

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



▲ **Titelbild: Im Anflug auf den Mars:** Am 6. August wird der bisher größte Marsrover namens Curiosity auf dem Roten Planeten abgesetzt. Der Landepunkt liegt innerhalb des Kraters Gale, der in der Mitte dieses Fotos an seinem großen Zentralberg zu erkennen ist. Gale misst ca. 150km im Durchmesser, der Zentralberg ist 5000m hoch. Die Aufnahme wurde aus Höhendaten des Mars Global Surveyor errechnet, es handelt sich also nicht um ein Foto. NASA

Liebe Leserinnen und Leser,

hatten Sie am 6. Juni Glück und konnten den letzten Venustransit dieses Jahrhunderts sehen? Der Autor dieser Zeilen konnte sowohl Eintritt als auch Austritt der Venus vor der Sonnenscheibe im hohen Norden Norwegens beobachten – allerdings nicht ohne einen wolkenbedingten Wechsel des Standorts während des Transits. Nahezu perfekte Bedingungen herrschten unweit davon in Tromsö, von wo aus Thomas Rattei live für interstellarum Fotos übermittelte: über 17000 Zuschauer sahen das auf unserer Webseite. Auch andere interstellarum-Redakteure waren unterwegs: Während Susanne Friedrich in Island nur kurz einen Blick erhaschen konnte, herrschte bei Daniel Fischer auf der Insel Rhodos prächtiges Wetter.

Viele Leser konnten aber auch hierzulande Wolkenlücken erwischen, so dass uns insgesamt 174 Bilderergebnisse erreichten – herzlichen Dank an alle Einsender! In dieser Ausgabe finden Sie eine Auswahl der schönsten Bilder (Seite 38), alle Einsendungen sind in einer großen Online-Galerie auf interstellarum.de zu bewundern. Beeindruckende Videos des Transits zeigt die aktuelle Ausgabe der interstellarum Sternstunde, die gleichzeitig mit diesem Heft auf interstellarum.de erscheint.

Auch auf unserem anderen Nachbarplaneten steht ein großes Ereignis bevor: Am 6. August landet dort der Marsrover Curiosity, das größte aller bisher zum Mars gesandten Fahrzeuge. Wenn alles gut geht und das ungewöhnliche Landemanöver klappt – der Rover wird an einem Seil auf den Marsboden gesetzt – dann wird die erfolgreiche Geschichte der kleinen Marsautos fortgesetzt. Unser Experte Daniel Fischer erklärt, was am 6. August passieren wird, und wie sich die bisher in den Marswüsten fahrenden Vehikel geschlagen haben (Seite 12).

Sternklare Sommernächte wünscht

Ihr

Ronald Stoyan



Sternschnuppen-Schnappschüsse

34



Weißt Du wie viel Sternlein stehn?

42



Acht auf einen Streich

52



Einarmig und ohne Tubus

56

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 12 **Mit sechs Rädern auf dem Mars**
Der Marsrover Curiosity erreicht den Roten Planeten
- 17 **Astro-Wissen**
Wie forscht der Marsrover Curiosity?
- **Schlagzeilen**
- 8 **Planeten überall**
- 9 Schwarzes Loch verschluckt Roten Riesen
- 9 Probleme mit der Dunklen Materie?
- 10 **Raumfahrt aktuell**
ESA fliegt zum Jupiter – Ankunft: 2030!

Himmel

- **Ereignisse**
- 18 **Strahlender Morgenstern Venus**
- 19 Mars passiert Saturn und Spika am 14. August
- 19 Merkur in der 2. August-Hälfte am Morgenhimmel
- 19 Uranus in Opposition am 29. September
- **Sonnensystem**
- 22 **Sonne aktuell**
Das Auf und Ab geht weiter
- 23 **Planeten aktuell**
Venus vor und nach dem Transit
- 24 **Kometen aktuell**
Erster Blick auf Komet PANSTARRS
- **Sternhimmel**
- 27 **Astronomie mit bloßem Auge**
Das Sternbild Vulpecula
- 28 **Astronomie mit dem Fernglas**
M 22
- 28 **Objekt der Saison**
M 26
- 30 **Objekt der Saison**
M 25
- 31 **Deep-Sky-Herausforderung**
Cassiopeia A

Praxis

- **Erde**
- 34 **Sternschnuppen-Schnappschüsse**
Tipps zur Fotografie der Perseiden
- **Planeten**
- 38 **Venus vor der Sonne**
Rückblick auf den Venustransit vom 6.6.2012

- **Deep-Sky**
- 42 **Weißt Du wie viel Sternlein stehn?**
Berechnungen zur Zahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne
- 46 **100 Quadratgrad Himmel**
Vor Cepheus' Haustür
- 51 **Praxis-Wissen**
Wie kann man Kometen zeichnen?

Technik

- **Test**
- 52 **Acht auf einen Streich**
Die CCD-Kamera ST-8300M von SBIG mit Filterrad FW8-8300
- **Selbstbau**
- 56 **Einarmig und ohne Tubus**
Zwei »eigenwillige« Teleskope
- 60 **Technik-Wissen**
Wie entsteht eine totale Sonnenfinsternis auf Kommando?

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 62 **Eine Finsternis und mehr**
- **First Light**
- 64 **Die ewige Krux mit den Bildecken**
- **Objekte der Saison**
- 66 **NGC 6819 / NGC 6791**
- **Galerie**
- 70 **Astrofotos unserer Leser**

Service

- **Rezensionen**
- 72 **Treasures of the Southern Sky**
- 72 iPhone-App: StarChart
- 72 Abriss der Astronomie
- **Szene**
- 73 Termine für Sternfreunde
- **Astro-Markt**
- 74 Gewerbliche Anzeigen
- 1 **fokussiert**
- 2 Inhaltsverzeichnis
- 80 Vorschau, Impressum, Leserhinweise

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

Mit sechs Rädern auf dem Mars

Der Marsrover Curiosity erreicht den Roten Planeten



Die Weiterverbreitung ist untersagt.

interstellarum STERNSTUNDE

R. SPARENBERG



»interstellarum Sternstunde« ist die astronomische Fernsehserie im Internet. Sie können sie kostenlos auf www.interstellarum.de ansehen.

Ausgabe Nr. 10 (13.7.2012)

Themen:

- **Venustransit:**
Rückblick auf das Jahrhundertereignis; Interview mit Daniel Fischer
- **interstellarum packt aus mit Frank Gasparini:**
Barlow-Linse für das Hyperion ClickStop Zoom Mark III von Baader Planetarium

Außerdem:

- Neuigkeiten aus der Forschung in Bild und Ton
- Vorschau auf astronomische Ereignisse

Venus vor der Sonne

Rückblick auf den Venustransit vom 6.6.2012



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

ESO, L. CALÇADA

Planeten überall

Neue Ergebnisse zeigen, dass Planeten, die nicht viel größer als unsere Erde sind, sehr häufig in den habitablen Zonen um schwach leuchtende Rote Zwergsterne vorkommen. Ihre Anzahl allein in der Milchstraße wird auf mehrere zehn Milliarden geschätzt – einige hundert davon in unmittelbarer Nachbarschaft bis etwa 32 Lichtjahre Entfernung von unserer Sonne. Eine andere Studie mit einer anderen Untersuchungsmethode kommt zu dem Schluss, dass im Durchschnitt Sterne von mehreren Planeten umgeben sind. Die abgeleiteten Zahlen sind Hochrechnungen, die sich ergeben, wenn man die Anzahl der untersuchten Sterne, die Anzahl der gefundenen Planeten und die Anzahl der untersuchten Sterne ohne Planeten statistisch bewertet.

Rote Zwergsterne entstehen häufig und sie haben lange Lebensspannen. Daher machen sie 80% aller Sterne in der Milchstraße aus. Ihre Oberflächentemperatur ist allerdings niedriger als die der Sonne, so dass Planeten, die sich in der habitablen Zone aufhalten, wesentlich näher um ihren Mutterstern kreisen und kürzere Umlaufzeiten haben. Die habitable Zone ist der Abstandsbereich um einen Stern, in der auf einem Planeten Temperaturen herrschen würden, die das Vorkommen von Wasser in flüssiger Form erlauben. Die Spektren von 102 Roten Zwergen wurden über sechs Jahre beobachtet und auf periodische Variabilität der Positionen der Spektrallinien untersucht. Die Linien verändern nämlich ihre Position im Spektrum, wenn der Stern sich aufgrund seiner Bewegung um den gemeinsamen Schwerpunkt mit seinem Planeten auf uns

zu oder von uns wegbewegt. Neun sog. Supererden wurden mit dieser Radialgeschwindigkeitsmethode gefunden, davon zwei, die sich in der habitablen Zone befinden (vgl. interstellarum 82). Damit kann man errechnen, dass Supererden in der habitablen Zone um Rote Zwergsterne mit einer Häufigkeit von 41% vorkommen. Die untere Grenze liegt bei 28%, die obere bei 95%. Bei geschätzten 160 Milliarden Roten Zwergen in der Milchstraße kommt man so auf insgesamt mehrere Milliarden Supererden um Rote Zwergsterne in der habitablen Zone. Jupiter-ähnliche Planeten um Rote Zwergsterne sind hingegen weniger häufig: Sie kommen nur zu 12% vor.

Die zweite Studie bediente sich einer ebenfalls etablierten Methode zur Aufspürung extrasolarer Planeten: der Gravitationslinsenmethode. Dabei wird ausgenutzt, dass sich Licht im Raum in der Nähe von Massen nicht geradlinig bewegt, sondern abgelenkt wird. So wirkt auch die Masse eines Sterns wie eine Linse, die das Licht bündelt: Von einem hinter dem Stern liegenden Objekt gelangt mehr Licht zum Beobachter als ohne die Wirkung der Gravitationslinse. Zieht ein Vordergrundstern an einem Hintergrundstern mit Planet vorbei, kommt es zu einer scheinbaren Helligkeitszunahme des Sterns, wobei der Planet eine zusätzliche, geringfügige Zunahme bewirkt. Da für solch ein Ereignis sowohl Vorder- als auch Hintergrundstern und Planet auf der Sichtlinie liegen müssen, tritt es höchst selten auf. Mehrere Millionen Sterne wurden deshalb mehrmals in der Woche gemessen. In der sechsjährigen Kampagne wurden drei extrasolare Planeten gefunden:

◀ Abb. 1: So könnte der Sonnenuntergang auf der Supererde Gliese 667Cc, der den Roten Zwerg Gliese 667C umkreist, aussehen. Gliese 667C gehört zu einem Dreifach-Sternsystem. Die beiden anderen, weiter entfernten Sterne des Systems, Gliese 667A und B, sind rechts in dieser Darstellung ebenfalls zu sehen.

eine Supererde, ein Jupiter- und ein Neptun-ähnlicher Planet. Gemessen an der Seltenheit des Ereignisses ist diese Anzahl hoch, so dass man davon ausgehen kann, dass Planeten häufig in der Milchstraße sind. Nimmt man noch sieben Planeten hinzu, die ebenfalls bei anderen Gravitationslinsenexperimenten gefunden wurden, so kommt man zu folgendem Ergebnis: Jeder sechste Stern wird von einem Planeten mit ungefähr einer Jupitermasse umkreist, etwa die Hälfte aller Sterne sollten Planeten mit einer Neptunmasse haben und zwei Drittel haben Begleiter von der Größe einer Supererde.

Selbst die Suche nach Planeten um metallarme und damit alte Sterne ist erfolgreich: Um den 12,9 Milliarden Jahre alten Stern HIP 11952 und den in einem Sternstrom befindlichen HIP 13044 hat man Planeten entdeckt, was nach gängiger Meinung sehr unwahrscheinlich ist, da das Vorhandensein schwerer Elemente die Planetenbildung begünstigt. Alle Studien deuten also darauf hin, dass Planeten in der Galaxis nicht die Ausnahme, sondern die Regel sind. [ESO Pressemitteilung eso1214 und 1204; Pressemitteilung der MPG 28.3.2012]

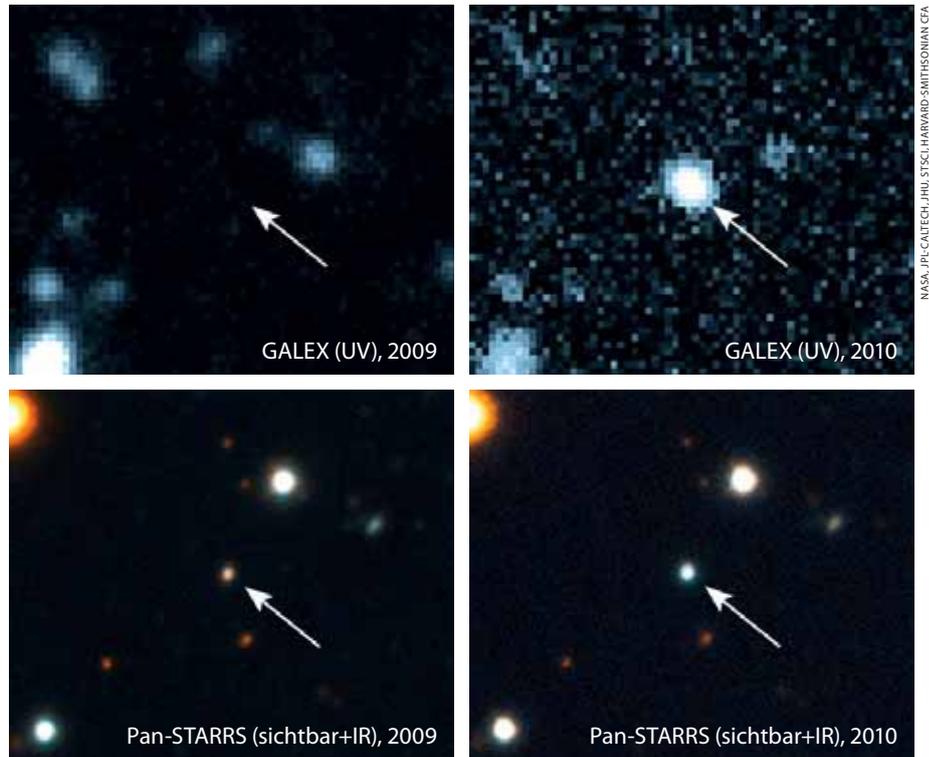
▼ Abb. 2: Eher kleinere Fernrohre wie hier das dänische 1,5m-Teleskop, werden für die Suche nach extrasolaren Planeten mittels der Gravitationslinsenmethode eingesetzt.

ESO, Z. BARDON, PROJECT SOFT



Schwarzes Loch verschluckt Roten Riesen

Mit Hilfe des Weltraumobservatoriums GALEX und dem Pan-STARRS1-Teleskop auf Hawaii ist es gelungen, den Strahlungsausbruch im Zentrum einer Galaxie zu beobachten, der erwartet wird, wenn ein Stern dem zentralen massereichen Schwarzen Loch der Galaxie zu nahe kommt und durch die Gezeitenkräfte zerrissen wird. Ein Teil der Sternmasse fällt dabei in das Schwarze Loch, ein anderer wird weggeschleudert. Durch die spektrale Untersuchung des Lichtblitzes konnte man herausfinden, dass das herausgeschleuderte Gas zum größten Teil aus Helium besteht und nur wenig Wasserstoff enthält. Man vermutet deshalb, dass das Ende eines heliumreichen Kerns eines Roten Riesensterns, der bereits vorher vom Schwarzen Loch seiner Wasserstoffhülle beraubt worden war, beobachtet wurde. Der Helligkeitsanstieg zum Maximum dauerte eineinhalb Monate und ist damit deutlich länger als bei einer Supernova, die einen ähnlichen Ausbruch zeigen würde. [GALEX Pressemitteilung 2.5.2012]



▲ **Zwei verschiedenen Teleskope** – GALEX (oben) und Pan-STARRS1 (unten) – beobachteten den Strahlungsausbruch, den vermutlich ein von den Gezeitenkräften zerrissener und in das bis dahin inaktive zentrale Schwarze Loch einer Galaxie gefallene Stern, verursacht hat.

Probleme mit der Dunklen Materie?

Gängigen Theorien zufolge sollte die Milchstraße von einem Halo Dunkler Materie umgeben sein. Dies kann man nämlich aus der Rotationsbewegung der Sterne um das Milchstraßenzentrum schließen, die sich sonst schwer erklären ließe. Auch in der Sonnenumgebung sollte es reichlich Dunkle Materie geben. Da Dunkle Materie sich nur durch ihre Gravitationswirkung auf andere Körper verrät, kann man sie nur indirekt nachweisen. Eine Untersuchung der Bewegung von 400 Sternen bis in eine Entfernung von 13000Lj in der Sonnenumgebung konnte zunächst keine Dunkle Materie aufspüren. Eine neue Auswertung der Betrachtung mit einer korrigierten Sternbewegung erbrachte jedoch Dichten für die Dunkle Materie, die mit theoretischen Vorhersagen übereinstimmen.

Im Galaxienhaufen Abell 520, dem Ergebnis einer Kollision zweier Galaxienhaufen, verhält sich die Dunkle Materie jedoch nicht so wie die Theorie es vorhersagt. Zwar befindet sich wie erwartet die Dunkle Materie, die man mit Hilfe der Gravitationslinsenmethode lokalisieren konnte, und auch heißes Gas im Zentrum des Haufens, aber nur wenige Galaxien. Die Galaxien sollten jedoch über



▲ **Der Galaxienhaufen Abell 520.** In grün sieht man die Verteilung des heißen Gases, wie es vom Röntgensatelliten Chandra gemessen wurde, und in blau die Dunkle Materie. Beides befindet sich im Zentrum des Galaxienhaufens, wo man nur wenige Galaxien (orange) findet.

die Schwerkraft an die Dunkle Materie gebunden sein und sich deshalb ebenfalls im Galaxienzentrum aufhalten.

Offensichtlich gibt es Eigenschaften der Dunklen Materie, die man bisher nicht kannte. Eventuell reagiert sie mit sich selbst, was man bisher nicht angenommen hatte. [ESO Pressemitteilung eso1217, ST-Sci-2012-10, arXiv: 1205.4033]

Surftipps

Galaxy Evolution Explorer GALEX:

www.galex.caltech.edu

Pan-STARRS:

pan-starrs.ifa.hawaii.edu/public/home.html

Raumfahrt aktuell

ESA fliegt zum Jupiter – Ankunft: 2030!



▲ Künstlerische Darstellung von JUICE mit Jupiter und Ganymed.

Hürden gesehen worden waren. Alle drei Finalisten für die »L1«-Mission waren die rein europäischen Überreste ehemals gemeinsam mit der NASA geplanter Projekte, die nach dem abrupten Ausstieg der finanziell klammen Amerikaner unter Zeitdruck umgestrickt und vor allem vereinfacht werden mussten. Insbesondere JUICE sieht man das deutlich an: Ursprünglich sollte die Mission als ESJM-Laplace gemeinsam mit der NASA durchgeführt werden, die sich dabei vornehmlich um den für die meisten wohl interessanteren Mond Europa gekümmert hätte.

Das rein europäische JUICE-Konzept umfasst immerhin nun auch einige der Aufgaben des NASA-Anteils, die allerdings überwiegend während lediglich zweier Europa-Flybys erledigt werden müssen. Insbesondere soll zum ersten Mal die höchst umstrittene Dicke des Eispanzers um Europas inneren Ozean relativ direkt gemessen werden, entscheidend für den später einmal folgenden Versuch, das Eis zu durchstoßen.

Aus dem Ganymed-Orbit wird ebenfalls dessen Innenleben erforscht: Immerhin ist er der einzige Jupitermond, der ein eigenes Magnetfeld erzeugt. Nach gegenwärtiger Planung wird die ESA 830 Millionen Euro in den Orbiter investieren, während die einzelnen Mitgliedsstaaten zusätzlich etwa 240 Millionen in die Nutzlast stecken – und die NASA ist immerhin eingeladen, für bis zu 70 Millionen weitere Instrumente zu liefern. Damit die Arbeit für die beiden astronomischen »Verlierer« nicht umsonst war, wird die ESA überdies weiter geringe Beträge in deren Vorentwicklung investieren und hat ATHENA und NGO aufgefordert, sich 2013 für

die L2-Mission zu bewerben – wie viel Geld für diese allerdings zur Verfügung stehen wird, entscheidet erst der ESA-Ministerrat Ende dieses Jahres.

Surftipp

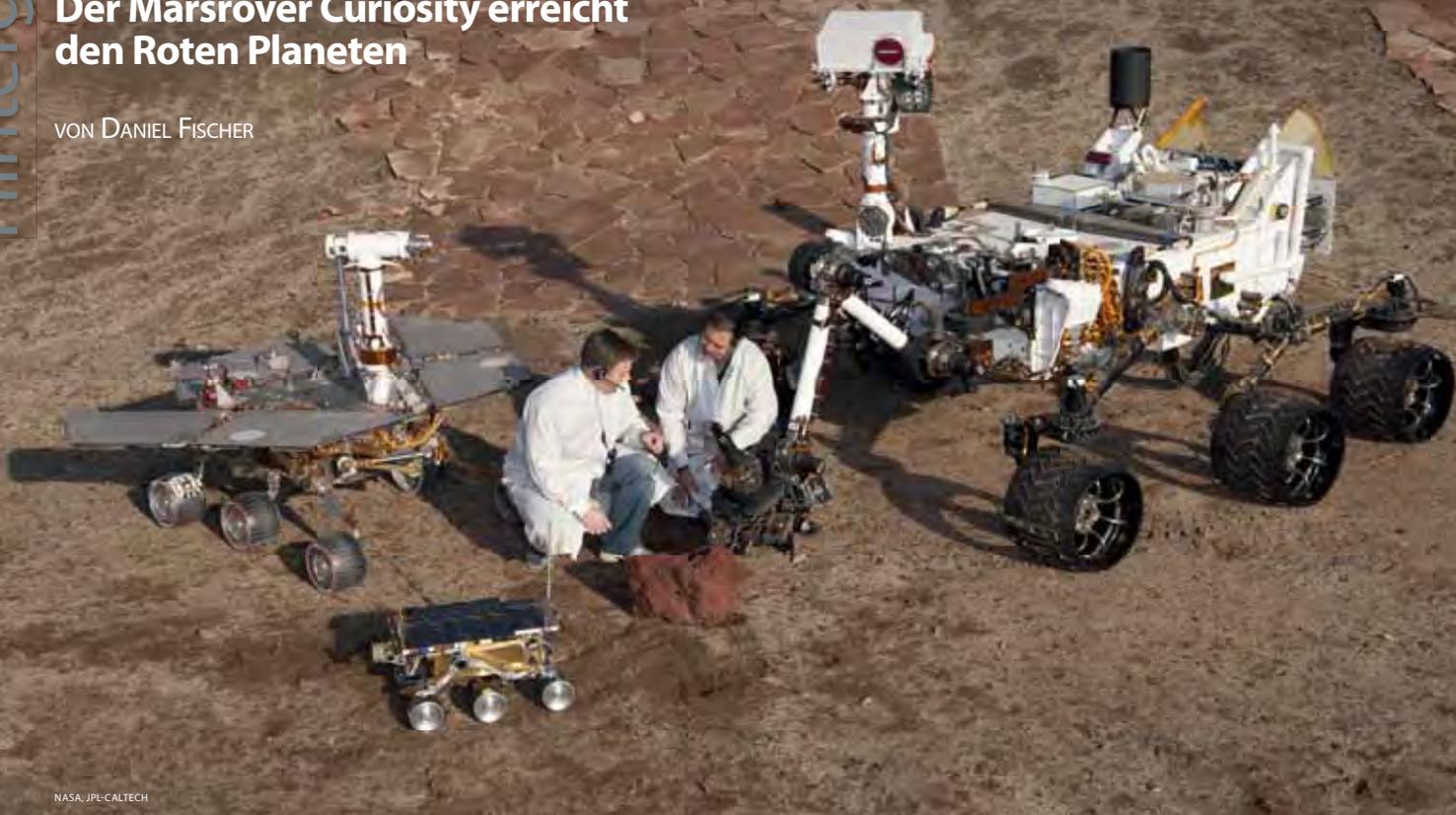
JUICE Homepage:
sci.esa.int/juice

■ Daniel Fischer

Mit sechs Rädern auf dem Mars

Der Marsrover Curiosity erreicht den Roten Planeten

VON DANIEL FISCHER



NASA, JPL-CALTECH

▲ Abb. 1: **Drei Generationen amerikanischer Mars-Rover** im Größenvergleich: maßstabsgerechte Modelle von Sojourner, einem Mars Exploration Rover und Curiosity im »Mars-Garten« des Jet Propulsion Lab, wo ihre Fahreigenschaften getestet wurden. Die Rover sind 65cm, 1,6m bzw. 3m lang.

Die Nacht zum 6. August wird die dramatischsten Minuten der interplanetaren Raumfahrt seit Jahren bringen: Der teuerste und leistungsfähigste Rover, der je Richtung Mars geschickt wurde, tritt ungebremst in dessen Atmosphäre ein und wird nur Minuten später mit einer nie zuvor auf einer anderen Welt erprobten Technik sanft auf der Planetenoberfläche abgesetzt. Gleichzeitig ist ein anderes Fahrzeug schon seit über 100 Erdmonaten auf dem Mars unterwegs. Curiosity hat das Zeug, die Erfolgsgeschichte von Opportunity und seinen Vorgängern fortzuschreiben.

Es soll eine Filmsequenz werden, wie sie die Menschheit noch nie gesehen hat: aufgenommen wird in High Definition und Farbe, von einer Kamera, die senkrecht nach unten schaut, während die Raumsonde auf einen fremden Planeten zu stürzt, um wenige Minuten später dort sanft anzukommen. »Mars Descent Imager« oder MARDI heißt das Gerät, und zweimal schon waren MARDIs auf Landegeräten der NASA unterwegs zum Roten Planeten. Aber der Mars Polar Lander legte 1999 eine fatale Bruchlandung hin, und bei Phoenix durfte MARDI schlussendlich wegen Computer-Sorgen nicht eingeschaltet werden. Aber jetzt sieht alles gut aus: Das Mars Science Laboratory alias Curiosity, der aufwändigste Rover, der je zu einem anderen Planeten geschickt wurde, hat seit seinem Start am 26. November 2011 keine

größeren Probleme bereitet, auch wenn die Kosten des Projekts auf schließlich 2,5 Milliarden US-Dollar geklettert waren. Sparsamkeit am falschen Platz sollte jedoch das Flaggschiff der amerikanischen Marsforschung nicht gefährden, eine Strategie, die mit den 2004 gelandeten Mars Exploration Rovers Spirit und Opportunity brilliant aufgegangen war.

Fast im freien Fall

So werden Optimismus wie Nervosität – nichts in der interplanetaren Raumfahrt ist so oft gescheitert wie eine Ankunft am Mars – in der Nacht des 5. August in der Flugkontrolle in Kalifornien und bei Planetenfreunden rund um den Globus (in Deutschland ist es gegen 7 Uhr am Morgen des nächsten Tages) gleichermaßen

gewaltig sein. »E D L«: Diese drei Buchstaben erhöhen die Herzfrequenz der Raumfahrtingenieure wie kaum ein anderes Akronym, denn sie stehen für »Entry, Descent and Landing« – den Eintritt einer Raumkapsel in eine fremde Planetenatmosphäre, den Abstieg durch sie und die Landung. Mit 5,9km/s trifft Curiosity – noch gut verpackt in einer »Aeroshell« – auf die obersten Schichten der Marsatmosphäre, der Beginn der aufregendsten sieben Minuten der Mission. Zehn Minuten früher wird sich Curiosity von der »Cruise Stage« verabschiedet haben, die während der interplanetaren Reise für die richtige Bahn und Versorgung zuständig war, eine Minute sollten Düsen den richtigen Eintrittswinkel der Aeroshell eingestellt haben, mit dem größten je verwendeten Hitzeschild voran. Erstmals soll ein Lander nicht

► Abb. 2: **Der Start des Mars Science Laboratory** am Morgen des 26. November 2011 auf einer Atlas V-Rakete in Cape Canaveral – der Beginn der 8-monatigen Reise zum Mars.

passiv durch die immer dichtere Atmosphäre sausen, sondern seine Bahn aktiv steuern und unerwartete Dichteschwankungen ausgleichen können.

80 Sekunden nach dem ersten Atmosphärenkontakt ist die Aufheizung des Hitzeschilds am stärksten, die bis zu 2100°C erreichen soll, 10 Sekunden später dann die Abbremsung. Erst wenn schon über 90% der Eintrittsgeschwindigkeit abgebaut sind, soll sich der Fallschirm öffnen, in rund 11km Höhe bei einer Restgeschwindigkeit von 400m/s und etwa 255 Sekunden nach dem Beginn des Manövers. Weitere 24 Sekunden später – die Geschwindigkeit beträgt nur noch 125m/s – steht dann in 8km Höhe der Abwurf des Hitzeschilds auf dem Programm: die erste Szene des MARDI-Films. Noch ist die Landeeinheit mit dem hinteren Teil der Aeroshell und dem Fallschirm verbunden, die 80 Sekunden später abgetrennt werden: Die Geschwindigkeit ist dann, 1400 Meter über der Marsoberfläche, auf 80m/s gesunken. Nun hängt das Schicksal Curiositys an den acht Düsen der »Descent Stage«, mit der der Marsrover noch verbunden ist und die die Sinkgeschwindigkeit auf jene 75cm/s zu reduzieren haben, mit denen der Rover den Boden erreichen soll. Dieser ist aus der Perspektive von MARDI inzwischen bedrohlich nahe gekommen: Anfangs wird noch ein mehrere Kilometer großes Stück Marsoberfläche zu sehen sein, am Schluss das Bildfeld auf die



Größe eines Handtuchs geschrumpft sein. Die einzelnen Landephase machen sich auch durch die Schwankungen der Blickrichtung bemerkbar: die Abbremsung am Fallschirm, dessen Abwurf – und das dramatische Finale: Denn die Descent Stage setzt nicht etwa mit Curiosity auf dem Boden auf – sie setzt den Rover aus rund 20m Höhe an einem langen Seil ab!

Die ersten Mars-Rover

»Skycrane« wird diese Technik genannt, die in der interplanetaren Raumfahrt noch nie zum Einsatz kam und eher von militärischen Landeoperationen auf der Erde bekannt ist. Weiterhin geht es mit 75cm/s abwärts, und sobald der Rover den Boden berührt, wird das auf 7,5m ausgerollte Seil gekappt: Die Landeeinheit driftet seitlich weg und schlägt in mindestens 150 Metern Abstand vom Rover auf. Rund 400 Sekunden sind jetzt seit dem Beginn vergangen, wobei die Zeit je nach Zustand der Atmosphäre

◀ Abb. 3: **Eine Planetenlandung, wie es noch keine gab:** Die von Düsen getragene Abstiegsstufe seilt den Marsrover ab, um später in sicherem Abstand herunterzufallen.

zwischen 370 und 460 Sekunden schwanken kann.

Wer vor diesen kritischen Minuten – Gegenstand auch einer atemberaubenden Computersimulation – keinen gewaltigen Respekt hat, das hat der NASA-Chef Charlie Bolden bei vielen Gelegenheiten betont, der sollte in die Vergangenheit blicken: Die Geschichte der Marslandungen ist eine inzwischen über 40-jährige Abfolge von Niederlagen mit Triumphen, wobei letztere allesamt der NASA gelangen. Zuerst versucht hat es allerdings die Sowjetunion, und sie war es auch, die – was damals niemand erfuhr und auch heute nicht viele wissen – die ersten Versuche mit Marsrovern unternahm. Das war schon bei den ersten Marslandungen überhaupt Ende 1971 der Fall gewesen: Mars 2 und 3 hatten jeweils ein kleines Gefährt mit einer Masse von 4,5kg dabei, das mit der Landeeinheit über ein Kabel verbunden bleiben, sich aber auf zwei Ski-artigen Kufen bis zu 15 Meter weit fort bewegen sollte.

»PrOP-M« oder »Marsochodnik« hießen diese Rover, aber zum Einsatz kamen sie nie: Der Lander von Mars 2 legte am 27. November nach einem falschen Atmosphäreneintritt eine Bruchlandung hin und wurde zerstört. Und Mars 3 landete





NASA, S. ATKINSON

◀ Abb. 4: **Vielleicht das bemerkenswerteste Bild der Mars Exploration Rover (bisher):** der Felsen »McKay« an der »Homeplate« im Schatten des »Husband Hill«, wie ihn Spirit sah.

ein geplantes und bald wieder gestrichenes Netzwerk von Landestationen – führte auch den Minirover »Sojourner« mit, der ihm am Ende die Schau stehlen sollte. Bestückt mit primitiven Kameras und einem deutschen Instrument zur Analyse von Mineralien im direkten Kontakt, steuerte Sojourner interessante Steine in der Umgebung des Pathfinder an – und war auch dann noch unterwegs, als dieser zweieinhalb Monate nach der Landung den Geist aufgab. Da Sojourner nur über den stationären Lander mit der Erde kommunizieren konnte, ist sein finaler Parkplatz bis heute unbekannt.

Spirit und Opportunity

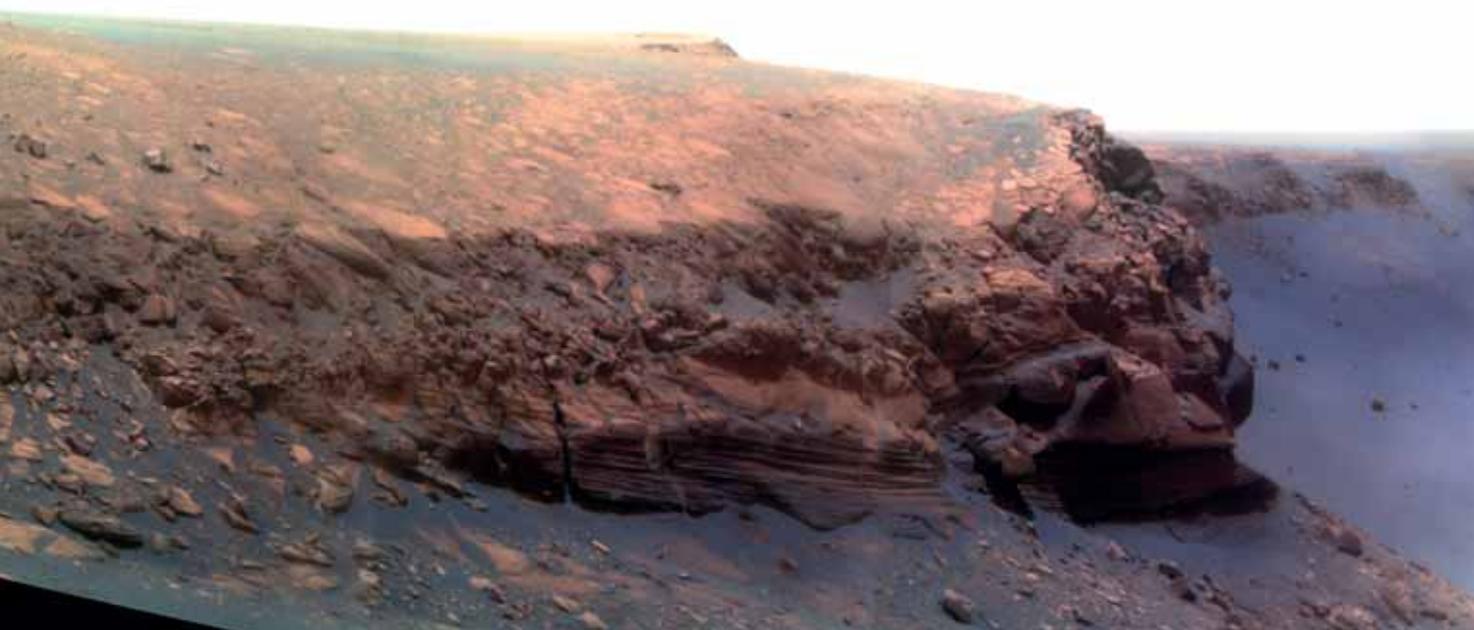
Motiviert durch den Erfolg Sojourners – nicht zuletzt wegen der großen Wirkung des kleinen Fahrzeugs auf die Öffentlichkeit – und nach dem Fehlschlag gleich dreier allzu preiswerter Marsmissionen 1999 beschloss die NASA bereits im Jahr 2000 den Start erst eines wesentlich größeren Marsrovers und dann gleich noch eines Duplikats: 2003 gingen diese »Mars Exploration Rover« auf die Reise, im Januar 2004 landeten erst »Spirit« und dann »Opportunity« in drei Wochen Abstand – und obwohl sie jeweils nur für drei Monate Betrieb ausgelegt waren, führen sie auch fünf Jahre später noch. Spirit brach 2009 durch eine nicht ausreichend harte Bodenkruste in ein Sandbett ein, aus

dem der Rover nicht mehr befreit werden konnte; die schlechte Beleuchtung seiner Solarzellen in der prekären Lage führte ein Jahr später zum Ausfall, und ein weiteres Jahr später wurden die Kontaktversuche eingestellt. Opportunity aber hatte mehr Glück, blieb trotz allmählicher Alterungserscheinungen mobil und hat nun schon sagenhafte fünf Marswinter überstanden. Zuletzt war Opportunity im Januar 2012 auf dem langgestreckten Hügel »Cape York« am Rand des 22km durchmessenden Impaktkraters Endeavour geparkt worden, den er letztes Jahr erreicht hatte, um 15° gegen die tiefe Wintersonne geneigt: die erste Überwinterung in Ruhe. Der Strom seiner Solarzellen hatte diesmal nicht für das Weiterfahren gereicht, aber noch für allerlei Wissenschaft im stationären Zustand.

Wenn Curiosity Anfang August den Mars erreicht, hat Opportunity seine Marsrundfahrt längst wieder aufgenommen: Nach 19 Wochen Pause rollt der Rover bereits seit dem 8. Mai wieder! Die Reise sollte zunächst zu einer besonders mächtigen Ganglagerstätte voll Gips führen, die im Gegensatz zum ersten derartigen Fund »Homestake« das »Gesichtsfeld« seines Analyseinstruments komplett ausfüllt und damit mineralogisch noch besser unter die Lupe genommen werden kann. Der Homestake-Gips muss – vor Jahrmilliarden – durch flüssiges, nur lauwarmes und damit prinzipiell lebensfreundliches Wasser entstanden sein, das kann man seit Mai auch in der Fachliteratur nachlesen. Und auch, dass Opportunity ebenfalls am Endeavour-Rand mit dem Felsen »Tisdale« auf das Zink-reichste Gestein seiner gesamten

zwar am 2. Dezember 1971 weich und sendete sogar Daten – inklusive Teilen eines mysteriösen Fotos von der Oberfläche – doch nach 14,5 Sekunden brach der Funkkontakt ab und konnte nie wieder hergestellt werden: Vermutlich fiel die erste eigentlich erfolgreiche weiche Landung auf einem fremden Planeten dem damals gerade auf dem Mars tobenden globalen Staubsturm zum Opfer. Bei weiteren – ebenfalls gescheiterten – Marslandungen der Sowjetunion waren keine Rover mehr an Bord, und es sollte ein Vierteljahrhundert dauern, bis der nächste Versuch eines Marsfahrzeugs gewagt wurde. Diesmal war der Erfolg beachtlich: Der »Mars Pathfinder« der NASA – eigentlich nur ein Technologietester für

▼ Abb. 5: **Cape Verde im Krater Victoria**, gesehen von Opportunity in etwas verfälschten Farben, um den Kontrast hervorzuheben.



NASA, JPL, CORNELL

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



▲ Abb. 6: Das Flugmodell des neuen Marsrovers Curiosity, bei seiner ersten Testfahrt in einem großen Reinraum des Jet Propulsion Lab in Kalifornien 2010: das erste Fahrzeug für einen anderen Planeten von der Größe eines Kleinwagens.

Marsreise gestoßen war: Das dürfte, ebenfalls vor sehr langer Zeit, in einem hydrothermalen Umfeld entstanden sein. Wenn die Gipsader abgehakt ist, wird sich Opportunity wohl auf die andere Seite von Cape York begeben: Dort hat das CRISM-Instrument auf dem Mars Reconnaissance Orbiter Phyllosilikate erspäht, Tonminerale, die ebenfalls unter recht lebensfreundlichen feuchten Bedingungen entstanden sein dürften. Genau solche Beobachtungen waren ein Kernziel der Mars Exploration Rover gewesen, denn das Mantra der NASA lautete »Follow the Water« – und Hinweise auf flüssiges Wasser in verschiedener »Qualität« in der fernen Vergangenheit des Mars haben die Rover wie auch diverse Orbiter inzwischen zur Genüge gefunden.

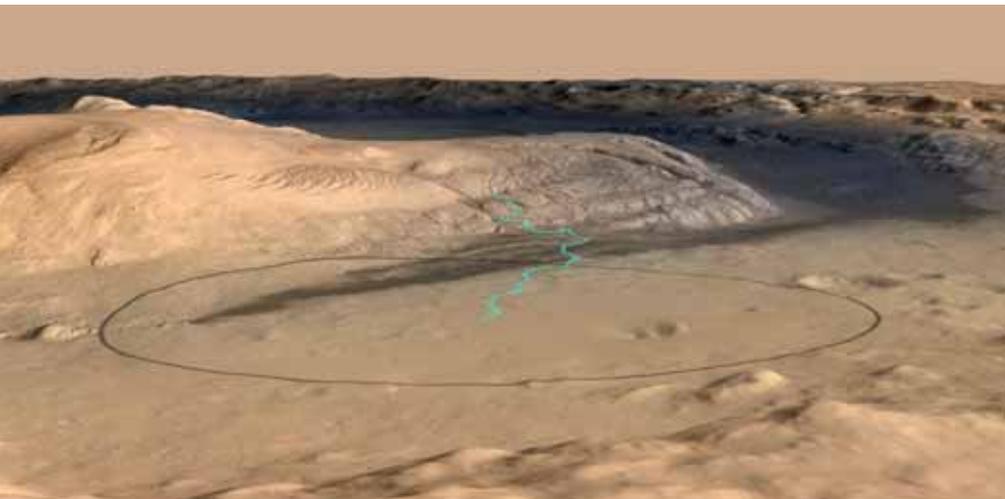
Der Nachfolger

Curiosity soll nun den nächsten Schritt tun – der allerdings in gewisser Weise ein Schritt zurück noch vor die kühnen Ziele der amerikanischen (stationären) Viking-Lander von 1976 ist. Diese suchten mit ausgeklügelten Laboratorien nach Anzeichen

heutigen mikrobiellen Lebens auf dem Mars und fanden es nicht, auch wenn über Details mancher Messungen bis heute debattiert wird. Das Mars Science Laboratory hat da eine bescheidenere Aufgabe: Der Rover soll mit seinen zehn wissenschaftlichen Instrumenten mit zusammen stolzen 75kg Masse (s. Astrowissen S. 16) herausfinden, ob das Landegebiet früher einmal »ein potenzielles Habitat für Marsleben« war, wie es die NASA vorsichtig ausdrückt. Nach einem Jahre währenden Auswahlverfahren ist es der alte Einschlagskrater Gale geworden, an dem diese richtungsweisenden Untersuchungen durchgeführt werden sollen. Er hat 154km Durchmesser, ist – eine Rarität im Sonnensystem – nach einem Amateurastronomen benannt, dem Australier Walter Frederick Gale (1865–1945), und liegt ungewöhnlich tief, 4,6km unter dem Normalniveau des Mars. Aber das ist es nicht, was die NASA bewogen hat, Curiosity hierher zu schicken: Vielmehr lockt im Kraterinneren ein faszinierender Berg aus zahlreichen Sedimentschichten, die mit flüssigem Wasser in unterschiedlichen Mars-Epochen zusammenhängen

könnten, enorme 5km hoch und doch von so geringer Steigung, dass der Rover den Aufstieg schaffen sollte, während gleichzeitig Canyons exzellente Aufschlüsse versprechen. »Aeolis Mons« wurde er erst im Mai offiziell getauft.

Gale war bereits für die Mars Exploration Rover in die engere Auswahl gekommen, aber damals dominierten noch technische Aspekte die Auswahl der Landeplätze: Die Landeellipsen waren so groß, dass auch der Berg selbst hätte getroffen werden können, gelandet werden musste aber im flachen Terrain. Das kann nun garantiert werden, da die Zielellipse Curiositys dank des gesteuerten Sturzes durch die Atmosphäre auf 20km × 25km begrenzt ist und in sicherem Abstand neben dem Berg aufgesetzt werden kann. Zum ersten Mal überhaupt waren wissenschaftliche Ziele ausschlaggebend für die Wahl des Landplatzes einer Marsmission: Am Ende hatte Gale haarscharf vor einem anderen Krater namens Eberswalde gewonnen, in den offensichtlich früher ein See Sedimente abgeladen hatte. Aber in Sachen Sediment-Erwartung hatten die Marsplaner schon



NASA, JPL-CALTECH, ESA, DLR, FU BERLIN, MSSS

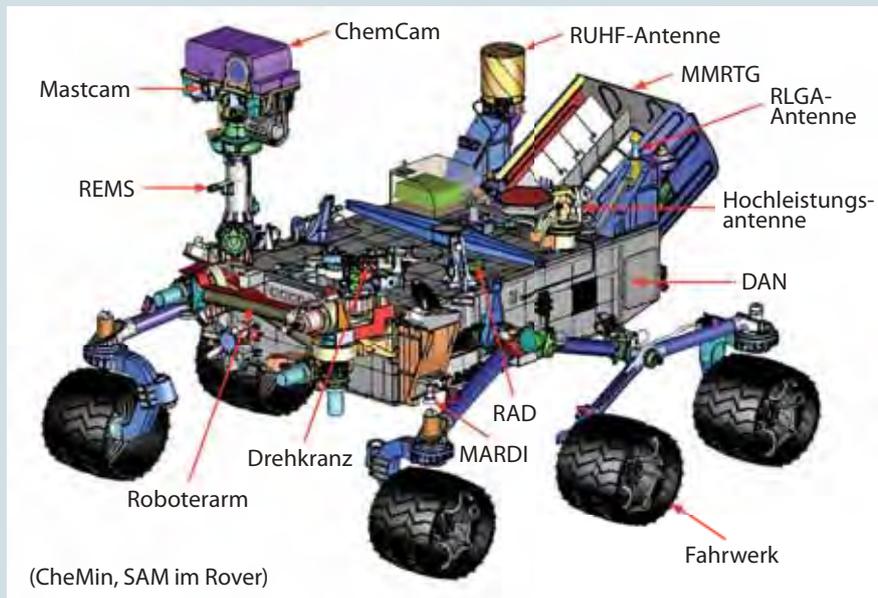
▲ Abb. 7: Die Lande-Ellipse des Mars Science Laboratory im Marskrater Gale: Mit 99% Wahrscheinlichkeit wird der Rover in dieser 20km x 25km großen Zone zum Stehen kommen, die hier in ein Geländemodell aus Daten von drei Marsorbitern eingezeichnet wurde. In Blau ein möglicher Weg in Richtung Aeolis Mons, den Curiosity mehr oder weniger weit erklimmen könnte. Die Topographie ist hier nicht überhöht dargestellt: Der Berg ist 5000m hoch!

einmal daneben getippt, als sie Spirit in den Krater Gusev schickten – und sich dort auf langweiligem Basalt wieder fanden. Eberswalde hatte nur den See-Verdacht zu bieten, Gale dagegen verspricht die größte Auswahl an Untersuchungsmaterial: Da der Krater so tief liegt, ist praktisch sicher, dass hier irgendwann flüssiges Wasser landete und Spuren hinterließ. Aeolis Mons besteht offenbar aus Lagen aus Ton wie Sulfaten, aber es ist – was bei den Curiosity-Planern durchaus Unbehagen hinterlässt – reichlich unklar, wie er überhaupt entstanden ist.

Neue Technologie – neue Erkenntnisse?

Ablagerungen aus verschiedenen feuchten Epochen können es sein – aber auch lediglich angewehtes Material, was dann weniger über das Auftreten lebensfreundlicher

Wie forscht der Marsrover Curiosity?



NASA, JPL-CALTECH

◀ Skizze des Marsrovers Curiosity mit den Positionen seiner wissenschaftlichen Instrumente.

verschaffen und die Ergebnisse der Experimente in den richtigen Kontext einordnen zu können, besitzt Curiosity insgesamt vier Kameras. Zwei Kameras auf seinem Mast können sowohl Einzelbilder als auch Videos in HD-Qualität sowie zusammen Stereoaufnahmen aufnehmen. Eine der beiden Kameras, **Mastcam 100**, ist dazu mit einem 100mm-Objektiv ausgerüstet. Es liefert 6° x 5° Gesichtsfeld bei einer Auflösung von 7,4cm auf einen Kilometer. Die zweite Kamera, **Mastcam 34**, besitzt ein 34mm-Objektiv mit einem dreimal so großen Gesichtsfeld von 18° x 15° und einer Auflösung von 22cm auf 1km. Immer wenn Curiosity einen neuen Standort anfährt, erstellt Mastcam 34 mit 150 Aufnahmen in 25 Minuten Panoramaaufnahmen, die von der nächsten Nähe des Rovers bis zum Horizont reichen.

Die dritte Kamera, der **Mars Descent Imager (MARDI)**, beginnt ihren Einsatz noch während der Landephase in der Marsatmosphäre und dokumentiert den Abstieg in HD-Qualität (vgl. Hauptartikel). Der Roboterarm des Rovers beherbergt die vierte Kamera, den **Mars Hand Lens Imager (MAHLI)**. Als Novum der planetaren Forschung verwenden alle vier Kameras Bayer-Matrizen für Farbaufnahmen auf dem 1200x1600 Pixel großen Chip,

Ausgerüstet mit zehn verschiedenen wissenschaftlichen Instrumenten, die zusammen 75kg wiegen (die je fünf Instrumente auf den Rovern Opportunity und Spirit brachten es nur auf 5kg) wird ab August das Mars Science Laboratory (MSL), alias Curiosity (»Neugier«), auf dem Mars seine Untersuchungen beginnen. Seine Aufgabe ist keine geringere, als eine potenziell lebensfreundliche Umgebung – heute oder in der Vergangenheit – zu finden.

Der große Vorteil eines Laboratoriums auf der Planetenoberfläche gegenüber Raumsonden im Orbit sind die Studien

direkt vor Ort und nicht aus hunderten Kilometern Entfernung. Ist das Labor zudem beweglich, wie es bei einem Rover der Fall ist, kann es aufgrund erst vor Ort angestellter Untersuchungen neue interessante Stellen ansteuern. Zudem können in geringem Umfang die verschiedenen Untersuchungen entsprechend der Ergebnisse modifiziert werden. Als Nachteil ist anzuführen, dass der Aktionsradius im Vergleich zur gesamten Planetenoberfläche sehr beschränkt ist, selbst wenn wie durch den Rover Opportunity über 30km zurückgelegt werden.

Um sich jederzeit einen Überblick zu

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

Zeiträume verraten würde. So oder so verspricht Aeolis Mons aber eine regelrechte Lektüre der Marsgeschichte mit mindestens drei ganz unterschiedlichen Phasen, während der »Kleinwagen« Curiosity – drei Meter lang und hoch, mit einer Masse von 900kg – langsam hinauf rollt. Die Primärmission soll zwei Jahre dauern, wobei auch die spektakulärste Rundum-Sicht aller bisherigen Marslander versprochen wird: So viel Topographie gab es noch nie zu sehen! Bis diese Bilder mit Hilfe mehrerer Marsorbiter die Erde erreichen, wird es erst einmal dauern: Schon die Übertragung des MARDI-Films in voller Qualität wird Wochen in Anspruch nehmen. Und die überaus komplexe Nutzlast Curiositys erfordert viel Kommunikation in beiden Richtungen. Da gibt es etwa Zoom-Kameras, die auch HDTV-Videoclips liefern, eine kleine Laserkanone, die Marsgestein

verdampft, um seine Zusammensetzung per Spektroskopie zu ergründen, oder einen Roboterarm, der Gesteins- und Bodenproben in mehrere Chemielabors an Bord befördern kann. Nachdem seine Vorgänger hinreichend oft den Nachweis von flüssigem Wasser auf dem jungen Mars geführt haben, geht es nun um Spuren organischer Chemie: »Follow the Carbon« heißt die Parole für die ein Marsjahr (oder 669 Marstage oder 98 Erdwochen) währende Primärmission. Angestachelt durch die Zähigkeit von Spirit und Opportunity wird natürlich schon an Plänen für eine verlängerte Mission gebastelt, die bis zu einem kompletten Aufstieg zum Gipfel des Berges reichen: Das allerdings könnte zehn Jahre dauern. Heute erscheint dies als eine ferne Utopie – aber wer hätte es einst Opportunity zugetraut, über 100 Monate auf dem Mars durchzustehen ...

Der Autor dankt dem britischen Amateurastronomen Stuart Atkinson für die Bildberatung bei den Mars Exploration Rovers und besonders für die von ihm aus Rohbildern erstellten Bildprodukte.

Surftipps

Homepage bei der NASA:

www.nasa.gov/msl

Homepage beim JPL:

mars.jpl.nasa.gov/msl

MER Opportunity:

roadtoendeavour.wordpress.com

Peter und Susanne Friedrich

ASTROWISSEN

anstatt wie bei früheren Missionen Aufnahmen durch einzelne Farbfilter zu machen, die erst auf der Erde zusammengesetzt wurden. Zusätzlich gibt es Filter für spektrale Untersuchungen. Auch ein Sonnenfilter ist dabei, mit dem direkt in die Sonne geschaut werden kann, um die Menge an Staub in der Atmosphäre zu bestimmen.

Unterstützt wird MARDI während des Abstiegs von der **MELDI-Suite**, die mit jeweils sieben Druck- und Temperaturfühlern auf dem Hitzeschild die Eigenschaften der Atmosphäre verfolgt. In einem weiteren Experiment können Boden oder Gestein mit einem Laser beschossen werden, so dass sich ein kleiner Bereich der Oberfläche in Plasma verwandelt und dann spektroskopisch untersucht werden kann. Mit diesem sog. **ChemCam**-Instrument ist ein 4,33"-Teleskop verbunden, das auch unabhängig eingesetzt werden kann. Ähnliche Instrumente wurden bereits innerhalb von Atomreaktoren oder auf dem Ozeanboden eingesetzt, bisher aber noch nie bei einer planetaren Mission. Informationen von ChemCam dienen u.a. als Entscheidungsgrundlage dafür, welche Objekte vom »Labor« untersucht werden sollen.

Diese im Inneren des Rovers befindlichen Geräte werden vom Roboterarm mit Erde oder pulverisiertem Gestein beliefert. So werden Mineralien mit Hilfe von Röntgenstrahlung identifiziert (**CheMin**), bzw. mittels

dreier verschiedener Methoden (Massenspektrometer, Laserspektrometer, Chromatograf) auf Kohlenstoffverbindungen und andere Verbindungen, die im Zusammenhang mit Leben wichtig sind, untersucht (**SAM**). Dazu werden die Proben in einem Ofen auf 1000°C erhitzt und die frei werden Gase analysiert. Man hofft, so Spuren von Prozessen zu finden, die in der Gegenwart oder Vergangenheit abgelaufen sind und auf Leben hindeuten. Mit dem SAM kann auch die Atmosphäre chemisch analysiert werden.

Auf dem Roboterarm sitzt auch das **Alpha Particle X-Ray Spectrometer (APXS)**, ein wesentlich verbesserter Nachfolger der bereits auf Sojourner, Spirit und Opportunity eingesetzten Geräte. Dabei wird das zu untersuchende Material der Strahlung des radioaktiven (α -, Röntgen-Strahlung) Elements Curium ausgesetzt und die daraufhin von der Probe emittierte charakteristische Röntgenstrahlung gemessen.

Die **Rover Environmental Monitoring Station REMS** wird die täglichen und saisonalen Schwankungen des Mars-Wetters über ein ganzes Marsjahr aufzeichnen, indem es mindestens einmal in der Stunde für fünf Minuten die Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftdruck und -temperatur, relative Feuchte, Bodentemperatur sowie Ultraviolettstrahlung registriert. Die Instrumente dazu sind über den ganzen Rover, seinen Mast und in seinem Inneren verteilt.

Der **Radiation Assessment Detector RAD** wird die kosmische Strahlung, die von der Sonne und der Galaxis zur Marsoberfläche dringt, untersuchen. Da Mars im Gegensatz zur Erde kein Magnetfeld besitzt, ist das Strahlungsniveau höher. Wenn es zu hoch ist, könnte dies schädlich für Mikroben im Boden aber auch für Astronauten sein. Bereits während des Fluges hat RAD Messungen durchgeführt, um Aufschluss über die zu erwartende Strahlenbelastung bei einer bemannten Raumfahrtmission zu erlangen. Es wird deshalb als einziges der Instrumente von einer Abteilung der NASA finanziert, die sich mit bemannten Missionen außerhalb des Erdorbits beschäftigt.

Das **Dynamic Albedo of Neutrons investigation DAN** beschießt den Boden mit Neutronen und misst deren Streuung. Auf diese Weise kann bis zu einer Bodentiefe von 50cm Wasserstoff nachgewiesen werden, der auf dem Mars zum größten Teil in Eis oder Hydroxylionen gebunden ist.

[1] NASA: Mars Science Laboratory Launch, Presskit November 2011

Surftipps

Curiosity Homepage (NASA):

www.nasa.gov/mission_pages/msl

Curiosity Homepage (JPL):

marsprogram.jpl.nasa.gov/msl

Strahlender Morgenstern Venus



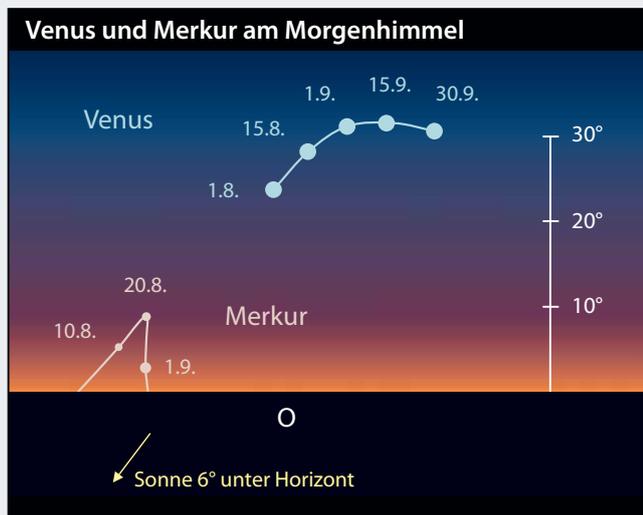
▲ Venus ist im August und September wieder strahlender Morgenstern, wie im Bild am 4.2.2008, als sich Mond und Jupiter zu unserem inneren Nachbarplaneten gesellten. [Thomas Rattei]

In den beiden Spätsommer-Monaten dominiert Venus den Morgenhimmel. Mit einer Helligkeit von -4^m3 kann unser kosmischer Nachbar dabei nicht übersehen werden. Am 15. August wird mit fast 46° der größte westliche Abstand (westliche Elongation) zur Sonne erreicht. Venus geht dabei rund 3,5 Stunden vor

der Sonne gegen 2:30 MESZ auf. Sie erreicht bis Sonnenaufgang eine Höhe von über 30° über den Osthorizont. An diesem Tag ist der Planet in Teleskopen als Halb-Venus sichtbar. In den Folgetagen erscheint Venus immer runder und kleiner, da sie sich weiter von der Erde entfernt. Hat sie am 15. August noch einen Durchmesser von $23,6''$, ist sie am Monatsende auf $20''$ geschrumpft und Ende September nur noch knapp $16''$ groß. Da sich gleichzeitig aber auch die von der Erde aus beobachtbare beleuchtete Venus-Oberfläche von 50% auf 70% erhöht, nimmt die Helligkeit in

diesen zwei Monaten nur geringfügig um 0^m2 auf -4^m1 ab. Am 13. August zieht der Erdmond an Venus vorbei und steht am Morgen des 14. rund 4° östlich der Venus. Dabei ist er mit einem Mondalter von knapp 26 Tagen nur noch als sehr schmale Sichel zu sehen.

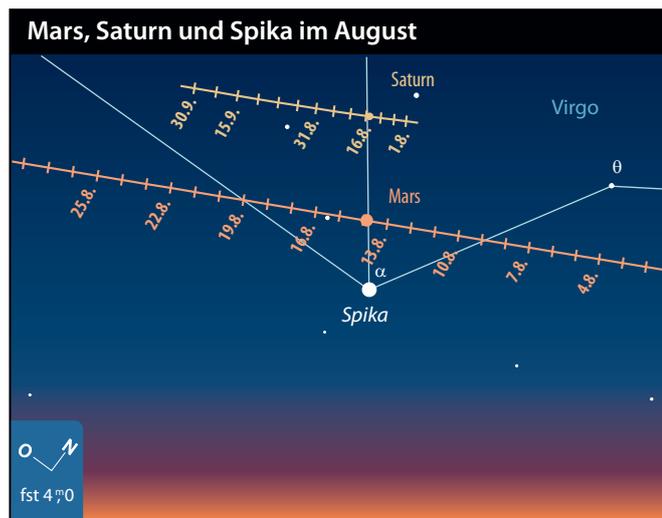
Der Zeitpunkt des Venusaufgangs ist bis Ende August recht konstant um ca. 2:30 MESZ. Im September verspätet sich der Aufgangszeitpunkt dann kontinuierlich: Mitte September geht Venus gegen 3:00 MESZ und Ende September erst gegen 3:30 MESZ auf. Da sich aber auch der Sonnenaufgang von Anfang August bis Ende September um 1,5 Stunden von ca. 5:45 MESZ auf 7:15 MESZ verschiebt, geht Venus Ende September noch gut 3,5 Stunden vor der Sonne auf und erreicht bis Sonnenaufgang eine Höhe von 35° über dem Südost-Horizont.



denen Durchmesser von $23,6''$, ist sie am Monatsende auf $20''$ geschrumpft und Ende September nur noch knapp $16''$ groß. Da sich gleichzeitig aber auch die von der Erde aus beobachtbare beleuchtete Venus-Oberfläche von 50% auf 70% erhöht, nimmt die Helligkeit in

■ André Knöfel

Mars passiert Saturn und Spika am 14. August



stehen alle drei Himmelskörper nahezu auf einer Linie: im Süden der bläulich-weiße Hauptstern der Jungfrau, dessen Name vom lateinischen Begriff »Kornähre« abgeleitet wurde, mit einer visuellen Helligkeit von 1^m0, gefolgt vom roten Planeten Mars mit 1^m1 in der Mitte und dem gelblichen Saturn mit 0^m8 im

Anfang August bewegen sich die beiden Planeten Saturn und Mars weiter nach Osten, wobei der schnellere Mars den Ringplaneten zur Monatsmitte einholt. Dabei befinden sich beide Planeten in unmittelbarer Nähe des Sterns Spika in der Jungfrau. Am Abend des 14. August

Norden. Das Trio geht bereits kurz nach 22:00 MESZ unter, so dass diese Begegnung nur in der abendlichen Dämmerung am südwestlichen Horizont beobachtet werden kann.

■ André Knöfel

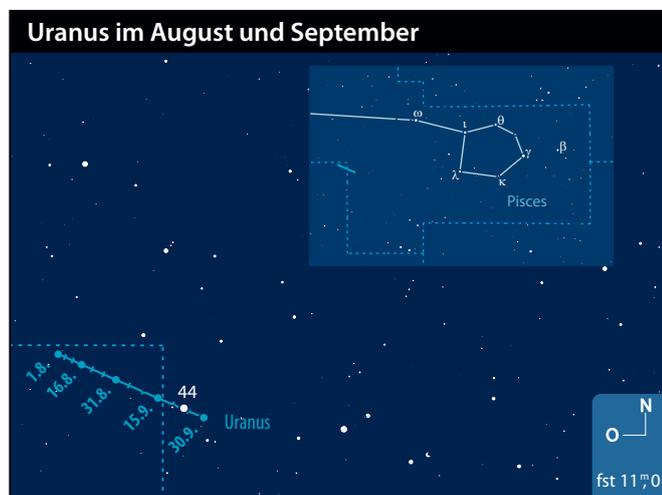
Merkur in der 2. August-Hälfte am Morgenhimmel

Der sonnennächste Planet erreicht am 16. August mit 18,7° seine größte westliche Elongation und taucht gegen 4:30 MESZ, etwa 1,5h vor der Sonne, am Osthorizont auf. Seine Helligkeit steigt von 0^m3 auf -1^m2 zum Monatsende an. Allerdings geht dabei Merkur immer später auf, so dass sich die Sichtbarkeitsbedingungen verschlechtern, da der Planet von der zunehmenden Dämmerung

überstrahlt wird. Am besten kann man Merkur zur Monatsmitte von ca. 5:00 bis 5:30 MESZ beobachten. Der optimale Zeitraum verschiebt sich zum Monatsende dann jeweils um eine halbe Stunde nach hinten. Zum Monatswechsel wird Merkur wieder von der Sonne überstrahlt (s. Grafik auf S. 18).

■ André Knöfel

Uranus in Opposition am 29. September



erreicht er seinen Oppositionspunkt und kann dann als 5^m7 helles Objekt beobachtet werden. Theoretisch ist Uranus also auch ohne optische Hilfsmittel unter sehr guten Beobachtungsbedingungen visuell sichtbar. Wenige Tage vor dem Oppositionszeitpunkt bewegt sich Uranus nur rund 1' südöstlich am etwa gleich hellen Stern 44 Psc vorbei in südliche Richtung. Somit dürfte es keine Probleme bereiten, mit einer

Uranus bewegt sich im August und September rückläufig vom Sternbild Wal-fisch in das der Fische. Ende September

lich am etwa gleich hellen Stern 44 Psc vorbei in südliche Richtung. Somit dürfte es keine Probleme bereiten, mit einer

■ André Knöfel

Astronomische Ereignisse im August/September 2012		
1.8.	1:27 MESZ	Doppelter Schatten-durchgang Io und Europa
2.8.	5:28 MESZ	Vollmond
9.8.	20:55 MESZ	Mond Letztes Viertel
11.8.	22:24 MESZ	Mond bei Jupiter, Jupiter 58' nördlich
12.8.	14:00 MESZ	Perseiden (PER), Dauer: 17.7.–24.8., ZHR: 100
14.8.	6:48 MESZ	Mars (und Saturn) bei Spika, Mars 1°45' nördlich
15.8.	10:06 MESZ	Mars bei Saturn, Mars 2°41' südlich
15.8.	11:26 MESZ	Venus in größter westlicher Elongation
16.8.	14:04 MESZ	Merkur in größter westlicher Elongation
17.8.	17:55 MESZ	Neumond
24.8.	14:32 MESZ	Neptun in Opposition
24.8.	15:54 MESZ	Mond Erstes Viertel
28.8.	0:36 MESZ	Mond bedeckt 43 Sgr 5 ^m 0 (Wien, Zürich)
31.8.	15:58 MESZ	Vollmond
2.9.	00:32 MESZ	Doppelter Schatten-durchgang Io und Europa
8.9.	15:15 MESZ	Mond Letztes Viertel
10.9.	14:44 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion
13.9.	5:03 MESZ	Mond bedeckt α Cnc 4 ^m 3 (Wien, Zürich)
16.9.	4:11 MESZ	Neumond
19.9.	23:42 MESZ	Mond bei Mars, Mars 54' nördlich
22.9.	16:49 MESZ	Herbstanfang
22.9.	21:41 MESZ	Mond Erstes Viertel
25.9.	4:40 MESZ	Pallas in Opposition
25.9.	23:00 MESZ	Goldener Henkel (Mond-jura) sichtbar
29.9.	9:15 MESZ	Uranus in Opposition
30.9.	5:19 MESZ	Vollmond

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg).

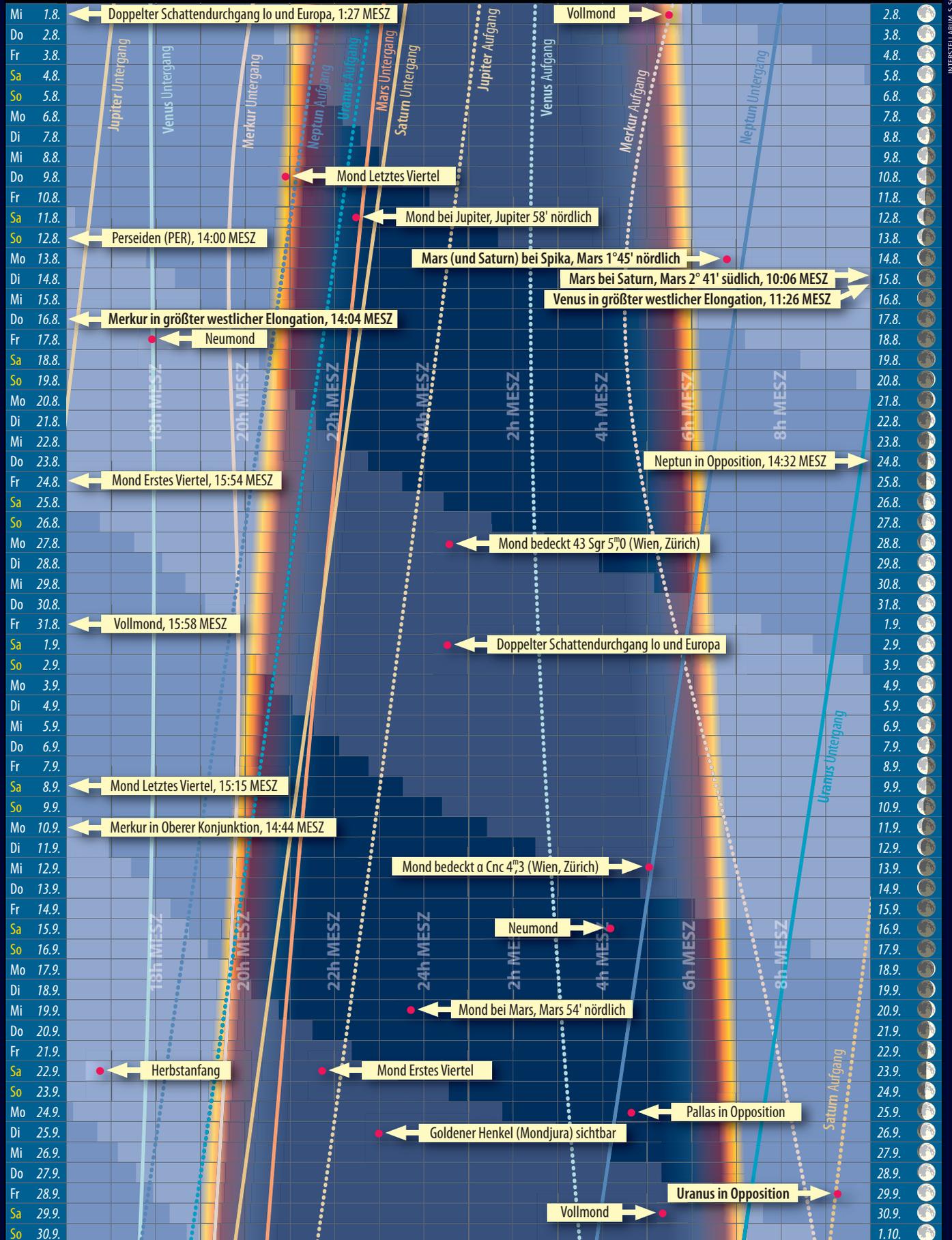
Aufsuchkarte und einem Fernglas oder Teleskop bewaffnet, diesen Himmelskörper aufzuspüren, den Herschel im Jahre 1781 entdeckte. Ab Teleskopöffnungen von etwa 100mm ist Uranus auch als flächiges Objekt zu erkennen. Allerdings sind außer der bläulich-grünlichen Farbe keine Einzelheiten auf dem Planetenscheibchen zu sehen.

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

Himmel Das Sonnensystem

im August/September 2012

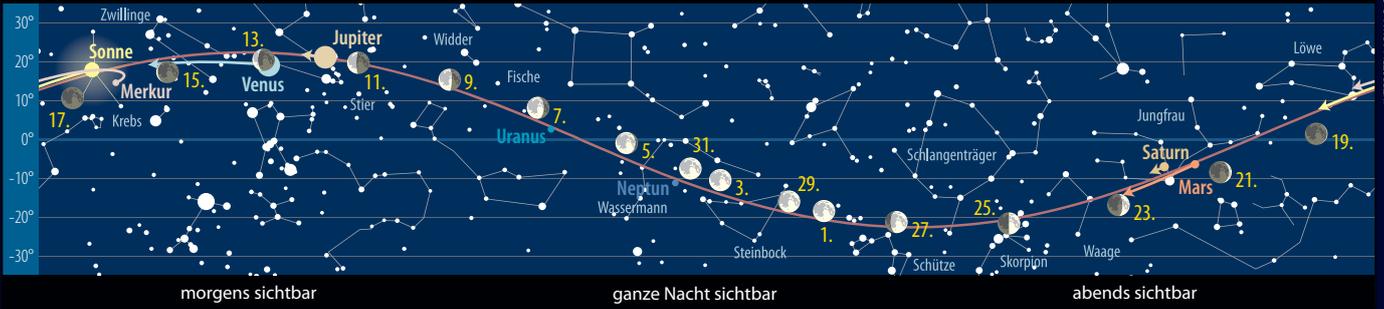
Dämmerungsdiagramm im August/September 2012



INTERSTELLARUM, S. SCHUBIG

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

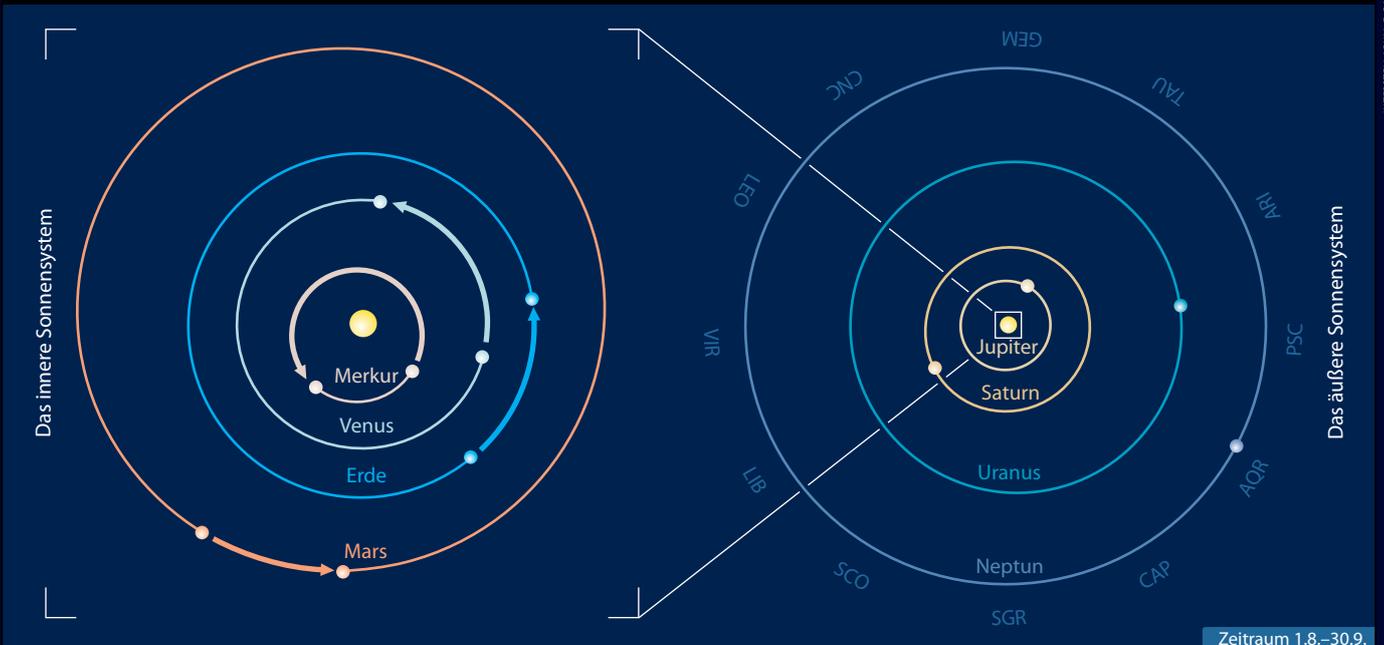
Der Lauf der Planeten im August 2012



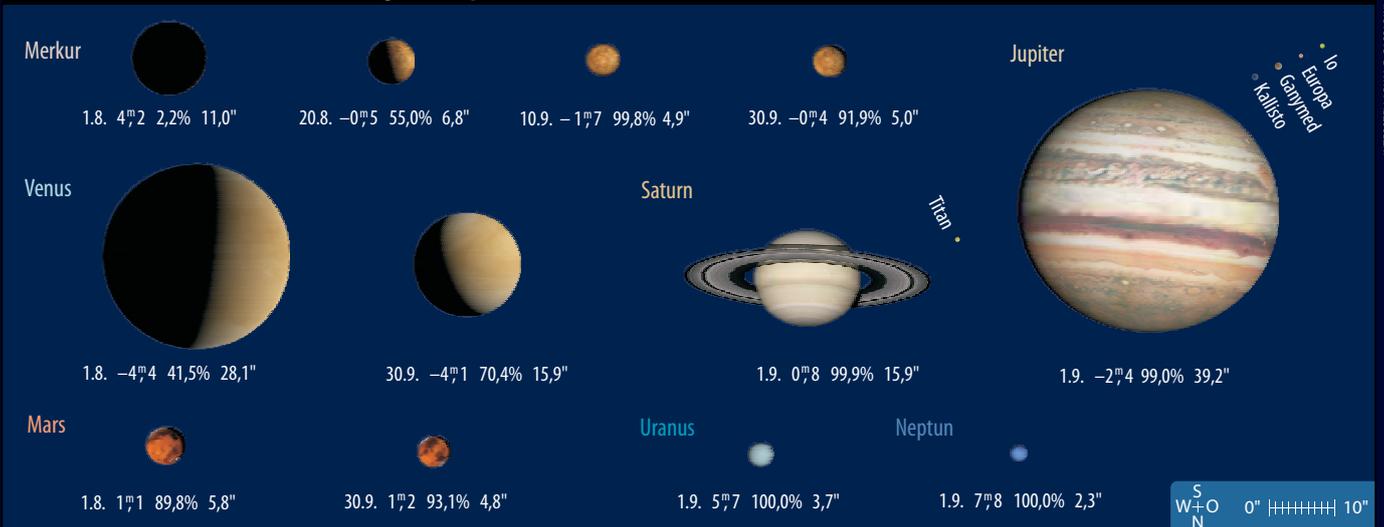
Der Lauf der Planeten im September 2012

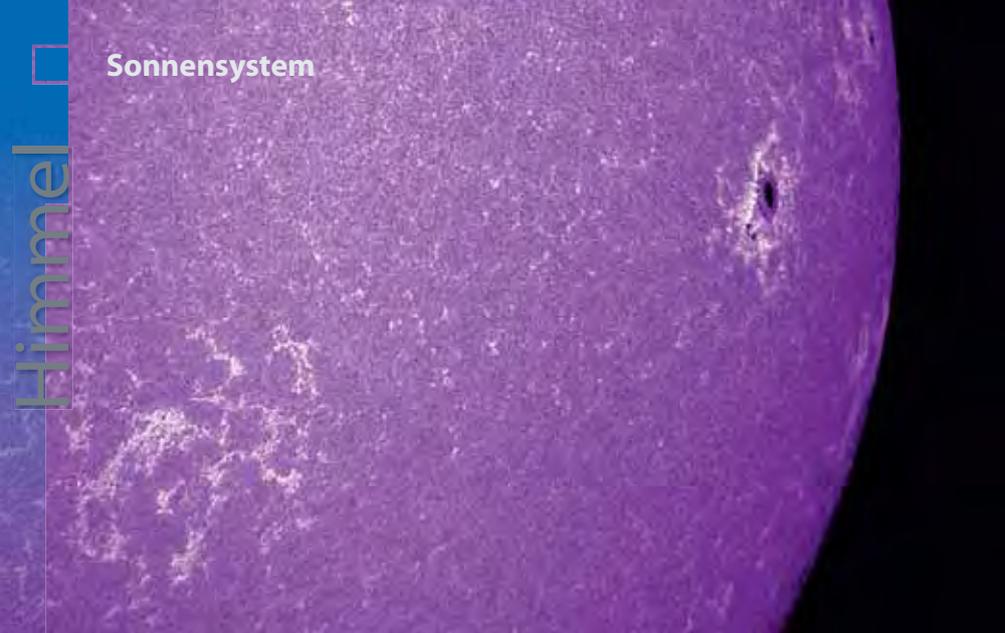


Die Planeten auf ihren Bahnen im August/September 2012



Die Planeten im Fernrohr im August/September 2012





◀ Abb. 1: **Die Sonne am 24.2.2012**, 12:00 MEZ mit der Aktiven Region 11422 im CaK-Licht. CCD-Aufnahme, 5"-Refraktor bei 1000mm, TIS DMK 31, Lunt CaK-Modul-Filter, Summenbild aus 500 Aufnahmen (von 2500). *Ullrich Dittler*

Sonne aktuell Das Auf und Ab geht weiter

Stabil und hoch: zwei Attribute, die man dem 24. Sonnenfleckenzyklus nun wahrlich nicht an die Brust anheften kann. Eher zeichnet er sich seit Monaten durch einen nahezu ständigen Wechsel zwischen niedriger und hoher Sonnenaktivität aus.

Die Zahl der neuen Fleckengruppen ist daher nicht gerade erwartungsgemäß. So gab es im März lediglich 22, im April nur noch 20 neue Aktivitätszentren. Der Fleckenüberschuss auf der Nordhalbkugel konnte im März weiter verfolgt werden, im April war die Häufigkeit der Fleckengruppen auf beiden Hemisphären fast ausgeglichen. Im März erreichten lediglich drei Gruppen die Waldmeisterstufe E und nur die vom 4. bis zum 16.3. sichtbare Aktive Region (AR) Nr. 11429 konnte am 10. und 11. der Klasse F zugerechnet werden. Sie war an mehreren Tagen mit bloßem Auge mit Hilfe von Sonnenfinsternisbrillen zu beobachten. Im April erreichte nur die vom 15. bis zum 28. zu beobachtende AR 11459 die Klasse F, war aber mit freiem Auge nicht so auffällig zu sehen wie die Gruppe im Vormonat.

Im Ha-Licht wurden besonders im März viele Flares, Protuberanzen und Filamente

registriert. Das größte Ereignis war dabei am 7.3. um 0:24 UT ein X5/3b-Flare, dem um 1:14 UT ein X1/Sf-Ausbruch folgte. Die Zahl der registrierten M-Flares war sehr hoch, im April fiel dann auch hier die Aktivität – erkennbar an der reduzierten Zahl der Ausbrüche und der deutlich kleineren Protuberanzen und Filamente – wieder ab. Mit Einzelereignissen, wie den durch Vorgänge in den lokalen Magnetfeldern der Sonne ausgelösten Explosionen von Filamenten am 7., 16., 17. und 18.4., ist selbst in dieser Phase des Zyklus immer zu rechnen. Diese werden oft von energiereichen Massenauswürfen begleitet, die in der Mitte der Sonnenscheibe positioniert, Polarlichter auf der Erde auslösen können. Besonders beeindruckend war dabei der M1-Flare am 16.4. dicht am nordwestlichen Sonnenrand, der von einem spektakulären Koronalen Massenauswurf begleitet wurde und es bis in die Tagespresse schaffte – entsprechende Horrormeldungen inklusive.

Mit Erscheinen dieses Heftes wird es den meisten Vorhersagen zufolge kein Jahr mehr dauern, bis der Höchststand fünf Jahre nach dem letzten Minimum erreicht werden soll.

Das Marshall Space Flight Center geht immer noch von einem Maximum im Frühjahr 2013 aus, mit ausgeglichenen Monatsmitteln von 60. Das ist

◀ Abb. 2: **Randnahe Protuberanz am 20.4.2012**, 7:52 MEZ. 4"-Refraktor bei 2800mm, 0,4s, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*



zwar ein klein wenig mehr als der Wert, mit dem man bisher rechnete, doch für ein gigantisches Maximum wird es nicht mehr reichen. Damit läge der 24. Zyklus nur knapp über dem 5., der von 1798 bis 1810 dauerte und 1805 ein ausgeglichenes Maximum mit 49,2 erreichte, und unter dem 14. Zyklus von 1901 bis 1913 mit einem Maximum von 64,2 im Jahr 1907. Gerade die lange Anstiegszeit seit dem Minimum deutet auf ein eher flaches und niedriges Maximum hin, denn je höher das Maximum ausfällt, desto kürzer ist die Anstiegszeit seit dem Minimum. Daher ist wohl auch in der zweiten Jahreshälfte 2012, von gelegentlichen Ausbrüchen abgesehen, nur mit einer vergleichsweise schwachen solaren Fleckentätigkeit zu rechnen, die mit jener in den Jahren um 1957 oder 1979/1980 nicht zu vergleichen sein wird.

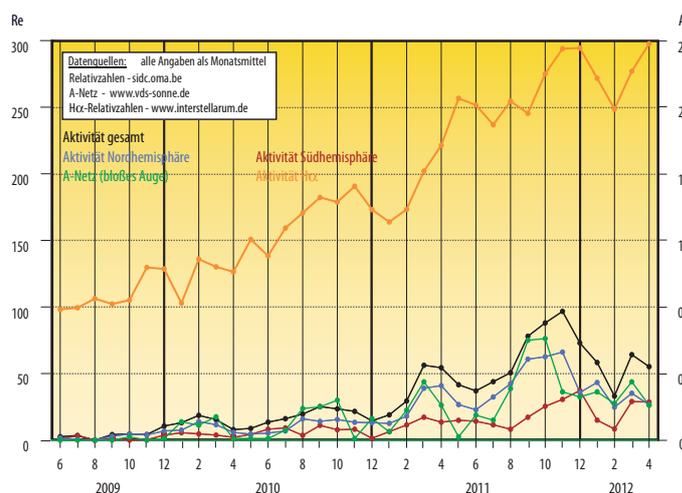
In einer unlängst veröffentlichten Arbeit einer Forschergruppe um L. C. Uzal vom French-Argentine International Centre for Information and Systems Sciences wird aufgrund neuerer Daten und Modelle ein Maximum eher in der zweiten Jahreshälfte 2013 vorhergesagt. Beim norwegischen Helios-Network geht man sogar davon aus, dass das kommende Maximum ähnlich lange andauern könnte wie das vergangene Minimum, diese Voraussagen ergeben ein Maximum zwischen Juni 2014 und August 2015. Das nächste Minimum würde danach in die Jahre nach 2020 fallen.

■ Manfred Holl

Surftipp

Maximumsvorhersage von Uzal:

de.arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1205/1205.3150v1.pdf



Planeten aktuell

Venus vor und nach dem Transit

Venus stand im Juni im Zentrum des Interesses. Vor dem Transit vor der Sonne am 6.6. verabschiedete sie sich mit spektakulären Anblicken der schmalen Sichel am Abendhimmel, Ende des Monats kehrte sie am Morgenhimmel für die Beobachter zurück. Wenige Tage um den Transit war das seltene Phänomen der übergreifenden Sichelspitzen zu sehen (vgl. interstellarum 82): Während fünf Tage vor dem Transit visuell noch kein Anzeichen von übergreifenden Hörnerspitzen zu sehen war, umfing die Venussichel 2,5 Tage vorher bereits 225° und 1,5 Tag vor dem Ereignis schon 280°. Dem Autor gelang es, die Venussichel am Abend des 4.6.2012 letztmalig mit einem 2,4"-Refraktor aufzufinden, allerdings war der Ring noch nicht komplett geschlossen.

Mars verabschiedete sich im Mai von den Planetenbeobachtern. Damit ging eine ereignisreiche Aphel-Opportunität des Roten Planeten zu Ende (vgl. interstellarum 81, 82). Auch im April und Mai blieb die Wolkenaktivität hoch, vielfach waren die orographischen Wolken über den großen Mars-Vulkanen zu sehen. Für Erstaunen sorgte die Tatsache, dass die Nordpolkappe als deutliches Merkmal bis weit über den Beginn des Sommers auf der Nordhalbkugel am 30.3. erhalten blieb und bis Mai nicht weiter an Größe zu verlieren schien. Nun müssen sich die Marsbeobachter wieder gedulden – die nächste Sichtbarkeit beginnt erst wieder Anfang 2014.

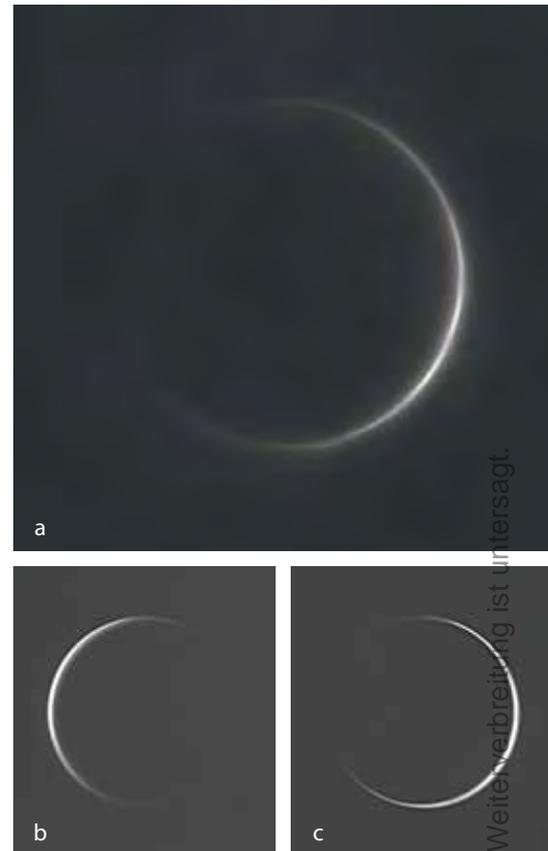
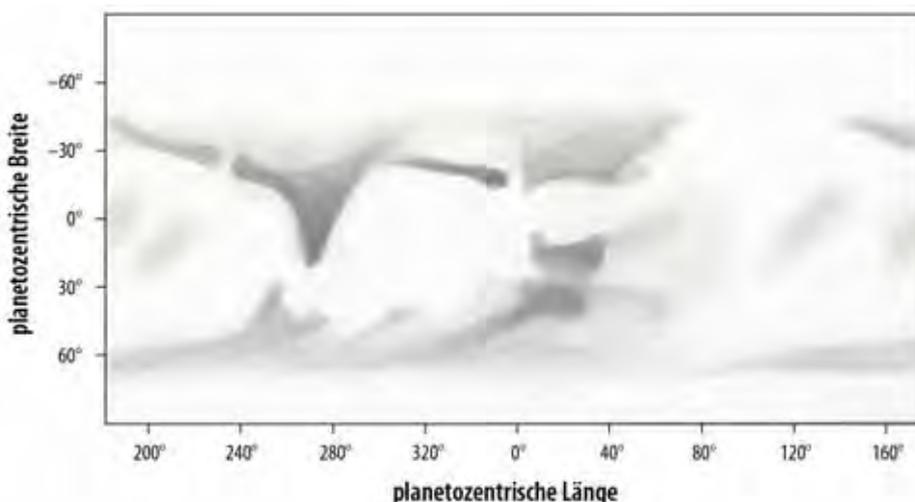
Jupiter sorgte kurz vor seiner Sonnenkonjunktion für zwei Paukenschläge: Auf

seiner Nordhemisphäre deuteten sich zwei große Umwälzungen an. Im nördlichen der beiden dunklen Hauptbänder des Planeten (NEB), das zum Ende der Sichtbarkeit des Planeten im April immer schmaler und blasser geworden war, spielt sich seit Anfang März offenbar ein Revival-ähnlicher Prozess ab, der bisher nur von seinem südlichen Gegenstück (SEB) bekannt war. Am 8.3. war bei 315° (System I) ein kleiner heller Fleck aufgetaucht, dem ein dunkler folgte. Am 12.3. wiederholte sich der Vorgang, in den nächsten Wochen bildete sich eine dunkle Fleckenkette, wie sie von den SEB-Revivals bekannt ist – dies ist der stärkste Aktivitätsausbruch im NEB seit 80 Jahren. Ein ähnlicher Vorgang spielte sich im benachbarten NTB ab: am 19.4. entdeckte der griechische Fotograf Manos Kardasis bei 77° (System I) neue dunkle Flecken, die sich schnell ausdehnten. Dieser Ausbruch kam indes mit Ansage: Seit 2010 war das Band verschwunden gewesen, die Wiederentstehung war seitdem erwartet worden. Jupiter zeigte daraufhin zu Beginn der neuen Sichtbarkeit im Juni ein neues Gesicht. Während das NTB dunkel wiederentstanden ist, herrscht dort, wo das NEB sonst liegt, reinstes Chaos.

Saturns Aktivität blieb hinter den anderen Planeten zurück. In hohen nördlichen Breiten waren nur noch fotografisch schwache Spuren des Sturms von 2011 nachzuweisen. Auffällig war die bläulich-grünliche Färbung des entsprechenden Gebiets.

■ Ronald Stoyan

▼ Abb. 2: **Marskarte nach Beobachtungen mit einem 4,7"-Refraktor** zwischen dem 18.1. und 6.5.2012, 255x, 358x. *Ronald Stoyan*



▲ Abb. 1: **Die schmale Sichel der Venus nahe an der Sonne** ist eine besondere Herausforderung für Astrofotografen. (Bei allen Aufnahmen ist Süden oben.)

a) **Venus zwei Tage nach dem Transit.** 7"-Refraktor bei 5600mm, DMK 51AU02.AS, 200 von 2000 Einzelbildern. *Bernd Flach-Wilken*
 b, c) **Venus 3,5 Tage vor und 2,5 Tage nach dem Transit.** 16"-SCT bei 4000mm, DMK 640x480, Rotfilter. Das Teleskop wurde durch die Sternwartenkuppel stark abgeblendet. *Günther Strauch*

▼ Abb. 3: **Saturn am 2.4.2012** mit dem grünlichen Band als Überrest des Sturms von 2011. 9,25"-SCT bei 6800mm, Basler Ace, R-RGB-Filter. *Torsten Edelmann*



Kometen aktuell

Erster Blick auf Komet PANSTARRS



▲ C/2011 L4 (PANSTARRS) bei M4 am 18.5.2012. CCD-Aufnahme, 14"-Astrograph bei 255mm. Michael Jäger

Es gibt derzeit keine hellen Kometen, die mit bloßem Auge oder Fernglas zu beobachten wären. Für Beobachter mit entsprechender Ausrüstung und etwas Erfahrung sind aber drei interessante schwächere Objekte am Abendhimmel auffindbar – für den schwächsten der drei ist dies nur der Auftakt für eine möglicherweise spektakuläre Sichtbarkeit.

Der am einfachsten zu beobachtende Komet während der kommenden Monate sollte C/2011 F1 (LINEAR) sein. Er wurde am 17. März 2011 vom LINEAR-Team in den USA entdeckt – es war die 202. Kometenentdeckung dieses erfolgreichen Suchprojektes. Sein Perihel erreicht der Schweifstern im Januar 2013, er ist aber nur bis in den Oktober hinein sichtbar, dann steht er

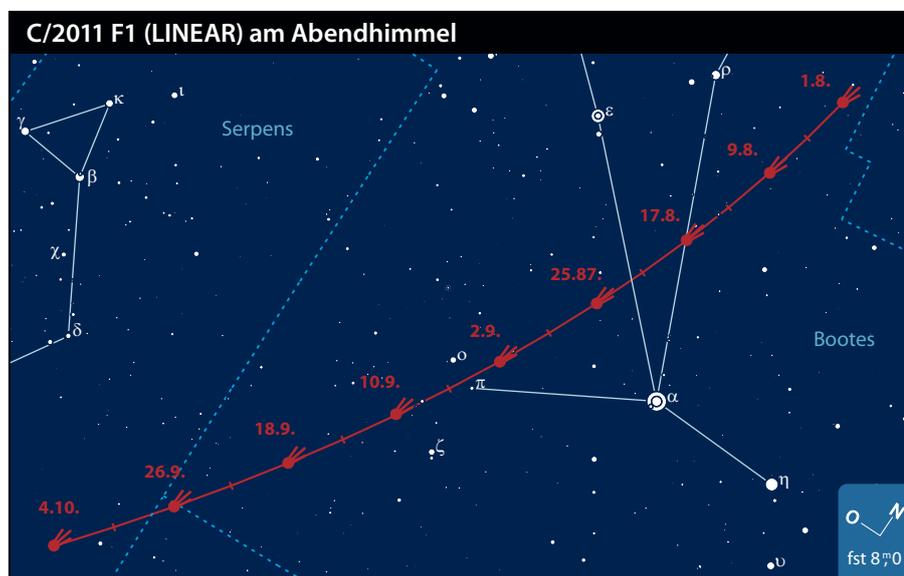
für eine Beobachtung zu sonnennah, später zu weit am Südhimmel. Im August wandert C/2011 F1 in südöstlicher Richtung durch das Sternbild Bootes und geht erst in den Morgenstunden unter. Die Helligkeit dürfte etwa 11^m betragen und noch leicht zunehmen. Im September wird er zum Objekt der ersten Nachthälfte, er ist dann im Grenzbereich der Sternbilder Bootes, Jungfrau und Schlange zu finden.

In der ersten August-Hälfte könnte noch der kurzperiodische Komet 96P/Machholz zu sehen sein. Seit dem Perihel Mitte Juli ist die Elongation auf über 40° angewachsen. Die Helligkeit ging inzwischen allerdings merklich zurück. Er könnte zunächst noch etwa 10^m hell sein und wandert am westlichen Himmel durch die Sternbilder

Löwe, Haar der Berenike und Jungfrau. Die beste Beobachtungszeit ist bereits vor Ende der astronomischen Dämmerung, um etwa 22 Uhr MESZ. Zur Monatsmitte dürfte die Helligkeit bereits auf etwa 12^m gesunken sein. Damit verschwindet er bis zur nächsten Wiederkehr im Jahre 2017.

Recht schwierig gestaltet sich derzeit noch das Beobachten von C/2011 L4 (PANSTARRS). Im März und April 2013 wird dieser Komet aber aller Voraussicht nach als helles Objekt am Abendhimmel zu sehen sein. Um ihn jetzt schon sehen zu können, braucht es allerdings sehr gute Bedingungen und einen freien Südwest-Horizont. C/2011 L4 wurde am 6. Juni 2011 vom Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) auf Hawaii entdeckt. Es war erst die zweite Kometenentdeckung dieses neuen Suchprogrammes, das sich noch immer in der Aufbauphase befindet. Erst ein Viertel des Systems ist einsatzbereit – es besteht aus einem 1,8m-Teleskop und der derzeit größten Digitalkamera der Welt, die über 1,4 Milliarden Pixel verfügt. Komet PANSTARRS hatte zum Entdeckungs-Zeitpunkt eine Helligkeit von 19^m4 bei einem Sonnenabstand von fast 8AE. Die langsame Bewegung noch jenseits der Jupiter-Bahn erschwerte die Bahnbestimmung. Zunächst wurde ein Periheltermin Mitte April und eine Periheldistanz von 0,34AE errechnet. Diese Bahn hätte – ähnlich wie bei den letzten beiden hellen Kometen (McNaught und Lovejoy) – Beobachter der Südhalbkugel favorisiert. Verbesserte Bahnberechnungen ergaben dann aber, dass der Schweifstern schon am 10. März 2013 sein Perihel in 0,30AE Abstand durchlaufen wird. Er könnte dann eine maximale Helligkeit zwischen 0^m und –1^m erreichen und wird bei uns ideal am Abendhimmel steil nach Norden ziehen. Noch ist der Komet aber ein schwieriges Beobachtungsziel, vor allem wegen seiner Deklination von etwa –25°. Im August ist der etwa 11^m5 helle Komet am Abendhimmel im Randgebiet der Sternbilder Waage und Hydra zu finden. Er bewegt sich langsam westwärts und zieht in einem kleinen Bogen rund um den Stern σ Librae. Im September endet dann diese erste Sichtbarkeitsperiode des möglicherweise Großen Kometen von 2013. Die Elongation verringert sich auf unter 50° und C/2011 L4 verschwindet Ende des Monats in der Abenddämmerung.

Kometen im August/September					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
96P/Machholz	12.5.1986	14.7.2012 (0,12AE)	24.6.2012 (0,93AE)	Ende Juli bis Anfang August 2012	10 ^m –12 ^m
C/2011 F1 (LINEAR)	17.3.2011	8.1.2013 (1,82AE)	6.4.2013 (2,56AE)	August bis Oktober 2012	11 ^m –10 ^m
C/2011 L4 (PANSTARRS)	6.6.2011	10.3.2013 (0,30AE)	5.3.2013 (1,10AE)	August bis September 2012, März bis August 2013	12 ^m –11 ^m , –1 ^m bis 12 ^m



INTERSTELLARUM: F. CASPARINI

■ Burkhard Leitner

Surftipps

C/2011 L4 (PANSTARRS) auf Cometography:

cometography.com/comets/2011l4.html

C/2011 L4 (PANSTARRS) bei Kometen-Info:

www.komet-neat.de/2011l4.htm

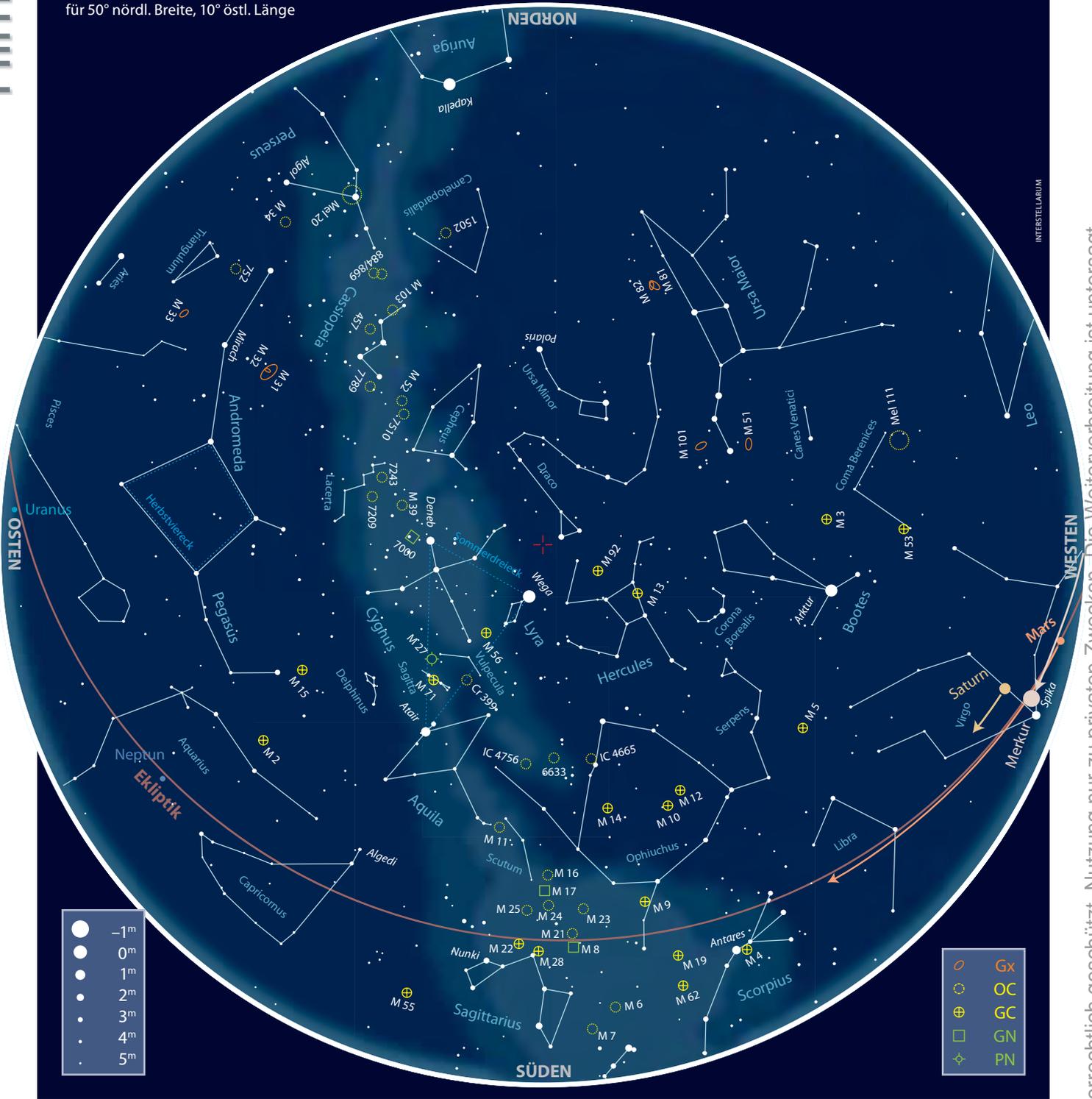
Homepage von Pan-STARRS:

pan-starrs.ifa.hawaii.edu/public

Der Sternhimmel

im August/September 2012

1. August: 23:00 MESZ
 1. September: 21:00 MESZ
 für 50° nördl. Breite, 10° östl. Länge



INTERSTELLARUM

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

Beobachtungsempfehlungen für August/September 2012								
Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Abstand	Entfernung	DSRA/Uran.
Vulpecula	bloßes Auge	-	-	-	-	-	-	14,15/161-165
M 22	Fernglas	GC	18 ^h 36,4 ^{min}	-23° 54'	5 ^m ,2	32'	10400Lj	30/340
M 26	Teleskop	OC	18 ^h 45,2 ^{min}	-9° 24'	8 ^m ,0	15'	5000Lj	22/295
M 25	Fernglas/Teleskop	OC	18 ^h 31,8 ^{min}	-19° 7'	4 ^m ,6	29'	2022Lj	30/340
Cas A	Teleskop	SNR	23 ^h 23,6 ^{min}	+58° 49'	-	4'	11000Lj	-/58

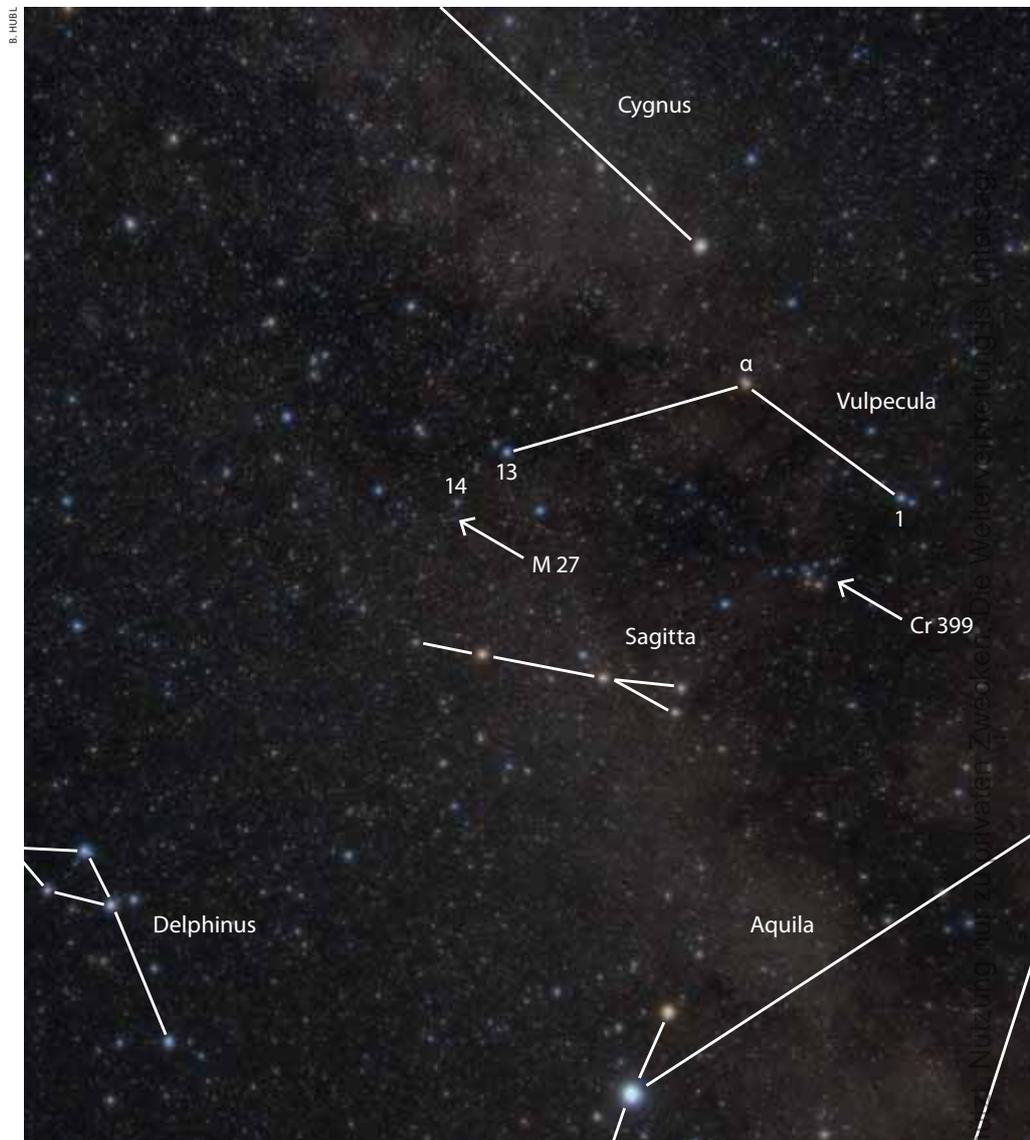
Die Milchstraße rauf und runter

Astronomie mit bloßem Auge Das Sternbild Vulpecula

O bwohl sich das »Füchlein« (lat. Vulpecula) gut in den Reigen der anderen »tierischen« Sternbilder der Region wie Schwan (Cygnus), Delfin (Delphinus) oder Adler (Aquila) einreicht, gehört es nicht zu den schon im Altertum bekannten 48 Konstellationen. Sein Schöpfer war der Danziger Astronom Johannes Hevelius, in dessen 1690 posthum erschienenen Himmelsatlas »Firmamentum Sobiescianum« sich die beiden Sternbilder »Vulpecula« und »Anser« (Gans) finden. Etwas verwirrend ist, dass im dazugehörigen Sternkatalog »Catalogus stellarum fixarum« beide zu einem Sternbild namens »Vulpecula cum Anser« zusammengefasst werden. Auch in John Flamsteeds »Atlas Coelestis« von 1729 oder Johann Elert Bodes »Uranographia« von 1801 trägt das Füchlein noch eine Gans im Maul, die beide Male als selbstständiges Sternbild »Anser« beschriftet wird. Letzteres verschwindet in späteren Sternatlanten; als im Jahre 1922 die verbindlichen 88 Sternbilder von der Internationalen Astronomischen Union (IAU) festgelegt werden, bleibt »Vulpecula« jedoch bestehen. Lediglich der Name des Hauptsterns Anser erinnert noch an die vermutlich inzwischen verschlungene Gans.

Im Gegensatz zu den anderen kleinen Sternbildern der Umgebung wie Delfin oder Pfeil besitzt das Füchlein keine markante Figur und nur eher schwache Sterne, deren hellste, Anser oder α Vul (scheinbare Helligkeit $4^m 43$), 13 Vul ($4^m 64$) und 1 Vul ($4^m 75$) ein flaches, kaum auffälliges Dreieck bilden. Trotzdem umfasst die Konstellation eine Ost-West-Ausdehnung von etwa 35° und eine Nord-Süd-Ausdehnung von fast 10° . Die Sommermilchstraße verläuft mitten durch Vulpecula. Besonders beobachtenswert für das bloße Auge sind vor allem im westlichen Teil des Sternbilds die nach Süden hin immer auffälligeren Dunkelnebel des »Great Rift«.

Vulpecula enthält zwei bekannte Deep-Sky-Objekte, welche potenziell mit dem bloßen Auge sichtbar sind: Einerseits ist dies der »Kleiderbügel« Collinder 399 (vgl. interstellarum 53), andererseits der Hantelnebel M 27. Letzterer wurde lediglich von dem amerikanischen Beobachter David



▲ Das unscheinbare Sternbild Füchchen (Vulpecula) liegt inmitten der Sommermilchstraße oberhalb der Sternbilder Delfin (Delphinus) und Pfeil (Sagitta).

W. Knisely als »freiäugig gesehen« angegeben, bei einer stellaren Grenzgröße von $7^m 8$ während der Nebraska Star Party 2001. Nun beträgt die Helligkeit von M 27 lediglich $7^m 4$, dazu kommen seine Lage inmitten der Milchstraße und die Nähe der hellen Sterne des Sommerdreiecks – vermutlich wird eine verschwindende Minderheit unter den Lesern dieses Artikels jemals Bedingungen vorfinden, die einen Beobachtungsversuch ansatzweise realistisch erscheinen lassen. Knisely selbst gibt an, dass ihm der etwa $24'$ entfernte $5^m 7$ -Stern 14 Vulpeculae geholfen hat,

M 27 zu finden; beide Objekte zusammen wirkten wie ein »verwaschener Doppelstern«: eine extreme Herausforderung für visuelle Beobachter.

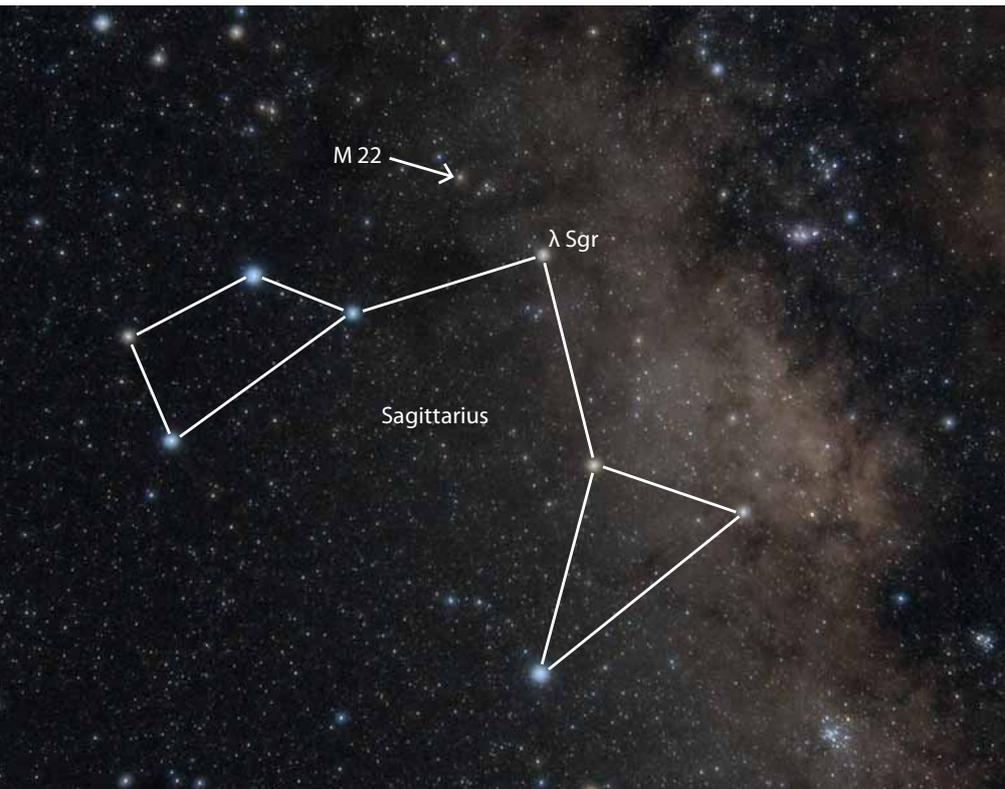
■ Kay Hempel

Surftipp

Planetarische Nebel mit bloßem Auge:

fdsa-blog.blogspot.de/2010/03/naked-eye-challenges-part-1-planetary.html

Astronomie mit dem Fernglas M 22



▲ M 22 steht nur ca. 2,5° nordöstlich von λ Sgr und ist im Fernglas leicht aufzufinden.

Eine Sommernacht Ende August 1665. Während einer Saturnbeobachtung bei Vollmond entdeckte Abraham Ihle mit seinem Fernrohr zufällig einen Nebel »zwischen dem Kopf und Bogen des Schützen«. Damals, vor fast 350 Jahren, fand der Leipziger Postangestellte und Amateurastronom nur 2° neben dem Ringplaneten eines der ältesten Objekte der Milchstraße bzw. den ersten Kugelsternhaufen überhaupt. Zu Abraham Ihle ist fast nichts überliefert, doch seine Entdeckung ist noch heute bekannt: 100 Jahre später erhielt sie durch den Kometenbeobachter Messier die Bezeichnung M 22.

Da die Kugelsternhaufen unserer Galaxis in der Frühzeit der Galaxienentwicklung entstanden sind, gehören sie tatsächlich zu den ältesten Objekten der Milchstraße.

Nach der neuesten Studie könnte das Alter von M 22 bei rund 13,5 Milliarden Jahren liegen, d.h. diese Zusammenballung von über 100000 Sonnen hat sich ganz kurz nach dem Urknall gebildet [1]. Doch wie genau sie entstanden sind, ist noch heute unklar und so ist ihre Entstehung weiterhin ein aktueller Forschungsgegenstand, der mit immer besseren Simulationen und Modellen untersucht wird.

Außerdem gelangte man in den letzten Jahren zu dem Ergebnis, dass nicht alle Kugelsternhaufen in der Milchstraße entstanden sind; etwa ein Viertel der 160 bekannten Exemplare sollen eigentlich Eindringlinge sein. Dabei geht man davon aus, dass es die Kernbereiche von Zwerggalaxien sind, die die Milchstraße zerrissen und sich einverleibt

hat [2]. Zu den bekanntesten Vertretern dieser Art gehören Omega Centauri und M 54. Die beobachteten Metallizitäten von Haufensternen in M 22 ergibt ein ähnliches Bild, auch wenn er nicht so massereich wie die beiden anderen Kandidaten ist. Und wie bereits 2009 berichtet wurde »scheint es logisch zu sein, anzunehmen, dass M 22 vielleicht ebenfalls der Kernüberrest oder zentrale Sternhaufen einer zerrissenen Zwerggalaxie« ist [3].

Auch wenn M 22 der hellste Kugelsternhaufen des Nordhimmels ist und schon mit bloßem Auge gesichtet werden kann, ist für einen lichtverschmutzten Standort das Fernglas die bessere Wahl. M 22 steht nur 2,5° nordöstlich von λ Sgr entfernt, der mit 2^m8 einer der hellsten Sterne des Schützen ist. Wenn man diesen Stern z.B. mit einem typischen 10×50-Fernglas anpeilt und im Sehfeld rechts unten positioniert, sollte links oben bereits deutlich eine helle Nebelscheibe zu sehen sein. Der leuchtende Ball, der von zwei Sternen 5. Größenklasse eingerahmt wird, ist dabei nur das dichte Zentrum, auf Fotos erreicht der Sternhaufen nämlich eine Ausdehnung von einem Vollmonddurchmesser. Besitzer von Großfeldstechern können sich sogar auf die Suche nach den hellsten Riesensternen machen, denn aufgrund seiner Nähe von nur 10400Lj gehört M 22 zu den wenigen Kugelsternhaufen, bei denen eine Auflösung schon mit einem Großfernglas gelingt, allerdings ist dafür ein dunkler Beobachtungsort nötig.

■ Nico Schmidt

- [1] Marino, A. et al.: The double sub-giant branch of NGC 6656 (M 22): a chemical characterization, *Astron. Astrophys.* 541, A15 (2012)
- [2] Forbes, D. A., Bridges, T.: Accreted versus in situ Milky Way globular clusters, *MNRAS* 404, 1203 (2010)
- [3] Da Costa, G. et al.: M 22: A [Fe/H] Abundance Range Revealed, *Astrophys. J.* 705, 1481 (2009)

Objekt der Saison M 26

M 26 ist ein Offener Sternhaufen im Sternbild Scutum (Schild), der von Charles Messier am 20.6.1764 entdeckt wurde. Zur Orientierung verwendete er noch das Sternbild Antinous, das der römische Kaiser Hadrian zu Ehren seines im Nil ertrunkenen Günstlings eingeführt hatte (der Legende nach opferte sich Antinous, um

das Leben Hadrians zu verlängern) und das heute nicht mehr zu den 88 offiziellen Sternbildern zählt. Messier schildert einen Haufen nahe den Sternen η und ο in Antinous, was α und δ Scuti entspricht. Das Sternbild Scutum wurde erstmals 1690 von Johannes Hevelius in seinem Werk »Firmamentum Sobiescianum« eingeführt und ist dem polnischen

König Jan III. Sobieski (1629–1696) gewidmet, der 1683 bei der Schlacht am Kahlenberg die Stadt Wien von den türkischen Belagerern befreite. Es symbolisiert den Schild, den der König in der Schlacht trug und so lautete die ursprüngliche Bezeichnung Scutum Sobiescii. Zur Beobachtung von M 26 benutzte Messier ein Gregory-Teleskop mit 104-facher

Vergrößerung und beschrieb »einen Haufen von 2' Durchmesser, der keinen Nebel enthält«. Sonst sind seine Notizen recht knapp gehalten, er erwähnte lediglich noch, dass man »mit einem Refraktor von drei Fuß den Haufen nicht in Einzelsterne auflösen kann, sondern ein gutes Instrument anwenden muss« [2]. Auch bei Wilhelm Herschel fand der Sternhaufen wenig Beachtung, er beschrieb ihn »als lockeren Haufen von verstreuten Sternen«. John Herschel hingegen widmete dem Haufen mehr Aufmerksamkeit, er bezeichnete ihn als reichen, aber wenig verdichteten Sternhaufen aus helleren und zahlreichen schwächeren Sternen von 12. bis 15. Größenklasse und einem auffallend hellen Stern 9. Größenklasse. Die Form wird als irregulär rund mit 10' Durchmesser geschildert. In Dreyers Katalog findet der Offene Sternhaufen schließlich Eingang als Objekt mit der Nummer NGC 6694 und folgender Beschreibung: Sternhaufen, beträchtlich groß, ziemlich reich (an Sternen), ziemlich verdichtet, Sterne von 12. bis 15. Größenklasse.

So wie die historischen Beschreibungen von M 26 eher kurz ausfallen, verhält es sich auch mit der aktuellen Forschung. Es gehört zu einem der am wenigsten erforschten Messier-Objekte und es existieren nur wenige aktuelle Untersuchungen. Die wichtigsten Kenndaten zeigen einen mit 90 Millionen Jahren noch recht jungen Offenen Sternhaufen in ca. 5000 Lichtjahren Entfernung [1]. Die Angaben zum Durchmesser betragen 20–22 Lichtjahre, es finden sich aber auch Werte von 12 Lichtjahren Durchmesser in der Literatur [2]. Die visuelle Helligkeit des Sternhaufens beträgt $8^m,0$, am Himmel nimmt er einen Durchmesser von 15' ein [3]. Die helleren Sterne erreichen ca. 12. Größenklasse und sind vom Spektral-Typ B8, wobei der hellste Vertreter eine Helligkeit von $10^m,3$ aufweist. Dem Sternhaufen werden insgesamt 69 Haufenmitglieder zugerechnet [4]. Nach Trümpler wird der Sternhaufen als Typ IIm charakterisiert, ist also stark konzentriert und besitzt durchschnittlich viele Sterne, die geringe Helligkeitsunterschiede aufweisen. Auffällig an M 26 ist eine ca. 3' große Region innerhalb des Sternhaufens mit auffällig geringerer Sterndichte. Fotometrische Untersuchungen aus den 1940er Jahren legen den Schluss nahe, dass vorgelagerte interstellare Materie hier zu einer Lichtschwächung führt. Spätere Untersuchungen zeigen, dass sehr viele offene Sternhaufen von Wolken interstellarer Materie umgeben sind, wobei die Materiewolken junger Sternhaufen mit einem Alter von weniger als 10 Millionen Jahren deutlich größer und massereicher sind, sich in der Materiedichte jedoch nicht von Wolken um ältere Sternhaufen unterscheiden [5].



▲ Während sich M 26 in kleinen Instrumenten wenig vom sternreichen Hintergrund abhebt, wird der Offene Sternhaufen mit zunehmender Öffnung und Vergrößerung zu einem interessanten Objekt.

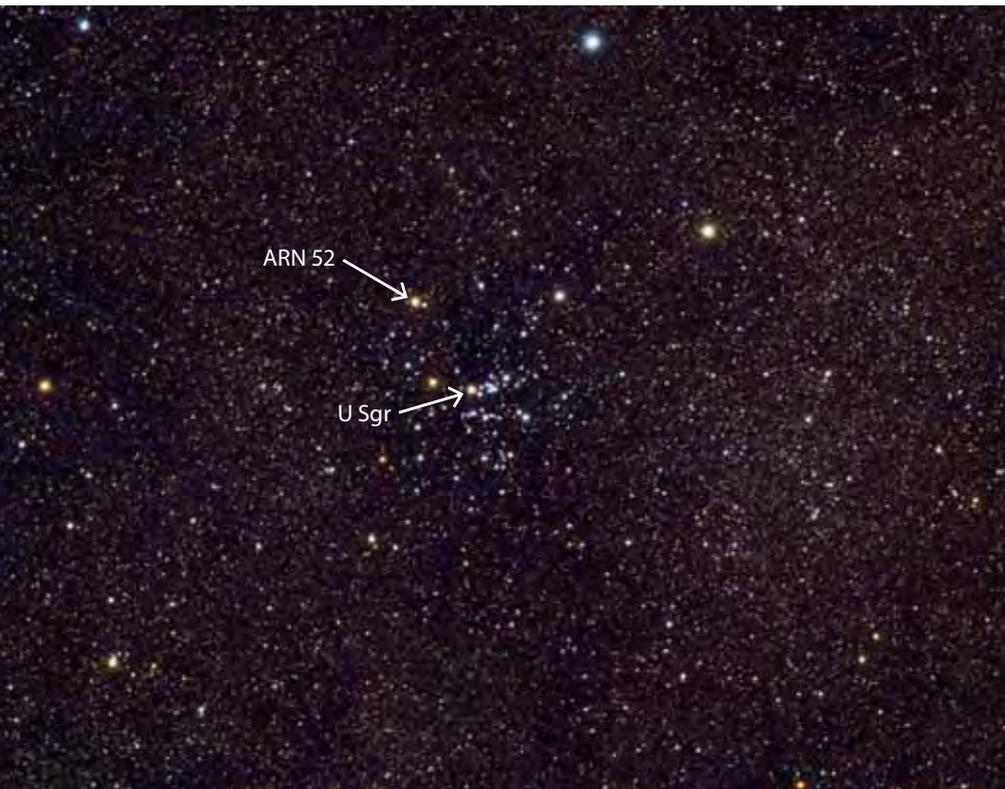
Messier 26 liegt in einem sternreichen Gebiet am südwestlichen Rand der Schildwolke. Das Auffinden ist denkbar einfach, denn man muss nur der Verlängerung von α nach δ Scuti folgen, um auf den Sternhaufen zu treffen. In Beobachtungsberichten führt er häufig ein Schattendasein, was vielleicht auch in der räumlichen Nähe zu seinem prominenten Nachbarn M 11, dem Wildenthaufen, begründet sein mag oder schlichtweg in der Tatsache, dass er bei Verwendung kleiner Optiken zu den eher unscheinbaren Messier-Sternhaufen gehört. Im 8x40-Fernglas ist er in der mit schwachen Sternen übersäten Himmelsregion nur wenig auffällig, erst ein größeres 16x70-Fernglas kann ihn etwas deutlicher aus der Umgebung herauslösen. Im kleinen Refraktor mit 60mm Öffnung sind bei Vergrößerungen um 50x nur vier Sterne vor nebligem Hintergrund zu sehen, ein Stern ist auffällig heller als die anderen. Insgesamt hebt sich der Sternhaufen schwach von der Milchstraße ab. Im Newton-Teleskop mit 4,5" Öffnung sind ca. 10–12 Sterne vor nebligem Hintergrund zu erkennen, wenn die Vergrößerung auf mindestens 100x gesteigert wird. Erst mit 8" Öffnung unter dunklem Landhimmel und einer Vergrößerung über 150x gewinnt der Offene Sternhaufen deutlich an Eindruck. Etwa 25 nicht sehr dicht angeordnete Haufensterne werden in einem Feld von ca. 7' sichtbar und heben sich gut vom Hintergrund ab. Die vier hellsten Sterne

bilden dabei eine auffällige Raute und erscheinen wie ein Sternmuster innerhalb des Haufens. Etwas außerhalb der Mitte des Zentrums fällt ein sternärmeres Gebiet auf, das sich bogenförmig von Norden nach Süden durch das Gesichtsfeld zieht. Eine weitere Steigerung der Öffnung (14" bzw. 18") und der Vergrößerung auf über 200x lässt dieses Objekt zunehmend interessant erscheinen, steigert es doch die Anzahl der erkennbaren Sterne auf ca. 40 bzw. 60–70 Stück, wobei sich östlich der Dunkellinie deutlich eine Gruppe von Sternen zeigt. Wer also einmal die Gelegenheit hat ein größeres Teleskop zu nutzen, sollte damit auch M 26 einen Besuch abstatten. Das im kleinen Teleskop eher unscheinbare Objekt zeigt sich dann in einem gänzlich anderen Licht.

■ Frank Gasparini

- [1] Kharchenko, N. V. et al.: Astrophysical parameters of Galactic open clusters, *Astron. Astrophys.* 438, 1163 (2005)
- [2] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Die Glanzlichter des Deep Sky, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [3] Pflieger, T.: Eye and Telescope, Version 3.2, Oculum-Verlag, Erlangen (2012)
- [4] Grubbisich, C.: Farben-Helligkeitsdiagramme und Entfernung des offenen Sternhaufens NGC 6694 = M 26, *Zeitschrift für Astrophysik* 60, 249 (1965).
- [5] Leisawitz, D.: A CO Survey Of Regions Around 34 Open Clusters. II. Physical Properties Of Cataloged Molecular Clouds, *Astrophys. J.* 359, 319 (1990)

Objekt der Saison M 25



▲ **M 25 ist der hellste Offene Sternhaufen im Schützen.** Mit Hilfe des Haufenmitglieds U Sagittarii, einem Cepheiden, konnte die Entfernung von M 25 bestimmt werden.

In den dichten Milchstraßenwolken des Schützen finden sich, dicht gedrängt, zahlreiche galaktische Glanzlichter, von denen jedes einzelne bereits der Höhepunkt einer ganzen Himmelsregion wäre. Sternentstehungsgebiete wie der Lagunennebel M 8 oder der Omeganebel M 17 spielen in einer Liga mit dem Orionnebel. Zahlreiche Kugelsternhaufen wie M 22 (s. S. 28) – der hellste, in Mitteleuropa sichtbare Vertreter dieser Gattung – sind hier dicht gedrängt. So verwundert es nicht, dass selbst auffällige Objekte etwas in den Hintergrund rücken. So auch der hellste Offene Sternhaufen des Schützen – M 25.

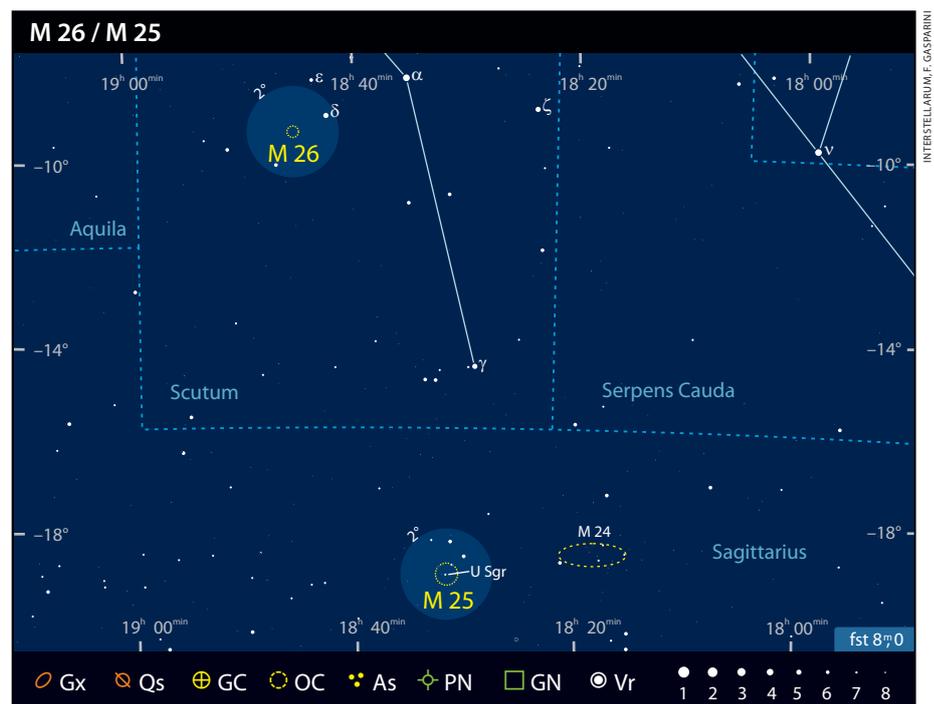
Die wechselvolle Entdeckungsgeschichte des Sternhaufens beginnt im Zeitraum der Jahre 1745/46 mit dem Schweizer Beobachter de Chéseaux. Er beschrieb einen Sternhaufen zwischen dem Bogen und dem Kopf des Schützen. Da diese Beobachtungen nicht publiziert sondern nur verlesen wurden, geriet die Entdeckung wieder in Vergessenheit. So entdeckte Messier den Haufen am 20.7.1764 unabhängig erneut und nahm ihn in seinen Katalog auf. Auch Bode führte ihn in seiner Liste. Trotzdem zählt M 25 gemeinsam mit M 24, M 40 und M 45 zu den wenigen Messier-Objekten, die von Dreyer nicht in den NGC aufgenommen wurden. Lange Zeit wurde dies

damit begründet, dass sowohl Wilhelm als auch John Herschel den Haufen übersehen und somit nicht in den General Catalogue – die Grundlage des NGC – aufgenommen hatten. Aktuelle Untersuchungen zufolge wurde der Haufen jedoch am 30.7.1783 von Caroline Herschel [1] und in der Folge auch von Wilhelm Herschel beobachtet. Nach

weiteren Beobachtungen durch Smyth und Webb wurde M 25 erst auf Grundlage der Vermessung durch Bailey 1896 als IC 4725 in den zweiten Teil des Index Catalogue aufgenommen.

Aus astrophysikalischer Sicht handelt es sich bei M 25 um einen relativ jungen Offenen Sternhaufen, der sich von der Erde aus etwa in Richtung des galaktischen Zentrums befindet. Ein Highlight des Sternhaufens stellt sicherlich der Veränderliche Stern U Sagittarii dar. Der Stern schwankt mit einer Periode von 6,75 Tagen zwischen $6^m 3$ und $7^m 1$. Bereits in den 1920er-Jahren wurde erkannt, dass es sich um ein echtes Haufenmitglied von M 25 handelt [2]. Da es sich bei U Sagittarii um einen klassischen Cepheiden (auch δ -Cepheiden genannt) handelt, eröffnete dies die Möglichkeit, über die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung die Entfernung des Sternhaufens zu bestimmen. Auf diese Weise wurde ein relativ genauer Wert von etwa 2022 Lichtjahren ermittelt, der in den meisten aktuellen Publikationen bestätigt wird [3]. Damit befindet sich M 25 gemeinsam mit einigen anderen Sternhaufen wie M 6 oder M 23 in der Lücke zwischen unserem eigenen Milchstraßenarm (Orion-Arm) und dem weiter innen liegenden Sagittarius-Arm. Durch interstellare Staubwolken wird das Licht der insgesamt 220 Haufensterne noch um etwa $1^m 6$ geschwächt [4].

Trotz der südlichen Lage mit einer Deklination von -19° ist M 25 von Mitteleuropa aus relativ einfach mit freiem Auge



erkennbar. Als Aufsuchhilfe kann die ebenfalls gut erkennbare Sternwolke M 24 dienen. M 25 zeigt sich als kleiner Nebelfleck etwa 3° östlich von ihr. Die hellsten Einzelsterne des Haufens erreichen die 6. und 7. Größenklasse, so dass der Haufen theoretisch von der Südhalbkugel sogar ohne optische Hilfsmittel auflösbar wäre. Mit einem Fernglas ist der Sternhaufen ein dankbares Beobachtungsobjekt und es zeigen sich bereits 10–15 aufgelöste Sterne in unregelmäßiger Anordnung. Auch in kleinen und mittleren Teleskopen ist der Sternhaufen bei niedrigen Vergrößerungen eine eindrucksvolle Erscheinung. Es zeigt sich

ein großes Helligkeitsspektrum der etwa 50 erkennbaren Haufensterne. Die Sterne sind in Ketten angeordnet und lassen verschiedene Verdichtungen erkennen. Besonders schön sind die Farbunterschiede zwischen einigen hellen, gelb-orangen und dem Gros weiß-blauer Sterne. Für Beobachter existieren auch einige interessante Doppelsterne. So trägt U Sagittarii auch die Bezeichnung Burnham 966. Der Begleiter mit einer Helligkeit von 9^m1 befindet sich 67,2" westlich des Hauptsterns und ist seinerseits wiederum ein sehr enges System aus zwei Komponenten (9^m1, 9^m9) in nur 0,9" Distanz. Deutlich einfacher

ist der Doppelstern ARN 52 im Nordosten des Haufens. Hier trennen die 7^m1 und 9^m6-Komponenten immerhin 69".

■ Matthias Juchert

- [1] Hoskin, M.: Caroline Herschel as observer, *JHA* 36, 373 (2005)
- [2] Sandage, A.: Cepheids in Galactic Clusters. VI. U SGR in M 25, *Astrophys. J.* 131, 610 (1960)
- [3] Kharchenko, N. V. et al.: Astrophysical parameters of Galactic open clusters, *Astron. Astrophys.* 438, 1163 (2005)
- [4] Tadross, A. L. et al.: Astrometry of the open cluster M 25, *Astrophys. Space Science* 282, 607 (2002)

Deep-Sky-Herausforderung Cassiopeia A

Supernovaüberreste (SNR) wie der bekannte Cirrusnebel oder sein südliches Pendant, der Vela-Supernovaüberrest, sind in Amateurkreisen bekannt als auffällige, riesige, zerfranste Gebilde. Diese relativ alten und stark expandierten Objekte stehen im visuellen Erscheinungsbild im krassen Gegensatz zu jungen Supernovaüberresten wie dem Krebsnebel Messier 1, dessen Entstehung durch eine Supernovaexplosion im Jahr 1054 beobachtet wurde. Doch es geht noch jünger: Der hier beschriebene Supernovaüberrest datiert in die Mitte des 17. Jahrhunderts.

Mit den aufkommenden Messungen im Radiobereich fiel bereits 1948 eine sehr helle Quelle im Sternbild Cassiopeia auf, die daher auch unter der Bezeichnung Cassiopeia A (Cas A) katalogisiert wurde und heute als hellste extrasolare Radioquelle gilt [1]. Optisch wurde das Objekt jedoch erst 1951 durch die bekannten Astronomen Minkowski und Baade mit dem 5m-Spiegel des Palomar-Observatoriums verifiziert, die sogar schon eine Bewegung und Helligkeitsveränderungen darin feststellen konnten [2].

Aktuelle Untersuchungen datieren die Explosion der Supernova in die Jahre um 1681 [3]. Dieses Datum passt zu der Beobachtung von Flamsteed, der im August 1680 einen Stern 6. Größe katalogisierte, der jedoch später nicht mehr auffindbar war. Ob Flamsteed tatsächlich die Supernova als Stern gesehen hat, bleibt allerdings nach aktuellem wissenschaftlichem Kenntnisstand fraglich.

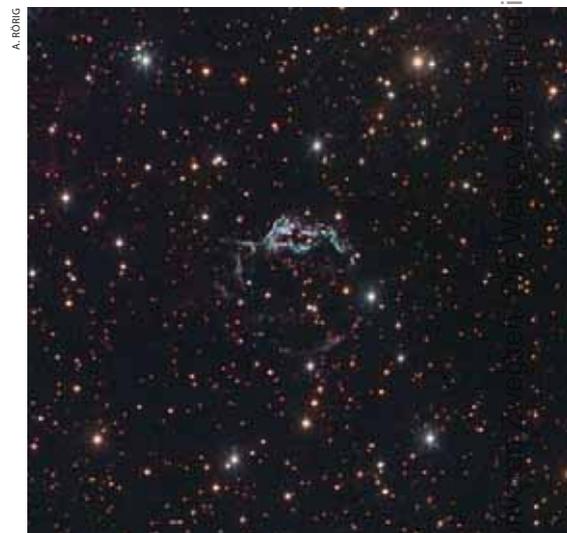
Heute gilt Cas A als eine Supernova des Typs IIb mit einem aktuellen Durchmesser des Supernovaüberrests von 10 Lichtjahren. Neuere Untersuchungen mit dem

Röntgensatelliten Chandra fanden den lange gesuchten, für visuelle Wellenlängen aber nicht zugänglichen Neutronenstern [4].

Doch kann selbst der visuell beobachtende Astronom den jungen Supernovaüberrest sehen? So unglaublich es auch klingt, Cassiopeia A ist tatsächlich mit mittleren Teleskopen visuell zu erreichen. Bei idealen Bedingungen, insbesondere bester Durchsicht, gelingt eine positive Beobachtung bereits mit 8" bis 10" Öffnung. Bestückt mit einem UHC-Filter kann der deutlich hellere nördliche Ringabschnitt als schwache und schmale, Ost-West elongierte Fläche gesehen werden. Mit 16" Öffnung fällt die Beobachtung deutlich einfacher aus: Cas A besitzt dann bereits genügend Helligkeit, um einen [OIII]-Filter einsetzen zu können. Damit ist dann bei einer Austrittspupille um 2mm das nördliche Fragment als leicht gebogener Nebel zu sehen, der sogar Ansätze von Struktur offenbart. Um das südliche Fragment erfolgreich beobachten zu können, sind jedoch Öffnungen jenseits von 24" notwendig. Damit lässt sich dann auch die faserige Struktur im hellen Nordbereich auflösen.

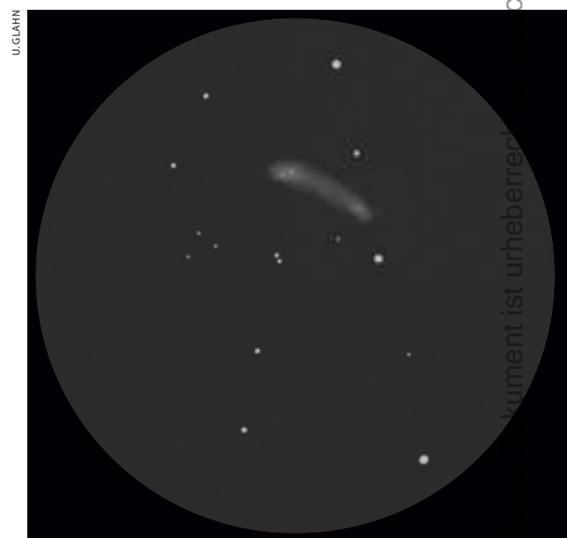
■ Uwe Glahn

- [1] Ryle, M.; Smith, F. G.: A New Intense Source of Radio-Frequency Radiation in the Constellation of Cassiopeia, *Nature* 162, 462 (1948)
- [2] Baade, W., Minkowski, R.: Identification of the Radio Sources in Cassiopeia, Cygnus a, and Puppis a., *Astrophys. J.* 119, 206 (1954)
- [3] Fesen R. A. et al.: The Expansion Asymmetry and Age of the Cassiopeia A Supernova Remnant, *Astrophys. J.* 645, 283 (2006)
- [4] Tananbaum, H.: Cassiopeia A, *IAU Circ.* 7246, 1 (1999)



▲ Abb. 1: **Acht Stunden Belichtungszeit** lassen die feinen Filamente des Supernovaüberrests Cassiopeia A sichtbar werden. 12"-Newton bei 1372mm, SBIG ST-10XME, 28x10min ([OIII]), 14x10min (Ha), 5x5min (je RG), 5x7,5min (B).

▼ Abb. 2: **Zeichnung**, 16"-Newton, [OIII]-Filter, fst 6^m5+, Seeing IV, 180x.



Sternschnuppen- Schnappschüsse

Tipps zur Fotografie der Perseiden

VON SEBASTIAN VOLTMER

S. VOLTMER

▲ Abb. 1: **Die Sternschnuppen der Perseiden** ziehen jeden Sommer über den Himmel, 2012 herrschen jedoch besonders günstige Bedingungen dank abwesendem Mond. Das Bild zeigt drei Perseiden am 13.8.2010, aufgenommen mit einer EOS 30D bei 85mm und Blende f/1,6. Jedes Einzelbild wurde 7s belichtet bei ISO 1000.

Wünsch Dir was: Wenn im August wieder Sternschnuppen über den Himmel huschen und gelegentlich als Boliden aufblitzen, lohnt sich auch die Fotografie dieser flüchtigen Himmelserscheinungen. Da man Zeit und Ort des Aufleuchtens nicht exakt vorhersagen kann, sind Geduld und die richtige Technik ausschlaggebend für den Erfolg. Dieses Jahr lohnen sich Versuche zwischen dem 17. Juli und 24. August, wobei das Maximum am 12.8. erwartet wird.

Täglich dringen mehr als 180 Tonnen Materie-Trümmer in die Erdatmosphäre ein. Das reicht von winzigen Staubteilchen bis hin zu riesigen Stein- oder Eisenbrocken. 95% aller Meteoroiden (Teilchen im interplanetaren Raum) sind sog. Steinmeteoroiden, nur 5% bestehen hauptsächlich aus Eisen. Sie stürzen in die Atmosphäre mit Geschwindigkeiten von 11,2km/s bis 72km/s. Schon ein Sandkorn kann eine helle Spur am Himmel ziehen. Sie wird allerdings zum geringsten Teil durch das Verglühen des Meteoroiden verursacht, vielmehr durch die Rekombination des durch die Reibung abgedampften, ionisierten Meteoroidenmaterials und der entlang der Flugbahn ionisierten Atmosphäre.

Kometenstaub im August

Bei den Perseiden handelt es sich um Partikel des Kometen 109P/Swift-Tuttle. Diese Teilchen bestehen aus einem lockeren Gemisch aus Eis und kristallinen Silikaten und sind meist kleiner als 1mm. Sie stürzen mit Geschwindigkeiten von bis zu 59km/s Richtung Erde, um in der Erdatmosphäre zu verglühen. Solche Erscheinungen dauern meist nur Bruchteile einer Sekunde. Hierbei erzeugen die Teilchen je nach Material und Geschwindigkeit eine mehr oder weniger helle Leuchtspur. Der gesamte Aktivitätszeitraum der Perseiden erstreckt sich vom 17. Juli bis 24. August.

All diese Teilchen verglühen vollständig in der Erdatmosphäre. Dass kein

Kometenmaterial auf die Erde gelangt, liegt in erster Linie an der viel zu geringen Dichte dieser Partikel (etwa $0,2\text{g/cm}^3$ – $0,6\text{g/cm}^3$) – und nur sekundär an deren Geschwindigkeit oder ihrer zu kleinen Größe. Meteoritenfälle mit Restmasse dagegen rühren stets von Asteroidenfragmenten aus Stein oder Eisen her, letztere haben eine Dichte von $3,6\text{g/cm}^3$ – $7,8\text{g/cm}^3$.

Die Perseiden zählen zu den schnellsten Sternschnuppenströmen und hinterlassen manchmal auch imposante Rauchspuren (Abb. 2).

Kamera und Objektiv

Die Vorgehensweise bei der Meteorfotografie ist ähnlich der Fotografie von

► Abb. 2: **Die Rauchspur eines Perseiden**, aufgenommen am 8.8.1997 mit einem 300mm-Teleobjektiv bei $f/4,5$, 5min belichtet.

Sternstrichspuren oder Zeitrafferaufnahmen. Man sollte die Kamera über einen längeren Zeitraum, mitunter über mehrere Stunden, auf die gewünschte Region richten und von einem Stativ aus belichten. Leider sind der Belichtung Grenzen gesetzt, da im Laufe der Zeit auch die Hintergrundhelligkeit des Himmels ansteigt und zur Überbelichtung führt. Bei Vollmond muss man die Optik stark abblenden ($f/8$ – $f/11$). Doch dann wird man neben ziemlich seltenen Boliden kaum noch schwache Meteore fotografisch abbilden können.

Da man nicht genau vorhersagen kann, wann und wo ein Meteor oder ein heller Bolide auftauchen wird, sollte man ein möglichst großes Himmelsfeld fotografisch erfassen. Je weitwinklicher, desto größer ist die Chance auf einen Treffer – und desto langsamer streicht die Leuchterscheinung über jedes einzelne Pixel, was der Helligkeitsintensität auf dem Foto zugute kommt. Kurze Brennweiten sind also meist die bessere Wahl. Superweitwinkel- oder Fisheye-Objektive decken einen sehr großen Teil des Himmels ab. Wenn man z.B. ein zirkulares Fisheye (meist 8mm Brennweite) in den Zenit richtet, erfasst es – im Vollformat – den gesamten Himmel. Hierbei wird ein kreisförmiges Bild aufgenommen, dessen Rand sich mit dem Horizont deckt. Der Rest des Bildes bleibt schwarz. Besonders geeignet ist z.B. das 8mm-EX DG-Circular-Fisheye von Sigma mit maximaler Blende von $f/3,5$. Obwohl sich Weitwinkel-Optiken bewährt haben, setze ich in der Meteorfotografie für bestimmte Zwecke auch lichtstarke Teleobjektive ein. Vorteil ist, dass durch die bessere Auflösung auch die Grenzgröße steigt.

Aufnahmetechnik

Ideal sind Kameras, die sich über einen Timer in einem bestimmten Intervall auslösen lassen. Mit einer hohen Empfindlichkeit (ISO-Werte 1600, 3200) und einer lichtstarken Optik ($f/1,4$) lassen sich sogar Belichtungen von wenigen Sekunden realisieren. So umgeht man auch, dass die Sterne in Folge der Erddrehung zu Strichen auseinander gezogen werden. Wichtig ist allerdings, dass die Pause des Timer-Intervalls zwischen den Einzelbelichtungen nicht zu groß gewählt ist (1 Sekunde), da sonst einige Meteore von der Kamera »übersehen« werden. Das passiert schnell, wenn der Kamera-Verschluss gerade im geschlossenen Zustand ist – ärgerlich für die



Form und Farbe von Meteoriten

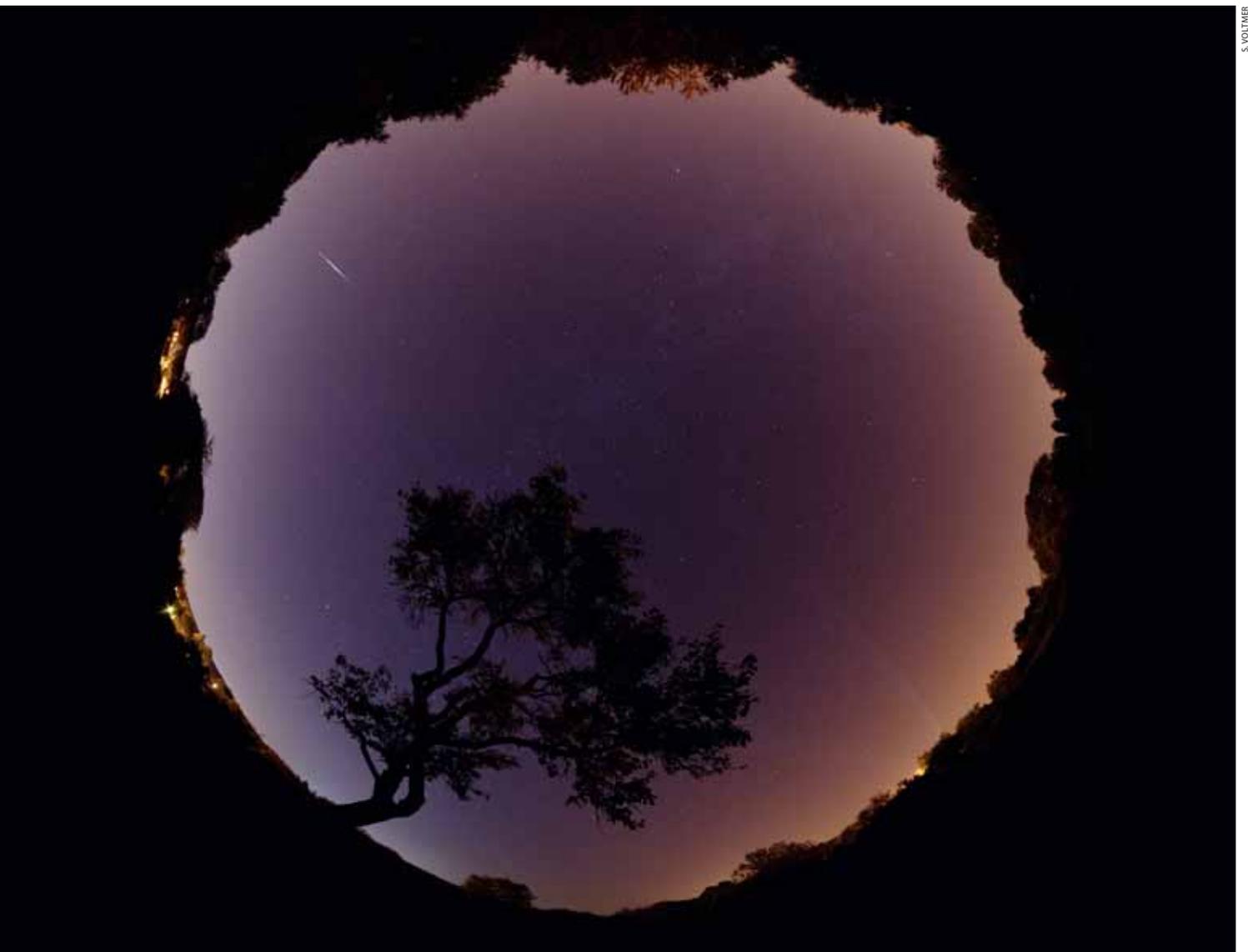
Ein Meteor steigert mit zunehmender Länge seine Intensität und endet abrupt – manchmal auch mit einem finalen Blitz. Er kann sich bilden, wenn ein Meteor tief in der Atmosphäre auf dichte Luftschichten trifft. Bei den Leoniden oder Perseiden kann man so etwas nur bei sehr schnellen Feuerkugeln beobachten. Bei den Draconiden hingegen ist dies wegen ihrer Langsamkeit und ihrer lockeren Zusammensetzung auch bei schwächeren Meteoriten möglich.

Ein Meteor weist einen Farbverlauf auf – meist von Grün nach Rot. Obwohl es sich um Gestein handelt, besitzen die Partikel von Meteorströmen auch bestimmte Mengen an Metall-Atomen.

Diese emittieren Licht im blauen, grünen und gelben Spektralbereich, wenn sie in die Erdatmosphäre eindringen. Das rote Leuchten stammt von Luftmolekülen der Atmosphäre. Das Leuchten der Meteorite selbst ist ähnlich dem Licht von Natriumdampflampen: Natrium-Atome (Na) geben oranges Licht ab, Eisen- (Fe) gelbes, Magnesium- (Mg) blau-grünes Licht, und ionisiertes Kalzium (Ca^+) erzeugt eine violette Tönung. Stickstoff-Moleküle (N_2) in unserer Atmosphäre erzeugen rotes Licht. Die Farbe der Meteore hängt also davon ab, ob das emittierte Licht der Meteore oder des heißen Plasmas der Luft überwiegt. Oft ist das letzte Drittel einer Meteorspur farblos bis gelb.



▲ Diese zwei Aufnahmen zeigen helle Perseiden mit Farbverlauf, aufgenommen am 13.8.2010.



S. VOLTNER

▲ Abb. 3: **Helle Feuerkugel unter dem nördlichen Himmelspol**, aufgenommen am 28.9.2011 mit einem Fisheye-Objektiv.

spätere Auswertung. Wer (Canon-)Timer verwendet, sollte die Bildsequenz nicht auf einen bestimmten Wert einstellen, da die Sequenz sonst nach spätestens 99 Bildern vom Timer automatisch beendet wird. Doch wenn der Wert auf »00« gesetzt wird, bleibt der Timer so lange aktiv, bis die Batterie verbraucht ist.

Die flexible Belichtungskorrektur im Nachhinein ist eine der Stärken moderner digitaler Spiegelreflexkameras. Diese Möglichkeit besteht aber nur dann, wenn man RAW als Dateiformat vor der Aufnahme gewählt hat! Auch wenn später dunkle Bereiche (Tiefen) angehoben/verstärkt oder bestimmte Details ausgelesen werden sollen, empfiehlt es sich, die Aufnahmen im RAW-Format zu erstellen. Dieses Dateiformat beinhaltet die originalen Kamera-Daten in hoher Bit-Tiefe (14 bzw. 16Bit) und lässt sich später sehr flexibel mit diversen RAW-Konvertern handhaben. Mit etwas Fingerspitzengefühl kann man sogar schwache Meteore aus dem

Untergrund kitzeln. Dies wäre im JPEG-Format kaum möglich.

Die richtige Position

Wenn das radiale Ausströmen der Perseiden dokumentiert werden soll, um den Radianten indirekt sichtbar zu machen, sollte man am besten eine Nachführung verwenden, da sich der Radiant mit den Sternen scheinbar weiterbewegt. Die paralaktische Montierung muss hierfür genau auf den Himmelspol justiert sein. Wer kein Teleskop verwendet, für den ist eine mobile Reisemontierung geeignet.

Wer das Objektiv direkt auf den Radianten richtet, wird allerdings nur kurze Meteorspuren aufnehmen können. Es kann sogar vorkommen, dass ein Meteor genau auf den Beobachter zukommt und daher nur als Punkt erscheint. Je weiter man vom Radianten entfernt ist, desto schneller und länger werden die Meteor-Spuren. Wegen der höheren scheinbaren Geschwindigkeit

werden sie aber schwächer abgebildet als in der Nähe des Radianten!

Neben der Erfassung von Daten können die Bilder auch eine künstlerische Note bekommen, wenn man z.B. ein Gebäude oder einen Baum mit einbezieht. Wenn man Glück hat, hinterlässt eine Feuerkugel ihre Spur an der richtigen Stelle.

Wer flexibel bleiben will, kann seine Kamera auch ohne Stativ auf einer Mauer, einem Pfosten oder einfach vom Boden aus betreiben (Vorsicht vor Tau in Bodennähe!). Es ist allerdings nicht ganz einfach, Kamera und Objektiv auf die richtige Himmelsposition zu richten. Daher empfehle ich einen Reis- oder einen Bohnensack aus Leder. Im Fachhandel werden solche Artikel angeboten, um die Kamera in die gewünschte Position zu bekommen. Einen solchen Sack kann man aber auch selber nähen: Geeignet sind Maße von ca. 18cm × 25cm. Damit sich die Kamera ausrichten lässt, sollte der Sack nicht zu prall sein. Gefüllt wird am besten mit 500g Borlotti-Bohnen oder einer

► Abb. 4: **Die Aufnahme zeigt fast alle hellen Perseiden-Meteore**, die man in der Maximumsnacht vom 11. auf den 12.8.2004 von Saarbrücken aus sehen konnte. 24 Videosequenzen, die mit einer Mintron Überwachungs-Kamera aufgenommen wurden, konnten zu diesem Bild verarbeitet werden.

S. VOLTHER



Trockenbohnen-Mischung in unterschiedlicher Form und Größe.

Wer es nicht ausschließlich auf Meteorströme, sondern auf (sporadische) Meteore generell abgesehen hat: Die besten Chancen, einen Meteor zu fotografieren, bestehen, wenn man in den frühen Morgenstunden in Richtung Südosten (Sommer) oder Süden (Winter) fotografiert. Aufgrund der Erdrotation schaut man dann in die gleiche Richtung, in der sich die Erde um die Sonne dreht. Ein vergleichbarer Effekt ergibt sich bei einer Autofahrt im Schneesturm: Beim Blick zur Windschutzscheibe fliegen viele Schneeflocken auf uns zu. Die Heckseite des Fahrzeuges bleibt hingegen weitestgehend frei von Schnee.

Oft wünscht man sich als Meteorfotograf einen Treffer in der Bildmitte. Wenn man nach stundenlangem Warten endlich einen Meteor im betreffenden Himmelsareal erhascht, sind Jubelsprünge keine Seltenheit. Meist jedoch ist die Sternschnuppe bei bestem Willen nicht in der Bildsequenz zu finden! Das liegt daran, dass die visuelle Helligkeit des Meteors und die Dauer des Aufleuchtens überschätzt werden. Meteore mit einer scheinbaren Helligkeit von 2^m sind in der Regel schon an der Grenze der Aufnahme. Hier hilft meist nur eine Video-Meteorkamera. Ihr Herzstück ist ein Restlichtverstärker, wie er z.B. in Nachtsichtgeräten zum Einsatz kommt. Damit lassen sich Grenzgrößen zwischen 6^m und 9^m erreichen! Der größte Vorteil: In Echtzeit können die einzelnen Helligkeitsausbrüche der Meteore direkt betrachtet und aufgenommen werden. Nachteil ist der kleine Bildausschnitt.

Einsatz eines Videomoduls

Für das Aufnehmen von Meteoriten sind lichtstarke CCD-Videokameras geeignet. Besonders nützlich ist die Option des Shutter, also der Belichtung eines Einzelbildes im Videostrom. Je nach »Shutter Speed« setzt sich eine einzelne Meteorspur über mehrere Video-Bilder fort. Über die Länge des jeweiligen Meteor-Segments pro Zeiteinheit lassen sich bei der Auswertung wertvolle Aussagen über die Geschwindigkeit eines Teilchens in der jeweiligen Höhe machen.

Buchtipps



Meteore – Eine Einführung für Hobby-Astronomen

Meteore sind als nächtliche Sternschnuppen jedermann bekannt. Dieses Buch erklärt ihre Entstehung in der Atmosphäre und gibt einen Einblick in die Erforschung dieses Himmelsphänomens. Ausführlich wird gezeigt, wie man Meteore beobachten und fotografieren kann.

160 Seiten, Softcover, 17cm × 24cm, 1. Auflage, Juni 2012, ISBN: 978-3-938469-53-8

Um schwache Meteore aufzeichnen zu können, empfiehlt sich eine lichtstarke Überwachungskamera, bestückt mit einer lichtstarken Optik, wie z.B. die bewährte Mintron-Kamera 12V1C-EX CCTV, die intern bis zu 128 Bilder addieren kann. Alternativ bieten sich die Industriekameras von Basler, The Imaging Source oder Point Grey an. Man sollte genügend Dunkelbilder (bei gleicher Außentemperatur) aufnehmen, damit man später die Bilder kalibrieren kann.

Auch aus vielen Einzelbildern lassen sich mit spezieller Video-Software Filmdateien erstellen. Erst im Zeitraffer-Film (Time-Lapse) fallen neue Meteore auf, die man leicht auf den Rohbildern übersehen hätte. Es ist sinnvoll, wenn man auch die genaue Uhrzeit zu jedem Einzelbild einblendet.

Dann kann das Video auch wissenschaftlich ausgewertet werden. Der Zusammenschluss in Netzwerken ermöglicht es z.B., Meteore simultan von mehreren Standorten aus zu dokumentieren, um daraus den Flugbahn berechnen zu können.

Surftipps

Homepage des Autors:

www.weltraum.com

Zeitraffer-Filme:

www.astrofilm.com/timelapse.html

Beobachtungen einsenden:

www.imo.net

Parallaxen-Auswertung:

www.astrode.de/leo6.htm

Venus vor der Sonne

Rückblick auf den Venustransit vom 6.6.2012

VON RONALD STOYAN



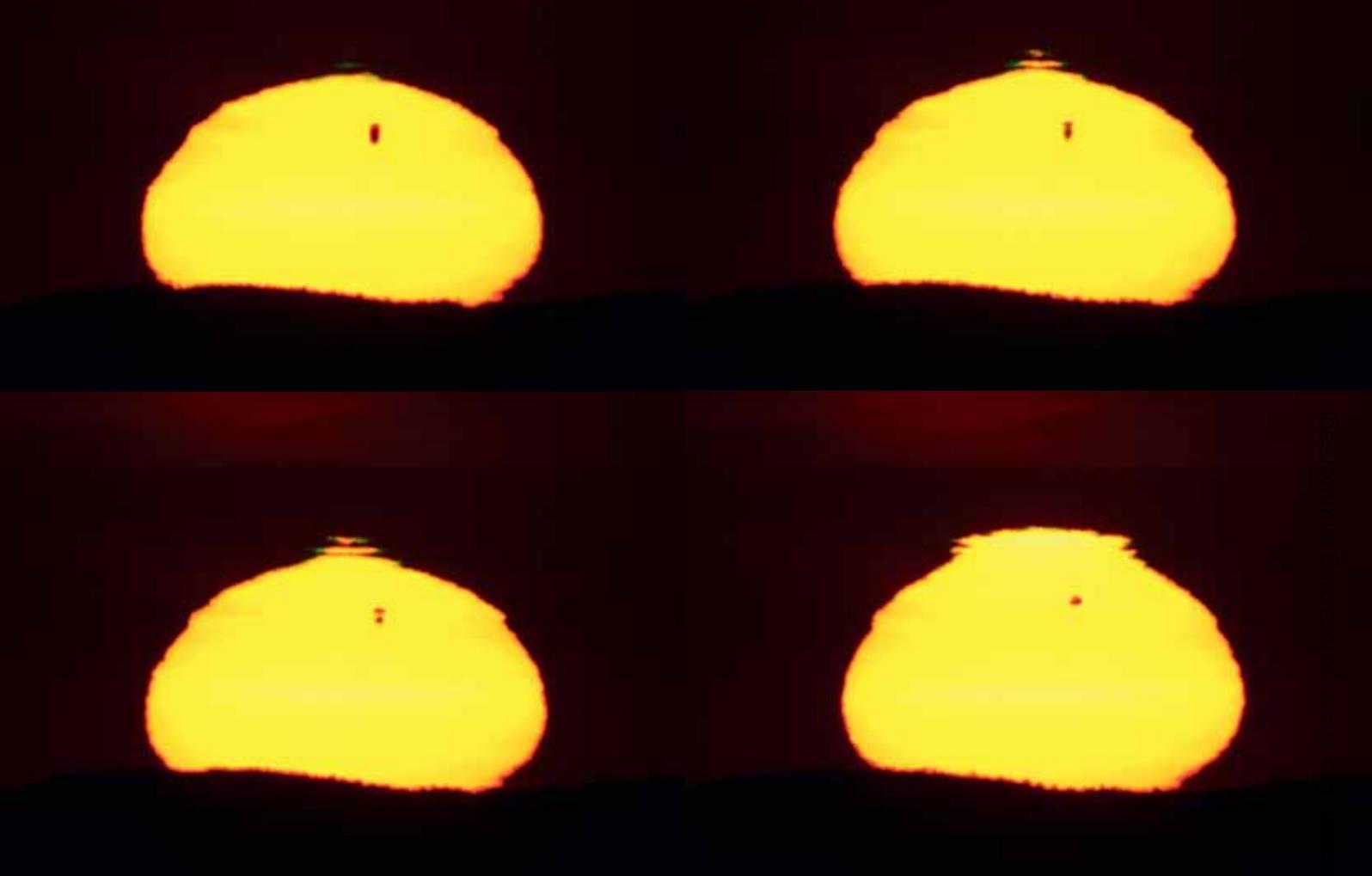
Es war die letzte Chance auf ein derartiges Ereignis in diesem Jahrhundert: Der Venustransit am 6. Juni animierte viele interstellarum-Leser, auf Reisen zu gehen oder früh aufzustehen. Während das Wetterglück im Ausland wechselte, konnte vor allem im östlichen Teil des deutschen Sprachraums das Ende des Transits gesehen werden. Hier können wir nur eine kleine Auswahl zeigen; alle eingesendeten Aufnahmen sind auf interstellarum.de zu sehen.

▲ Abb. 1: **Sonnenaufgang mit Venustransit.** 400mm-Teleobjektiv bei f/5,6, Canon EOS 5 D Mark II, ISO 100. *Manfred Kiau*

▼ Abb. 2: **Venustransit bei maritimer Stimmung.** 3,1"-Refraktor bei 520mm, Canon EOS 1100D, ISO 200, 1/200s. *Manfred Holl*

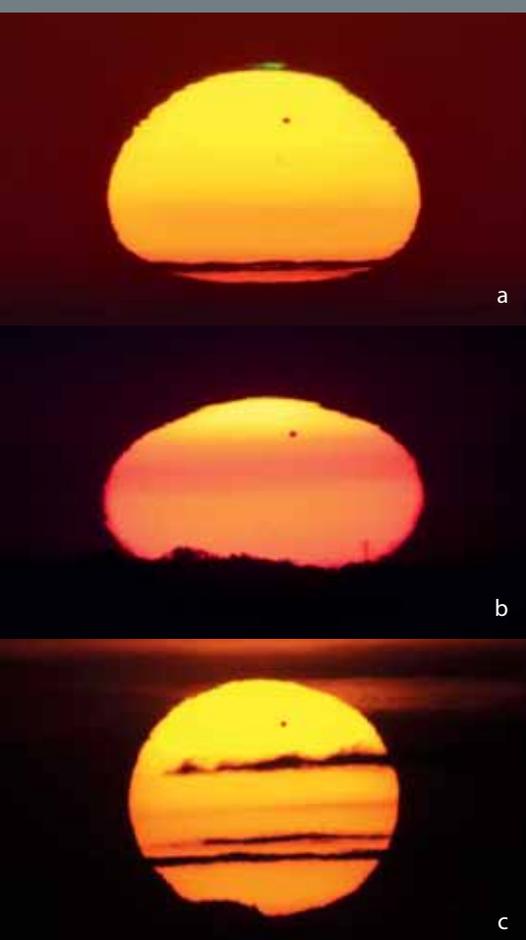
In Mitteleuropa ging die Sonne erst während des Venustransits auf. Die Erdatmosphäre zeichnete dabei bizarre Bilder.





▲ Abb. 3: **Aufgangssequenz mit stark verzerrtem Venusbild.** 4"-Refraktor bei 1000mm, Canon EOS 350D, ISO 100. *Rico Hickmann*

▼ Abb. 4: **Vier verschiedene Aufgangsstimmungen.** a) 3"-Refraktor bei 1218mm, Nikon D5100, ISO 100, 1/250s. *Frank Wächter* b) 8"-Newton bei 800mm, Canon EOS 40D, ISO 100, 1/1000s. *Marc Wynen* c) 4"-Maksutov bei 1000mm, Sony Alpha 55, ISO 100, 1/1600s. *Florenz Sasse* d) 3,2"-Refraktor bei 625mm, Canon EOS 40D (mod.), ISO 100, 1/8000s. *Jörn Leineweber*



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

Planeten



0:08:12 MESZ



0:10:28 MESZ



0:10:39 MESZ



▲ Abb. 5: **Sequenz zum Eintritt der Venus** zwischen 0:08 und 0:10 MESZ, 3,54"-Maksutov bei 1200mm, Canon EOS 20Da, ISO 800, 1/125s, Weißlichtfilter ND 3,8. *Stefan Westphal*

▲ Abb. 6: **Kurz nach dem zweiten Kontakt.** 2,5"-Maksutov bei 500mm, Canon EOS 1000D, ISO 100, 1/20s, Weißlichtfilter ND 5. *Ronald Stoyan*

▼ Abb. 7: **Eine halbe Stunde nach dem Eintritt.** 3,2"-Refraktor bei 1200mm, Canon EOS 50D, ISO 100, Baader Solar-Continuum-Filter, 2x-Barlowlinse. Norden ist rechts. *Rajko Eichhorn*

Der Eintritt der Venus vor die Sonne war in Europa nur nördlich des Polarkreises oder im pazifischen Raum zu sehen.



zu privaten Zwecken



Zum Austritt des Planeten stand die Sonne auch in Mitteleuropa bereits hoch genug für detailreiche Aufnahmen.

▲ Abb. 8: **Gesamtansicht kurz vor dem Austritt.** 4"-Maksutov bei 1200mm, Canon EOS 5D Mark II. *Sebastian Voltmer*

▼ Abb. 9: **Detailansicht in H α (a) und mit Lomonossow-Ring (b).** a) 3,6"-Refraktor bei 1000mm, DMK 31, Coronado 90-H α -Filter. *Dirk Lucius* b) 7"-Refraktor bei 16800mm, Pentax K5 RAW, ISO 100, Baader Solar-Continuum-Filter, 1/400s, 2"-Herschel-Prisma. *Bernd Flach-Wilken*

► Abb. 10: **Sequenz des Austritts.** 3"-Refraktor mit Okularprojektion, Canon EOS 500D, ISO 200, Herschel-Prisma, je 1/30s. *Axel Wolf*

▼ Abb. 11: **Zwischen dem 3. und 4. Kontakt.** 4"-Refraktor bei 900mm, DMK 41. *Frank Wächter*



a



b



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

Weißt Du wie viel Sternlein stehn?

Berechnungen zur Zahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne

VON THORSTEN ALTEHOLZ

W. KOPROLIN

▲ Abb. 1: **Nach dem Sonnenuntergang** nimmt die Anzahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne immer weiter zu. Aber wieviele sind es, die man von unseren Breiten aus zu sehen bekommt?

In dem alten Kinderlied »Weißt du wie viel Sterne stehn?« stellt sich der Autor Wilhelm Hey im Jahr 1837 die Frage nach der Anzahl der Sterne am Himmel. Schaut man in einer dunklen Nacht ohne störenden Einfluss durch den Mond oder Straßenbeleuchtung zum Himmel, ist die Zahl der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne schon beeindruckend. Aber wie viele Sterne kann man dort wirklich sehen? Im Zeitalter von Weltraum- und Roboterteleskopen kann die Antwort auf diese romantische Frage nicht mehr weit entfernt sein.

Die Geschichte der Sternzähler

Schon ca. 300 v. Chr. katalogisierte Timocharis von Alexandria den Nachthimmel und erstellte den wohl ersten Sternkatalog [1]. 150 Jahre später verglich Hipparchos die Daten von Timocharis mit seinen eigenen Aufzeichnungen. Diese beiden Kataloge bildeten die Grundlage für den Sternkatalog des Ptolemäus, welcher im 2. Jahrhundert nach Christus im Rahmen des Almagest [2] veröffentlicht wurde. Dieser Katalog enthielt 1022 Sterne, die zu dieser Zeit von Alexandria aus sichtbar waren, und bildete für über tausend Jahre den Standardkatalog der Astronomen in der westlichen und

arabischen Welt. Naturgemäß enthielt dieser Katalog aber keinen Überblick über den gesamten Sternhimmel.

Erst zwischen 1918 und 1924 wurde mit dem Henry-Draper-Katalog des Harvard College Observatory ein Sternkatalog veröffentlicht, der den gesamten Himmel abdeckt und Sterne bis zu einer Größenklasse von 9^m enthält. Erstmals wurde hierbei auch der Spektraltyp der Sterne katalogisiert. Insgesamt enthielt die erste Version dieses Kataloges 225300 Einträge. Im Jahr 1949 erschien eine Erweiterung um nochmals 133783 Einträge, so dass der Katalog danach 359083 Sterne mit Positionsdaten für Äquinoktium und Epoche 1900.0 enthielt.

Vergleichbare Kataloge sind der SAO-Katalog vom Smithsonian Astrophysical Observatory von 1965 mit rund 250000 Sternen bis zu einer Helligkeit von 9^m und die Bonner Durchmusterung (ergänzt um die Südliche Durchmusterung und die Cordoba-Durchmusterung) mit rund einer Million Sterne bis zu einer Größenklasse von 10^m. Die Bonner Durchmusterung wurde von mehreren Astronomen im Zeitraum von 1852 bis 1914 erstellt. Es handelt sich dabei um den letzten größten Katalog, der mittels visueller Beobachtung erzeugt wurde. Trotz der damals beträchtlichen Anzahl an Einträgen erscheint der Umfang aus heutiger Sicht eher bescheiden.

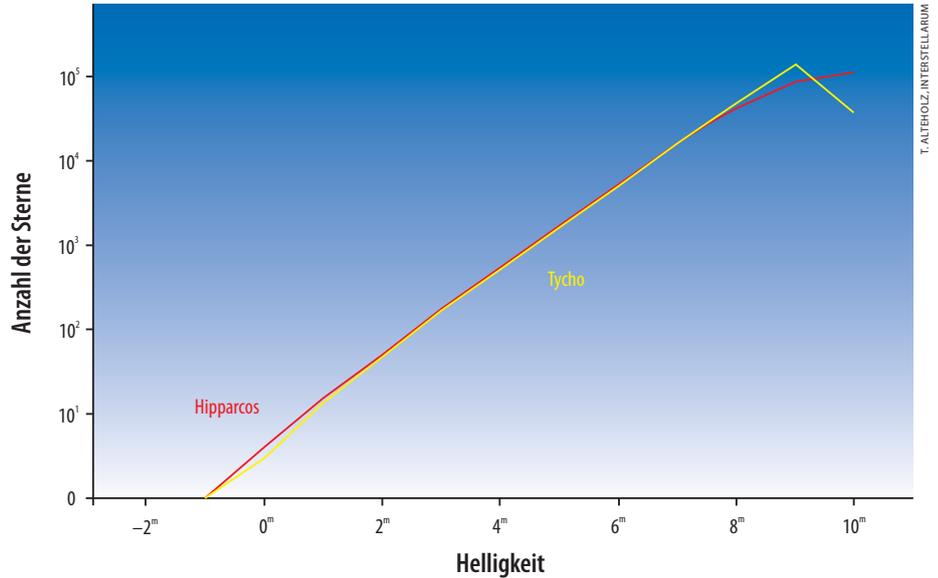
► Abb. 2: **Gesamtzahl der Sterne im Hipparcos- und Tycho-1-Sternkatalog.** Ab einer Helligkeit von 8^m erkennt man deutliche Unterschiede in der Zahl der katalogisierten Sterne im Hipparcos- und im Tycho-1-Katalog.

Mit dem Aufkommen der Astrofotografie ließen sich auf den belichteten Fotoplaten in kürzerer Zeit die Koordinaten von mehr Sternen erfassen. Der USNO-B1.0 vom U.S. Naval Observatory aus dem Jahre 2003 enthält beispielsweise mehr als eine Milliarde Sterne.

Da man bei erdgebundenen Teleskopen den gesamten Sternhimmel nicht von einem Ort aus erfassen kann, muss das Instrument an mehreren Standorten aufgestellt werden. Im Falle des U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog (UCAC2) sammelte das Teleskop zunächst für drei Jahre von 1998 bis 2001 am Cerro Tololo Interamerican Observatory (CTIO) in Chile die Daten für den kompletten südlichen und Teile des nördlichen Sternhimmels. Danach wurde es für drei weitere Jahre am Naval Observatory Flagstaff Station (NOFS) in Arizona/USA aufgestellt, um die Daten für den nördlichen Sternhimmel zu vervollständigen. Mit dem Bau von Weltraumteleskopen, wie z.B. Hipparcos von der ESA, war es schließlich möglich, mit einem einzigen Gerät an einem Standort und somit mit einem konstanten Messfehler für alle Sterne den kompletten Himmel zu vermessen.

Die Daten

Bei der Datenauswertung für diesen Artikel kommen zwei Sternkataloge zum Einsatz, die im Rahmen der ESA-Hipparcos-Mission von November 1989 bis



März 1993 erstellt wurden. Einerseits ist dies der Hipparcos-Katalog [3] mit 118219 Einträgen. Die Positionsdaten der Sterne wurden dabei von einem kleinen Spiegelteleskop und einer Spezialform eines Photomultipliers mit einstellbarem »Blickfeld« bestimmt. Die Messgenauigkeit der Positionsdaten beträgt dabei 0,001". Ein zusätzlicher Photomultiplier an Bord des Satelliten wurde verwendet, um den Tycho-1-Katalog zu erstellen. Hierbei konnten die Positionsdaten von 1058333 Objekten mit einer Genauigkeit von 0,03" bestimmt werden. Der Nachfolger Tycho 2 mit 2539914 Einträgen konnte leider nicht verwendet werden, da bei diesem Katalog für die korrekte Datenauswertung auf die hellen Sterne verzichtet werden musste.

In den einzelnen Katalogen sind nicht zu jedem Stern die kompletten Datensätze vorhanden. In einem ersten Schritt müssen daher die unvollständigen Datensätze gefunden und aussortiert werden. Um die

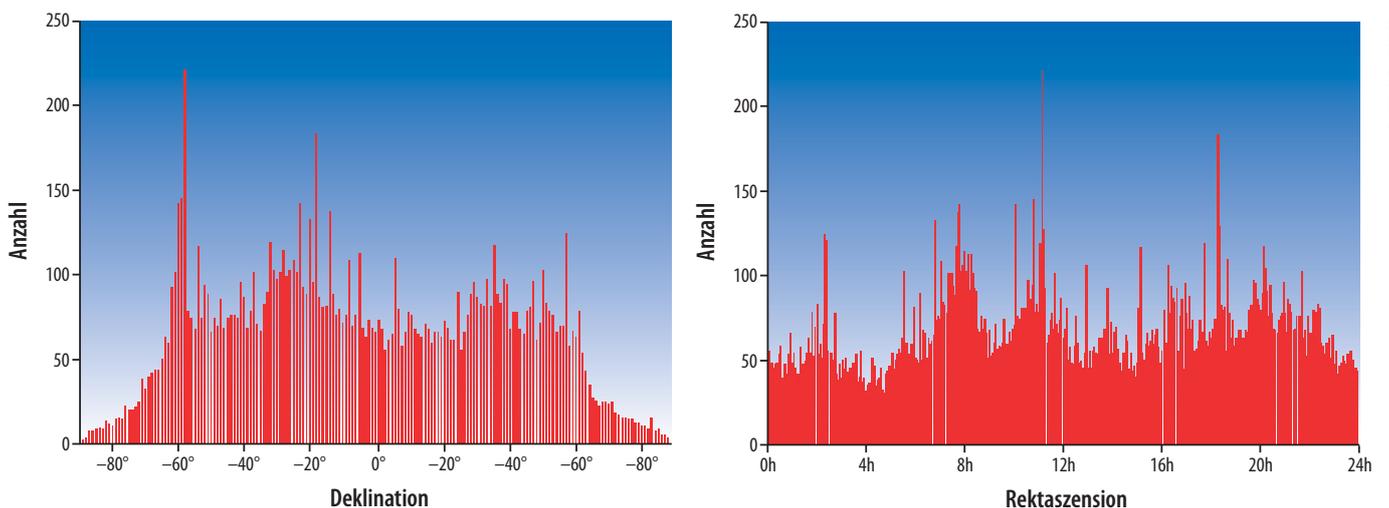
Datenverarbeitung nicht unnützlich in die Länge zu ziehen, werden in einem zweiten Schritt die relevanten Daten Rektaszension, Deklination und Helligkeit extrahiert und komprimiert abgespeichert.

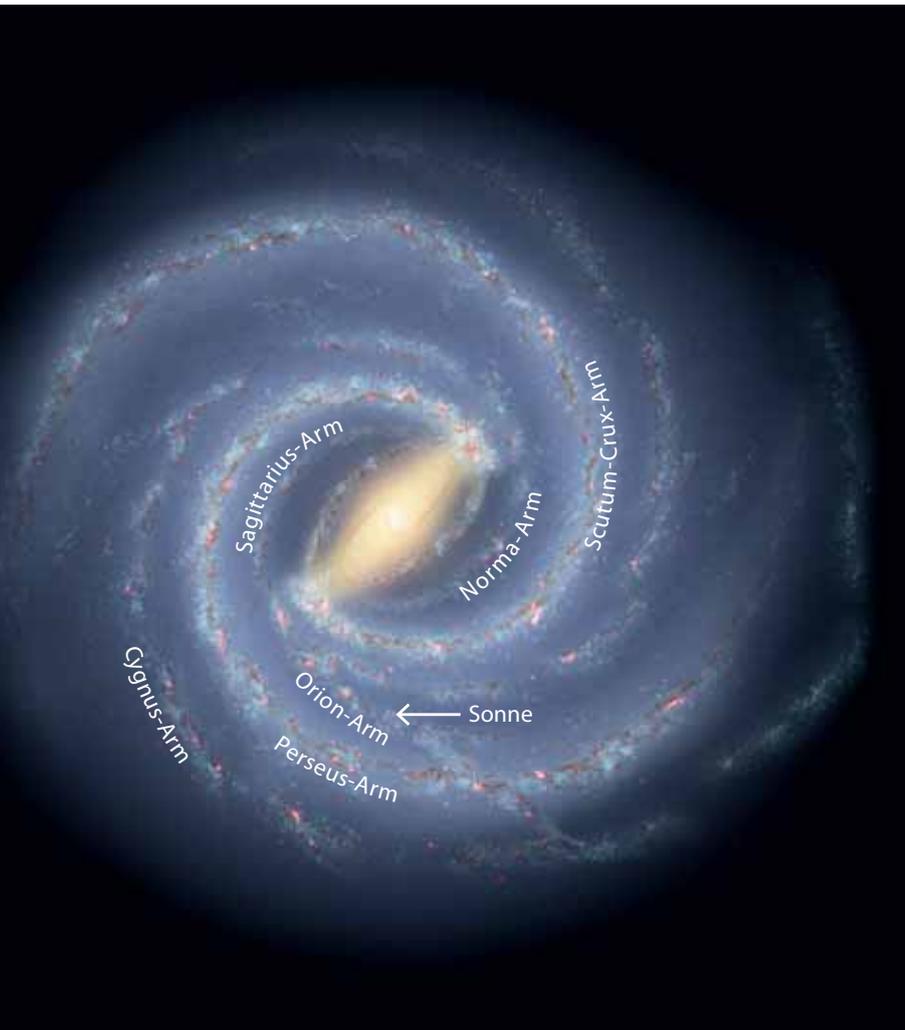
Die Sichtbarkeit der Sterne

Bei der Beobachtung des Sternhimmels mit bloßem Auge sind Sterne bis zu einer bestimmten Größenklasse zu sehen. Diese gerade noch sichtbare Helligkeit eines Sternes nennt man Grenzgröße. Sie ist abhängig von den aktuell herrschenden atmosphärischen Bedingungen, dem Auge des Beobachters und insbesondere von der Lichtverschmutzung am Beobachtungsort. Daher kann die Grenzgröße nicht im Voraus berechnet werden.

Aus der Erfahrung von vielen Beobachtern ergeben sich folgende Richtwerte: Innerhalb einer hell erleuchteten Großstadt kann die Grenzgröße durchaus auf 1^m

▼ Abb. 3: **Die Zahl der Sterne bis 7^m 5** in einem Querschnitt von 4^{min} Breite entlang der Deklinations-Koordinatenachse (links) und mit einem Querschnitt von 1° Breite entlang der Rektaszensions-Koordinatenachse (rechts).





sinken, in den Außenbezirken steigt sie auf 3^m bis 4^m. Weit außerhalb von Städten beträgt die Grenzgröße in Europa ca. 5^m bis 6^m, während sie in klaren Wüsten- oder Gebirgsregionen bis auf 7^m ansteigen kann. Mit besonders scharfen Augen kann die Grenzgröße noch um 0^m 5 erhöht werden. Maximal können also Sterne mit einer Helligkeit von 7^m 5 noch mit bloßem Auge erkannt werden.

Verteilung der Sterne am Himmel

Das Verhältnis der Sternzahl von Nordhimmel (Deklination 0° bis +90°) zu Südhimmel (Deklination -90° bis 0°) mit einer Helligkeit von mindestens 7^m 5 beträgt beim Hipparcos-Sternkatalog 0,98. Weiterhin ist das Verhältnis der Sterne

Tab. 1: Anzahl der katalogisierten Sterne bei Hipparcos und Tycho 1

Größenklasse	Hipparcos	Tycho 1
-2 ^m	0	0
-1 ^m	1	1
0 ^m	4	3
1 ^m	15	13
2 ^m	49	47
3 ^m	172	166
4 ^m	515	507
5 ^m	1607	1597
6 ^m	4993	4977
7 ^m	15398	15373
7 ^m 5	25494	26463
8 ^m	41058	45492
9 ^m	82985	130400

◀ Abb. 4: Darstellung der Milchstraße mit ihren Spiralarmen.

von Winterhimmel (Rektaszension 0h bis 12^h) zu Sommerhimmel (Rektaszension 12^h bis 24^h) rund 1,04. Aus diesen Zahlen kann man schließen, dass die Verteilung der Sterne am Himmel nicht in allen Richtungen gleich ist. Wäre dies der Fall, müsste die Zahl der Sterne in beliebigen Himmelshälften identisch und das Verhältnis damit exakt 1 sein. Beim Blick an den Himmel wird diese Vermutung durch das prächtige Band der Milchstraße bestätigt.

Um einen Eindruck von der Verteilung der Sterne am Himmelsgewölbe zu erhalten, lohnt ein Blick auf die Zahl der Sterne pro Himmelssektor. Für einen ersten Überblick wurde ein Sektor mit einer Kantenlänge von einem Grad in Deklination und 4^{min} in Rektaszension (dies entspricht 1° am Himmelsäquator) gewählt. Betrachtet man die Oberfläche einer Kugel, erkennt man leicht, dass solche Sektoren am »Äquator« der Kugel die größte und an den »Polen« der Kugel die kleinste Ausdehnung haben. Man kann also am Äquator eine große Zahl von Sternen pro Sektor erwarten, die in Richtung Pol stetig abnimmt.

Wie aber in den Abb. 3 zu sehen ist, findet diese regelmäßige Abnahme nur ab ±60° in Richtung der Pole statt. Zwischen einer Deklination von -60° und +60° ist die Zahl der Sterne pro Sektor mit Ausnahme einiger Maxima eher konstant. Dies liegt in der Form der Milchstraße begründet: Von außen gesehen sieht unsere Galaxis in etwa aus wie eine flache Scheibe in Form eines Diskus und wird durch eine rundliche Kernzone ergänzt (Abb. 4). Die Position der Sonne befindet sich dabei am Rand der Scheibe. Es leuchtet ein, dass in der Blickrichtung von der Sonne zum Zentrum der Galaxis besonders viele Sterne zu sehen sind. Das Maximum in Abb. 3a bei einer Deklination von -28° stimmt daher mit dem Zentrum unserer Galaxis im Sternbild Schütze überein. Auch das Maximum der Sternzahl bei R. A. 17^h 45^{min} ist in Abb. 3b zu erkennen. Da unsere Galaxis eine Galaxie mit mehreren Spiralarmen ist, entsprechen die nächsten Maxima bei Rektaszensionen von ca. 7,3^h und 18,7^h dem Blick entlang des lokalen Arms unserer Galaxis. Ein weiteres kleineres Maximum bei ca. 4,7^h entspricht dem Blick von unserer Sonne entlang des Scutum-Centaurus-Spiralarms. Das Maximum bei ca. 20^h deutet auf einen Blick in Richtung Sagittarius-Arm hin.

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

Zahl der Sterne für 50° Nord

Unter der Annahme eines freien Horizonts und idealen Wetterbedingungen ziehen im Laufe des Jahres an einem Beobachter auf einer geographischen Breite von 50° Nord, die etwa durch die Mitte Europas geht, alle Sterne mit einer Deklination von +90° bis -40° vorbei. Insgesamt würde er damit rund 21000 verschiedene Sterne bis zu einer Grenzhelligkeit von 7^m5 sehen können. Leider sind die Sichtbarkeitsverhältnisse in Europa nicht ideal, bei einer Grenzhelligkeit von 6^m bleiben daher nur noch 3923 sichtbare Sterne übrig. Diese Zahl reduziert sich in der Nähe von Großstädten weiter: Bei einer Grenzhelligkeit von 5^m auf 1256 Sterne bzw. 376 Sterne bei einer Grenzhelligkeit von 4^m.

Zahl der Sterne im Laufe des Jahres

Um die Anzahl der Sterne auf 50° Nord im Jahresverlauf pro Nacht zu erfassen, muss zunächst ein Zeitpunkt bestimmt werden, ab dem Sterne sichtbar sind. In der Praxis werden verschiedene Arten der Dämmerung unterschieden. Während der bürgerlichen Dämmerung senkt sich die Sonne bis 6° unter den Horizont. An der Erdoberfläche ist es schon relativ dunkel, am Himmelsgewölbe sind mit bloßem Auge nur die hellsten Planeten und Sterne sichtbar. Während der nautischen Dämmerung senkt sich die Sonne bis 12° unter den Horizont. Zu diesem Zeitpunkt sind bereits Sterne der dritten Größenklasse sichtbar. Am Ende der astronomischen Dämmerung hat sich die Sonne 18° unter den Horizont gesenkt. Dann erst herrscht vollständige Dunkelheit. Für die Dämmerung bei Sonnenaufgang wird natürlich die gleiche Bezeichnung gewählt. Für diesen Artikel sollen nur relativ helle Sterne berücksichtigt werden. Es ist daher nicht nötig bis zur absoluten Dunkelheit am Ende der astronomischen Dämmerung zu warten. Es wird daher festgelegt, dass bei einem Sonnenstand von 15° unter dem Horizont die Zählung heller Sterne beginnen kann. Die Zählung endet am Morgen bei einem Sonnenstand von 15° unter dem Horizont.

Eine Sonderstellung bei den Sternen sind die so genannten zirkumpolaren

► Abb. 5: Die Zahl der sichtbaren Sterne pro Nacht bei verschiedenen Grenzhelligkeiten für einen Beobachter auf der geographischen Breite 50° Nord.

Grenzhelligkeit	Zahl der zirkumpolaren Sterne
4 ^m	82
5 ^m	272
6 ^m	893
7 ^m 5	5005

Sterne. Für einen Beobachter mit einer geographischen Breite von 50° sind alle Sterne mit einer Deklination größer als 40° zirkumpolar. In Tabelle 2 sieht man, dass in dieser Region mit wenigen Ausnahmen nur recht lichtschwache Sterne sichtbar sind.

Am Ende der Abenddämmerung ist bei idealem Horizont, ohne störende Hügel, Bäume oder Gebäude in guter Näherung die Hälfte des Himmelsgewölbes zu sehen. Zusätzlich sind noch die Sterne zu sehen, die im Lauf der Nacht wie der Mond und die Planeten auf- und wieder untergehen. Für den Beobachter wären das alle Sterne mit einer Deklination zwischen -40° und +40°. Bei einer Grenzhelligkeit von 7^m5 sind das maximal 16080 Sterne.

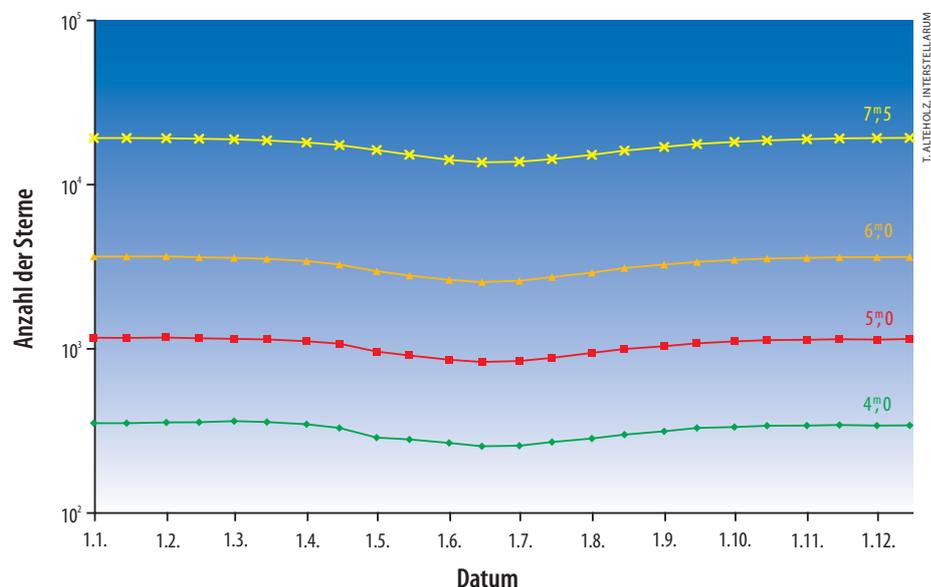
Diese gehen im Osten auf und im Westen wieder unter, d.h. von dieser Zahl ist in jeder Nacht nur ein gewisser Teil zu sehen. Im Sommer mit seinen kurzen Nächten ist dieser Teil geringer, in den langen Winternächten ist die Zahl deutlich größer. In Abb. 5 ist die maximale Zahl der Sterne pro Nacht für verschiedene Grenzhelligkeiten in den verschiedenen Monaten dargestellt. Genau genommen müsste man diese Zahl für jede Nacht berechnen, denn durch den Umlauf der Erde um die Sonne bewegt sich die Sonne jedes Jahr durch den gesamten Tierkreis. Pro Tag verschiebt sich dabei ihre Rektaszension um ca. vier Minuten,

wodurch sich auch die sichtbaren Sterne täglich verändern.

Fazit

Ein mitteleuropäischer Beobachter kann unter einem durchschnittlichen Himmel von 6^m Grenzhelligkeit je nach Jahreszeit zwischen ca. 2500 und knapp 4000 Sterne im Verlauf der ganzen Nacht beobachten. Unter besonders guten Bedingungen, z.B. in den Alpen bei einer Grenzhelligkeit von 7^m5, werden daraus 14000–19000 Sterne. Unter den Bedingungen der Lichtverschmutzung, unter denen heute die meisten Menschen leben, reduziert sich jedoch die Sternzahl auf etwa 1000 oder gar nur wenige hundert in den Außenbereichen einer Großstadt im Laufe einer Nacht. Im Zentrum einer Großstadt kann die Zahl sogar auf etwa 20 fallen – ein drastischer Rückgang im Vergleich zur Zeit, als das Kinderlied zum Zählen aufforderte.

- [1] Newton, R. R.: The obliquity of the ecliptic two millennia ago, MNRAS 169, 331 (1974)
- [2] Hamilton, N.T., Swerdlow, N. M., Toomer, G. J.: Ancient Omens to Statistical Mechanics, The Canobic Inscription: Ptolemy's Earliest Work, Copenhagen University Library, Kopenhagen (1987)
- [3] Perryman, M. A. C.: The Hipparcos and Tycho catalogues. Astrometric and photometric star catalogues derived from the ESA Hipparcos Space Astrometry Mission, ESA SP-1200 (1997)



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

100 QUADRATGRAD HIMMEL

Vor Cepheus' Haustür

VON REINER VOGEL

▲ Abb. 1: Die Galaxie NGC 6946 und der Offene Sternhaufen NGC 6939 in der Südwest-Ecke des Cepheus bilden ein reizvolles Paar, sind aber sehr unterschiedlich weit entfernt.

Ein schönes Paar: eine Galaxie und ein Sternhaufen

Das erste Ziel ist ein ungleiches Paar von Objekten: die Galaxie NGC 6946 und der Offene Sternhaufen NGC 6939. Sie sind von α Cep aus über einen Schwenk von 3° nach SSW zu η Cep und einen weiteren Schwenk von 2° nach Südwesten zu erreichen. Im 15x70-Fernglas stehen beide Objekte in einem Gesichtsfeld und bilden einen sehr schönen Kontrast, vor allem wenn man sich die extremen Entfernungsunterschiede klar macht: Der Sternhaufen befindet sich mit

einer Distanz von lediglich etwa 5000 Lichtjahren in unserer direkten galaktischen Nachbarschaft, während die Galaxie mit einer Entfernung von grob 10 Millionen Lichtjahren um einen Faktor 2000 weiter entfernt steht.

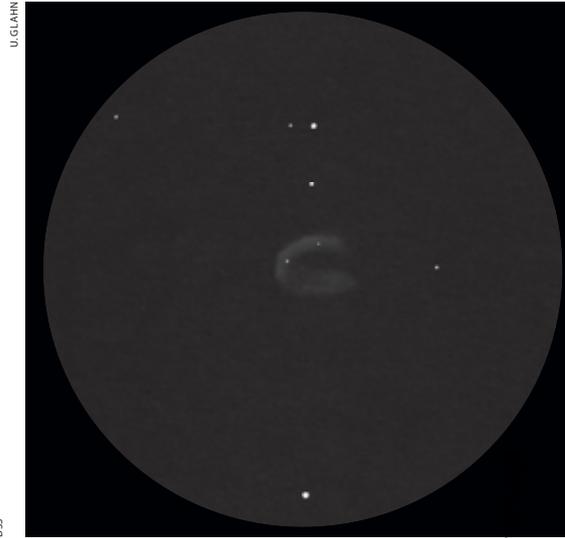
Trotzdem ist NGC 6946 schon mit der 70mm-Öffnung des Fernglases als kleiner diffuser Fleck gut zu erkennen. Im 80mm-Refraktor bei 45-facher Vergrößerung erscheint die Form leicht elongiert. In größeren Instrumenten schält sich bei dieser Scd-Galaxie, die man in Aufsicht betrachtet, nach und nach die Struktur der Spiralarme heraus. Mit Spiegelteleskopen ab etwa 12" Öffnung zeigt sich zunächst der elongierte Zentralbereich mit einem markanten hellen Kern. An der Ostseite befindet sich ein deutlich definierter Spiralarm, der sich über etwa 90° gegen den Uhrzeigersinn um den Zentralbereich windet. Er ist von diesem gut abgegrenzt, was auf die vielen Sternentstehungsgebiete mit ihren jungen, blau leuchtenden Sternen zurückzuführen ist. Diese aktive Sternentstehung ist auch der Grund, dass während der letzten hundert Jahre in NGC 6946 neun (!) Supernovae entdeckt wurden, so viele wie in keiner anderen Galaxie [1, 2]. Auf der Westseite ist ebenfalls ein Spiralarmansatz

◀ Abb. 2: Zeichnung von NGC 6946 bei 113x bis 205x an einem 12"-Dobson.

Cepheus war der Sage nach König von Äthiopien, der zusammen mit seiner Gattin Cassiopeia, Tochter Andromeda und dem gefräßigen Ungeheuer Cetus am Firmament verewigt wurde. Es braucht schon eine gehörige Portion Phantasie, um in dem Fünfeck des Cepheus einen König auszumachen. Vielmehr erinnert das Sternbild an das »Haus vom Nikolaus«, das mit dem Giebel des Daches Richtung Polarstern weist. Das $10^\circ \times 10^\circ$ große Feld liegt in der westlichen Hälfte des »Hauses« am Rand der Milchstraße. Drei leicht zu findende Leitsterne dienen als Startpunkte für die Abstecher zu den einzelnen Objekten: α Cep oder Aldebaran als südwestliche »Hausecke«, β Cep oder Alfirk als nordwestliche »Hausecke« und ξ Cep oder Kurhah als Kreuzungspunkt der Diagonalen in der Mitte des »Hauses«.

zu erkennen, der jedoch weit weniger gut definiert und schwieriger zu beobachten ist. Er erscheint diffuser, breiter und kürzer, und ab und zu sind hier sogar zwei separate Arme zu vermuten.

Der Offene Sternhaufen NGC 6939 befindet sich nur etwa 40' nordwestlich der Galaxie. Auch er ist im Fernglas als diffuse Aufhellung zu erkennen, die auf der Nordseite von drei helleren Sternen zehnter Größenklasse begrenzt ist. Bei 12-facher Vergrößerung zeigt sich hier ein interessanter Blinking-Effekt: Während mit direktem Sehen vor allem die drei den Haufen begrenzenden Sterne hervorstechen, tritt mit indirektem Sehen der Haufen in den Vordergrund. Bei dieser Fernglasvergrößerung erscheint er noch diffus. Im nur unwesentlich größeren 80mm-Refraktor bei 45-facher Vergrößerung jedoch werden schon die hellsten Sterne aufgelöst und vor allem auf der Südwestseite des Haufens blitzt dauerhaft ein Stern 11. Größenklasse heraus. Im 22"-Dobson schließlich ist der Haufen komplett aufgelöst und die geschätzt über 100 Haufensterne zeigen eine relativ homogene Helligkeit, was auf ein hohes Alter des Sternhaufens schließen lässt. Sehr auffällig sind V-förmige Sternketten, die den Haufen durchziehen und ein wenig an die namensgebenden Ketten im Wildenten-Haufen M 11 im Sternbild Schild erinnern.



▲ Abb. 3: Der Planetarische Nebel NGC 7076 (Abell 75). DSS-Falschfarbenaufnahme (links), Zeichnung bei 330x am 16''-Dobson (rechts).

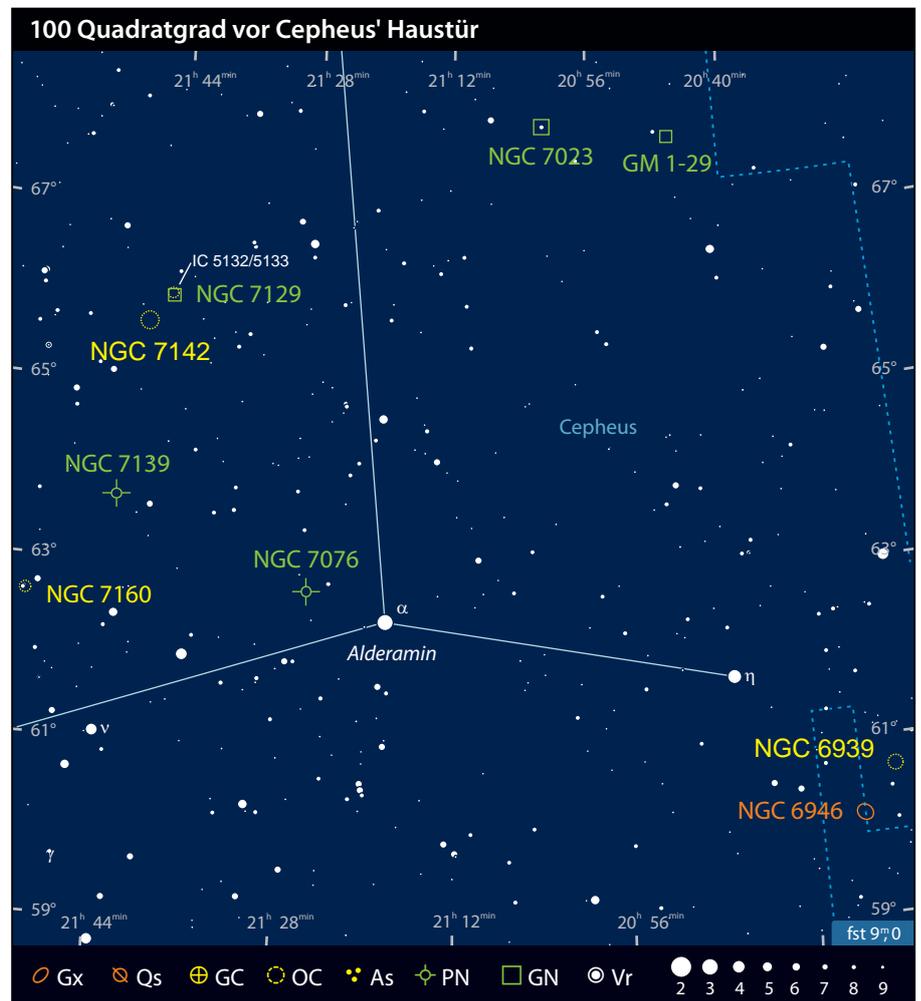
Zwei Planetarische Nebel

Von α Cep etwa 1° in die entgegengesetzte Richtung befindet sich mit NGC 7076 ein Planetarischer Nebel, der als Nummer 75 auch im Abell-Katalog vertreten ist [3]. Mit einer Helligkeit von 13^m und einer recht hohen Oberflächenhelligkeit ist Abell 75 jedoch ein eher untypischer Vertreter dieses Katalogs und eine leichte Beute schon mit mittleren Teleskopen von $8''$ bis $12''$ Öffnung oder unter nicht ganz optimalen Bedingungen. Selbst unter Stadtrand-Bedingungen ist er schon mit einem 8-Zöller schwierig, aber sicher zu beobachten. Voraussetzung ist hier jedoch die Verwendung eines [OIII]-Filters, der den Kontrast des Planetarischen Nebels zum Hintergrund verstärkt und ihn bei genauer Kenntnis der Lage als schwache kleine Aufhellung erkennen lässt. Mit $22''$ Öffnung ist Abell 75 schon ohne Filter sofort im Übersichtskular bei 100-facher Vergrößerung zu sehen. Der Sternüberrest erscheint zunächst als ovaler strukturierter Nebel, die genaue Form ist aufgrund überlagerter Sterne aber nicht ganz einfach dingfest zu machen. Er reagiert sehr gut auf Nebelfilter und erscheint am eindrucklichsten bei 200- bis 350-facher Vergrößerung mit UHC-Filter. Damit ist eine unregelmäßige U- oder V-Form zu erkennen, die nach Südwesten offen ist und die der ovalen Grundform überlagert ist.

Auf halbem Weg von α Cep zu ζ Cep, dem Diagonalstern im »Haus« des Cepheus, befindet sich mit NGC 7139 ein weiterer Planetarischer Nebel. Er ist am einfachsten zu erreichen über einen Schwenk von ζ Cep über $90'$ nach Südwesten zu dem Stern VV Cep und von hier durch einen weiteren Schwenk über etwa die gleiche Distanz weiter nach Westen zu zwei Sternen 7. und 8. Größenklasse. Der

Planetarische Nebel befindet sich knapp vor dieser Zweiergruppe. Mit $8''$ Öffnung ist er noch ein bisschen schwieriger als Abell 75. Unter Stadtrand-Bedingungen ist er bei dieser Öffnung ein Grenz-Objekt und nur mit indirektem Sehen, mit [OIII]-Filter und bei genauer Kenntnis der Lage vage erkennbar. Unter gutem Mittelgebirgshimmel (fst. $6^m,5$) sollte er jedoch mit einem 8-Zöller kein Problem darstellen. Mit $22''$ Öffnung unter einem solchen Himmel

ist der Planetarische Nebel bei 200-facher Vergrößerung schon ohne Filter als auffälliges Scheibchen zu erkennen, mit einem markanten Stern südöstlich außerhalb des Nebels. Der Zentralstern und weitere überlagerte Sterne, die auf tiefen Aufnahmen sichtbar sind, sind am Okular nicht zu erkennen. Als Linienstrahler reagiert er sehr gut auf [OIII]- oder UHC-Filter, wobei der Anblick mit UHC-Filter subjektiv am ästhetischsten wirkt. Mit beiden Filtern



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



G. GOTTSCHALK, S. FROELICH, A. BLOCK, NOAO, AURA, NSF



S. BINNEWIES, J. POPSEL

▲ Abb. 4: Der schwache Planetarische Nebel NGC 7139.

▲ Abb. 5: Reflexionsnebel NGC 7129 und Offener Sternhaufen NGC 7142.

wird das Scheibchen schärfer definiert. Bei 350-facher Vergrößerung wird der Nebel etwas diffuser und die Ränder weicher. Aber auch unter Mittelgebirgshimmel sind keine weiteren internen Strukturen sicher wahrnehmbar.

Auf dem Weg von ζ Cep zu NGC 7139 fällt im Sucher etwa 2° südwestlich von ζ Cep ein kleiner Sternknoten auf, der die Katalogbezeichnung NGC 7160 trägt. Dieser kleine Offene Sternhaufen ist ein klassisches Fernglasobjekt, das seinen größten Reiz bei sehr niedrigen Vergrößerungen hat. Im Teleskop wirkt dieser Haufen zwar weiterhin hell, aber alles andere als spektakulär. Lediglich etwa zehn Sterne verteilen sich locker um zwei zentrale Sterne 7. und 8. Größenklasse.

Ein weiteres Paar: ein Reflexionsnebel und Sternhaufen

Der Reflexionsnebel NGC 7129 und der Offene Sternhaufen NGC 7142 befinden sich ebenfalls eher in der Mitte des »Hauses«. Sie stehen nordwestlich von ζ Cep und sind entlang eines markanten Dreiecks aus Sternen zu erreichen. Auch diese scheinbar

so dicht benachbarten Objekte stehen nur in scheinbarer Nähe zueinander, wenn auch der Unterschied zwischen dem knapp über 3000 Lichtjahre entfernten Reflexionsnebel und dem 6000 Lichtjahre entfernten Sternhaufen dieses Mal erheblich geringer ausfällt.

NGC 7129 ist das Zentrum einer Molekülwolke, die die Geburtsstätte junger Sterne ist [4]. Das Licht des Nebels ist somit das reflektierte Licht junger blauer Sterne, die sich auf kosmischen Zeitskalen eben erst gebildet haben. Auf tiefen Aufnahmen sind in der direkten Nachbarschaft auch mehrere rot-leuchtende, bizarr geformte kleine Sichel zu sehen. Diese bilden sich, wenn Materiejets werdender Sterne die umgebende interstellare Materie extrem verdichten und als Stoßfront zum Leuchten bringen, und werden Herbig-Haro-Objekte genannt.

Im 8"-Teleskop ist der Reflexionsnebel das auffälligere Objekt der beiden. Der Nebel ist selbst unter mäßigen Bedingungen schon als deutliche Aufhellung um zwei Sterne 10. Größenklasse im Übersichtsokular bei 50-facher Vergrößerung zu sehen. Diese

zwei Sterne bilden den östlichen Teil eines auffälligen Sternmusters aus sieben Sternen. Da es sich bei dem Licht des Nebels um reflektiertes und gestreutes Sternlicht handelt, sind Nebelfilter hier wenig hilfreich und man erzielt die besten Beobachtungsergebnisse ohne Filter. Bei Steigerung der Vergrößerung auf 100× tritt der Nebel deutlicher hervor, es sind bei dieser Öffnung jedoch keine weiteren Details zu erkennen. Mit dem 22"-Dobson wird der Nebel zum sehr auffälligen Objekt und weitere Details treten zu Tage. Bei 200-facher Vergrößerung ist eine weitere kleine, nicht-stellare Kondensation nicht ganz 1' nördlich des zentralen Sternpaares zu erkennen, knapp westlich eines schwachen Sterns. Etwas weiter entfernt befinden sich weitere Kondensationen, die etwas größer aber diffuser sind: Etwa 5' nach Nordosten ist um einen Stern 12. Größenklasse eine deutliche Aufhellung auszumachen, die in manchen Sternkarten fälschlicherweise als NGC 7133 identifiziert wird. Und etwa in gleicher Entfernung, aber in Richtung Nordwesten befindet sich eine Aufhellung um einen ähnlich hellen Stern, die die Katalogbezeichnung IC 5132/5133 trägt.

Deep-Sky-Objekte in Cepheus							
Name	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	DSRA/Uran.
NGC 6946	Gx	20 ^h 34,9 ^{min}	+60° 9,2'	9 ^m 0	9,8'×11,5'	deutlicher Spiralarm	7/56
NGC 6939	OC	20 ^h 31,5 ^{min}	+60° 39,7'	7 ^m 8	10'		7/56,55
NGC 7076	PN	21 ^h 26,4 ^{min}	+62° 53,5'	13 ^m 5	0,9'	Abell 75, UHC- oder [OIII]-Filter	-/33
NGC 7139	PN	21 ^h 46,1 ^{min}	+63° 47,5'	13 ^m 3	1,3'	UHC- oder [OIII]-Filter	-/33
NGC 7129	GN/ OC	21 ^h 42,0 ^{min}	+66° 5'	11 ^m 5	2,7'	Reflexionsnebel mit eingebettetem jungen Sternhaufen	-/33
NGC 7142	OC	21 ^h 45,2 ^{min}	+65° 46,5'	9 ^m 3	12'		-/33
NGC 7160	OC	21 ^h 53,7 ^{min}	+62° 36,2'	6 ^m 1	5'		-/33
NGC 7023	GN	21 ^h 1,6 ^{min}	+68° 10,2'	7 ^m 2	8'×10'	Reflexionsnebel mit Dunkelstrukturen	7/33,32
GM 1-29	GN	20 ^h 46,9 ^{min}	+67° 58'	variabel	2'	veränderlicher Nebel um Vor-Hauptreihenstern PV Cephei	-/-



D. BAUSCH

DSS

▲ Abb. 6: Der Irisnebel NGC 7023.

Der Sternhaufen NGC 7142 befindet sich etwa 25' südöstlich von NGC 7129. Im 8"-Dobson erscheint er bei 50-facher Vergrößerung als etwa 8' große diffuse Aufhellung, die von einer auffälligen Kette aus drei Feldsternen 10. Größenklasse im Nordosten flankiert wird. Bei 100-facher Vergrößerung wird der Offene Haufen schon teilweise aufgelöst und vielleicht zehn Sterne stechen blickweise aus einem diffusen Hintergrund heraus. Im großen 22"-Dobson erscheint der Cluster als lockerer Haufen aus über 50 Sternen, der komplett aufgelöst ist und bei dieser Öffnung weit weniger interessant wirkt als in kleineren Instrumenten. Ähnlich wie NGC 6939 scheint NGC 7142 ein alter Offener Sternhaufen mit einer Sternpopulation von recht homogener Helligkeit zu sein, was mit dem geschätzten Alter des Haufens von etwa 4,5 Milliarden Jahren korreliert [5].

Der Irisnebel

NGC 7023, auch Irisnebel genannt, erreicht man am einfachsten von β Cep aus an der oberen rechten »Hausecke« über einen kurzen Starhop von etwa 3° nach Südwesten. Der Irisnebel ist ein sehr heller und großer Reflexionsnebel um einen B3-Stern 7. Größenklasse. Auch hier gilt wieder wie bei NGC 7129, dass der Reflexionsnebel am einfachsten ohne Filter zu beobachten ist. Schon mit 8" ist der Nebel auffällig und es ist eine Dunkelstruktur direkt westlich des Sterns zu erkennen. In größeren Teleskopen fällt die grob quadratische Form der Hauptmasse des Nebels auf. Die schon mit 8" angedeutete Dunkelstruktur wird nun klarer definiert: Der Reflexionsnebel ist nach Westen von der Umgebung durch ein dunkles, fächerförmiges Gebiet abgegrenzt, an dessen Seiten sich Ausläufer des Nebels noch

etwas entlang ziehen. Dies ist vermutlich nicht das auf lang belichteten Aufnahmen sichtbare Schlüsselloch im Westteil des Nebels, sondern eine Dunkelstruktur weiter innen. Das weiter außen liegende prominente Schlüsselloch erschließt sich jedoch auch visuell wenigstens ansatzweise: Vom südlichen Nebelteil ausgehend wird nach eingehender Beobachtung ein sehr schwacher, aber nach einiger Zeit deutlich wahrnehmbarer Ausläufer sichtbar. Dieser erstreckt sich über eine Gesamtlänge von etwa 8' zunächst Richtung Südwest und knickt dann nach Nordwesten in Richtung eines Sterns 11. Größenklasse ab und wird breiter. Besonders im breiteren Bereich in Richtung des erwähnten Sterns lässt sich dieser Ausläufer am einfachsten wahrnehmen.

PV Cephei, ein werdender Stern

Der letzte Schwenk führt zu einem noch sehr jungen Stern, dem Vor-Hauptreihenstern PV Cephei, der sich etwa 90' westlich von NGC 7023 und etwa 15' westlich eines Sterns 7. Größenklasse befindet. PV Cephei ist ein so genanntes Young Stellar Object, ein Stern im Übergang vom Protostern zum Hauptreihenstern mit stabiler Wasserstofffusion. In diesem Stadium ist der eigentliche Stern noch immer umgeben von einer teilweise recht dichten Hülle aus den Resten der Molekülwolke, aus der er sich gebildet hat. Lediglich an den Polen des Sterns befinden sich materiefreie Bereiche in dieser Hülle, die sich nach außen trichterförmig aufweiten. Durch diese Trichter kann das Licht des Sterns fast ungehindert entweichen und diese von innen beleuchten. Je nach Perspektive entstehen dadurch charakteristische, fächerförmige oder bipolare Reflexionsnebel. Im Falle von PV Cephei schaut man schräg von oben auf

▲ Abb. 7: Die Veränderungen um PV Cephei auf historischen Aufnahmen.

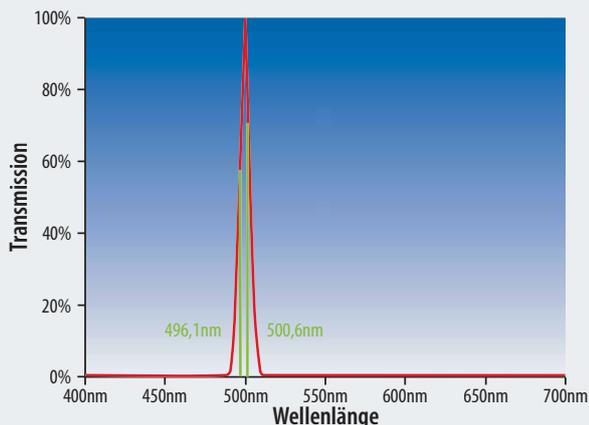
so eine Struktur und der dadurch beobachtbare Reflexionsnebel trägt nach einem seiner Entdecker den exotischen Namen Gyulbudaghians Nebel und die Katalogbezeichnung GM 1-29. Dessen nördlicher Teil hat eine grob dreieckige Fächerstruktur, während der gegenüberliegende Südteil durch die absorbierende Molekülwolke stark geschwächt wird. Zurzeit ist von diesem wirklich interessanten Objekt allerdings im Teleskop fast nichts zu sehen! Bei mehreren Beobachtungen von 2008 bis 2010 mit 22" Öffnung hatte ich zweimal eine extrem schwache kleine Aufhellung an der richtigen Stelle vermutet, mehr nicht. Dennoch sollte man einen eigenen Versuch wagen, denn PV Cephei ist ein hochgradig variabler Stern vom so genannten

▼ Abb. 8: Aufnahme von PV Cephei aus dem Jahr 2008



A. BLOCK, MOUNT LEMMON SKYCENTER, UNIVERSITY OF ARIZONA

[OIII]-Filterbeobachtung am Beispiel NGC 7139



◀ Die Durchlasskurve eines [OIII]-Filters (rote Linie) ist so abgestimmt, dass die beiden Linien des zweifach ionisierten Sauerstoffs (grüne Linien), in denen viele Planetarische Nebel am stärksten emittieren, passieren können, während andere Spektralbereiche geblockt werden.

Bei einer Reihe von Objekten steht der visuelle Beobachter vor einem Problem: Das Licht des Objekts wird von Fremdlicht so sehr überstrahlt, dass es kaum oder gar nicht mehr sichtbar ist. Dieser Umstand lässt sich allerdings bei einigen Objekten mit geringem Aufwand beheben. Planetarische Nebel senden Licht nur bei ganz bestimmten Wellenlängen aus. Betrachtet man ihre Spektren, entdeckt man die für sie typischen Emissionslinien im blau-grünen, grünen und roten Spektralbereich. Wenn man diese speziellen Linien aus dem Gemisch mit Fremdlicht herausfiltert, das mehr oder weniger gleichmäßig über den gesamten Wellenlängenbereich (d.h. in allen Farben) vorhanden ist, wird der Kontrast des Objekts gegenüber dem Himmelshintergrund enorm erhöht: Während fast alles Licht des Planetarischen Nebels den Filter passiert, wird das Himmelslicht auf schmale Bereiche seines Spektrums reduziert. Die Filter werden einfach in das teleskopseitige Ende des Okulars geschraubt.

Es handelt sich aufgrund ihrer Funktionsweise um »Interferenzfilter«. Auf einem

Glassubstrat, das als Trägermaterial dient, werden im Vakuum dielektrische Schichten von unterschiedlicher optischer Dichte (unterschiedlicher Brechzahl) von berechneter Dicke aufgedampft. Die Grenzflächen zwischen den Schichten wirken wie halbdurchlässige Spiegel, zwischen denen sich stehende Wellen ausbilden. Beträgt der Abstand zweier Grenzflächen ein ganzzahliges Vielfaches einer bestimmten Wellenlänge, kommt es zu konstruktiver Interferenz – die Intensität verstärkt sich. Alle anderen Wellenlängen werden nach endlich vielen Reflexionen ausgelöscht, es kommt zur destruktiven Interferenz. Wichtig hierbei ist, dass das Licht senkrecht auf den Filter trifft, sonst ist der optische Weg durch eine dielektrische Schicht größer und andere Farben werden aus dem Gemisch herausgefiltert. Nur die Strahlen nahe der optischen Achse verlaufen nahezu parallel. Am Rand des Gesichtsfelds wird also bei sehr großen Öffnungsverhältnissen eine geringfügig andere Wellenlänge zum Beobachter durchgelassen.

Planetarische Nebel profitieren insbesondere vom Einsatz eines [OIII]-Filters. Er

lässt nur das Licht des zweifach ionisierten Sauerstoffs (OI ist Sauerstoff im Grundzustand, OII ist einfach ionisiert) passieren, in dem viele dieser Nebel am stärksten emittieren. Die eckigen Klammern bedeuten, dass es sich um eine »verbotene Linie« handelt. Solche Spektrallinien, die durch den Wechsel eines Elektrons eines Atoms von einem Energieniveau in ein niedrigeres verursacht werden, treten mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit auf. Von einem verbotenen Übergang spricht man, wenn er so unwahrscheinlich ist, dass er nur sehr selten unter bestimmten Bedingungen auftritt (vgl. Themenheft Planetarische Nebel 1/2009). Eigentlich besteht das [OIII]-Licht sogar aus zwei Linien, die für visuelle Beobachter interessant sind und die beide den Filter passieren können. Sie besitzen Wellenlängen von 496,1nm und 500,6nm, die zufällig mit dem Empfindlichkeitsmaximum des menschlichen Auges während des Nachtsehens zusammenfallen.

Wenn man nun unter einem leicht aufgehellten Himmel den Planetarischen Nebel NGC 7139 im Sternbild Cepheus beobachtet, kann es für Instrumente mit 8" bis 10" Öffnung schwierig werden, diesen zu zeigen. Das Objekt ist lediglich 13^m 3 hell. Aber sein Licht besteht zum Großteil aus dem des zweifach ionisierten Sauerstoffs! Es ist sogar fast doppelt so intensiv wie die oft genannte und für visuelle Beobachter unzugängliche H α -Linie [7]. Der [OIII]-Filter ist aber nicht für Planetarische Nebel reserviert: Auch an HII-Regionen wie dem Omeganebel (Messier 17) oder dem Supernova-Überrest NGC 6992/5, besser bekannt als Cirrusnebel, liefert ein [OIII]-Filter hervorragende Dienste!

■ Daniel Spitzer

FU-Orionis-Typ, einer besonderen Phase eines T-Tauri-Sterns, in der Helligkeitsausbrüche um sechs Größenklassen keine Seltenheit sind. Gyulbudaghians Nebel ist ein Objekt, das manchmal selbst mit kleineren Teleskopen beobachtbar ist. Ähnliche Nebel variabler Helligkeit um Vor-Hauptreihensterne sind Hubbles Veränderlicher Nebel NGC 2261 um R Monocerotis im Einhorn und Hinds Veränderlicher Nebel NGC 1555 um T Tauri im Stier, die jedoch weit weniger variabel sind als Gyulbudaghians Nebel. Die letzte Phase großer Helligkeit fand um das Jahr 2005 statt, in der er auch mit 10"-Teleskopen problemlos sichtbar war [6]. Seither jedoch ist Gyulbudaghians

Nebel auch mit den ganz großen Dobson-Teleskopen ein Grenz-Objekt.

- [1] Veit, K.: NGC 6946, interstellarum 4, 41 (1995)
- [2] Güths, T., Wenzel, K.: Supernova in NGC 2403 und NGC 6946, interstellarum 37, 7 (2005)
- [3] Stoyan, R. C.: NGC 7076, interstellarum 11, 78 (1997)
- [4] Stoyan, R. C.: NGC 7129, interstellarum 11, 80–81 (1997)
- [5] van den Bergh, S., Heeringa, R.: The old open cluster NGC 7142, Astron. Astrophys. 9, 209 (1970)
- [6] Juchert, M., Schoenball, M.: Gyulbudaghians Nebel visuell, interstellarum 37, 7 (2005)
- [7] Acker, A.: The Strasbourg-ESO catalogue of galactic planetary nebulae, European Southern Observatory, astrofotografie.fg-vds.de/downloads/PN_acker.pdf (1992)

Surftipps

Young Stellar Objects:

www.reinervogel.net/YSO/YSO.html

Beobachtungsseite von Greg Crinklaw:

observing.skyhound.com/archives/oct/GM_1-29.html

GM 1-29 gezeichnet von

Martin Schönball:

www.schoenball.de/astronomie/zeichnungen/gyulbudaghian.htm

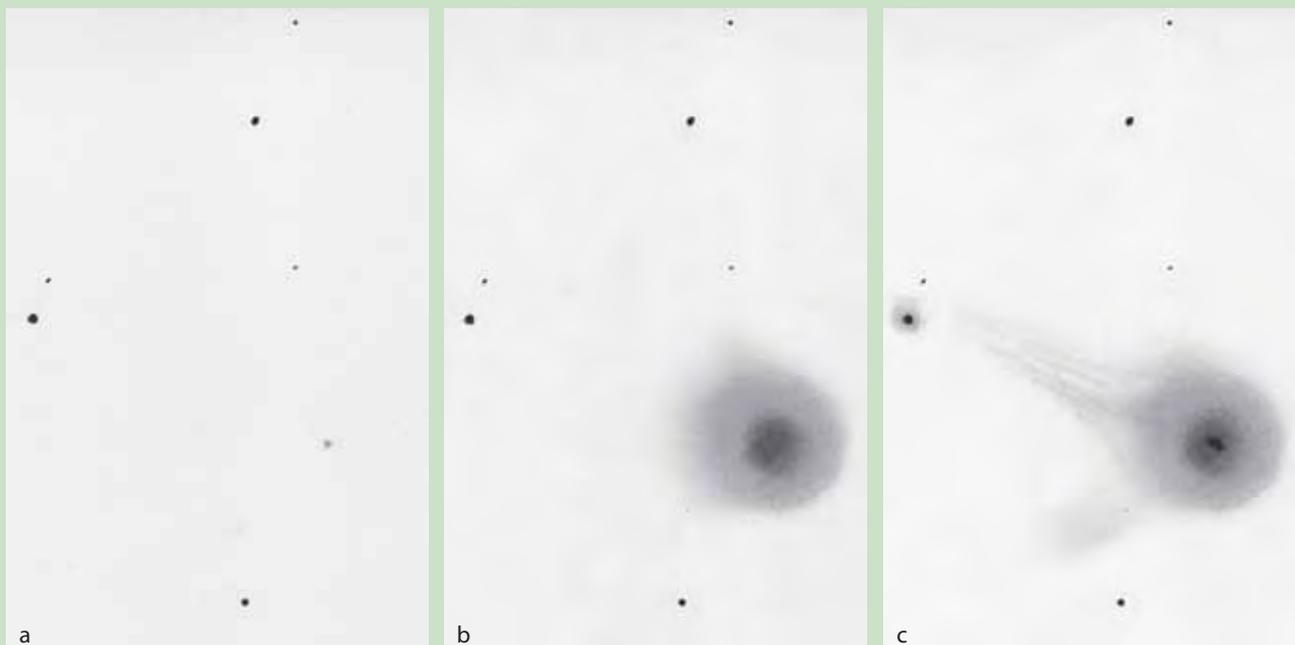
SIMBAD Astronomical Database:

simbad.u-strasbg.fr/simbad

Messier45.com Deep Sky Browser:

www.messier45.com

Wie kann man Kometen zeichnen?



▲ **Komet C/2009 P1 (Garradd)** am 13. November 2011, 18:00 MEZ. Gezeichnet an einem 320mm-Newton-Teleskop bei 48x. Die Zeichenschritte: Sternhintergrund und Kometenposition (a), Koma (b), zentrale Kondensation und Schweife (c).

Kometen stellen keine besonders großen Herausforderungen an die zeichnerischen Fähigkeiten. Allerdings ist die Beobachtung feiner Einzelheiten in der diffusen Koma oder im Schweif schwierig. Zeichnen und Beobachten bilden eine Einheit – der Versuch zu zeichnen, stärkt das Wahrnehmungsvermögen. Viele Schweifsterne, die auf den ersten Blick nicht viel mehr als eine runde Koma zeigen, offenbaren bei zeichnerischer Annäherung eine ganze Reihe von Einzelheiten, welche in der Zeichnung Eingang finden. Als Zeichenwerkzeuge am Fernrohr genügen weißes Papier, zwei Bleistifte unterschiedlicher Härte, ein Filzwischer (Estompen) und eine mit schwachem Rotlicht beleuchtete feste Zeichenunterlage. Mehr zu den Werkzeugen findet sich in interstellarum 75.

Am Anfang muss man zunächst entscheiden, ob der Komet isoliert oder in dem umgebenden Sternfeld abgebildet werden soll. Wenn, wie allgemein üblich, das Sternfeld gezeichnet wird, dann sollte man sich den Kometen ansehen und entscheiden, welche Umgebung um den Kometen herum benötigt wird. Auf dem Papier sollte eine Koma wenigstens einen Zentimeter Durchmesser haben, bei einer hellen und detailreichen Koma sogar mehr. Danach

richten sich die Umgebung und die zu zeichnenden Sterne. Sterne zeichnet man von außen nach innen: Es werden drei oder vier Sterne als äußere Begrenzung des Zeichengebietes vermerkt. Deren Lage und Abstände sind besonders penibel zu prüfen. Von diesen ausgehend arbeitet man sich nach innen und zeichnet alle deutlich sichtbaren Sterne in den wahrgenommenen Helligkeitsstufen. Schließlich markiert man die Position des Kometen mit der Spitze eines bereits benutzten Filzwischers und notiert die Uhrzeit. An Hand der Aufsuchkarte oder der Bewegung der Sterne bei ausgeschalteter Nachführung wird die Nordrichtung bestimmt und eingezeichnet.

Im nächsten Schritt wird die Koma in ihrer ganzen Ausdehnung gezeichnet. Dazu eignet sich am besten ein Filzwischer, den man an einer mit Bleistift geschwärzten Fläche »belädt«. Immer von innen nach außen zeichnen, denn die ersten Millimeter des Strichs sind stets dunkler als die folgenden. In diesem Zeichenschritt muss darauf geachtet werden, wie stark die Helligkeit der Koma von innen nach außen abnimmt – es gibt große Unterschiede. Außerdem ist die Koma nicht immer nach allen Richtungen gleichermaßen scharf begrenzt. Zum Schluss wird die helle Kondensation in

der Koma nachgetragen. Hierzu muss in der Regel ein Bleistift benutzt werden. Die Kondensation kann punktförmig oder flächig sein und hat mitunter eine wahrnehmbare Form (wie im Beispiel).

Es wird schließlich nach einem Schweifansatz Ausschau gehalten. Mitunter sind sogar zwei Schweife zu sehen. Hier kommt es darauf an, die meist schwachen Erscheinungen angemessen und in richtiger Helligkeit zu Papier zu bringen. Der Kontrast gegenüber dem Hintergrund wird gegenüber der Realität etwas erhöht sein, aber maßvoll! Ein gerade eben sichtbarer Schweif muss auch zart in der Zeichnung erscheinen.

Ein Schweif kann völlig homogenflächig sein, dann wird er mit dem Filzwischer verrieben. Oder es finden sich Schweifstrahlen, dann müssen diese auch in der Zeichnung sichtbar werden. Im Beispiel sind beide Varianten vertreten.

Wenn sich der Komet in der Zwischenzeit ein merkliches Stück bewegt hat, dann sollte man die neue Position der zentralen Kondensation mit einem feinen Kreuz kennzeichnen und wiederum die Zeit angeben. Der Beispielskomet bewegte sich allerdings sehr langsam. Mit Hilfe einer Sternkarte sollte am fertigen Bild noch ein Maßstabsbalken eingefügt werden.



M. DEGER

▲▼ Abb. 1: Eine Schwarz-Weiß-CCD-Kamera mit Farbfilterrad ist die ideale Kombination, wenn man tiefe Deep-Sky-Aufnahmen machen will. Die CCD-Kamera ST-8300M (oben) mit dem Filterrad FW8-8300 (unten) ermöglicht auch einen späteren Einstieg in die Schmalbandfotografie.



M. DEGER

Gegenstand dieses Tests ist die monochrome Kamera ST-8300M von SBIG zusammen mit dem 8×-Farbfilterrad FW8-8300. Die ST-8300 ist zum gleichen Preis auch als Farbkamera mit dem KAF-8300C-Sensor lieferbar. An dieser Stelle soll jedoch das Schwarz-Weiß-Modell besprochen werden, denn seine Benutzung zusammen mit einem Filterrad bietet einige Vorteile gegenüber einer CCD-Kamera mit Farbpixeln:

- jedes Pixel enthält die volle Bildinformation jeder Farbe, dies garantiert maximale Auflösung und größere Datentiefe
- Schmalbandfilter können ohne Restriktionen eingesetzt werden

Dem gegenüber stehen auch einige Nachteile:

- durch alle Farbfilter muss einzeln belichtet werden, dadurch erhöhter Zeitaufwand für ein vollständiges Farbbild
- Farbfilter und Filterrad müssen zusätzlich erworben werden

Acht auf einen Streich

Die CCD-Kamera ST-8300M von SBIG mit Filterrad FW8-8300

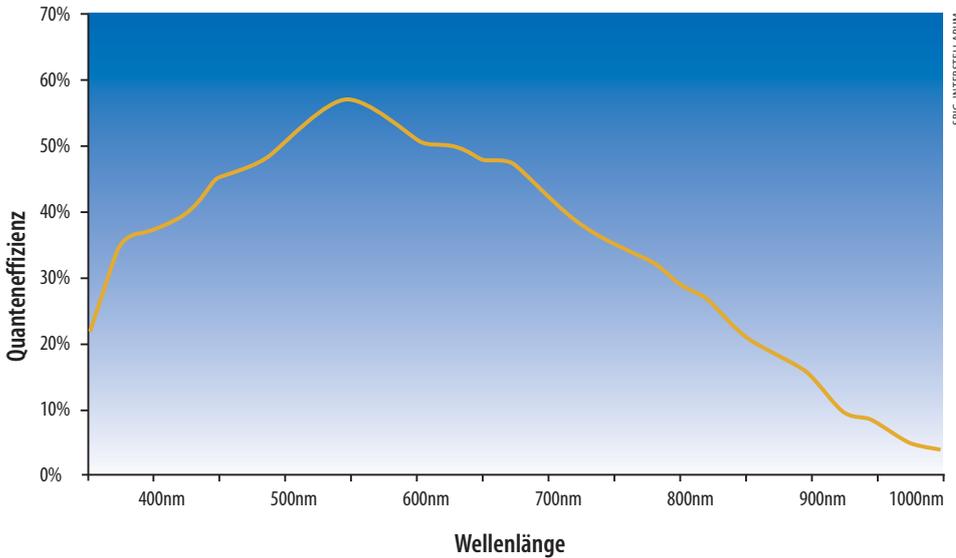
VON MICHAEL DEGER

Auch in einer Zeit, in der digitale Spiegelreflexkameras immer besser und empfindlicher werden, nimmt das Angebot an gekühlten CCD-Kameras deutlich zu. Bei Weitfeldaufnahmen oder Aufnahmen von Nebeln aller Art in Echtfarben ist eine Farb-CCD-Kamera oder Spiegelreflexkamera eine gute Wahl. Geht es allerdings um hochauflösende Bilder von Galaxien, Gasnebel oder Schmalbandaufnahmen, ist eine Schwarz-Weiß-CCD-Kamera im Vorteil. Mittlerweile gibt es einige Hersteller auf dem Markt, die für ihre Schwarz-Weiß-CCD-Kameras auch größere Filterräder für die zusätzliche Aufnahme von Schmalbandfiltern anbieten.

Wer tiefe Deep-Sky-Aufnahmen oder Schmalbandfilter-Komposite aufnehmen will, kommt jedoch um eine Schwarz-Weiß-Kamera mit Filterrad nicht herum.

Die Kamera

Die ST-8300M aus dem Hause SBIG (Santa Barbara Instrument Group) verfügt über den bekannten monochromatischen KAF-8300M-Chip der Firma Kodak. Der Sensor verfügt über 8,3 Megapixel (3326×2504 Pixel), verteilt auf einer Chipfläche von 18,0mm × 13,5mm. Der KAF-8300 ist ein Full-Frame-Sensor, das heißt, die gesamte Chipfläche kann zur Bildgewinnung genutzt werden. Die gesamte Auslesezeit beträgt im hochauflösten Modus ca. zwölf Sekunden. Im wesentlich schnelleren Fokusmodus, bei dem nur ein kleiner Teil des Chips ausgelesen wird, liegen die Auslesezeiten deutlich darunter. Bei einer Digitalisierungstiefe von 16 Bit stehen 65536 Graustufen zur Verfügung. Das Speichervolumen im hochauflösten Modus beträgt ca. 16MB pro Einzelbild im FITS-Format.



◀ Abb. 2: **Die Quanteneffizienz der ST-8300M.** Der KAF-8300-Chip erreicht seine höchste Empfindlichkeit von 54% bei einer Wellenlänge von 540nm.

Softwarepaket CCDOPS (von SBIG) bzw. CCDSoft (von Software Bisque) inklusive Kameratreiber und ein englischsprachiges Handbuch. Eine deutsche Beschreibung gibt es leider nicht. Das Kameragehäuse ist mit 127mm × 100mm × 50mm recht kompakt und wiegt nur 800g, Gehäuse, Front- und Rückplatten sind aus solidem Aluminium gefertigt. Seitlich befinden sich der 12V/3,75A-Stromanschluss, der USB-2.0-Anschluss, ein Guide-Port, sowie ein 12C-Universalport, der den Anschluss und die Ansteuerung von Filterrädern ermöglicht. Das mitgelieferte Softwarepaket ist sehr umfangreich und beinhaltet neben den eigentlichen Programmen zur Steuerung der ST-8300M auch SBIG-Handbücher und zusätzliche kleine Softwareprogramme, wie z. B. CCDSharp und diverse Bilddokumente. Als Steuerprogramm sämtlicher Funktionen von Kamera und Filterrad dient CCDOPS, das sowohl mit Windows Vista als auch Windows 7 problemlos funktioniert. CCDOPS, das sogar einfache Bildbearbeitungsfunktionen beinhaltet, wird von SBIG laufend weiterentwickelt. Über die Homepage von SBIG werden kostenfreie Updates ermöglicht.

▼ Abb. 3: **Das schmale Gehäuse des Filterrades** ermöglicht auch den Einsatz von Teleobjektiven.



Im Gegensatz zu anderen Full-Frame-Sensoren besteht beim KAF-8300 ein hoher Antiblooming-Schutz durch Antiblooming-Gates (ABG) bzw. Potenzialsperren. Somit wird verhindert, dass elektrische Ladungen auf die Nachbarpixel überfließen und damit bei hellen Sternen hässliche senkrechte und waagrechte Streifen erzeugen. Das Anti-Blooming-Gate verringert allerdings die wirksame Sensorfläche und damit die Quanteneffizienz des Chips. Mit Hilfe der Mikrolinsen-Technik tritt man diesem Effekt entgegen: Winzig kleine Sammellinsen über jedem einzelnen Pixel steigern die Empfindlichkeit des Chips wieder. Der in

der ST-8300M verbaute Chip zeichnet sich durch eine hohe Quanteneffizienz (54% bei 540nm) aus. Selbst bei der für die Astrofotografie so wichtigen Wellenlänge der H α -Linie beträgt die Quanteneffizienz des KAF-8300 noch fast 50%. Dieser Chip wird auch in normalen Digitalkameras eingesetzt und ist deshalb verhältnismäßig preisgünstig.

Lieferumfang

Die Kamera wird in einem robusten Kunststoffkoffer geliefert. Zum Lieferumfang gehören neben der Kamera das Netzteil, ein USB-Kabel, sowie eine CD mit dem

Tab. 1: Technische Daten der SBIG ST-8300M

Sensor	Kodak KAF-8300
Pixelanzahl	3326×2504 Pixel (8,3 Millionen Pixel)
Sensorgroße	17,96mm × 13,52mm (Diagonale 22,5mm)
Pixelgröße	5,4 μ m × 5,4 μ m (quadratische Pixel)
Quanteneffizienz	54% (540nm)
Full Well Capacity	ca. 25500e ⁻
Dunkelstrom	0,02e ⁻ /Pixel/s bei -15°C
Antiblooming	1000×
Verschluss	Mechanisch
Belichtungszeiten	0,1s – 3600s
Datentiefe	16bit
A/D-Gainfaktor	0,37e ⁻ /ADU
Ausleserauschen	ca. 9,3e ⁻ rms
Auslesezeit	ca. 7,5s
Binningmodi	1×1, 2×2, 3×3, 9×9
PC-Schnittstelle	USB 2.0
Stromversorgung	12Volt, Netzteil im Lieferumfang enthalten
Kühlung gegenüber Umgebungstemperatur	max. 40°
Temperaturregelung	±0,1°C
Gewicht	0,8kg
Backfocus	17,5mm



▲ Abb. 4: **Der Rosettennebel als Beispiel für ein Schmalbandfilter-Komposit**, aufgenommen mit einem 4,5"-Newton bei 440mm, 12×15min (H α), 6×15min ([OIII], [SII]).

Das Farbfilterrad

SBIG bietet für die ST-8300M zwei verschiedene Farbfilterräder an, das FW5-8300, das Platz für fünf ungefasste 36mm-Filter bietet und das FW8-8300, das mit acht ungefassten 36mm-Filtern bestückt werden kann. Beide Farbfilterräder werden mit der ST-8300M fest verschraubt. Der Zusammenbau des Farbfilterrades, die Bestückung mit den Farbfiltern sowie die Adaption an das Kameragehäuse sind mit Hilfe der englischsprachigen Beschreibung relativ einfach. Passende Filter sind von Astrodon, Astronomik und Baader Planetarium erhältlich. Es sind zwar auch die älteren Filterräder von SBIG, CFW9 und CFW10 zur Kamera kompatibel, doch durch den vorgegebenen Abstand zwischen Filter und Chip können die kostengünstigeren 1¼"-Standardfilter nur bedingt verwendet werden. Der Grund dafür ist die spürbare Vignettierung des Chips, selbst bei einem relativ langsamen Öffnungsverhältnis von f/7. Bei den 36mm-Filtern ist die Vignettierung auch bei schnellen Öffnungsverhältnissen kein Problem. Das

Filterradgehäuse misst 205mm × 160mm × 28mm und wiegt ohne Filter 830g. Nicht zu vernachlässigen sind bei dieser Anordnung das Gesamtgewicht von Kamera und Filterrad und die daraus resultierenden Hebel. Der Okularauszug muss also ausreichend dimensioniert sein, um den sicheren Halt der Kamera mit Filterrad zu gewährleisten und damit ein Verkippen im Okularauszug zu vermeiden. Das dünne Design des Filterrades ermöglicht auch den Einsatz von Teleobjektiven. Einen extra angefertigten, kurzbauenden Objektivadapter gibt es von Canon, der mit 362€ allerdings nicht gerade ein Schnäppchen ist. Das Filterrad wird mit dem 12C-Universalport der Kamera verbunden. Damit werden die Stromversorgung und die komplette Steuerung des FW8-8300 ermöglicht. Eine zusätzliche Kabelverbindung zum PC ist dadurch überflüssig.

Erste Inbetriebnahme

Nach Anschluss des Netzteils zeigt die Kamera sofort ihre Einsatzbereitschaft durch das relativ laute Anlaufen des Lüfters

und durch ein Klickgeräusch, das von der Initialisierung des Filterrades kommt. Ein Netzschalter fehlt leider. Als erstes muss die Verbindung zwischen Kamera-Farbfilterrad und Notebook hergestellt werden, weitere Kabel sind nicht notwendig. Dann wird über den Schalter »Setup« die Chipkühlung aktiviert. Als nächstes wird in CCDOPS im Setup-Menü die Kamera ST-402 und das Filterrad CFW9 ausgewählt. Die ST-8300M und das FW8-8300 benutzen dieselbe Elektronik und Steuerungsbefehle wie die ST-402 bzw. das CFW9. Das ist zwar etwas seltsam, funktioniert aber einwandfrei und ist nach einmaliger Eingabe gespeichert.

Nach Einstellung des Farbfilters wird ein nicht zu heller Stern ausgesucht, damit der Chip nicht in die Sättigung geht. Zum leichteren Finden des exakten Fokus bietet CCDOPS die Funktion »Focus-Frame Size Planet« an. Dabei wird nur ein kleiner Teil des Chips ausgelesen, was sich beim Fokussieren als großer Vorteil herausstellt, da hier die Downloadzeiten angenehm kurz sind. Im Fokus-Menü wird eine sehr kurze Belichtungszeit von ca. 1s – 2s eingegeben, dabei wird das angezeigte Bild auf dem Monitor stetig aktualisiert. Der Fokus des Teleskops muss hierbei so lange optimiert werden, bis der in der Software angezeigte Pixelwert ein Maximum annimmt. Um Seeingeffekte bei dieser Methode auszuschließen, empfiehlt es sich vor den eigentlichen Belichtungen zur Sicherheit eine Testaufnahme von ca. 30s Dauer zu machen. Beim Fokussieren sollte man sich ausreichend Zeit nehmen, es empfiehlt sich auch während der gesamten Nacht den Fokus immer wieder zu überprüfen.

Vor dem eigentlichen Start einer Aufnahme wird die gewünschte Belichtungszeit eingegeben. Befindet sich die Kamera im Betriebsmodus, gibt das Programm Auskunft über die Temperatur, den gewählten Filter, Strombedarf, etc. Während der gesamten Aufnahme blinkt an der Unterseite der ST-8300M eine rote LED, um den einwandfreien Betrieb der Kamera zu signalisieren.

Nächtliche Praxis

Die ST-8300M besitzt im Vergleich zu anderen Kameras der ST- bzw. STL-Serie von SBIG keinen separaten Nachführchip, daher ist kein Selfguiding möglich. Ein zweiter Nachführchip wäre allerdings zumindest beim Einsatz von Schmalbandfiltern nur noch sehr eingeschränkt sinnvoll, denn dann noch einen



▲ Abb. 5: **Weitere Bildresultate**, aufgenommen mit einem 4,5"-Newton bei 440mm (a–c) bzw. 200mm-Teleobjektiv (d), SBIG ST-8300M-Kamera, Baader LRGB-Filtern und FW8-8300-Filterrad. **a) M 45**, 15×10min (L), 6×10min (je RGB) **b) NGC 1528 und NGC 1545**, 18×5min (L), 3×5min (je RGB) **c) Komet Garradd C/2009 P1**, 6×3min (L), 2×3min (je RGB) **d) Nebel um Antares**, 32×5min (L), 8×5min (je RGB), 8×5min (Ha 7nm)

ausreichend hellen Leitstern zu finden wäre wohl sehr schwierig. Es bleiben dem Astrofotografen mehrere Möglichkeiten, entweder mit Hilfe einer zweiten Kamera über ein Leitrohr nachzuführen oder einen passenden Off-Axis-Guider einzusetzen, den SBIG seit kurzer Zeit in seinem Programm hat. Eine dritte Möglichkeit ist die von der Steuersoftware CCDOPS bereitgestellte Softwarelösung »Track and Accumulate«. Mit diesem Modus werden viele kürzer belichtete Aufnahmen von ca. 1min – 3min Belichtungszeit nach Auswahl eines Leitsterns zentriert und

miteinander addiert. Zuerst gibt man hierbei im Menü die Einzelbelichtungszeit, die Anzahl der gewünschten Aufnahmen und der Dunkelbilder ein. Nach der Aufnahme des Hellbildes und des dazugehörigen Dunkelbildes wird das erste Einzelbild heruntergeladen und auf dem Monitor angezeigt. Dann wird in diesem Bild ein Leitstern ausgewählt, auf den alle folgenden Aufnahmen zentriert werden. Diese Methode kann mit LRGB-Filtern zumindest bei kurzen Belichtungszeiten bzw. Brennweiten zu ganz brauchbaren Ergebnissen führen.

Die quadratischen Pixel des Chips sind mit $5,4\mu\text{m}$ optimal für kürzere Brennweiten ausgelegt. Um die volle Auflösung unter normalen mitteleuropäischen Verhältnissen ausnützen zu können, sind ca. 500mm Brennweite nötig. Bei merklich größeren Brennweiten bringen die feinen Pixel keine zusätzliche Auflösung. Für längere Brennweiten kann die Kamera in verschiedenen Binning-Modi betrieben werden. Beim 2×2-Binning vergrößern sich die Pixel auf $10,8\mu\text{m}$ und beim 3×3-Binning auf $16,2\mu\text{m}$. Die geregelte, thermoelektrische Kühlung des Chips

Tab. 2: Preise für SBIG ST-8300M und Zubehör

ST-8300M monochrom	2095€
ST-8300C Farbe	2095€
FW5-8300 Farbfilterrad (Aufnahme für 5 Filter)	790€
FW8-8300 Farbfilterrad (Aufnahme für 8 Filter)	968€
Baader CCD Komplettfiltersatz 36mm LRGBC, Ha (7nm), [OIII] (8,5nm), SII (8nm)	635€
Adapter für Fotoobjektive (Canon EOS)	362€
Low Profile Off-Axis-Guider	1570€

(±0,1°C) funktioniert über eine Luftkühlung mit einem Peltier-Element. Die dabei entstehende Abwärme wird zunächst an Kühlrippen abgegeben, dort wird sie von einem im Kameragehäuse befindlichen Lüfter nach außen weitergeleitet. Die Kühlung erweist sich als effektiv: Selbst in warmen Sommermonaten kühlt der Chip bis ca. 38°C unter Umgebungstemperatur. Das dauert nur ca. drei Minuten. Das ist sicherlich kein Spitzenwert, es gibt zwischenzeitlich Kameras, die tiefer kühlen. Es sollte darauf geachtet werden, dass ein Strombedarf von ca. 90% nicht überschritten wird, damit die Elektronik während der Aufnahme Temperaturschwankungen der Umgebung noch ausgleichen kann.

Im Gegensatz zu der ST- und STL-Serie von SBIG gibt es bei der ST-8300M keine Trockenpatrone mehr, um ein Vereisen des Chips zu verhindern, sondern eine Trockenkammer, die um ein vielfaches

Kamera und Filterrad in der Praxis

- ⊕ Kombination Kamera-Filterrad erreicht hochauflösende, rauscharme Bilder (vignettierungsfrei)
- ⊕ kompakte Bauweise durch feste Verbindung Kamera – Filterrad (schnelle Einsatzbereitschaft)
- ⊕ schmales Gehäuse des Filterrades ermöglicht auch den Einsatz von Teleobjektiven
- ⊕ Filterwechsel innerhalb weniger Sekunden möglich
- ⊖ Gesamtgewicht von 1,7kg erfordert einen sehr stabilen Okularauszug
- ⊖ relativ hoher Zeitaufwand für ein komplettes Farbbild

dichter ist. Der Dunkelstrom der ST-8300M ist mit ca. 0,02 Elektronen/Pixel/Sekunden bei ca. -10°C sehr niedrig. Hier ist ein elektromechanischer Verschluss (Shutter) dafür verantwortlich, dass kein Licht auf den Chip fällt.

Die Auslesedauer des Chips beträgt bei einer Aufnahme im 1×1-Binning-Modus ca. 12 Sekunden: für ein ca. 16MB großes 16-Bit-Bild eine gute Zeit. Bereits nach dem Download des Bildes auf das Notebook zeigt sich die erstaunlich hohe Qualität der Rohaufnahme. Das Bild ist sehr rauscharm und weist nach Abzug des Dunkelbildes nur wenige heiße Pixel auf. Die Aufnahmen bewältigt die Kamera problemlos, die Temperatur des Chips wird über die ganze Nacht sehr konstant gehalten. Die Regeltoleranz beträgt 0,1°C. So können sehr exakte Dunkelbilder angefertigt werden.

Fazit

Die ST-8300M in Verbindung mit dem Farbfilterrad FW8-8300 ist ein leistungsstarkes Paket für den engagierten Astrofotografen, der sich vorwiegend mit der Astrofotografie von Deep-Sky-Objekten beschäftigt. Die Kamera hat eine gute Empfindlichkeit und ein sehr gutes Signal-Rausch-Verhältnis.

Neben dem klassischen 5×-Filterrad bietet SBIG auch das größere 8×-Filterrad an. Damit bleibt dem Astrofotografen die Möglichkeit, das Filterrad neben den üblichen LRGB-Filtern zusätzlich noch mit Schmalbandfiltern auszustatten. Ein lästiger Filterwechsel bleibt somit erspart. Nachteil dieser externen Bauweise ist der größere Abstand zwischen Filter und Chip, der die Verwendung von 1¼"-Filtern deutlich einschränkt. Die teureren 36mm-Filter sind hier dringend zu empfehlen, um eine Vignettierung des Chips zu vermeiden. Als weiteres Zubehör gibt es einen externen Off-Axis-Guider. Zum positiven Gesamteindruck trägt auch das gut durchdachte Softwarepaket CCDOPS/CCDSOFT bei, das einen problemlosen nächtlichen Einsatz ermöglicht.

Surftipps

Homepage des Autors:

www.galaxyphoto.de

Homepage des Herstellers:

www.sbig.com

Einarmig & ohne Tubus

Zwei »eigenwillige« Teleskope

VON JOHAN K. FREMEREY

Die Idee, Teleskope ohne Tubus zu bauen, ist nicht neu. Während diese Bauweise bei professionellen Teleskopen heutzutage eher die Regel ist, verwendet man im Amateurbereich noch überwiegend die geschlossene Bauweise des klassischen Fernrohrs. Diese Bezeichnung weist ja bereits auf die Existenz eines Tubus hin und suggeriert damit gewissermaßen auch dessen Notwendigkeit. Diese besteht aber nicht wirklich – es geht auch ohne Tubus!

Die geschlossene Bauweise bietet zweifellos bei kleineren serienfertigen Instrumenten gewisse Vorteile, insbesondere im Hinblick auf die stabile, koaxial ausgerichtete Montage größerer optischer Komponenten. Die aufgrund ihrer kompakten Bauart sehr beliebten Cassegrain-Systeme bieten mit ihrer optischen Korrektionsplatte am Tubuseingang zudem einen wirksamen Schutz für die innenliegenden Spiegelflächen gegen Staub, Feuchtigkeit und Beschädigung. Diese Instrumente sind somit weitgehend wartungsfrei. Die insoweit vorteilhaft erscheinende geschlossene Bauweise birgt aber auch Nachteile im praktischen Betrieb, die insbesondere dem unerfahrenen Benutzer oft nicht bewusst sind und daher gerade bei diesen Personen nicht selten zu enttäuschenden Erlebnissen führen.

Nachteile eines Teleskoputubus

Ein dem erfahreneren Fernrohrbenutzer durchaus bewusster und recht unbeliebter Effekt der geschlossenen Bauweise ist unter dem Begriff Tubus-Seeing bekannt. Im Allgemeinen versteht man unter Seeing Bildstörungen, die durch die optische Brechkraft von thermisch bedingten Luftschlieren in

der oberen Atmosphäre verursacht werden. Das in seiner Wirkung oftmals nicht minder ausgeprägte Tubus-Seeing wird ebenfalls durch thermisch bedingte Luftschlieren verursacht. Sie werden vor allem von Temperaturunterschieden zwischen Ober- und Unterseite des Tubus ausgelöst, die sich typischerweise beim Betrieb des Teleskops unter freiem Himmel einstellen. Der nächtliche Himmel wirkt nämlich mit Temperaturen bis weit unter -50°C in klaren Nächten wie eine eiskalte »Haube«, die dem Tubus an seiner dem Himmel zugewandten Seite in erheblichem Umfang Strahlungswärme entzieht. Der Tubus kann dabei an seiner Oberseite um mehrere Grad kälter werden als an der Unterseite. Im Inneren des Tubus wird infolge des Wärmekontakts der eingeschlossenen Luft mit der Tubuswand eine unkontrollierte Durchmischung von nach unten fallender Kaltluft und wärmerer Luft aus dem unteren Teil des Tubus in Gang gesetzt und aufrecht erhalten.

Eine ebenfalls sehr bekannte und lästige Eigenschaft von Fernrohren mit geschlossenem Tubus ist die verzögerte thermische Angleichung der im Tubus – gleichsam wie in einer Thermoskanne – eingeschlossenen Optik an die Umgebungstemperatur. Nicht selten dauert die Auskühlung mehrere Stunden, und in Nächten mit ständig fallender Temperatur kommt die Optik manchmal gar nicht ins thermische Gleichgewicht und damit auch nicht zu ihrer vollen Leistung.

Eine inzwischen zunehmend praktizierte Maßnahme gegen die Ausbildung von Tubus-Seeing sowie auch zur Beschleunigung der thermischen Anpassung (Auskühlung) besteht in der Anbringung von Ventilatoren, die eine kontrollierte Strömung im Inneren des Tubus erzeugen und auf diese Weise die Etablierung optisch wirksamer Luftschlieren weitgehend unterbinden. Die Ventilation setzt naturgemäß die Anbringung von Öffnungen am Tubus voraus, so dass dessen eingangs erwähnte Schutzfunktion gegen Staub und Feuchtigkeit und somit auch die Wartungsfreiheit des Instruments eingeschränkt werden. Wenn insbesondere die Spiegelflächen infolge der Zwangsbelüftung verunreinigt werden, erschwert gerade die geschlossene Bauweise ggf. anfallende Reinigungsmaßnahmen.

Weitere Nachteile geschlossener Tuben sind in deren relativ großer Angriffsfläche für Windböen zu sehen, die bei der Aufstellung im Freien unerwünschte Zitterbewegungen des Teleskops anregen können, sowie in der Notwendigkeit



▲ Abb. 1: **Offene Einarm-Teleskope** sind aufgrund ihrer kompakten und einfachen Bauweise eine Alternative zu klassischen Teleskopen: 6"-f/20-Fraunhofer-Achromat mit gefaltetem Strahlengang auf Stahlträgerrohr 40x25, Länge 154cm, Gewicht 12kg (links) und »Schüsselteleskop« mit 10"-f/5-Parabolspiegel und Kamera-Halter mit Videokamera und spiegelseitiger Zubehörfassung auf Stahlträgerrohr 60x40, Länge 150cm, Gewicht 8kg (rechts). Das grün-weiße Teil ist der schwenkbar montierte Schutzdeckel für den Spiegel.

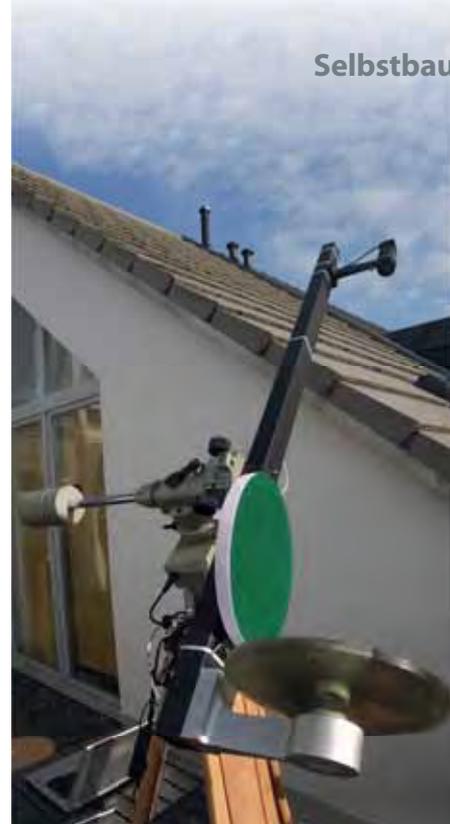
der Anbringung von Streulichtblenden und speziellen Beschichtungen im Inneren des Tubus zur Vermeidung von unerwünschten Lichtreflexen bei seitlich einfallendem Fremdlicht.

Im Bereich der Amateurastronomie werden heute neben den Teleskopen mit geschlossenem Tubus in zunehmendem Maße auch solche mit Gitterrohr-Tubus angeboten. Diese Konstruktionen vermeiden einige der genannten nachteiligen Eigenschaften geschlossener Tuben. Mit ihren vielen Einzelteilen und mechanischen Verbindungen sind Gitterrohrkonstruktionen andererseits aufwändiger in der Herstellung als Volltuben.

Das Einarm-Konzept

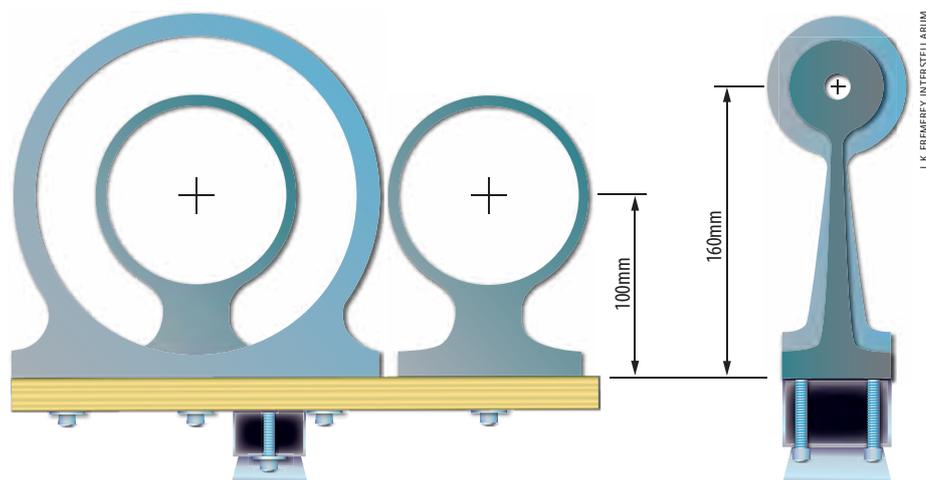
Diese Überlegungen und – nicht zuletzt – die vielfältigen Beispiele von Eigenbau-Teleskopen in den Büchern von Henry E. Paul [1], insbesondere sein einarmiger 10"-Newton in Holzbauweise, haben den Autor dieses Berichts zur Entwicklung von Teleskopen bewegt, die als tragendes Element anstelle eines geschlossenen oder eines Gitterrohr-Tubus einen parallel zur Systemachse angeordneten, stabilen Tragbalken verwenden.

Als Tragbalken mit hoher mechanischer Steifigkeit bei minimalem Gewicht bieten sich dünnwandige Vierkantrohre



▼ Abb. 2: **Blick auf die Kopfbaugruppe des Faltrefraktors.** Alle schwereren Komponenten des Teleskops stehen in kompakter Anordnung und mit kurzem Abstand zum Aufhängungspunkt der parallaktischen Montierung. Nur der Umlenkspiegel zur Faltung des Strahlengangs befindet sich in größerer Entfernung zur Montierung.





◀ Abb. 3: Querschnittsflächen und gegenseitige Anordnung der Aluminiumfrästeile (maßstäblich) mit ihren mechanischen Verbindungen zum jeweiligen Trägerrohr bei Draufsicht aus der Objektperspektive: Ringfassungen für das Objektiv, den Umlenkspiegel (im Hintergrund, drehbar) und die Fokussiereinheit (drehbar) auf 18mm-Multiplexbasis am Trägerrohr des Faltrefraktors (links) sowie Kamerahalter mit Ringfassung zur Aufnahme von T2-Adaptoren für die Montage von kamera- bzw. okularseitigen Komponenten und Spiegelhalterung (im Hintergrund) am Trägerrohr des Schlüsselteleskops (rechts).

aus gefaltetem und geschweißtem 1,5mm-Schwarzblech an. Solche Rohre werden mit verschiedenen Querschnitten in Standardlängen von 6m preiswert (ca. 30€) im Stahlhandel angeboten. Die jeweils der Schweißnaht gegenüberliegende Seite des Stahlprofils ist hinreichend eben, um sie als Basis für die dauerhaft stabile Montage von optischen Komponenten in einer Flucht zu nutzen.

Die Handhabung, insbesondere die Befestigung der hier vorgestellten Instrumente

auf einer parallaktischen Montierung, wird gegenüber Teleskopen mit Volltubus dadurch erleichtert, dass man das Trägerrohr bequem mit einer Hand greifen und damit das ganze Instrument leicht manövrieren kann.

6"-Faltrefraktor mit f/20-Fraunhofer-Achromat

Der abgebildete Refraktor (Abb. 1 links) wurde im Frühjahr 2003 in Betrieb genommen. Er entstand als drittes Instrument nach dem Muster zweier kleinerer Faltrefraktoren mit Optiken der Dimension 80mm f/15 (Fertigstellung 1984) und 110mm f/20 (1992). Die Faltung des Strahlengangs mit Hilfe eines Planspiegels am unteren Ende des Trägerrohrs ermöglicht die Verwendung einer langbrennweitigen Optik bei relativ kompakter Bauweise. Mit einer Gesamtlänge von 1,5m ist das Instrument nicht länger als handelsübliche Geradsicht-Refraktoren gleicher Öffnung.

Es können hier aber Linsenobjektive eingesetzt werden, deren Brennweite doppelt so lang ist wie das Instrument. Bei gegebenem Objektivdurchmesser führt eine Verdoppelung der Brennweite zu einer erheblichen Verminderung der für Linsenoptiken charakteristischen Farbfehler. Mit einem gewöhnlichen Fraunhofer-Achromaten wird hier auf diese Weise eine ähnliche Farbreinheit erzielt wie mit einem ungefalteten Refraktor gleicher Baulänge (und daher kürzerer Brennweite) unter Verwendung einer halbabchromatischen Optik.

◀ Abb. 4: Aufnahmen am 6"-Faltrefraktor. Oben: Venus am Abendhimmel (koloriert), 18. März 2009, 1/3"-Videokamera mit 3,75µm Pixelraster und Verkürzungslinse 0,6x bei f/12. Unten: Mare Imbrium, Teilansicht des Mondes aus großem Mosaik, 26. März 2007, 1/3"-Videokamera mit 7,4µm Pixelraster bei f/20.

Neben der verbesserten Farbkorrektur weist der Faltrefraktor mit seiner langen Brennweite bei gegebenem Gesichtsfeld Durchmesser in der Fokalebene eine vierfach geringere Bildfeldwölbung auf gegenüber einem Instrument gleicher Baulänge mit ungefaltetem Strahlengang und deshalb kürzerer Brennweite. Aus mechanischer Sicht bietet die gefaltete Konstruktion zusätzlich den Vorteil, dass die schweren Komponenten des Systems, nämlich das Objektiv und die komplette Okularbaugruppe, ggf. mit Zusatzkomponenten, in einer Kopfbaugruppe auf engem Raum zusammenstehen. Der Schwerpunkt und damit der optimale Aufhängungspunkt des Instruments liegen somit dicht an der Kopfbaugruppe. Auf diese Weise ergeben sich relativ enge Radien für den Okulareinblick beim Schwenken des Teleskops im Vergleich zu einem Geradsichtrefraktor klassischer Bauart mit ähnlicher optischer Leistung.

Für fotografische Aufnahmen wird das Okular samt Umlenkspiegel aus der Fokussiereinheit genommen und durch einen geradsichtigen Tubus mit der Kamera am oberen Ende ersetzt. Das volle Auflösungsvermögen des Teleskops von 0,8" kann mit handelsüblichen Digitalkameras unmittelbar im Primärfokus, d.h. ohne optische Nachvergrößerungselemente wie Barlowlinsen oder Projektionsokulare genutzt werden. Auch bei der visuellen Beobachtung mit hoher Vergrößerung ist die lange Brennweite von Vorteil, denn es können weniger aufwändige Okulare eingesetzt werden.

Der mechanische Aufbau des Instruments umfasst neben dem Trägerrohr zwei Holzplatten aus 18mm Multiplex, sowie drei aus Aluminium gefräste Fassungen (Abb. 3) zur Aufnahme des FH-Objektivs (D&G Optical 6" f/20), des Umlenkspiegels (Melles Griot 02MPG017, D100×19, Glastyp LEGB, λ/10) und eines handelsüblichen 2"-Okularauszugs. Die mit jeweils



zwei M6-Schrauben am Trägerrohr befestigten Holzplatten bilden eine geteilte »optische Bank« für die koplanare Aufspannung der Aluminiumfassungen. Die baugleichen Fassungen für den Spiegel und den Okularauszug sind mit jeweils nur einer Schraube befestigt und ermöglichen somit eine leichte Winkel-Ausrichtung der Komponenten entlang der durch das Objektiv vorgegebenen optischen Hauptachse des Systems.

Die Justierung des Systems stellt mit dem langbrennweitigen Objektiv als der einzigen abbildenden Komponente keine hohen Anforderungen an das Geschick des Betreibers. Zunächst wird die Objektivfassung mit der Vorderkante der oberen Holzplatte rechtwinklig zum Trägerrohr ausgerichtet. Danach werden die Fassungen des Umlenkspiegels und des Okularauszugs so gedreht, dass sämtliche Fassungen und Öffnungen koaxial ausgerichtet sind. Dies lässt sich leicht überprüfen durch einen Blick ins Objektiv aus ein paar Metern Entfernung. Die Feinjustierung des Okularauszugs kann am Ende durch den Einblick in das Auszugsrohr in entsprechender Weise kontrolliert werden. Der Umlenkspiegel ist zur Vermeidung von mechanischen Spannungen lediglich mittels eines kurzen Streifens aus doppelseitigem Klebeband zentral an einem Aluminiumteller fixiert, der seinerseits in der rückwärtigen Öffnung der Spiegelfassung eingepasst und mit drei Schrauben fixiert ist. Etwaige Verkippungen des Umlenkspiegels senkrecht zur Justierebene werden mit Papierstreifen zwischen der unteren Holzplatte und dem Trägerrohr korrigiert.

Der Faltrefraktor wurde bisher überwiegend zur videografischen Aufnahme von Objekten des Sonnensystems benutzt. In Abb. 4 sind zwei Bildbeispiele zu sehen.

Material und Kosten	
6"-f/20-Refraktor	10"-f/5-Reflektor
FH-Objektiv, D&G Optical: 1100€	Parabolspiegel, Royce: 1000€
Planspiegel 100mm, Knight Optical: 400€	Klappspiegel, Vixen: 100€
Okularauszug, Teleskop-Service: 150€	Schneckenfokussierer, Borg: 140€
Vierkantrohr, Stahl, 1,5m: 10€	Vierkantrohr, Stahl, 1,5m: 10€
3 Aluminium-Fassungen: 700€	2 Aluminium-Frästeile: 500€
2 Platten 18mm Multiplex: 10€	Adapter: 200€
Summe: ca. 2400€	Summe: ca. 2000€

10"»Schüssel«-Teleskop mit f/5-Parabolspiegel

Dieses Teleskop (Abb. 1, rechts) wurde im September 2010 in Betrieb genommen. Es ist nicht vom Typ Newton, zumindest nicht in der abgebildeten Originalversion mit hochauflösender Kamera unmittelbar auf der Systemachse, da es nämlich keinen Sekundärspiegel besitzt. Die Bezeichnung »Schüssel« entstand spontan beim Anblick der Satelliten-Schüsseln auf den Dächern der benachbarten Häuser. Auch die TV-Schüsseln besitzen keinen Tubus und es sitzt dort ebenfalls ein Sensorarm unmittelbar neben bzw. vor dem Spiegel.

Anders als bei den meisten handelsüblichen Spiegelteleskopen ist der Hauptspiegel hier nicht in einer mit Mehrpunktauflagen ausgestatteten Spiegelzelle untergebracht. Der hier verwendete Parabolspiegel mit konischem Glaskörper (3kg) von Bob Royce ist im Hinblick auf eine kippstabile Einlochmontage an seiner Rückseite mit einer Planfläche von 76mm Durchmesser ausgestattet. Er wird mittels eines zentralen Gewindebolzens an einer entsprechenden Anlagefläche des Spiegelträgers am unteren Ende des Trägerrohrs unter elastischer Zugspannung (Tellerfedern) gehalten und zentriert. Am oberen Ende des Trägerrohrs ist ein Ausleger mit Ringfassung zur Aufnahme handelsüblicher T2-Komponenten und somit zur Montage von Kameras und anderem Zubehör angebracht.

Unter Einsatz eines Justierlasers im Kamerahalter am oberen Ende des Trägerrohrs wird zunächst der Kamerahalter selbst durch feinfühliges Verdrehen auf dem Trägerrohr innerhalb des Spiels seiner Befestigungsschrauben so ausgerichtet, dass der Laserstrahl genau ins Zentrum des Spiegels trifft. Anschließend wird in entsprechender Weise die Ausrichtung der Spiegelachse in derselben Ebene, d.h. senkrecht zur Deklinationssachse, über feinfühliges Verdrehen der Spiegelhalterung auf dem Trägerrohr bewerkstelligt. In der dazu senkrechten Ebene, d.h. senkrecht zur Rektaszensionsachse, wird der Spiegel allein über die Anzugsmomente der vier Befestigungsschrauben am Trägerrohr justiert. Die Justierung bleibt auch beim großräumigen Schwenken des Teleskops in sehr engen Grenzen stabil. Eine Nachjustierung ist nicht erforderlich.

Die offene Bauweise des Spiegelteleskops kommt der praktischen Handhabung auch durch die Zugänglichkeit



▲ Abb. 5: **Geschlossener Newtonblick** mit Klappspiegelbox (Vixen) und schwenkbarer Schnellwechselbefestigung (Ringschwalbe) am Kameraausleger des Schüsselteleskops. Beim Wegklappen des Spiegels wird der Abbildungsstrahl freigegeben für die hochauflösende Videokamera (hier: Chameleon von Point Grey mit 3,75µm Pixelraster), die über einen kurzbauenden Schneckenfokussierer (Borg) mit aufgesetzter 2,2x-Barlowlinse am ausgangsseitigen Ende des Kamerahalters montiert ist.

▼ Abb. 6: **Aufnahmen am 10"-Schüsselteleskop bei f/11**, 1/3"-Videokamera mit 3,75µm Pixelraster und vorgeschalteter 2,2x Barlowlinse. **Oben: Mondkrater Plato** bei steiler Beleuchtung, 17. Februar 2011. **Unten: Jupiter mit Mond Ganymed** und Schatten, 3. Oktober 2011.



einer Ringschwalben-Befestigung an der spiegelseitigen Öffnung des Kamerahalters zugute. Dort wird bei fotografischem Betrieb eine einfache Okularklemme zur Aufnahme und Schnellwechselung von Farbfiltern befestigt. Die Filter werden zu diesem Zweck mit kurzen 1/4"-Hülsen verschraubt. Für visuelle Beobachtungen kann aber dort auch ein Fangspiegel mit seitlichem Ausleger als Newton-Einblick installiert werden.

Eine anfangs etwas überraschende, aber zugleich äußerst begrüßenswerte Eigenschaft der offenen Bauweise hat sich beim Betrieb unter hoher Luftfeuchtigkeit gezeigt: Die Spiegelfläche blieb in feuchten Nächten über jeweils die volle mehrstündige Beobachtungszeit trocken und blank, d.h. frei von jedem Niederschlag, auch wenn die restliche Apparatur längst vor Nässe triefte bzw. weitgehend von Reif bedeckt war. Diese Eigenschaft ist ganz

offensichtlich der hochwirksamen Wärmestrahlungsreflexion des Spiegels und damit seiner thermischen Selbstabschirmung gegen den kalten Himmel zuzuschreiben. Der auf seiner Rückseite unverspiegelte Glasblock bleibt – ohne jegliche aktive Ventilation – weitestgehend auf der Temperatur der umgebenden Luft und somit stets oberhalb des Taupunkts. Die in Abb. 6 gezeigten Bilder wurden aus videografischen Aufnahmen mit dem offenen Spiegel gewonnen.

Wie entsteht eine totale Sonnenfinsternis auf Kommando?



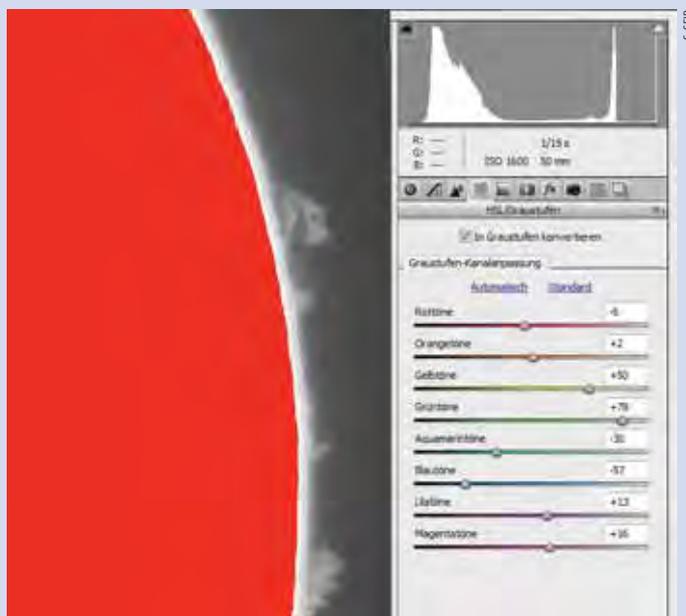
◀ Abb. 1: **Klassische Belichtung (links)**, auf der zwar Details auf der Sonnenoberfläche gut zu sehen, die Protuberanzen aber sehr dunkel wiedergegeben sind. Die rechte Version wurde reichlicher belichtet, auch wenn dabei die Strukturen auf der Sonnenoberfläche verloren gehen.

Längst haben Ha-Teleskope und -Filter die Rolle übernommen, die früher Koronografen bzw. Protuberanzenansätze spielten, nämlich die Beobachtung der Sonnen-Chromosphäre, die ohne technische Hilfsmittel nur während einer totalen Sonnenfinsternis sichtbar wird, wenn nämlich der Neumond den hellen Sonnenball komplett verdeckt. Unbestreitbar sind die Etalon-Filter der heutigen Ha-Teleskope von großem Vorteil,

weil nicht nur der Sonnenrand, sondern der komplette Sonnenglobus beobachtet werden kann, während die Kegelblende im Koronograf die Sonnenscheibe abdeckt. Dennoch haben die Fotos, die durch Koronografen entstehen, einen besonderen Reiz, weil sie an das seltene Schauspiel einer totalen Sonnenfinsternis erinnern. Wie trotz Einsatz eines modernen Ha-Teleskops der Charme älterer Fotos wiederbelebt werden kann, schildert dieser Beitrag.

Bei der Aufnahme mit einer DSLR geht es zunächst um die richtige

◀ Abb. 2: **Die Umwandlung in ein Schwarzweißfoto** erfolgt im Modul »Adobe Camera Raw«. Der rot eingefärbte Bereich der Sonne ist ein Hinweis auf die enorme Überbelichtung der Sonnenoberfläche.



Belichtung, denn die Protuberanzen am Sonnenrand sind erheblich lichtschwächer als die Fläche des Sonnenglobus. Während bei klassischen Ha-Aufnahmen ein Kompromiss gefunden werden muss, um den Sonnenglobus nicht über- und die Protuberanzen nicht unterzubelichten, kann man nun die Belichtung voll und ganz auf die Protuberanzen optimieren und dabei eine dramatische Überbelichtung des Sonnenglobus in Kauf nehmen (Abb. 1). Das verbessert das Signal-zu-Rausch-Verhältnis in den wichtigen Bildbereichen, in denen die Protuberanzen am Sonnenrand zu sehen sind. In der Praxis bedeutet das, dass gegenüber einer klassischen Aufnahme um drei bis vier EV (engl.: Exposure Value; Lichtwert) reichlicher belichtet wird, was einer Verlängerung der Belichtungszeit um das 8- bzw. 16-fache entspricht.

Das bevorzugte Dateiformat ist »RAW« und nicht »JPG«. Bei der »Entwicklung« der RAW-Datei in Photoshop führe ich eine Umwandlung in ein monochromes Bild durch. Dabei hat sich herausgestellt, dass der beste Eindruck entsteht, wenn die Regler für die Gelb- und Grüntöne angehoben werden, der für die Blautöne hingegen abgesenkt wird (Abb. 2). Besonderen Wert lege ich auf die Registerkarte »Details«, in der ich eine erhebliche Nachschärfung bei gleichzeitiger Rauschreduktion durchführe. Währenddessen lasse ich mir einen Ausschnitt des Bildes in voller Größe (»Zoomstufe« = 100%) anzeigen. Welche Werte dort einzustellen sind, lässt sich nicht allgemein sagen und hängt von der

Fazit

Die hier vorgestellten tubusfreien Einarm-Teleskope haben sich in verschiedener Hinsicht als praxistauglich und robust erwiesen. Mit ihrer auf das notwendige Minimum an technischem Aufwand beschränkten Konstruktion scheinen sie gerade auch für den Selbstbau geeignet. Die Herstellung der Instrumente erfordert neben den im

einschlägigen Fachhandel erhältlichen optischen Hauptkomponenten und Adaptern im Wesentlichen die Beschaffung jeweils eines Stücks Vierkanthrohr, beim Faltrefraktor zusätzlich noch zweier Holzplatten, und 2–3 mechanischer Fassungen bzw. Halterungen sowie etwas Geschick, Geduld und Freude bei der eigenen Arbeit. Ernsthafte Probleme und entsprechender Nachbesserungsbedarf sind bei der Entwicklung

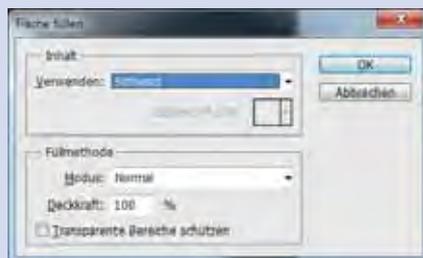
und Anfertigung der Instrumente nicht aufgetreten.

[1] Paul, H. E.: Telescopes For Skygazing, 3rd ed., Amphoto, New York (1976)

Surftipp

Homepage des Autors:

www.astro-vr.de



▲ Abb. 3: Mit dem Photoshop-Befehl »Bearbeiten/Fläche füllen...« entsteht die schwarze Scheibe des künstlichen Neumondes.

Beschaffenheit des Ausgangsmaterials ab.

Nach dem Öffnen des Bildes wird das Foto wieder in eine RGB-Datei umgewandelt, und zwar mit dem Befehl »Bild/Modus/RGB-Farbe«. Nun wird eine neue, leere Ebene mit dem Befehl »Ebene/Neu/Ebene...« (Tastenschlüssel Shift+Strg+N) erstellt und – falls nötig – mit F7 die Ebenenpalette eingeblendet. Auf dieser neuen Ebene versucht man nun, mit dem Auswahl-ellipse-Werkzeug (Tastenschlüssel M) einen Kreis zu zeichnen, der den »Neumond« darstellen soll. Während der Erstellung der Auswahl hält man die Shift-Taste (=Umschalt) gedrückt, so dass ein exakter Kreis entsteht. Hat man die Maustaste erst einmal losgelassen, lässt sich die erstellte Auswahl nur noch verschieben, indem man innerhalb des Kreises klickt und zieht. Ist die Auswahl zu groß oder zu klein geraten, muss mit dem Befehl »Auswahl/Auswahl transformieren« gearbeitet werden. Danach gelingt es, mit wiederum gedrückter Shift-Taste und dem »Ziehen« an einem Eckpunkt eine entsprechende Größenänderung durchzuführen, die mit »Enter« abzuschließen ist. Durch iteratives Verschieben und Vergrößern bzw. Verkleinern der Auswahl lässt sich so ein optimaler »Neumond« bilden.

Es folgt ein wichtiger Schritt, nämlich das Weichzeichnen des Auswahlrandes, um zu verhindern, dass der Rand des

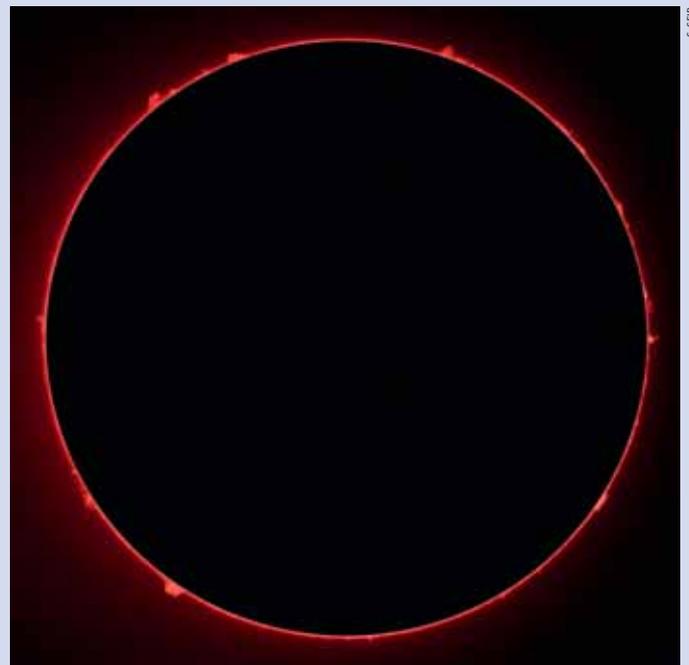
künstlichen Neumondes wie ausgestochen und damit unnatürlich erscheint. Der dazu nötige Befehl lautet »Auswahl/Auswahl verändern.../Weiche Kante...« (Tastenschlüssel Alt-Strg-D), wobei ein Wert in Pixeln anzugeben ist. Je nach absoluter Bildgröße sind Werte zwischen 1 und 3 Pixel sinnvoll. Anschließend entsteht der »Neumond« mithilfe des Befehls »Bearbeiten/Fläche füllen...« (Tastenschlüssel Shift+F5), wobei der Eintrag »Verwenden« auf »Schwarz« eingestellt wird (Abb. 3). Danach ist eine schwarzweiße Version des Bildes bereits vollendet.

Doch ich möchte noch einen Schritt weiter gehen und eine farbige Variante erzeugen. Dazu wird die bestehende Auswahl mit dem Befehl »Auswahl/Auswahl aufheben« (Tastenschlüssel Strg+D) aufgehoben und in der Ebenenpalette die Ebene mit der Bezeichnung »Hintergrund« angeklickt. Das ist die Bildebene, die das Sonnenbild enthält. Ich färbe sie rot ein, indem ich den Befehl »Bild/Korrekturen/Farbtönung/Sättigung...« (Tastenschlüssel Strg+U) aufrufe.

► Abb. 4: Nach der roten Einfärbung der Protuberanzen ist das Bild der künstlichen Sonnenfinsternis vollendet. Die Aufnahme entstand am 1. Mai 2012 mit einer DSLR und einem Coronado-Ha-Filter.

Das Häkchen »Färben« muss angehakt sein, der Regler »Farbton« wird an den linken, der Regler »Sättigung« an den Rechten Anschlag gezogen. Der verbleibende Regler »Helligkeit« wird so lange gestellt, bis das Ergebnis wunschgemäß ausfällt, was nicht zuletzt auch vom persönlichen Geschmack abhängt. Je nach Bedarf kann die Ebene »Hintergrund« danach noch in Helligkeit, Kontrast und Gradation mit den Bordmitteln von Photoshop angepasst werden (Abb. 4).

Fotos, die im monochromatischen Licht mit einer DSLR entstehen, haben nicht die nominelle Auflösung der Kamera, weil nicht alle Pixel ein Signal erhalten haben. Trotz bester Aufnahmetechnik zeigen die Fotos daher bei genauem Hinsehen eine Art »Unschärfe«. Nach einer Verkleinerung der Bilder auf zwei Drittel oder die Hälfte ihrer Größe entsteht der maximale Schärfeindruck ohne Einbuße von Bilddetails.



Stefan Seip

TECHNIKWISSEN



Eine Finsternis und mehr

Die ringförmige Sonnenfinsternis vom 21./20. Mai war nur aus dem pazifischen Raum zu sehen, denn sie begann in Ostasien und endete im Westen der USA, wobei sie die Datumsgrenze überquerte. Daher endete diese ringförmige Sonnenfinsternis einen Tag bevor sie begann. Aus der Nähe beider Enden des Annularitätsstreifens haben uns Bilder aus der Leserschaft erreicht.



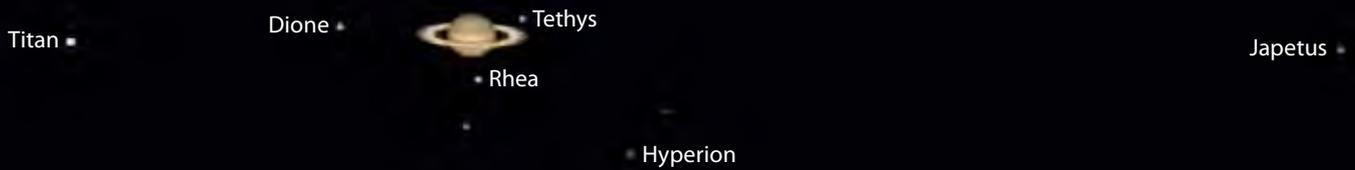
▲ Abb. 1: **Ringphase über Owariasahi bei Nagoya** in der japanischen Präfektur Aichi, aufgenommen mit einem 80mm-Refraktor, Herschelprisma, ND3-Filter, FFC und einer Canon EOS 600D. *Tobias Kampschulte*

■ Abb. 3: **Ringphase am Rande des Shasta-Trinity National Forest in Kalifornien**, mit einem 300mm-Teleobjektiv aufgenommen. *Ullrich Dittler*

▼ Abb. 2: **Nachweis der inneren Korona** durch lange Belichtung, kurz vor dem Schließen des Rings in Japan. *Tobias Kampschulte*

Links: der Mond zeichnet sich als Silhouette ab.
Rechts: der Chromosphärenbogen ist über dem Mondrand erschienen, Sekunden vor dem zweiten Kontakt in Japan.





▲ Abb. 4: **Saturn in der Oppositionsnacht** mit seinen hellsten Monden und drei Feldsternen. Digitalfoto, 16.4.2012, 2:00 MESZ, 4,1"-Refraktor bei 1800mm, Canon EOS 20Da, ISO 200, Point Grey Grasshopper CCD-Kamera, Komposit aus mehreren Belichtungen von 0,3s bis 10min. Saturn ist zusätzlich mit Webcam aufgenommen (Ausschnitt, die Monde sind aufgehellt). *Thilo Schramm*

■ Abb. 5: **Perigäums-Vollmond am Kap Sounion (Griechenland)**. Der Vordergrund der Aufnahme ist fast 4km entfernt. Der Mond ging direkt hinter dem Poseidontempel auf, allerdings waren zu jenem Zeitpunkt die Beleuchtungsverhältnisse und der Kontrast nicht optimal. Das Foto entstand deshalb acht Minuten später. Digitalfoto, 5.5.2012, 20:06 OESZ, 4,1"-Refraktor bei 530mm, Canon EOS 5D Mark I, ISO 200, 1/200s, Baader UV/IR-Sperrfilter. *Anthony Ayiomamitis*

► Abb. 6: **Die Konjunktion von Mond, Venus und Jupiter Ende März.**

Oben: Digitalfoto, 25.3.2012, 20:09 MESZ, 13mm-Objektiv bei f/3,5, Nikon Coolpix P7000, ISO 588, 1,28s. *Friedrich Waidacher* **Unten:** Digitalfoto, 26.3.2012, 20:24 MESZ, 60mm-Objektiv bei f/4,5, Canon EOS 5D Mark II, ISO 400, 2s. *Jörg Kopplin*



d

f

d

f

Die ewige Krux mit den Bildecken

VON STEFAN SEIP

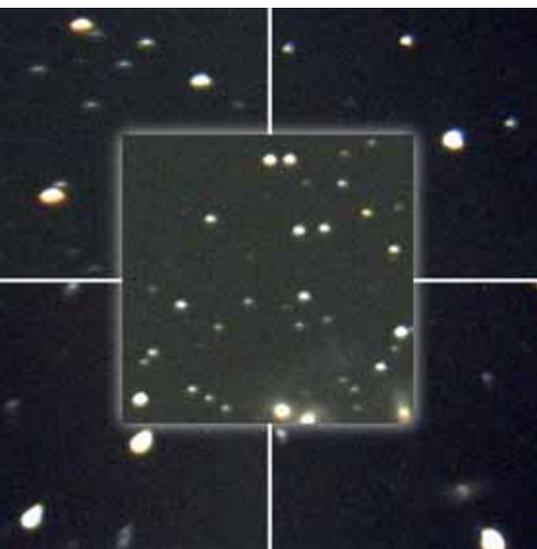
▲ Abb. 1: **Das eingesandte Foto ist ein farbinterpoliertes Rohbild**, denn die Alccd6pro hat einen Farbsensor an Bord. Das Testbild ist zehn Minuten lang belichtet und noch nicht zum »Pretty Picture« weiterverarbeitet. *Helmut Herbel*

Jedes optische System bildet auf seiner optischen Achse besser ab als in achsenfernen Bereichen. Die meisten der bekannten Abbildungsfehler wie zum Beispiel Koma, Astigmatismus und sphärische Aberration nehmen zu, je weiter man sich von der optischen Achse entfernt. Davon betroffen sind nicht nur Teleskope, sondern auch gewöhnliche Fotoobjektive. Die Herausforderung bei der Konstruktion solcher abbildenden Systeme ist es, möglichst viele der Abbildungsfehler abseits der optischen Achse auf ein so geringes Maß zu reduzieren, dass in der praktischen Anwendung davon nichts mehr zu sehen ist.

Das jedoch ist meist ein Wunschtraum, der nur in sehr wenigen Teleskopen und Objektiven seine Erfüllung findet, insbesondere dann, wenn Kameras daran verwendet werden sollen, deren Aufnahmesensor relativ groß ist. Die Korrektur von Optiken abseits der Achse für große Bildfelder, also Sensoren, stellt einen erheblichen Aufwand dar und muss meistens teuer bezahlt werden. Ein großer Sensor hat zur Folge, dass die achsenfernen Bereiche von der Kamera erfasst werden. Das erklärt, warum manche Optiken mit Kameras, deren Sensor kleiner ist, viel besser zurechtkommen als mit anderen, deren Sensor größer ist. Während in der Alltagsfotografie die Verschlechterung der Abbildungsleistung in den Bildecken oftmals hinnehmbar ist, leiden Astrofotos besonders darunter. Auf ihnen sind nämlich Sterne abgebildet, deren Abbildung in der Bildmitte leicht mit jener in den Ecken verglichen werden kann, so dass selbst minimale Abweichungen erkennbar sind. Zudem sind die winzigen Sterne, die sich kontrastreich gegen den dunklen Nachthimmel abheben, extrem empfindliche Indikatoren, die Abbildungsmängel schonungslos offenbaren.

◀ Abb. 2: **Vergrößerte Ausschnitte** aus der Bildmitte und den vier Ecken zur Darstellung der erwähnten Abbildungsfehler.

Helmut Herbel weiß davon vermutlich ein Lied zu singen, denn er sandte eine an sich gelungene Aufnahme der Galaxiengruppe Stephans Quintett ein, die er mit seinem 11"-Schmidt-Cassegrain-Teleskop aufgenommen hat (Abb. 1). Die Einschränkung »an sich« betrifft die Ecken des Bildes, in denen die Sterne mal mehr, mal weniger verzerrt dargestellt sind (Abb. 2). Von Herrn Herbel wurde eine CCD-Kamera vom Typ Alccd6pro benutzt, deren Sensor immerhin 17,64mm × 25,1mm groß ist. Das übertrifft die Abmessungen der »APS-C«-großen Sensoren (14,8mm × 22,2mm, Crop-Faktor 1,6×) in digitalen Spiegelreflexkameras von Canon und sogar die der Sensoren (15,4mm × 23,2mm) in Nikon-DSLR mit Crop-Faktor 1,5× deutlich. Weiterhin wirkt sich aus, dass ein Brennweiten-Reducer mit dem Faktor 0,8× eingesetzt wurde. Der verwendete Reducer ist speziell für Schmidt-Cassegrain-Systeme gefertigt und reduziert nicht nur die Brennweite des Teleskops von 2800mm auf 2240mm, sondern beseitigt laut Herstellerangaben auch Bildfeldwölbung und Koma. Extrem wichtig für eine optimale Wirkungsweise eines solchen Korrektors ist die Einhaltung des vom Hersteller vorgeschriebenen Abstandes zwischen Reducer und Bildsensor. Dabei kommt es auf Bruchteile eines Millimeters an, was aber laut Herrn Herbel akribisch beachtet worden ist.



H. HERBEL, S. SEIP

Allen diesen Bemühungen zum Trotz muss einer Tatsache klar ins Auge geschaut werden: Jeder Brennweiten-Reducer verkleinert das vom Teleskop gelieferte Bild. Der vom Teleskop erfasste Bildwinkel kann vom Reducer jedoch nicht vergrößert werden, so dass der entstehende Bildkreis kleiner wird und mit Reducer unter Umständen kritische Außenbereiche auf die Sensorfläche geraten. Freilich ist davon auch die Vignettierung, die Abdunkelung der Ecken betroffen (Abb. 3).

Bei der Suche nach der Wurzel des Übels möchte ich unterscheiden in einerseits den generellen Einbruch der Abbildungsleistung in den Randbereichen und andererseits deren asymmetrische Ausprägung.

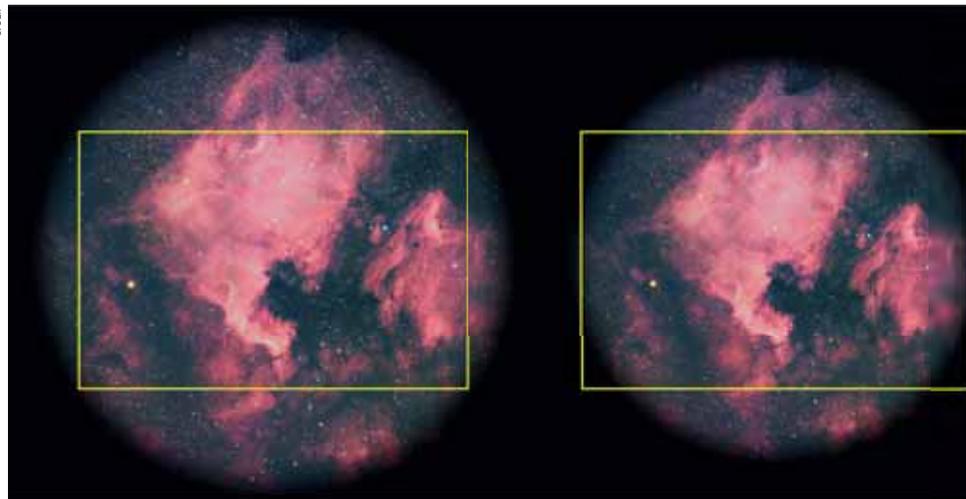
Abbildungsfehler in den Randbereichen

Über die Entstehung der erheblichen Vignettierung (Abb. 1 und 4) und die Zunahme klassischer Aberrationen (Abb. 2) in den peripheren Bildregionen wurde bereits im Zusammenhang mit dem Brennweiten-Reducer gesprochen. Sollte der Reducer in Verbindung mit dem verwendeten Teleskop nicht wie gewünscht funktionieren, weise ich auf einen neuartigen Reducer hin, der unter der Bezeichnung »Reducer Lens .7x-EdgeHD 1100« voraussichtlich im Sommer 2012 verfügbar sein wird, eine Brennweitenreduktion um den Faktor 0,7-fach bewirkt und über einen Durchmesser von 60mm verfügt! Allerdings ist dieser Reducer nur mit der neuen »EdgeHD«-Generation der 11"-Optik kompatibel. Zwar kann auch dieser Reducer das in Abb. 3 dargestellte Problem nicht lösen, aber die Herstellerangaben klingen zuversichtlich, dass der Sensor einer Alccd6pro-Kamera damit vollständig und in guter Qualität ausgeleuchtet werden könnte.

Alternativ könnte man versuchen, durch schrittweise Verkürzung und Verlängerung der Distanz zwischen Reducer und Sensor empirisch zu ermitteln, ob es eine Konfiguration gibt, mit der ein besseres Ergebnis zu erzielen ist.

Asymmetrische Verteilung der Abbildungsfehler

Ebenfalls aufzuspüren ist die Ursache dafür, dass der linke untere Bildrand eine deutlich schlechtere Abbildungsqualität aufweist als der rechte obere (Abb. 2 und 4). Zu überprüfen ist zunächst die einwandfreie Justierung der Fernrohr-optik und der feste, verkippte freie



▲ Abb. 3: **Simulation einer teleskopischen Abbildung** ohne Reducer (links), die in Verbindung mit einem Sensor von gegebener Größe keine bzw. vernachlässigbare Vignettierungen zeigt. Wird das teleskopische Abbild durch den Einsatz eines Brennweiten-Reducers verkleinert (rechts), liegen bei derselben Kamera die Bildecken im Dunkeln.

Sitz aller okularseitig angebrachter Zubehörteile. Schon manche mit nur einer Klemmschraube gesicherten Verbindungen haben sich als Grund für Verkippen erwiesen.

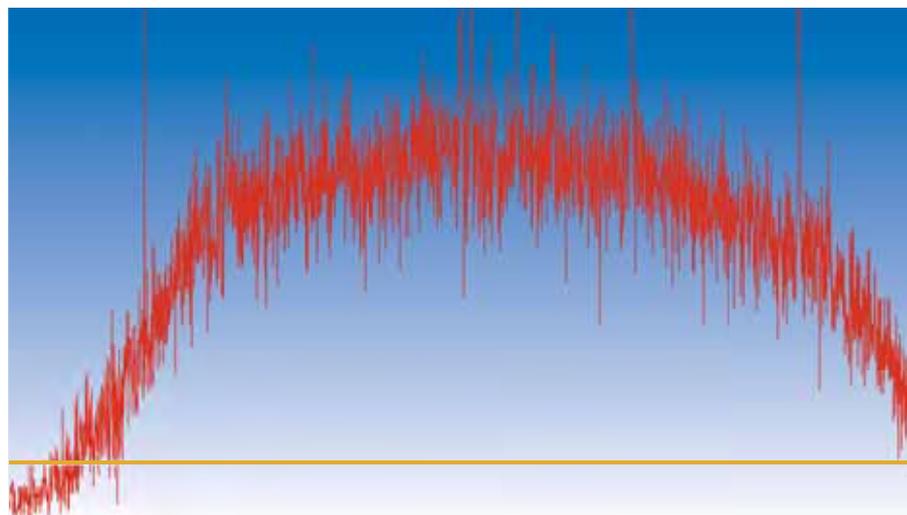
Eine wahrscheinliche Ursache ist jedoch die Verkipfung des Hauptspiegels durch die Fokussierung. Statt diese zu nutzen, wäre es einen Versuch wert, die optimale »Kippposition« des Hauptspiegels zu ermitteln und ihn in dieser Stellung zu belassen. Anschließend wird nicht mehr mit der Fokussierung des Teleskops gearbeitet, sondern mit einem angeschlossenen Crayford-Auszug. Auch das lästige »Shifting« des Bildes nach einer Umkehr der Fokussierung ist damit passé.

Schlagen alle diese Versuche fehl, muss das Teleskop selbst einer genauen Prüfung

unterzogen werden. Sitzt der Fangspiegel exakt in der Mitte der Schmidt-Platte? Es soll schon vorgekommen sein, dass das nicht der Fall ist – ein für den Anwender unlösbares Problem. Vielleicht ist der Tubus verzogen, was bei einseitig montierten Schwalbenschwanzschienen tatsächlich passieren kann!

Führt auch das nicht zum Ziel, empfiehlt sich eine umfangreiche Reihe von Testaufnahmen: mit und ohne Reducer, mit einem von »vorne« und einem von »hinten« angefahrenen Schärfepunkt sowie mit wechselnder Ausrichtung der Kamera, um zu sehen, ob sich die »schlechte Ecke« mitdreht oder ortsfest bleibt. Diese Testreihe wird schließlich den entscheidenden Hinweis auf den »Schwachpunkt« im System liefern.

▼ Abb. 4: **Grafische Auswertung der Bildhelligkeit von Abb. 1**, diagonal gemessen vom linken unteren zum rechten oberen Bildeck. Die Spitzen sind Sterne. Wichtiger ist die Feststellung, dass die linke, untere Ecke erheblich dunkler ist als die ihr gegenüberliegende. Die rote Linie erleichtert den Vergleich der beiden Helligkeits-Niveaus.



Leser beobachten

Mitarbeit

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?](http://www.interstellarum.de/ods.asp?Anzahl=alle&Maske=1)

Anzahl=alle&Maske=1

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Vorstellung: Nr. 78 Ergebnisse: Nr. 84	NGC 663	Cas	1 ^h 46,0 ^{min}	+61° 15'	20.7.2012
	IC 1805	Cas	2 ^h 33,4 ^{min}	+61° 26'	
Vorstellung: Nr. 79 Ergebnisse: Nr. 85	M 45	Tau	3 ^h 47,0 ^{min}	+24° 7'	20.9.2012
	NGC 1333	Per	7 ^h 4,3 ^{min}	-19° 45'	
Vorstellung: Nr. 80 Ergebnisse: Nr. 86	M 48	Hya	8 ^h 13,7 ^{min}	-5° 45'	20.11.2012
	NGC 3242	Hya	10 ^h 24,8 ^{min}	-18° 38,5'	
Vorstellung: Nr. 81 Ergebnisse: Nr. 87	M 85	Com	12 ^h 25,4 ^{min}	+18° 11,4'	20.1.2013
	Abell 1656	Com	12 ^h 59,8 ^{min}	+27° 58,8'	
Vorstellung: Nr. 82 Ergebnisse: Nr. 88	M 10	Oph	16 ^h 57,1 ^{min}	-4° 5,9'	20.3.2013
	IC 4665	Oph	17 ^h 46 ^{min}	+5° 39'	
Vorstellung: S. 28 Ergebnisse: Nr. 89	M 26	Sct	18 ^h 31,8 ^{min}	-9° 24'	20.5.2013
	M 25	Sgr	18 ^h 31,8 ^{min}	-19° 7'	

NGC 6819



NGC 6819

- **8x24-Fernglas:** Bortle 4; nicht auflösbarer, auch direkt flächiger Nebel. Unmittelbar nordöstlich steht ein 6^m-Stern, der nicht zum Haufen gehört. *Uwe Pilz*
- **70/700-Refraktor:** fst 5^m0; der Sternhaufen liegt westlich eines gleichseitigen Dreiecks und ist direkt als mittelgroßer runder Nebelfleck sichtbar. Mit indirektem Sehen und noch besser mit höherer Vergrößerung blinken blickweise Einzelsterne aus dem Sternhaufen, vor allem im Süden. Der hellste Stern stand im Südosten. 28x – 56x. *Frank Lange*
- **102/1000-Newton:** Bortle 6; mit einem 32mm-Plössl den Sternhaufen am Rande eines markanten Stern-dreiecks gefunden. Bei ca. 32x waren indirekt auch bereits eine Handvoll Sterne zu erkennen. Bei 81x waren bereits gut ein Dutzend Sterne zu erkennen, von denen die hellsten eine leicht V-förmige Anordnung bildeten. Im Hintergrund schwach zu erkennen war noch eine nicht aufzulösende Sternwolke. Diese kam bei einer größeren Austrittspupille (ab 2mm) aber besser zur Geltung. Der Sternhaufen als nebelartige Struktur mit einigen aufgelösten Sternen hinterließ mit dem 32mm-Okular (32x) den schönsten Eindruck bei dieser Öffnung. Es war noch genug Feld um das Objekt, so dass auch dessen Lage im Raum wunderschön zur Geltung kam. *Stefan Deichsel*
- **150/750-Newton:** Bei 19x kann ich den Sternhaufen schon sehen. Bei 112x ist er aufgelöst, aber nicht so hell. Unregelmäßige Form mit einigen Lücken. Schwache Sterne verschiedener Helligkeiten. Der beste Anblick ist bei 53x. *Gerd Kohler*
- **200/800-Newton:** mittlere Helligkeit, gut zu sehen. Überwiegend gleich helle Sterne, die in V-Form in zwei Armen angeordnet sind. Die Spitze zeigt nach Norden. Aufgelöst. Nicht konzentriert. Unregelmäßige Form mit Zonen ohne Sterne. 91x. *Gerd Kohler*

▲ Abb. 1: **CCD-Aufnahme**, 24"-Hypergraph bei 4940mm, SBIG STX-16803, 4x5min (je LRGB), ferngesteuerte Belichtung am Skinakas-Observatorium auf der Insel Kreta. *Stefan Binnewies, Josef Pöpsel*

- **200/1000-Newton:** fst 6^m3; ein Sternhaufen mit vielen schwachen Sternen, relativ groß und mit starker Konzentration zum Zentrum. 68x. *Michael Dütting*
- **200/1200-Newton:** SQM-L 21^m04/□"; heller, kontrastreicher Sternhaufen. Form erinnert mich an einen Schmetterling. Einige hellere Einzelsterne liegen in körnigem Umfeld eingebettet. 87x. *Michael Zschech*
- **250/1250-Newton:** liegt direkt an einem markanten Sterndreieck. Bei 39x auffällig und nicht ganz aufgelöst, wirkt noch körnig ob seiner vielen schwachen Sterne. Wechsel auf 50x löst den Haufen besser auf; Form wie ein Trapez, bei dem die längere der beiden Parallelen fehlt. Bei noch höherer Vergrößerung (140x) tauchen im Zentralbereich viele schwache Sterne auf, zwei helle Bögen formen das Schema einer fliegenden Möwe. Insgesamt schätzungsweise 35 Mitglieder. *Anne Ebeling*
- **254/1250-Newton:** SQM 20^m57/□"; ein kleiner Offener Sternhaufen, der durch einige etwas hellere Sterne an seinem Rand etwas unregelmäßig geformt erscheint, welche etwa ein Trapez formen. Zehn bis zwölf hellere Sterne sind zu erkennen, die ein hell schimmerndes Feld umrahmen. Hübscher Anblick bei 40- bis 125-facher Vergrößerung. Mit höherer Vergrößerung (167x) verändert der Haufen sein Aussehen: Er wirkt fast wie ein dicker Backenzahn mit zwei fetten Wurzeln. *Michael Schumann*
- **356/3910-SCT:** Bortle 7; als Einstieg wurde ein 40mm-Okular verwendet, welches bei der verwendeten Brennweite bereits eine Vergrößerung von ca. 98x ergibt. Bei dieser Vergrößerung sind bereits einige Sterne in dem Sternhaufen zu erkennen. Der Himmelshintergrund wirkt unter diesem Himmel aber bereits leicht aufgehellt. Bei 150x konnten wenigstens 40 Sterne erkannt werden, während ganz in der Mitte des Sternhaufens noch ein kleiner, leicht nebliger Fleck zu sein schien, welcher auf noch mehr, allerdings sehr lichtschwache Sterne schließen lässt. Bei dieser Vergrößerung ergab sich mit der Öffnung ein schöner Anblick, mit einer harmonischen Mischung aus guter Auflösung und Gesichtsfeld des kleinen, aber reizvollen Sternhaufens. *Stefan Deichsel*
- **400/1800-Newton:** fst 6^m8; bei 90x zeigt sich ein kompakter Sternhaufen bestehend aus zahlreichen Sternen. Im nördlichen Teil des Sternhaufens ist ein schwaches milchiges Schimmern wahrnehmbar. Bei 138x und 200x ist der Sternhaufen in weitere Sterne auflösbar. Im Südosten zeigen sich einige helle Feldsterne. Ein schöner kompakter Sternhaufen. *Constantin Lazzari*



▲ Abb. 2: **Digitalfoto**, 12"-Newton bei 1380mm, Canon EOS 350 D (modifiziert), ISO 1600, 4,6x2,5min. *Ulf Manfred Schliemann*

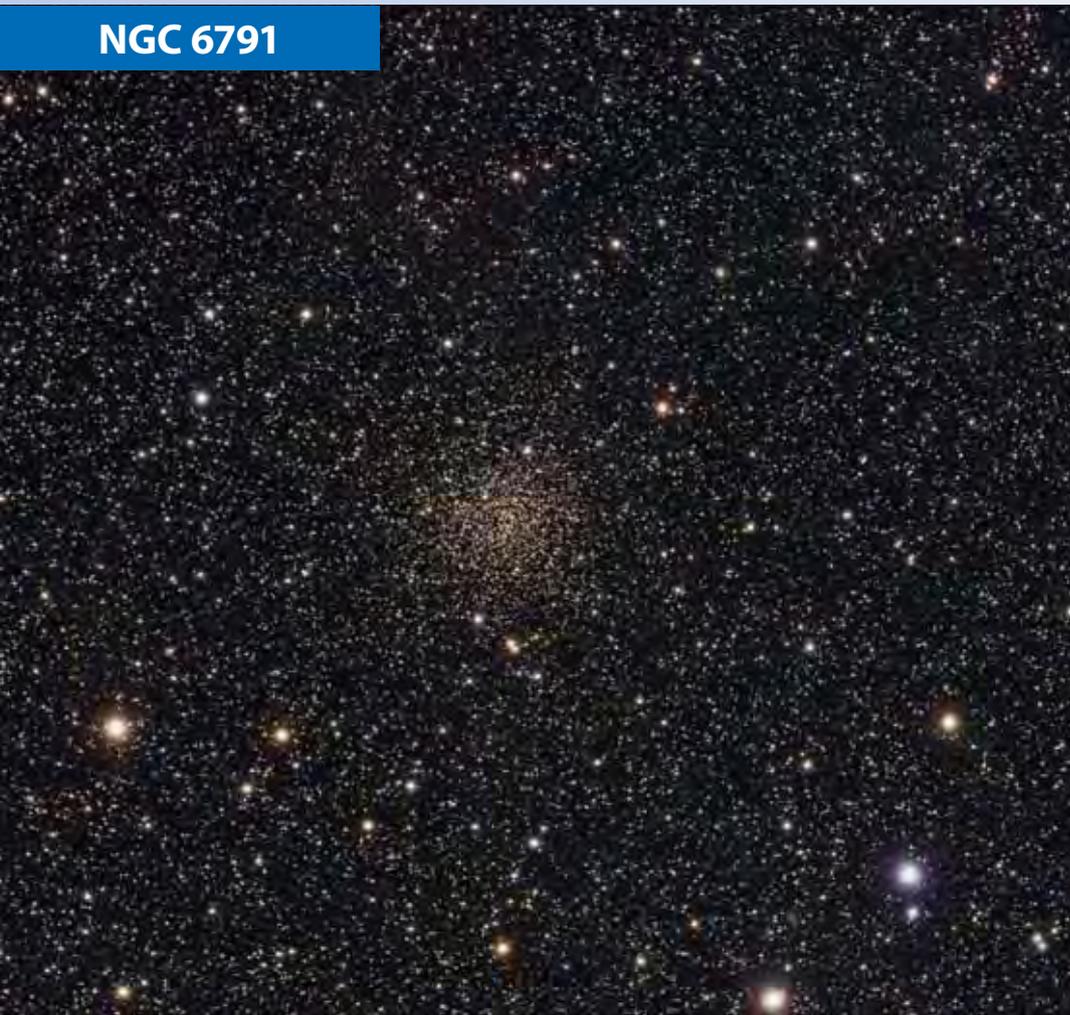
▼ Abb. 3: **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 20x10min. *Siegfried Kohlert*



▼ Abb. 4: **CCD-Aufnahme**, 8"-Ritchey-Chrétien bei 1071mm, SXV-H9, 4x3min (L), 3x3min (je RGB), Baader LRGB-Filter, Aufnahmeort: Berliner Innenstadt. *Stefan Lilge*



NGC 6791



▲ Abb. 1: **CCD-Aufnahme**, 4"-Refraktor bei 540mm, SBIG ST-2000XM, 24×2min (L), 8×10min (R), 8×5min (je GB), CFW8- und SBIG-Filter. *Bernhard Hubl*

▼ Abb. 2: **Digitalfoto**, 6"-Astrograph bei 500mm, Canon EOS 500D, ISO 400, 68×8min. *Markus Blauensteiner*



NGC 6791

- **10×50-Fernglas:** Bortle 4; unauffälliger Nebelfleck, ca. 10' Durchmesser. Nicht auflösbar. *Uwe Pilz*
- **150/750-Newton:** eine sehr schwache Aufhellung. Ich kann einen schwachen Nebel erkennen. Wenn ich das Teleskop bewege, kann ich ihn gut erkennen. Indirekt blitzen einige Sterne auf, der Hintergrund bleibt ein schwacher Nebel. 54x. *Gerd Kohler*
- **200/1000-Newton:** fst 6^m 3; der Sternhaufen besteht aus sehr vielen sehr lichtschwachen und dicht gedrängten Sternen, wunderschön, aber leicht zu übersehen. 58x. *Michael Dütting*
- **200/1200-Newton:** SQM-L 21^m 04/□"; bei 35x als schwache Aufhellung direkt sichtbar. Etwas höhere Vergrößerung verbessert den Kontrast zum Hintergrund. Runde Form. Einige schwache Sterne blitzen unregelmäßig hell, diffuse Wolke auf. 87x. *Michael Zschech*
- **254/1250-Newton:** SQM 20^m 57/□"; nur sehr schwach erkennbar. Bei 40x sechs bis acht Sterne erkennbar. Mit 74x und 125x etwa zehn hellere Sterne erkennbar und ein schwach schimmernder, kaum erkennbarer Hintergrund. *Michael Schuman*
- **254/1270-Newton:** fst 6^m 3; bei 50x als leichte, aber deutliche Aufhellung zu erkennen. Bei höherer Vergrößerung (150x) füllt der Offene Sternhaufen ca. ein Viertel des Gesichtsfelds aus. Einige helle Sterne stehen vor nebligen Hintergrund. Runde Form. *Hans-Georg Purucker*
- **400/1800-Newton:** fst 6^m 8; bei 90x zeigt sich ein leicht ovaler und kompakter Sternhaufen mit zahlreichen nadelfeinen Sternen. Im Hintergrund ist ein milchiges Schimmern zu erkennen. Der Sternhaufen hebt sich sehr gut vom Hintergrund ab. Ein sehr schöner kompakter Sternhaufen. *Constantin Lazzari*



▲ Abb. 3: **CCD-Aufnahme**, 24"-Hypergraph bei 1800mm, SBIG STL-11000M, 2×5min (R), 3×5min (je GB), ferngesteuerte Belichtung am Skinakas-Observatorium auf der Insel Kreta. *Stefan Binnewies, Volker Wendel, Josef Pöpsel*

▼ Abb. 4: **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 20×10min. *Siegfried Kohlert*



Astrofotos unserer Leser



▲ Abb. 1: **Die Dunkelnebel Barnard 142 und 143 nahe γ Aquila.** CCD-Aufnahme, 4,1"-Refraktor bei 670mm, SBIG STL-11000M, 150min(L), 20min (je RGB), Aufnahmeort: Französische Alpen. *Mario Weigand*

▼ Abb. 2: **NGC 6888, der Crescentnebel in Cygnus.** Digitalfoto, 8"-Newton bei 800mm, Canon EOS 450Da, ISO 800, 30x5min. *Daniel Förtsch*

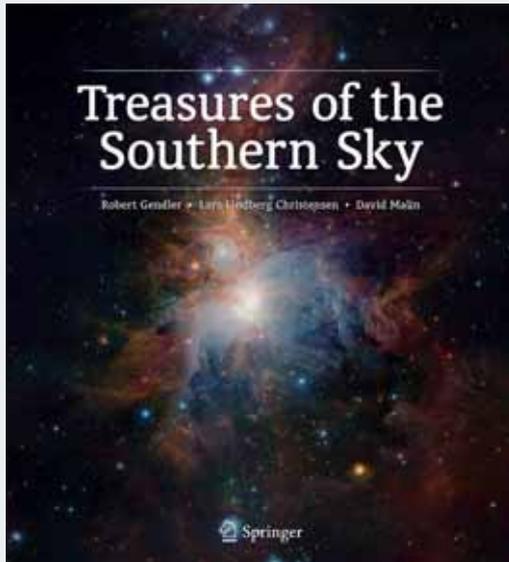




▲ Abb. 3: **NGC 7635, der Bublnebel in Cassiopeia**. Links die Offenen Sternhaufen M 52 und Czernik 43, rechts der Emissionsnebel NGC 7538. CCD-Aufnahme, 3,2"-Refraktor bei 520mm, SBIG ST-8300M, 14x10min (L), 6x20min (Ha), 6x10min (je RGB), Baader LRGB-Filter, künstlicher Rotkanal aus 90% R und 10% Ha). *Frank Sackenheim*

▼ Abb. 4: **M 1, der Krabben- oder Krebsnebel**, Überrest der Supernova von 1054 in Taurus. CCD-Aufnahme, 17,5"-Newton bei 2100mm, Atik 4000m, 16x1,5min (L), 6x5min (je Ha, [OIII]), 6x6min (H β , [SII]). *Wilfried Bongartz*





▲ Robert Gendler, Lars Lindberg Christensen, David Malin: *Treasures of the Southern Sky*, Springer US, ISBN 978-1-461406273, 190 Seiten, ca. 50€.

Treasures of the Southern Sky

Der Südhimmel mit seinen exotischen Objekten, der südlichen Milchstraße und den beiden Magellanschen Wolken zieht »Nordlichter« magisch an. Immer mehr Sternfreunde reisen in den Süden, um diese Schätze selbst zu erkunden.

»Treasures of the Southern Sky« ist ein englischsprachiger Bildband, der dieser Sehnsucht frönt. Trotz der in Amateurkreisen als hervorragende Astrofotografen bekannten Autoren Malin und Gendler sind die Abbildungen jedoch eine Enttäuschung: Über die Hälfte der Fotos der 82 behandelten Objekte – darunter mit dem Orionnebel oder der

Sombrero-Galaxie auch solche, die man nicht in einem solchen Buch erwarten würde – stammen von Großobservatorien oder dem Hubble Space Telescope. Zum Rest der durchaus beeindruckenden Aufnahmen existieren keine Hinweise auf die verwendete Aufnahmetechnik.

Auch die Texte fallen spärlich aus: Sie richten sich eher an Laien als an Amateurastronomen, gehen selten in die Tiefe und geben kaum Hinweise für eigene Erkundungen. Dieser schöne Bildband bleibt somit hinter den Erwartungen zurück.

■ Ronald Stoyan

iPhone-App: StarChart



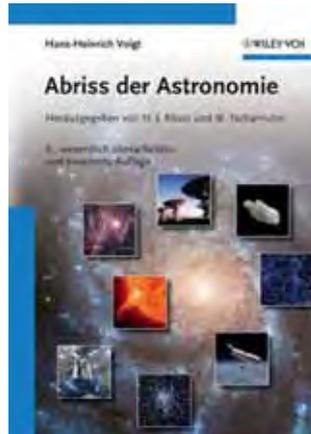
▲ iPhone-App: *StarChart*, 16,4MB, Version 2.0, iOS 3.0 oder höher, für iPhone/iPad/iPod Touch, 2,39€.

StarChart ist eine digitale Sternkarte für Amateurastronomen, die eine ästhetische Darstellung des nächtlichen Sternhimmels zu schätzen wissen. Wie inzwischen auch bei zahlreichen anderen Sternkarten-Apps, wird das angezeigte Bild des nächtlichen Himmels der Lage und Position des iPhone

oder iPad angepasst, so dass auf dem Display immer der Ausschnitt des Sternhimmels angezeigt wird, der hinter dem Display zu sehen wäre. Über die Einstellungen der App kann der Anwender entscheiden, bis zur wievielten Größenklasse die Sterne angezeigt werden sollen (max. bis 10^m), er kann entscheiden, welche Darstellungen für Sternbilder (Linien oder Bilder) gewählt werden sollen, sowie ob und welche Beschriftungen für Sterne, Planeten, Konstellationen, Sternbilder etc. angezeigt werden sollen. Die Objekte des Messier-Katalogs sind – neben Sonne, Mond, Planeten und Sternbildern – ebenfalls enthalten und mit Bildern hinterlegt. Die Möglichkeit sich zu der aktuellen Position eines gesuchten Himmelsobjektes führen zu lassen rundet das Funktionsangebot dieser ansprechend gestalteten Anwendung ab, die auf dem hochauflösenden Display des neuen iPad noch eindrucksvoller erscheint als auf dem kleineren des iPhone.

■ Ullrich Dittler

Abriss der Astronomie



▲ Hans-Heinrich Voigt: *Abriss der Astronomie*, herausgegeben von Hermann-Josef Röser und Werner Tscharnuter, Wiley VCH-Verlag, Weinheim 2012, 6. Auflage, 1150S., ISBN 978-3527407361, 89€ (Softcover), ISBN 3-527-41123-2, 149€ (gebundene Ausgabe)

Ein Standardwerk der Astronomie gibt es jetzt in der wesentlich überarbeiteten und erweiterten sechsten Auflage: Hans-Heinrich Voigt, Autor der bisherigen Auflagen, der mittlerweile das Alter von 90 Jahren überschritten hat, gewann dazu die Astrophysiker Hermann-Josef Röser und Werner Tscharnuter als Herausgeber. Die Realisation dieses Großprojekts wurde zudem noch auf weitere Schultern (insgesamt 38 Autoren!) verteilt, um der Vielzahl an Themenbereichen gerecht zu werden: vom Sonnensystem bis zur Kosmologie sind alle wichtigen astronomischen Fachgebiete abgedeckt. Weitgehend aktualisiert und teilweise neu geschrieben wurden z.B. Kapitel über Exoplaneten, Aktive Kerne von Galaxien, Dunkle Materie und Energie, Gravitationslinsen und Kosmologie.

Nicht nur Astronomiestudenten, sondern auch ambitionierte Amateurastronomen, die die mathematischen Grundlagen aus fast allen Bereichen der Astronomie kennenlernen möchten, werden hier fündig. Der Telegrammstil des Buchs listet die wichtigsten Daten, Fakten, aber auch historische Hintergründe, Formeln und Messmethoden der Astronomie auf. Bei den Formeln werden in der Regel SI-Einheiten benutzt, ohne dass vollständig auf gängige cgs-Einheiten verzichtet wurde. Im Anhang finden sich neben den Quellennachweisen der Abbildungen eine repräsentative Sammlung von Hyperlinks und ein Fachwörterbuch deutsch-englisch/englisch-deutsch. Auf Bilder wird, abgesehen von Grafiken und Schwarz-Weiß-Zeichnungen, verzichtet. Dies tut der Faszination des fast 2,2kg schweren Buchs (Softcoverausgabe!) mit 1150 Seiten allerdings keinen Abbruch: Wer sich intensiv mit Astronomie beschäftigt, ob als Hobby oder professionell, für den gehört der »Abriss« ins Bücherregal.

■ Hans-Georg Purucker

Termine August/September 2012

Messe

- 11** 8.9.: 7. Internationale Astronomiemesse AME in 78056 Villingen-Schwenningen
 i Siegfried Bergthal, 0741/2706210, info@astro-messe.de, www.astro-messe.de

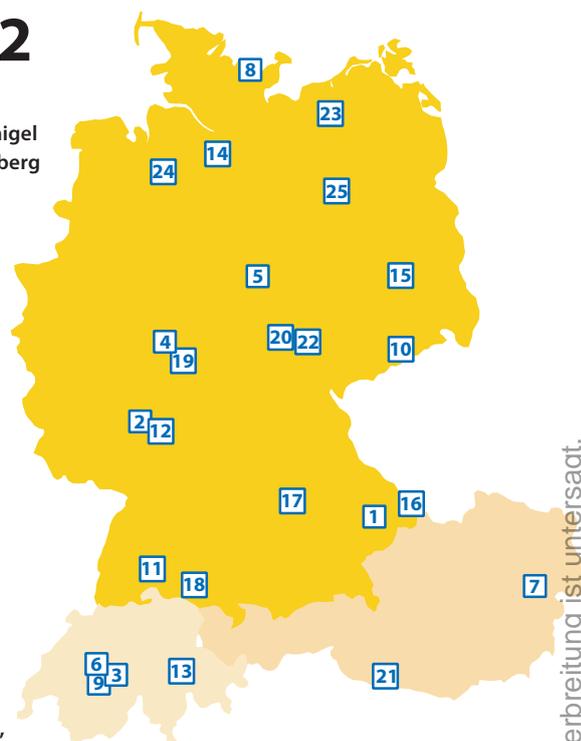
Fachtagung/Workshop

- 1** 5.–25.8.: International Astronomical Youth Camp (IAYC 2012), 94428 Eichendorf
 i info@iayc.org, www.iayc.org
- 2** 11.8.: H-alpha Treff Rüsselsheim (HaTR), Am Schnepferberg, 65468 Rüsselsheim
 i Dietmar Sellner, 06147/936310, d.sellner@t-online.de, www.ruesselsheimer-sternefreunde.de
- 10** 7.–9.9. Workshop Sonne in der Teichmühle, 09618 Großhartmannsdorf
 i Günter Stein, guenter.stein@online.de, www.teichmuehle-grosshartmannsdorf.de, www.sonnetagung.de
- 20** 14.–21.9.: Veränderlichen-Beobachtung, VdS-Sternwarte 99334 Kirchheim/Thüringen
 i BAV e.V., zentrale@bav-astro.de, www.bav-astro.de
- 22** 21.–23.9. 24. BAV-Tagung und Mitgliederversammlung, Carl-Zeiß-Platz 12, 07743 Jena
 i www.bav-astro.de

Beobachtungstreffen

- 3** 11.–12.8.: Tage der Sonnenbeobachtung, CH-3657 Schwanden ob Sigriswil
 i info@sternwarte-planetarium.ch, www.sternwarte-planetarium.ch/index.php?id=65&events=5683
- 4** 14.–19.8.: 10. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB), 35288 Wohratal-Hertingshausen
 i Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V., astronomie@onlinehome.de, www.astronomie-lahn-eder.de
- 5** 17.–19.8.: 3. Sankt Andreasberger Teleskop-Treffen (STATT), 37444 Sankt Andreasberg, Jordanshöhe
 i Verein Sternwarte Sankt Andreasberg e.V., schmidt@sternwarte-sankt-andreasberg.de, www.sternwarte-sankt-andreasberg.de/statt.html

- 6** 17.–19.8.: 24. Swiss Star Party, Gurnigel Berghaus, CH-3099 Rüti bei Riggisberg
 i Radek Chromik Leuenberger, radek.chromik@starparty.ch, www.teleskoptreffen.ch/starparty/index.de.php
- 7** 17.–19.8.: WAA Summer Star Party 2012, A-2724 Hohe Wand, Gasthof Postl
 i Wiener Astronomische Arbeitsgemeinschaft, info@waa.at, www.waa.at/treff/ssp.html
- 8** 23.–26.8.: 12. Teleskoptreffen am Selenter See, 24257 Pülsen
 i Raffael Benner, www.teleskoptreffen.info/selent/index.htm
- 9** 24.–25.8.: Teleskoptreffen Tannalp, CH-6068 Melchsee-Frutt
 i Jens Bydal, Planetenwelt GmbH, info@planetenwelt.ch, www.planetenwelt.ch
- 13** 13.–16.9.: 11. Teleskoptreffen »Mirasteilas«, CH-7153 Falera
 i José De Queiroz, 0041/81/9212555, teleskoptreffen@mirasteilas.net, www.mirasteilas.net
- 14** 13.–16.9.: 12. Internationales Heide Teleskoptreffen (IHT), 29640 Reinsehlen
 i Nils Kloth, 0173/5178429, IHT@astrogarten.de, www.astrogarten.de/IHT.htm
- 15** 13.–16.9.: 13. Herzberger Teleskoptreffen (HTT), Sportlerheim Jeßnigk, 04916 Herzberg (Elster)
 i AstroTeam Elbe-Elster e.V., astro-service-hofner@t-online.de, www.herzberger-teleskoptreffen.de
- 16** 14.–16.9.: 12. Almburg-Teleskoptreffen (ATM), 94158 Mitterfirmiansreuth
 i Andreas Hattinger, andreas.hattinger@gmx.net, www.almburg-treffen.de
- 17** 14.–16.9.: 14. Bayrisches Teleskoptreffen (BTM) Osterberg, 85137 Pfünz
 i Uli Zehndbauer, zehndbauer@me.com, www.beobachterforum.de
- 18** 14.–16.9.: 6. Ravensburger Teleskoptreffen (RATT), Teufelsberg, 88263 Horgenzell
 i Jochen Herrmann, sternwarte-ratt@online.de, www.ratt-rv.de



- 19** 14.–16.9.: Herbst Teleskoptreffen Vogelsberg (TTV), Sternwelt Vogelsberg e.V., 36325 Feldatal
 i Walter Gröning, astrophysik@t-online.de, ttv@sternenwelt-vogelsberg.de, sternenwelt-vogelsberg.de
- 21** 20.–23.9. 28. Internationales Teleskoptreffen (ITT), Emberger Alm, A-9761 Greifenburg
 i Gerhard Riedl, g.riedl1@gmail.com, www.embergeralm.info/stella
- 23** 21.–23.9.: 3. Mecklenburger Teleskoptreffen (MTT), 18276 Lohmen am Garder See
 i teleskoptreffen@astronomieverein.de, astronomie-in-mv.de/veranstaltungen/2012/3_teleskoptreffen_lohme/lohme2012_ankuendigung.html
- 24** 21.–23.9.: Teleskoptreffen Hoher Berg, 28857 Syke
 i Helmut Prekel, helmutpre@web.de, www.astroberg-syke.de
- 25** 21.–23.9.: 2. Westhavelländer Teleskoptreffen, 14715 Gülpe
 i Andreas Hänel, ahaenel@uos.de, www.lichtverschmutzung.de

Sonstiges

- 12** 12.–13.9.: 4. Bergsträßer Weltraumtage 2012, 64342 Seeheim-Jugenheim
 i Schuldorf Bergstraße, www.weltraumtage.de/toplevel,termine,3.html

Demnächst in interstellarum

interstellarum 84

Gesichtsfeld-Gigant

Das 120°-Okular von Explore Scientific ist das erste astronomische Okular, dessen Gesichtsfeld größer als das unseres Auges ist. Wir haben es für Sie getestet.



Spiegel selbst schleifen

Teleskopspiegel kauft man – oder nicht? Spiegel selbst zu schleifen ist eigentlich gar nicht so schwierig, wenn man weiß, auf was es ankommt.

Venustransit-Auswertung

Der Venustransit am 6.6.2012 bot Amateuren und Profis den Vorteil, mit den Erfahrungen von 2004 schon aufmerksam zu sein auf die zu erwartenden Phänomene. Wir zeigen, welche Erkenntnisse die erneuten Beobachtungen gebracht haben.



Heft 84 ist ab 14.9.2012 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

aktuell auf www.interstellarum.de

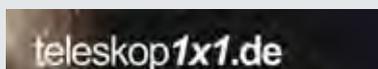
Aktuelle Aufnahmen unserer Leser

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

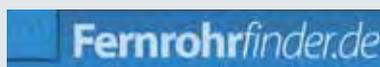
Objekte der Saison Online

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

Die interstellarum-Einsteigerseiten



Das große Teleskop-Portal von interstellarum



Datenbank mit über 1500 Produkten
472 Komplettgeräte, 346 Tuben mit Optik, 121 Montierungen, 588 Okulare

Der interstellarum-Newsletter

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

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

Verlag: Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Straße 67, D-91054 Erlangen
WWW: www.oculum.de
E-Mail: info@oculum.de
Tel.: 09131/970694
Fax: 09131/978596

Abo-Service: Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Straße 67, D-91054 Erlangen
E-Mail: aboservice@interstellarum.de
Tel.: 09131/970694 (Mo–Do 10:00–15:00)
Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2012 inkl. Zustellung frei Haus: 59,90 € (D, A), 64,90 € (CH, sonstige), erscheint zweimonatlich Anfang Jan., Mär., Mai, Jul., Sep., 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 Klängenweg 10, D-65396 Walluf

Grafik und Layout: Frank Haller, Christian Protzel

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), 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 Kohler, Erich Kopowski, Walter Koprolin, Bernd Liebscher, Norbert Mrozek, Gerald Rhemann, Johannes Schedler, Rainer Sparenberg, Sebastian Voltmer, Manfred Wasshuber, Mario Weigand, Volker Wendel, Dieter Willasch, Peter Wienerroither, Thomas Winterer

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 sinnenstellend 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. 13 vom 1.11.2011
Britta Gehle, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596,
E-Mail: werbung@interstellarum.de

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, CalSky
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.), Fotografischer Mondatlas (FMA)