Pülsen, Selenter See
 ⓞ Raffael Benner,
 www.teleskoptreffen.info/selent/index.htm
- 6 13.–15.8.: 22. Swiss Star Party, Gurnigel im Berner Oberland
 ⓞ Radek Chromik Leuenberger, Föhrenweg 71,
 CH-3095 Spiegel, 0041/31/9718503,
 radek.chromik@starparty.ch,
 www.teleskoptreffen.ch/starparty/index.de.php
- 7 14.8.: City Star Party, Sternwarte Stuttgart
 ⓞ Schwäbische Sternwarte e. V., Seestr. 59 A,
 70174 Stuttgart, 0711/2260893,
 www.city-star-party.de
- 9 19.–22.8.: 3. Esener Spechtel-Tage (EST)
 ⓞ Astronomie-Freunde Esens, 26427 Stedesdorf/
 Esens, www.astronomie-freunde-esens.info
- 14 9.–12.9.: 11. Herzberger Teleskoptreffen (HTT), Sportlerheim Jeßnigk
 ⓞ AstroTeam Elbe-Elster Ralf Hofner,
 Walther-Rathenau-Str. 4b, 04895 Falkenberg,
 035/36535270, info@herzberger-teleskoptreffen.de,
 www.herzberger-teleskoptreffen.de
- 11 9.–12.9.: 9. Almburg-Teleskoptreffen (ATM), Mitterfirmiansreuth
 ⓞ Andreas Hattinger, Passauer Str. 10b,
 94161 Ruderting, 0171/8802039,
 andreas.hattinger@gmx.net,
 www.almburg-treffen.de

- 12 9.–12.9.: 9. Teleskoptreffen Mirasteilas, Falera
 ⓞ José De Queiroz, 0041/81/9212555,
 teleskoptreffen@mirasteilas.net,
 www.mirasteilas.net
- 13 9.–12.9.: 10. Internationales Heide Teleskoptreffen (IHT), Reinsehlen
 ⓞ Nils Kloth, 0173/5178429,
 IHT@astrogarten.de, www.astrogarten.de

Jugendfreizeit

- 1 1.–21.8.: International Astronomical Youth Camp (IAYC 2010), Klingenthal
 ⓞ Ondrej Urban, 28. Oktobra 43, SK-91101 Trencin,
 Slowakei, info@iayc.org, www.iayc.org

Sonstiges

- 16 11.9.: 4. Schweizer Astronomietag, Swissôtel Le Plaza, Basel,
 ⓞ Barbara Burtscher, Hammerstr. 78,
 CH-8032 Zürich, burtscher@astrophysics.ch,
 www.Astronomietag.ch
- 21 26.9.–2.10.: 6. Riesaer Astronomiewoche, Sternwarte Riesa
 ⓞ Stefan Schwager, 0173/8076841,
 www.sternenfreunde-riesa.de/jahresplan10.php,
 SternwarteRiesa@web.de



Demnächst in interstellarum

interstellarum 72

Komet McNaught

Nach langem Warten grüßte endlich wieder ein hellerer Komet den Nachthimmel. Wir zeigen die schönsten Bilder aus dem Leserkreis.



G. REHMANN

Mond- und Marszeichnungen

Astronomische Zeichnungen liegen voll im Trend. interstellarum zeigt aktuelle Beispiele aus der letzten Mars-Sichtbarkeit und berichtet, wie man schon mit einem Zweizöller beeindruckende Zeichnungen von Mondkratern gewinnen kann.



L. SPIX

H-alpha für wenig Geld

Mit dem Lunt THa35 hat sich eine echte Konkurrenz für das beliebte PST-Sonnenteleskop von Coronado etabliert. interstellarum vergleicht beide Geräte.



L. SPIX

Heft 72 ist ab 17.9.2010 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 Ausgabe

AME	80	Berlebach Stativtechnik	80	Optical Vision	33/67
APM Telescopes	4	Beyersdörfer GmbH	U3	Sahara Sky	81
ASA Astrosysteme GmbH	66	Farm Tivoli	81	Sattleggers Alpenhof	81
AstroInfo	10	euro EMC GmbH	81	Teleskop-Service	4
Astrocom	32	Intercon Spacetec	5	Teleskop & Sternwarten	68
Astrolumina	39	Kiripotib Astrofarm	81	Zentrum	68
Astromann.de	80	Kosmos-Verlag	66	Vixen Europe	84
Astronomie.de	25	Meade Instruments	U4	Wissenschaft Online	11
Astro-Shop	U2	nimax GmbH	6/7	Wolfgang Lille	81
Astrotreff	81	Oculum-Verlag	56-59/83		

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 € (D), 59,90 € (A, CH), 59,90 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Jan., Mär., Mai, Juli., Sept., Nov., 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 Klingenberg 10, D-65396 Walluf

Grafik und Layout: Frank Haller, Diana Hoh

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

Ronald Stoyan (Chefredaktion), Daniel Fischer, Susanne Friedrich, Frank Gasparini, Hans-Georg Purucker

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 Lieb-scher, Norbert Mrozek, Gerald Rhemann, Johannes Schedler, Rainer Sparenberg, Sebastian Voltmer, Manfred Washhuber, 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. Parallelveröffentlichungen bereits eingesandter Materialien sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach Abdruck untersagt (§ 2-1 Verlagsgesetz) – **wir bitten um Beachtung.**

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

Wir behalten uns vor, bei der Bearbeitung Randpartien einer Aufnahme abzuschneiden und diese zu verkleinern/vergrößern, sowie orthografische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinntestellend 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

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

